Ekspertyza konstrukcyjna i geotechniczna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie w związku z planowanym zadaniem inwestycyjnym pod nazwą „Remont konserwatorski i modernizacja zabytkowego obiektu stanowiącego siedzibę krakowskiej Filharmonii”

Prof. dr hab. inż. Marek Cała……

Dr inż. Daniel Wałach……..

Dr inż. Piotr Dybeł……

Mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska……

Kraków, wrzesień 2015 r.

Spis treści

1. Wstęp ... 3
   1.1. Podstawa formalno-prawna ... 3
   1.2. Cel i zakres pracy ... 3
2. Charakterystyka obiektu ... 3
   2.1. Informacje ogólne ... 3
   2.2. Opis konstrukcji budynku ... 4
3. Inwentaryzacja konstrukcji budynku ... 4
   3.1. Więźba dachowa ... 5
      3.1.1. Określenie klasy drewna ... 13
      3.1.2. Badania rezystograficzne ... 16
      3.1.3. Badania wilgotności drewna ... 16
   3.2. Konstrukcja stropów najwyższej kondygnacji ... 16
      3.2.1. Określenie układu zbrojenia stropu ... 18
      3.2.2. Badania nieniszczące betonu ... 22
      3.2.3. Badania laboratoryjne betonu ... 25
   3.3. Konstrukcja ścian ... 30
   3.4. Fundamenty ... 30
4. Analiza nośności elementów konstrukcyjnych ... 31
   4.1. Merytoryczna podstawa opracowania ... 31
   4.2. Materiały ... 31
   4.3. Zestawienie obciążeń ... 31
   4.4. Model obliczeniowy więźby dachowej ... 34
   4.5. Wyniki obliczeń sprawdzających ... 36
   4.6. Model obliczeniowy konstrukcji dźwigarów łukowych i stropu nad salą koncertową ... 40
   4.1. Wyniki obliczeń statycznych i weryfikacja nośności ... 42
      4.1.1. Dźwigary łukowe ... 42
      4.1.2. Wieszaki ... 46
      4.1.3. Żebra stropu nad salą koncertową ... 47
5. Badania uwarstwienia przegród budowlanych ... 51
6. Warunki wodno-gruntu przy zewnętrznej ścianie budynku ... 52
   6.1. Budowa geologiczna ... 53
   6.2. Warunki wodne ... 53
   6.3. Charakterystyka warunków geotechnicznych ... 53
7. Analiza zaistniałych uszkodzeń ... 54
8. Podsumowanie i wnioski końcowe ... 68

1. Wstęp

1.1. Podstawa formalno-prawna

Praca mająca na celu „Wykonanie ekspertyzy geotechnicznej i konstrukcyjnej dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie w związku z planowanym zadaniem inwestycyjnym pod nazwą „Remont konserwatorski i modernizacja zabytkowego obiektu stanowiącego siedzibę krakowskiej Filharmonii" została zrealizowana w ramach umowy zawartej pomiędzy Filharmonią im. Karola Szymanowskiego w Krakowie mającym swą siedzibę ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków, a Fundacją Nauka i Tradycje Górnicze, mającą swą siedzibę al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków. Przedmiotowe opracowanie zrealizowane zostało przez zespół pracowników Katedry Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica.

1.2. Cel i zakres pracy

Celem pracy było wykonanie ekspertyzy geotechnicznej i konstrukcyjnej dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie obejmującej:

- analizę dokumentacji technicznej znajdującej się w zasobach Filharmonii,
- inwentaryzację konstrukcji budynku,
- analizę nośności elementów konstrukcyjnych i możliwości adaptacji strychu na cele użytkowe,
- badania elementów konstrukcyjnych w tym fundamentów oraz elementów drewnianych,
- badania uwarstwienia przegród budowlanych w tym ścian, stropu, podłogi Sali Koncertowej,
- badanie gruntu przy zewnętrznej ścianie budynku,
- analiza zaistniałych uszkodzeń,
- badania zawilgocenia ścian i fundamentów,
- sformułowanie wniosków i zaleceń

Tak sformułowany cel pracy zrealizowany został poprzez przeprowadzenie wizji lokalnych, pobrania materiałów do badań oraz przeprowadzenie badań niszczących i nieniszczących oraz analizy nośności.

2. Charakterystyka obiektu

2.1. Informacje ogólne

Budynek Filharmonii jest zlokalizowany u zbiegu ulicy Straszewskiego i Zwierzynieckiej w Krakowie. Cześć frontowa przy ul. Straszewskiego ma cztery kondygnacje nadziemne (parter, I, II piętro, poddasze) i jest częściowo podpiwniczona. Na części budynku, pomiędzy I i II piętrem znajduje się kondygnacja pośrednia tzw. międzypiętro. Zasadniczą częścią budynku jest sala koncertowa, zlokalizowana w centralnej części budynku od strony ul. Zwierzynieckiej. W budynku znajdują się również sale prób, magazyny instrumentów, szatnie, biura, pomieszczenia sanitarne i pomieszczenia techniczne. Poddasze jest nieużytkowe, na jego fragmencie zlokalizowana jest wentylatornia. Obiekt na przestrzeni lat był rozbudowywany i modernizowany. Budynek użytkowany jest od 1945 r. przez Filharmonię Krakowską. Został wzniesiony w roku 1931 według projektu Józefa Pokutyńskiego. Budynek pełnił pierwotnie funkcję Domu Katolickiego i do dziś jest własnością Archidiecezji Krakowskiej. Zewnętrzna

forma budynku ma charakter neobarokowy. Sala koncertowa utrzymana jest w estetyce modernizmu lat trzydziestych XX w. z charakterystycznymi neobarokowymi elementami wystroju - złoconymi kolumnami i stylowymi kasetonami sufitowymi. Głównym elementem wystroju sali koncertowej są organy wybudowane w 1996 roku w miejsce spalonych w pożarze budynku w grudniu 1991. Przedmiotowy budynek jest obiektem wpisanym do rejestru zabytków pod numerem A-706.

2.2. Opis konstrukcji budynku

Główną konstrukcję nośną stanowi układ bezprzegubowych łuków żelbetowych o przekroju 55×140 cm rozmieszczonych poprzecznie co ok. 4,68 m (nad sceną lokalnie zagęszczone) opartych na słupach żelbetowych. Pomiędzy słupami występuje wypełnienie w postaci murowanych ścian ceglanych.

Przekrycie budynku Filharmonii stanowi dach dwuspadowy kryty dachówką ceramiczną od ul. Zwierzynieckiej i blachą miedzianą na deskowaniu od strony ul. Smoleńsk. Konstrukcja przekrycia dachu jest wykonana w formie drewnianej więźby o układzie kleszczowo-płatwiowym od strony ul. Zwierzynieckiej i krokwiowo-płatwiowym od strony ul. Smoleńsk. Elementy więźby oparte są na żelbetowych łukach i na zewnętrznych ścianach budynku.

W przestrzeni strychu w paśmie od ul. Zwierzynieckiej znajdują się pomieszczenia biurowe. W pozostałej części strych jest otwarty.

Strop podstrychowy, stanowiący zarazem przekrycie widowni wykonano jako żelbetowy strop skrzynkowy. W osiach łuków żelbetowych poprowadzono ściągi żelbetowe o przekroju 45×61 cm - nad sceną oraz 85×75 cm – nad widownią. Ściągi żelbetowe podwieszone są do łuków przy pomocy cięgien stalowych Ø28. Pomiędzy ściągami poprowadzone są żebra żelbetowe o przekroju 10×35 cm w rozstawie co ok. 55 cm. Przy otworach wprowadzone są żebra pośrednie.

W paśmie od stronu ul. Smoleńsk budynek Filharmonii posiada trakt administracyjny z jednym stropem pośrednim i jedna pośrednią galerią. W tylnej części sali widowni usytuowany jest balkon oparty na dwóch słupach.

W części frontowej główną konstrukcje nośną stanowi półszkielet murowo-żelbetowy. W poziomie piwnic i parteru występują trzy ramy żelbetowe. Strop nad piwnicami wykonany jest jako płyta żelbetowa grubości 12 cm oparta na żebrach żelbetowych rozstawionych co ok. 240 cm. Konstrukcja nośną stropu nad parterem stanowią trzy podciągi oparte na słupach żelbetowych oraz ścianach murowanych ceglanych. Na pozostałych kondygnacjach występują układy mieszane - płyty żelbetowe oparte na belkach i ścianach, stropy skrzynkowe żelbetowe. Ściany nośne stanowią mury ceglane o grubości od 45 do 90 cm.

Przekrycie budynku w części frontowej stanowi dach wielopołaciowy kryty dachówką ceramiczną od strony ul. Straszewskiego i blachą miedzianą od strony dziedzińca. Konstrukcja przekrycia dachu jest wykonana w formie drewnianej więźby o układach mieszanych.

3. Inwentaryzacja konstrukcji budynku

Inwentaryzację konstrukcji analizowanego budynku wykonano na podstawie:

- analizy dokumentacji technicznej budynku,
- inwentaryzacji architektonicznej,
- wizji lokalnych,
- badań in-situ.

W zależności od typu konstrukcji wykorzystywano różne metody badawcze, których opis zaprezentowano poniżej.

3.1. Więźba dachowa

Inwentaryzacja konstrukcji więźby dachowej obejmowała określenie wymiarów geometrycznych elementów konstrukcji oraz klasy zastosowanego drewna.

Dach budynku w części nad salą koncertową wykonany jest w formie drewnianej więźby o układzie kleszczowo-płatwiowym od strony ul. Zwierzynieckiej i krokwiowo-płatwiowym od strony ul. Smoleńsk. Aktualny stan więźby dachowej przedstawiono na rysunkach 3.1÷3.4.

Rys. 3.1. Widok ogólny więźby dachowej o układzie kleszczowo-płatwiowym od strony ul. Zwierzynieckiej.

Rys. 3.2. Widok węzłów więźby dachowej od ul. Zwierzynieckiej.

Rys. 3.3. Widok więźby dachowej o układzie i krokwiowo-płatwiowym od ul. Smoleńsk.

Rys. 3.4. Widoczne osmolenia elementów więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową.

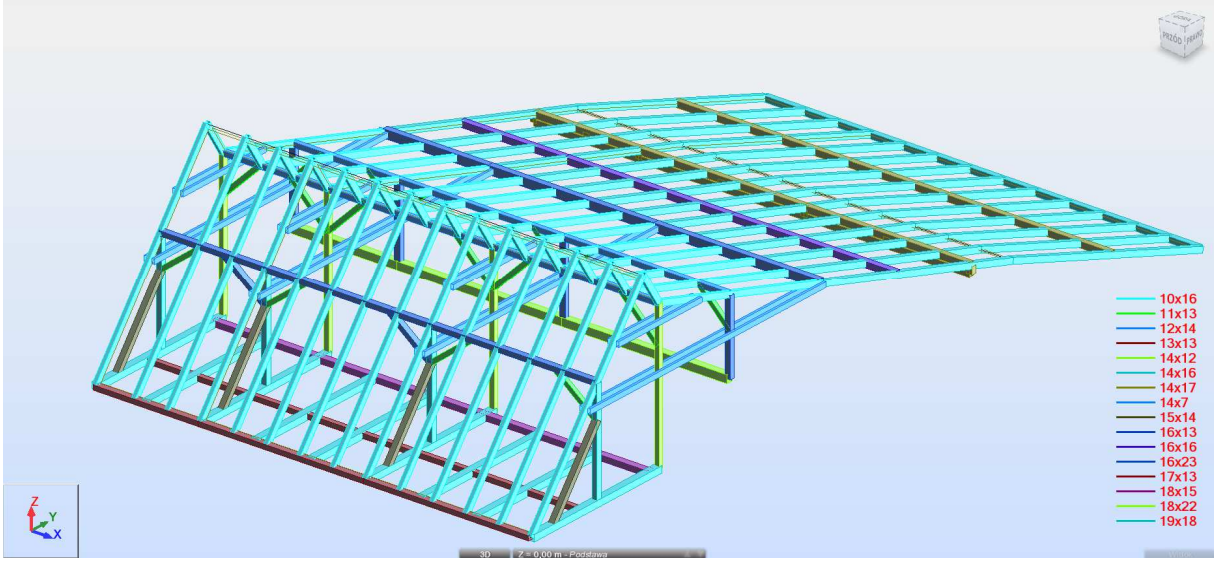
Konstrukcja przekrycia dachu w części frontowej jest wykonana w formie drewnianej więźby o układach mieszanych. Jej aktualny stan techniczny przedstawiono na rysunkach 3.5÷3.7.

Rys. 3.5. Widok ogólny więźby dachowej o układzie mieszanym od strony ul. Straszewskiego.

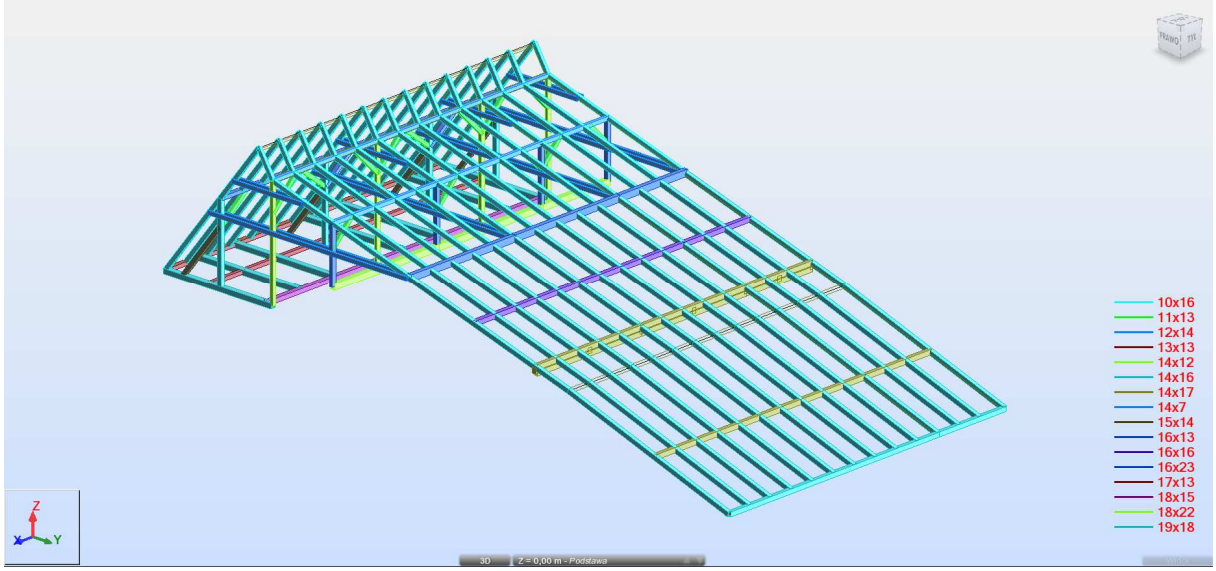
Rys. 3.6. Widok ogólny więźby dachowej o układzie mieszanym od strony ul. Straszewskiego.

Rys. 3.7. Widok ogólny więźby dachowej o układzie mieszanym od strony ul. Straszewskiego.

Przeprowadzone pomiary poszczególnych elementów konstrukcyjnych pozwoliły zbudować model geometryczny więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową, który przedstawiono na rysunkach 3.8÷3.11.

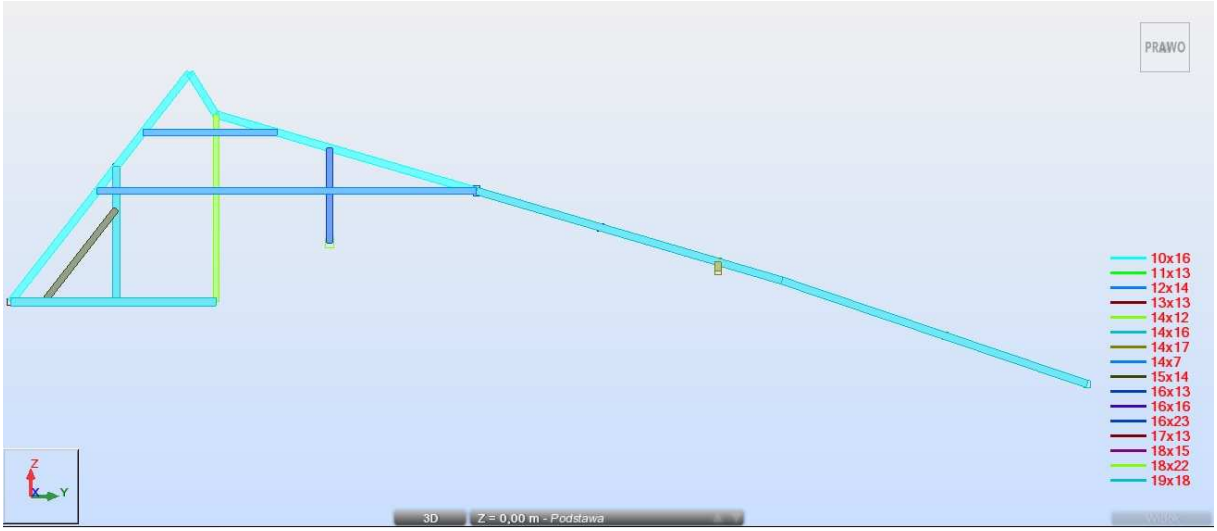


Rys. 3.8. Fragment modelu geometrycznego więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową.



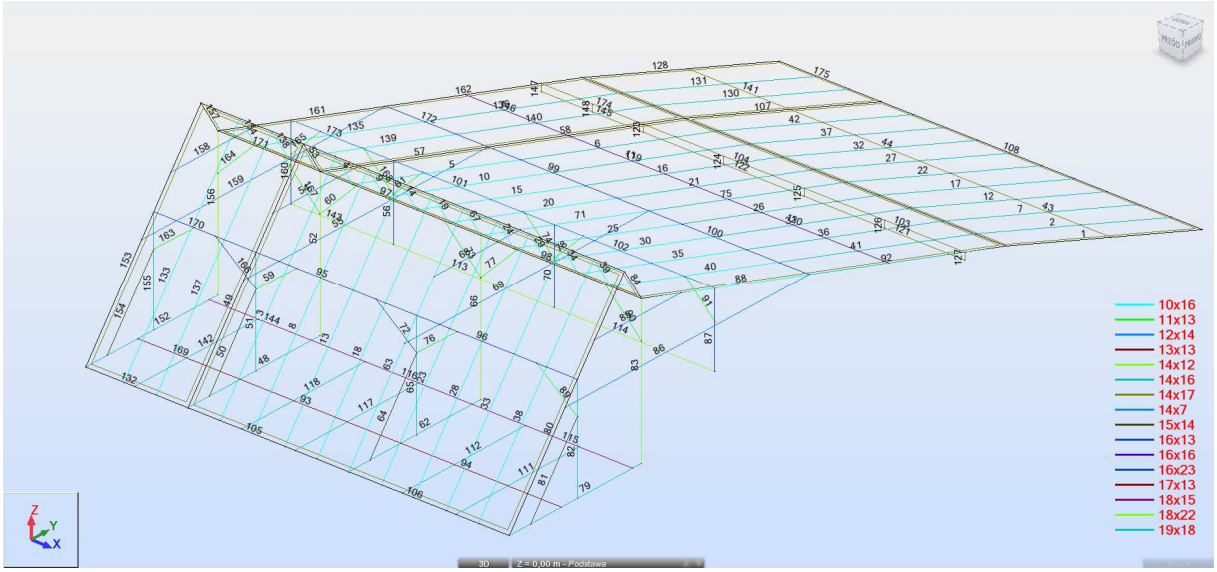
Rys. 3.9. Fragment modelu geometrycznego więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową.

Rys. 3.10. Widok z góry więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową.



Rys. 3.11. Widok z przodu więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową.

Charakterystykę poszczególnych elementów analizowanej więźby przedstawiono na rysunku 3.12 i tabeli 3.1.



Rys. 3.12. Widok z przodu więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową.

Tabela 3.1. Charakterystyka elementów konstrukcyjnych więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową

Pręt	Węzeł 1	Węzeł 2	Przekrój (cm)	Klasa drewna	Długość (m)	Gamma (Deg)	Typ
1	148	10	14x16	C27	7,09	0,0	KROKIEW
2	173	11	14x16	C27	7,09	0,0	KROKIEW
3	42	43	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
4	43	44	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
5	45	44	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
6	45	25	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
7	174	13	14x16	C27	7,09	0,0	KROKIEW
8	46	47	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
9	47	48	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
10	49	48	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
11	49	23	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
12	175	15	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
13	50	51	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
14	51	52	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
15	53	52	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
16	53	21	14x16	C27	7,00	-0,0	KROKIEW
17	176	16	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
18	54	55	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
19	55	56	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
20	57	56	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
21	57	19	14x16	C27	7,00	-0,0	KROKIEW
22	177	18	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
23	58	59	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
24	59	60	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
25	61	60	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
26	61	176	14x16	C27	7,00	-0,0	KROKIEW
27	19	20	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
28	62	63	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
29	63	64	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW

Pręt	Węzeł 1	Węzeł 2	Przekrój (cm)	Klasa drewna	Długość (m)	Gamma (Deg)	Typ
30	65	64	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
31	65	175	14x16	C27	7,00	-0,0	KROKIEW
32	21	22	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
33	66	67	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
34	67	68	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
35	69	68	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
36	69	174	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
37	23	24	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
38	70	71	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
39	71	73	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
40	74	73	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
41	74	173	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
42	25	26	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
43	29	28	14x17	C27	4,68	-0,0	PŁATEW
44	28	31	14x17	C27	4,68	-0,0	PŁATEW
48	83	84	19x18	C27	4,51	0,0	Belka
49	84	85	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
50	86	87	15x14	C27	2,59	-0,0	PRĘT
51	88	89	14x16	C27	2,97	90,0	SŁUP
52	90	83	14x12	C27	4,12	-90,0	SŁUP
53	85	90	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
54	91	92	14x7	C27	2,95	-0,0	Belka
55	93	94	14x7	C27	8,35	-0,0	Belka
56	187	95	16x13	C27	2,09	90,0	SŁUP
57	94	90	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
58	94	147	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
59	87	99	11x13	C27	1,51	-0,0	PRĘT
60	96	100	11x13	C27	1,50	-0,0	PRĘT
61	97	101	11x13	C27	1,20	-0,0	PRĘT
62	102	103	19x18	C27	4,51	0,0	Belka
63	103	104	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
64	105	106	15x14	C27	2,59	-0,0	PRĘT
65	107	108	14x16	C27	2,97	90,0	SŁUP
66	109	102	14x12	C27	4,12	-90,0	SŁUP
67	104	109	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
68	110	111	14x7	C27	2,95	-0,0	Belka
69	112	113	14x7	C27	8,35	-0,0	Belka
70	186	114	16x13	C27	2,09	90,0	SŁUP
71	113	109	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
72	106	115	16x13	C27	1,51	0,0	PRĘT
73	116	117	11x13	C27	1,50	0,0	PRĘT
74	118	119	11x13	C27	1,20	0,0	PRĘT
75	113	177	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
76	106	122	11x13	C27	1,51	-0,0	PRĘT
77	116	123	11x13	C27	1,50	-0,0	PRĘT
78	118	124	11x13	C27	1,20	-0,0	PRĘT
79	125	126	19x18	C27	4,51	0,0	Belka
80	126	127	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
81	128	129	15x14	C27	2,59	-0,0	PRĘT
82	130	131	14x16	C27	2,97	90,0	SŁUP
83	132	125	14x12	C27	4,12	-90,0	SŁUP
84	127	132	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
85	133	134	14x7	C27	2,95	-0,0	Belka
86	135	136	14x7	C27	8,35	-0,0	Belka

Pręt	Węzeł 1	Węzeł 2	Przekrój (cm)	Klasa drewna	Długość (m)	Gamma (Deg)	Typ
87	185	137	16x13	C27	2,09	90,0	SŁUP
88	136	132	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
89	129	138	11x13	C27	1,51	0,0	PRĘT
90	139	140	11x13	C27	1,50	0,0	PRĘT
91	141	142	11x13	C27	1,20	0,0	PRĘT
92	136	148	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
93	144	145	13x13	C27	4,68	0,0	Belka
94	145	146	13x13	C27	4,68	0,0	Belka
95	89	108	16x13	C27	4,68	0,0	PŁATEW
96	108	131	16x13	C27	4,68	0,0	PŁATEW
97	90	109	12x14	C27	4,68	0,0	PŁATEW
98	109	132	12x14	C27	4,68	0,0	PŁATEW
99	94	113	16x23	C27	4,68	0,0	PŁATEW
100	113	136	16x23	C27	4,68	0,0	PŁATEW
101	95	114	12x14	C27	4,68	0,0	PŁATEW
102	114	137	12x14	C27	4,68	0,0	PŁATEW
103	143	121	14x17	C27	4,68	0,0	PŁATEW
104	121	98	14x17	C27	4,68	0,0	PŁATEW
105	84	103	17x13	C27	4,68	0,0	Belka
106	103	126	17x13	C27	4,68	0,0	Belka
107	147	178	14x16	C27	7,09	0,0	KROKIEW
108	178	10	14x16	C27	9,36	0,0	PŁATEW
111	190	179	19x18	C27	4,21	0,0	Belka
112	189	180	19x18	C27	4,21	0,0	Belka
113	187	186	18x22	C27	4,68	0,0	Belka
114	186	185	18x22	C27	4,68	0,0	Belka
115	120	188	18x15	C27	4,68	0,0	Belka
116	188	82	18x15	C27	4,68	0,0	Belka
117	191	192	19x18	C27	4,21	0,0	Belka
118	193	194	19x18	C27	4,21	0,0	Belka
119	196	197	16x16	C27	4,68	0,0	PŁATEW
120	197	195	16x16	C27	4,68	-0,0	PŁATEW
121	205	206	14x17	C27	4,68	0,0	PŁATEW
122	206	207	14x17	C27	4,68	0,0	PŁATEW
123	207	98	14x17	C27	0,20	0,0	PRĘT
124	208	209	14x17	C27	0,20	0,0	PRĘT
125	206	121	14x17	C27	0,20	0,0	PRĘT
126	210	211	14x17	C27	0,20	0,0	PRĘT
127	205	143	14x17	C27	0,20	0,0	PRĘT
128	233	271	14x16	C27	7,09	0,0	KROKIEW
130	232	234	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
131	227	235	14x16	C27	7,09	-0,0	KROKIEW
132	216	84	17x13	C27	2,98	0,0	Belka
133	223	224	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
134	224	225	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
135	226	225	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
136	226	227	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
137	228	229	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
138	229	230	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
139	231	230	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
140	231	232	14x16	C27	7,00	-0,0	KROKIEW
141	31	236	14x17	C27	2,98	-0,0	PŁATEW
142	213	214	19x18	C27	4,21	0,0	Belka
143	217	187	18x22	C27	2,98	0,0	Belka

Pręt	Węzeł 1	Węzeł 2	Przekrój (cm)	Klasa drewna	Długość (m)	Gamma (Deg)	Typ
144	82	215	18x15	C27	2,98	0,0	Belka
145	207	218	14x17	C27	2,98	0,0	PŁATEW
146	219	196	16x16	C27	2,98	0,0	PŁATEW
147	218	220	14x17	C27	0,20	0,0	PRĘT
148	221	222	14x17	C27	0,20	0,0	PRĘT
152	237	216	19x18	C27	4,51	0,0	Belka
153	216	238	10x16	C27	6,39	-0,0	KROKIEW
154	239	240	15x14	C27	2,59	-0,0	PRĘT
155	241	242	14x16	C27	2,97	90,0	SŁUP
156	243	237	14x12	C27	4,12	-90,0	SŁUP
157	238	243	10x16	C27	1,09	-0,0	KROKIEW
158	244	245	14x7	C27	2,95	-0,0	Belka
159	246	247	14x7	C27	8,35	-0,0	Belka
160	217	248	16x13	C27	2,09	90,0	SŁUP
161	247	243	10x16	C27	5,98	-0,0	KROKIEW
162	247	233	14x16	C27	7,00	0,0	KROKIEW
163	240	249	11x13	C27	1,51	-0,0	PRĘT
164	250	251	11x13	C27	1,50	-0,0	PRĘT
165	252	253	11x13	C27	1,20	-0,0	PRĘT
166	87	254	16x13	C27	1,51	0,0	PRĘT
167	96	255	11x13	C27	1,50	0,0	PRĘT
168	97	256	11x13	C27	1,20	0,0	PRĘT
169	257	144	13x13	C27	2,98	0,0	Belka
170	242	89	16x13	C27	2,98	0,0	PŁATEW
171	243	90	12x14	C27	2,98	0,0	PŁATEW
172	247	94	16x23	C27	2,98	0,0	PŁATEW
173	248	95	12x14	C27	2,98	0,0	PŁATEW
174	98	220	14x17	C27	2,98	0,0	PŁATEW
175	271	178	14x16	C27	2,98	0,0	PŁATEW

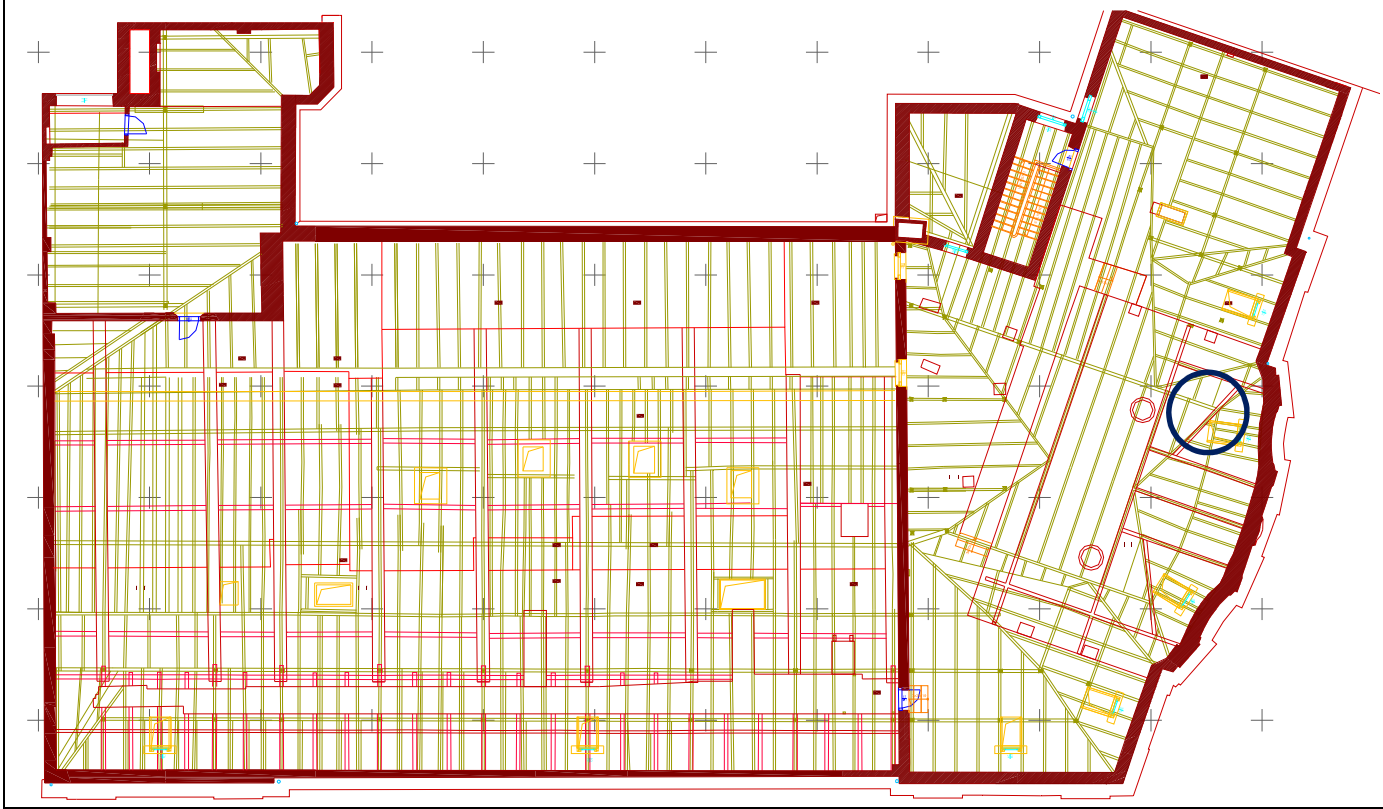
Charakterystykę pozostałych elementów więźby dachowej przedstawiono w załączniku 1.

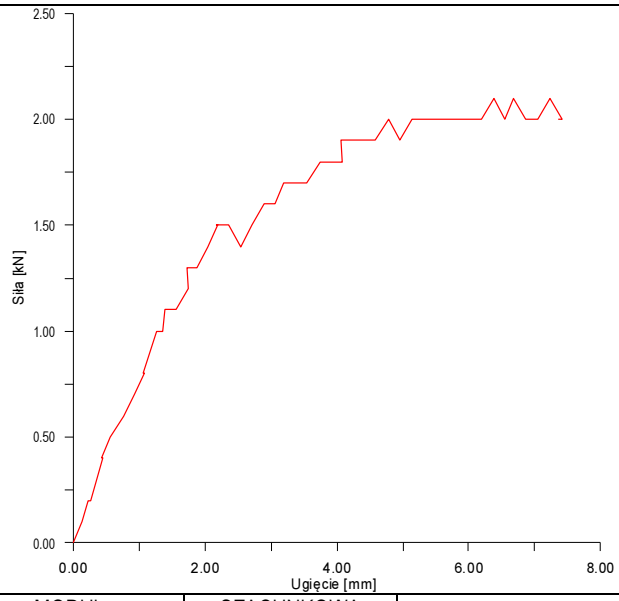
3.1.1. Określenie klasy drewna

W celu określenia klasy drewna zastosowanego na więźbę dachową pobrano próbki, które poddano badaniom niszczącym. Miejsca pobrania próbek oraz uzyskane wyniki badań przedstawiono w kartach badań. Na podstawie uzyskanych wyników oszacowano klasą drewno na C27. Należy jednak pamiętać, że ze względu na uszkodzenia niektórych elementów więźby, wskutek pożaru jaki miał miejsce w grudniu 1991 roku niektóre elementy zostały wymienione na nowe o nieznanej klasie. Nie powinno to jednak istotnie wpływać na aktualną nośność więźby dachowej.

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – BADANIA LABORATORYJNE DREWNA

LOKALIZACJA MIEJSCA POBRANIA PRÓBKI:
STROP II PIĘTRA – BELKA PODWALINOWA
PRÓBKA NR 1



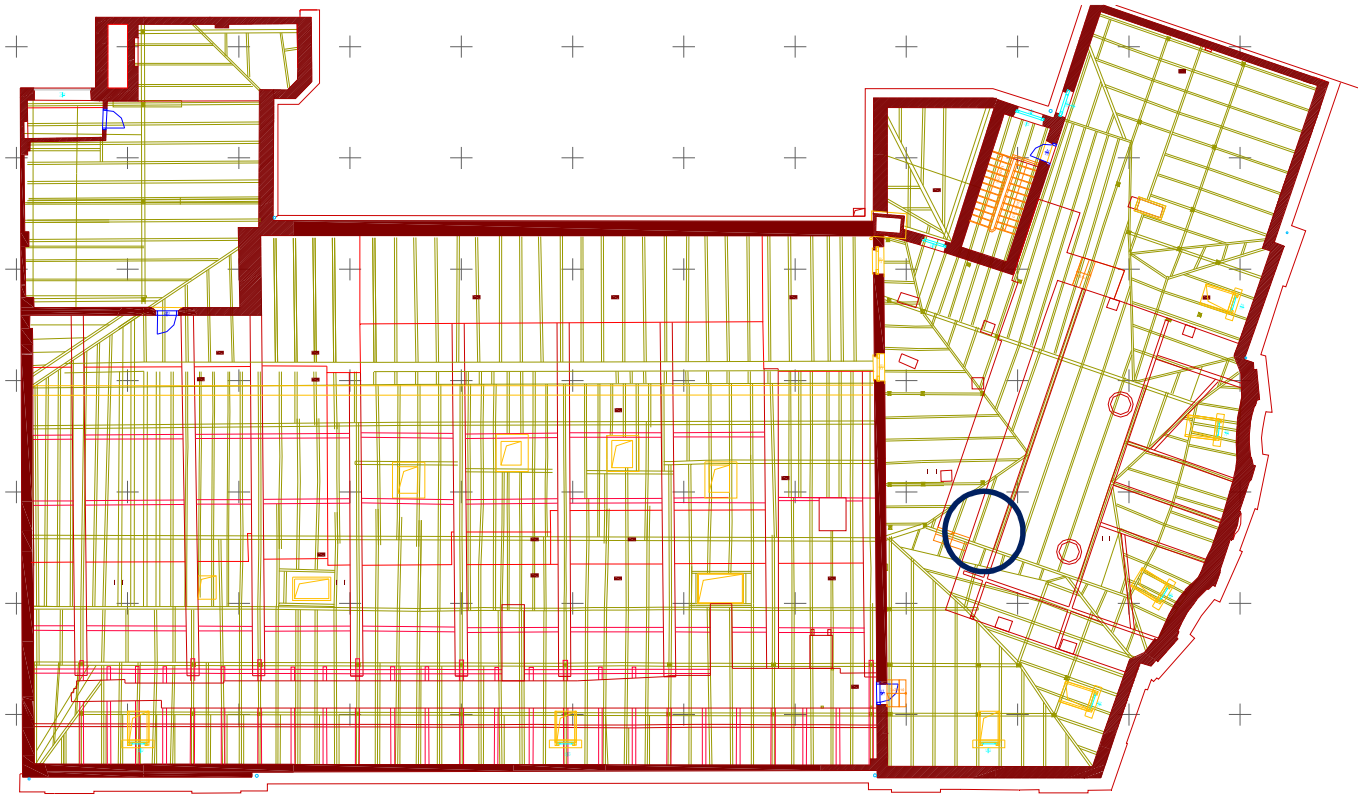


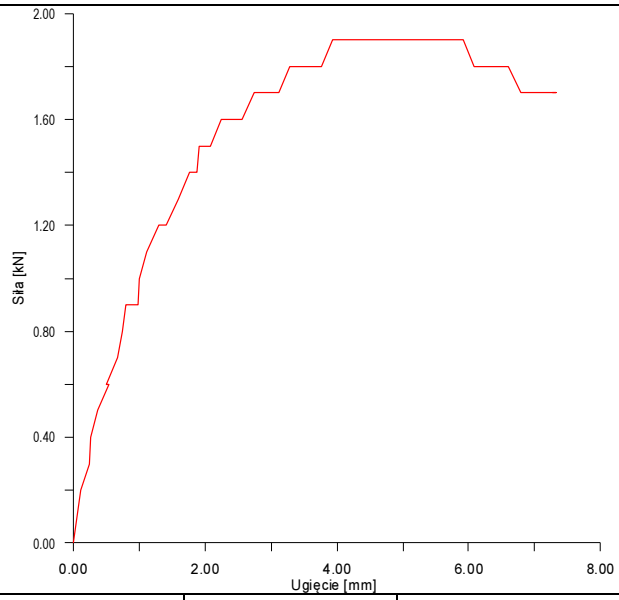
NR PRÓBKI	MASA [g]	SIŁA NISZCZĄCA [kN]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE [MPa]	MODUŁ SPRĘŻYSTOŚCI [MPa]	SZACUNKOWA KLASA DREWNA [-]	GĘSTOŚĆ [kg/m^3]
1	75,7	2,1	**70,68**	**12,12**	**C27**	491,08

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII

– BADANIA LABORATORYJNE DREWNA

LOKALIZACJA MIEJSCA POBRANIA PRÓBKI:
STROP II PIĘTRA – SŁUP
PRÓBKA NR 2





NE PRÓBKI	MASA [g]	SIŁA NISZCZĄCA [kN]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE [MPa]	MODUŁ SPRĘŻYSTOŚCI [MPa]	SZACUNKOWA KLASA DREWNA [-]	GĘSTOŚĆ [kg/m^3]
2	77,3	1,9	**59,52**	**16,76**	**C27**	463,94

3.1.2. Badania rezystograficzne

W celu określenie jednorodności zastosowanego drewna na więźbę dachową oraz określenie ewentualnych jego uszkodzeń przeprowadzono badania rezystograficzne. Pomiar polega na zapisie siły oporu skrawania wiertła w badanym drewnie. Urządzenie wyposażone jest w wiertło o średnicy 3 mm - otwory pozostałe po wykonaniu badania nie mają wpływu na statykę konstrukcji oraz na estetykę powierzchni. Pomiar oporu skrawania jest mierzalnym wskaźnikiem stanu zachowania i jednorodności elementów drewnianych. Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w kartach badań, które stanowią załącznik 2 do niniejszego opracowania, a sposób wykonywania badań pokazano na rys. 3.13.

Rys. 3.13. Sposób prowadzenia badań rezystograficznych

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że drewno zastosowane na więźbę dachową cechuje się dużą jednorodnością oraz nie posiada znaczących uszkodzeń i ubytków. Należy podkreślić, że badaniom poddano zarówno elementy nienaruszone wskutek pożaru z 1991 roku jak i zwęglone powierzchniowo wskutek działania ognia i wysokich temperatur.

3.1.3. Badania wilgotności drewna

Wilgotność drewna więźby dachowej została określona metodą dielektryczną. W metodzie dielektrycznej badania wilgotności materiału wykorzystuje się zmiany częstotliwości rezonansowej obwodu elektrycznego wywołane wzrostem lub spadkiem pojemności w obwodzie, a zatem i właściwości dielektrycznych materiału pod wpływem zmian jego wilgotności.

W trakcie badań żaden z elementów nie wykazał podwyższonego poziomu zawilgocenia, należy jednak mieć na uwadze, że badania prowadzone były w trakcie wyjątkowo upalnego lata. Makroskopowo nie stwierdzono występowania zacieków oraz wynikających z nich zawilgoceń czy też korozji biologicznej elementów drewnianych. Wyniki pomiarów wilgotności drewna przedstawiono w załączniku 3.

3.2. Konstrukcja stropów najwyższej kondygnacji

Inwentaryzacja konstrukcji stropów najwyższej kondygnacji obejmowała określenie:

- przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych,
- wymiarów geometrycznych elementów konstrukcji,
- klasy zastosowanego betonu,

- układu zastosowanego zbrojenia,
- zaistniałych uszkodzeń.

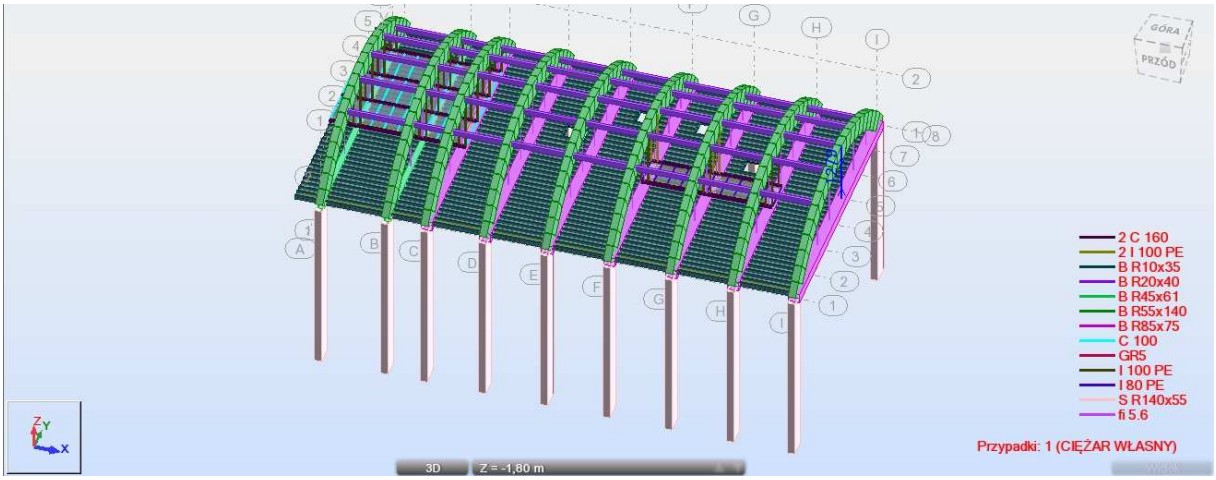
Pierwsza część strop najwyższej kondygnacji budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie znajdująca się bezpośrednio nad salą koncertową składa się z łukowych dźwigarów głównych o przekroju 55×140 cm rozmieszczonych poprzecznie co ok. 4,68 m (nad sceną lokalnie zagęszczone) opartych na słupach żelbetowych. Rozpiętość łuków wynosi ok. 20,5 m.

W osiach łuków poprowadzono ściągi żelbetowe o przekroju 45×61 cm (nad sceną) oraz odpowiednio 85×75 cm (nad widownią). Ściągi żelbetowe podwieszone są do łuków przy pomocy cięgien stalowych Ø28. Powoduje to, że ściągi te spełniają rolę podciągów nad widownią. Pomiędzy ściągami poprowadzone są żebra żelbetowe o przekroju 10×35 cm w rozstawie co ok. 55 cm. Przy otworach wprowadzone są żebra pośrednie. Wymiary geometryczne omawianych ściągów żelbetowych i żeber oraz ich zbrojenie przedstawiono w załączniku 4.

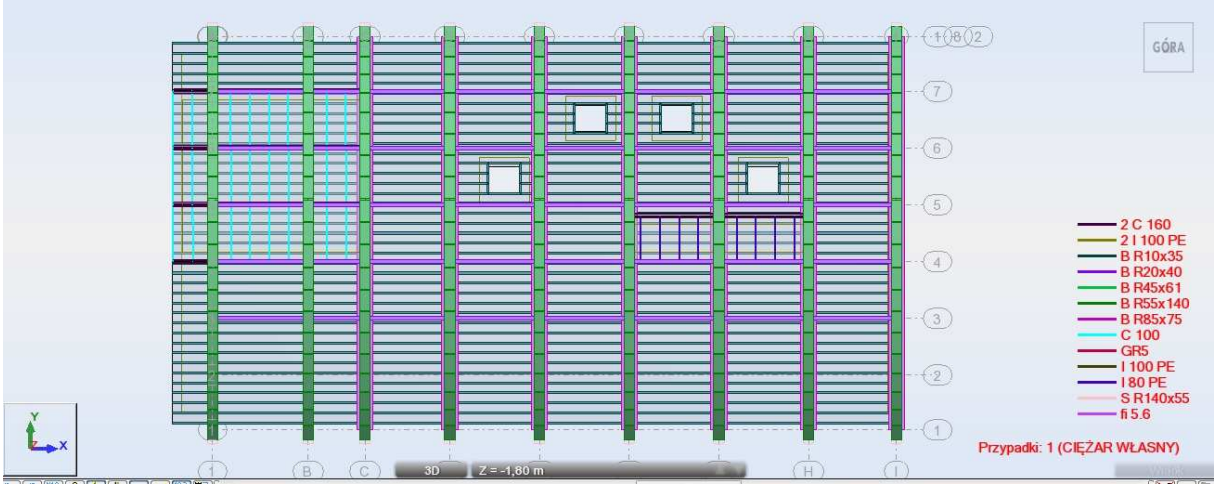
Wszystkie elementy żelbetowe obudowane są deskowaniem, służącym jednocześnie do mocowania elementów sufitu. Taki sposób realizacji monolitycznych stropów żelbetowych był praktykowany powszechnie w okresie międzywojennym.

Cięgna stalowe podwieszające strop nad widownią, wykonane są ze stali gładkiej, okrągłej. W otwartej części poddasza cięgna są nieosłonięte, zaś w paśmie zabudowanym ukryte są w ściankach działowych.

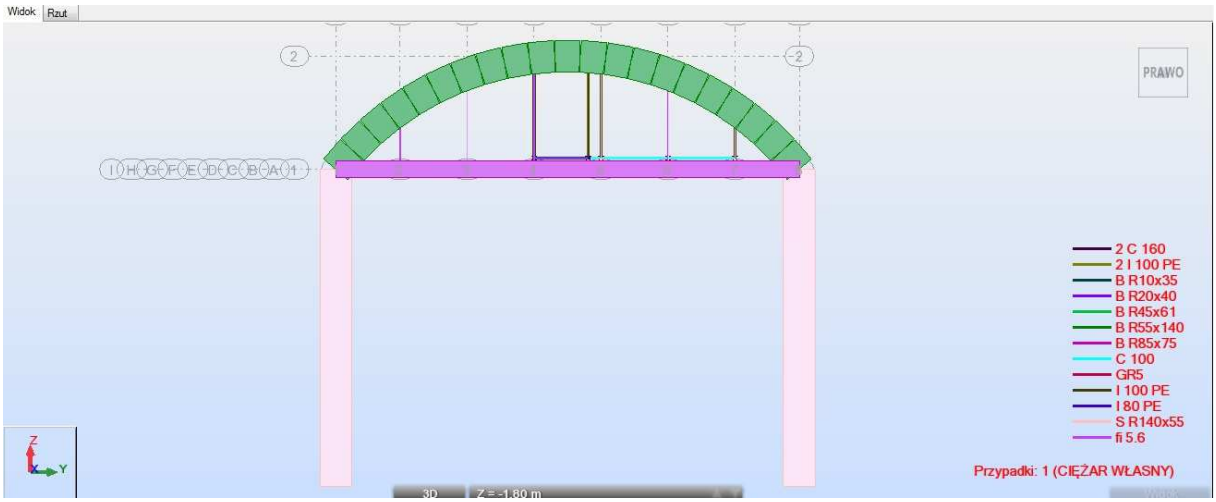
Przeprowadzone pomiary poszczególnych elementów konstrukcyjnych pozwoliły zbudować model geometryczny stropu znajdującej się nad salą koncertową, który przedstawiono na rys. 3.14÷3.16.



Rys. 3.14. Model geometryczny głównego układu konstrukcyjnego nad salą koncertową.



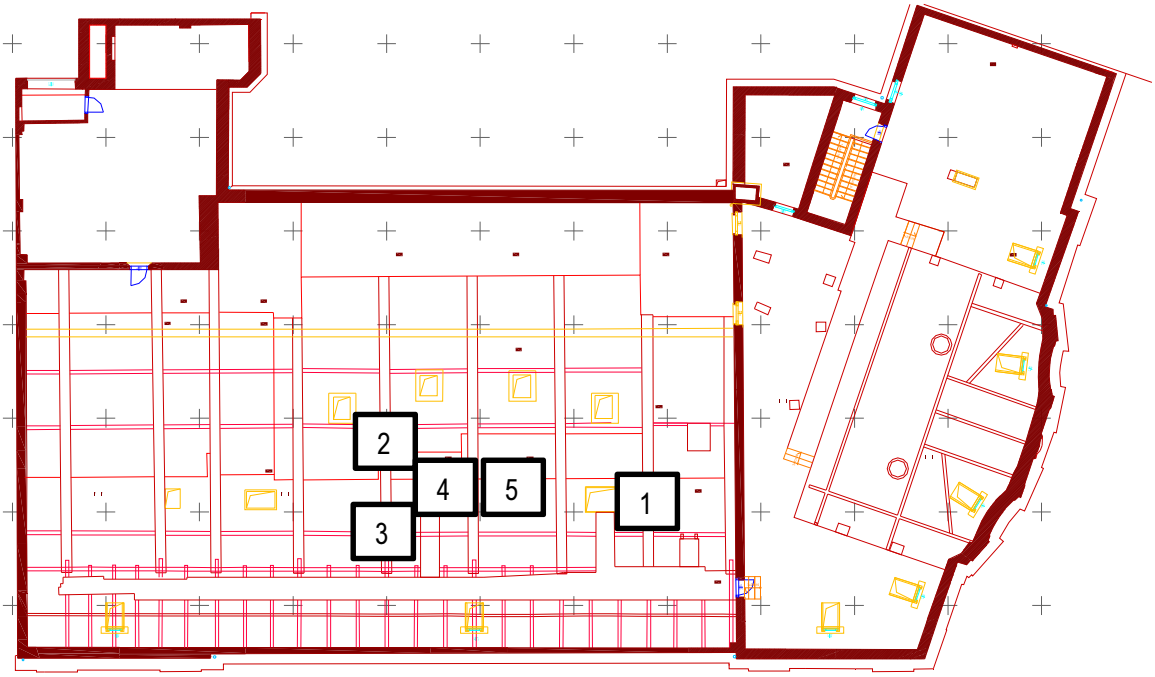
Rys. 3.15. Widok z góry modelu geometrycznego głównego układu konstrukcyjnego nad salą koncertową.



Rys. 3.16. Widok z przodu modelu geometrycznego głównego układu konstrukcyjnego nad salą koncertową.

3.2.1. Określenie układu zbrojenia stropu

Układ zbrojenia zastosowany w głównych łukach żelbetowych oraz łączących ich ściągach został określony na podstawie wykonanych odkrywek zbrojenia. Lokalizację poszczególnych odkrywek przedstawiono na rys. 3.17 a ich wyniki na rys. 3.18÷3.22.



Rys. 3.17. Lokalizacja wykonanych odkrywek zbrojenia.

Rys. 3.18. Układ zbrojenia dolnego w pośredniej części łuków żelbetowych - 3×Ø28 mm (odkrywka nr 1).

Rys. 3.19. Układ zbrojenia dolnego w górnej części łuków żelbetowych - 4×Ø28 mm (odkrywka nr 2).

Rys. 3.20. Układ zbrojenia dolnego w dolnej części łuków żelbetowych - 3×Ø28 mm (odkrywka nr 3).

Rys. 3.21. Układ zbrojenia dolnego w środkowej części ściągów - 3×Ø14 mm (odkrywka nr 4).

Rys. 3.22. Układ zbrojenia dolnego w przypodporowej strefie ściągów - 3×Ø14 mm + 2×Ø14 mm jako wkładki odgięte (odkrywka nr 5).

W celu określenia przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych na pozostałe stropy najwyższej kondygnacji zastosowano dodatkowo nieniszczące badania elektromagnetyczne wykorzystując Ferroscan HILTI PS 200 (rys. 3.23). Badanie to oparte jest na pomiarze wieloczęstotliwościowym. Uzwojenie wzbudzające i pomiarowe znajduje się w głowicy skanującej. Cewki wzbudzające emitują w głąb badanego elementu złożony sygnał wieloczęstotliwościowy. Napotykając zbrojenie, sygnał ulega modyfikacji, a cewki pomiarowe rejestrują zmiany widmowe charakterystyki sygnału i przesyłają informacje do systemu przetwarzania danych.

Rys. 3.23. Sposób prowadzenia badań Ferroscanem HILTI PS 200.

Przeprowadzone badania pozwoliły na graficzne przedstawienie zbrojenia konstrukcji i wyznaczenie średnic zastosowanego zbrojenia, co pokazano w załączniku 5. Po określeniu rodzaju i rozmieszczenia zbrojenia oraz na podstawie dodatkowych badań (wiercenia rdzeniowe) określono rodzaj poszczególnych stropów, co pokazano w załączniku 6.

Na podstawie przeprowadzonych badań elektromagnetycznych można stwierdzić, że w stropie najwyższej kondygnacji w części frontowej występują układy mieszane - płyty żelbetowe oparte na belkach i ścianach oraz stropy skrzynkowe żelbetowe. W części znajdującej się nad salą koncertową zabudowany jest wcześniej opisany strop skrzynkowy.

3.2.2. Badania nieniszczące betonu

Próba twardości, jaką jest sklerometria, należy do powszechnych sposobów kontroli jakości betonu. W badaniach młotkiem Schmidta, który został zastosowany w omawianym obiekcie, twardość dynamiczna wyrażana jest jako funkcja liczby odbicia *L*, która z kolei przy stałych parametrach przyrządu pozwala bezpośrednio znaleźć zależność empiryczną między wytrzymałością betonu *f* a liczbą odbicia *L*. Jednak szacowanie wytrzymałości na ściskanie metodą sklerometryczną, wykonywane zgodnie z zaleceniami norm PN-EN 13791:2008 wymaga posiadania co najmniej 9 par wyników pomiarów wytrzymałości na ściskanie na próbce pobranej z konstrukcji – liczba odbicia w danym punkcie (metoda uproszczona). Ze względu na wykonanie mniejszej liczby odwiertów, przeprowadzono jakościową ocenę zastosowanego betonu odnosząc ją do wartości średnich liczby odbicia w danym punkcie pomiarowym. Korelacje przeprowadzono dla 4 par wyników uzyskanych z badań niszczących przedstawiony w punkcie 3.2.3. Badania przeprowadzono dla dźwigarów żelbetowych na poziomie kondygnacji II (dźwigary 4-8) oraz na poziomie kondygnacji III (wszystkie dźwigary). Uzyskane wyniki liczby odbicia zestawiono w tabelach 3.2÷3.5.

Tabela 3.2. Dziennik pomiarów sklerometrycznych dźwigarów w poziomie kondygnacji II

Dźwigary badane w dolnej części													
Dźwigar	Liczba odbicia L									**Odczyt średni**	MAX	MIN	Odchylenie standardowe
8	28	24	31	18	28	26	24	31	28	**26,44**	31,00	18,00	3,83
8	20	26	24	16	22	34	34	28	22	**25,11**	34,00	16,00	5,74
7	24	18	39	37	40	47	25	38	35	**33,67**	47,00	18,00	8,77
7	18	22	18	18	20	30	34	30	28	**24,22**	34,00	18,00	5,92
6	24	28	38	38	38	30	26	30	18	**30,00**	38,00	18,00	6,60
6	34	20	22	22	33	33	18	30	32	**27,11**	34,00	18,00	6,10
6	42	30	34	30	29	38	26	28	24	**31,22**	42,00	24,00	5,45
5	26	32	30	34	27	38	30	33	30	**31,11**	38,00	26,00	3,45
5	21	25	37	30	34	24	32	36	25	**29,33**	37,00	21,00	5,46
4	22	28	28	30	32	28	24	22	30	**27,11**	32,00	22,00	3,41
4	23	32	28	28	34	20	32	22	30	**27,67**	34,00	20,00	4,67

Tabela 3.3. Dziennik pomiarów sklerometrycznych dźwigarów w poziomie kondygnacji III

Dźwigary badane na poddaszu													
Dźwigar	Liczba odbicia L									**Odczyt średni**	MAX	MIN	Odchylenie standardowe
9	41	43	14	36	28	39	24	26	30	**31,22**	43,00	14,00	8,85
9	30	31	28	41	30	24	38	26	31	**31,00**	41,00	24,00	5,10
8	39	28	30	24	24	24	26	26	34	**28,33**	39,00	24,00	4,90
8	20	28	26	20	32	30	34	30	28	**27,56**	34,00	20,00	4,60
7	18	19	22	30	36	32	28	29	19	**25,89**	36,00	18,00	6,17
6	34	30	24	24	42	40	28	24	30	**30,67**	42,00	24,00	6,39
5	32	38	34	26	34	40	34	35	34	**34,11**	40,00	26,00	3,66
4	30	21	31	32	20	24	26	38	29	**27,89**	38,00	20,00	5,40
4	19	24	24	38	36	20	16	24	14	**23,89**	38,00	14,00	7,78
3	33	29	28	22	34	25	22	25	25	**27,00**	34,00	22,00	4,11
3	34	28	36	31	30	30	30	32	32	**31,44**	36,00	28,00	2,27
3	31	30	28	40	39	35	14	26	28	**30,11**	40,00	14,00	7,36
2	40	33	42	20	26	39	23	34	40	**33,00**	42,00	20,00	7,70
2	22	28	38	31	36	29	28	40	36	**32,00**	40,00	22,00	5,52
2	26	30	30	42	30	29	28	30	28	**30,33**	42,00	26,00	4,32
1	30	32	38	33	35	31	37	32	22	**32,22**	38,00	22,00	4,42
1	42	28	34	28	32	33	32	22	40	**32,33**	42,00	22,00	5,77
1	24	37	37	38	34	29	29	40	26	**32,67**	40,00	24,00	5,46

Tabela 3.4. Korelacja krzywej

Dźwigar	**Odczyt średni**	Odchylenie	Wytrzymałość określona na próbkach [MPa]	Wytrzymałość wg krzywej bazowej [Mpa]	δ
7	**33,67**	8,77	16,41	23,7	7,3
7	**24,22**	5,92	7,89	7,4	-0,5
6	**30,00**	6,60	13,15	17,4	4,3
6	**27,11**	6,10	11,76	12,4	0,6
Wartość średnia					**2,9**
Odchylenie					**3,1**

Wartość przesunięcia podstawowej krzywej korelacji zależy od średniej wartości różnic δ wytrzymałości na ściskanie, współczynnika k1 wg. tablicy normowej. Przyjęto wartość k1=1,67.

Tabela 3.5. Wytrzymałość uzyskana w wyniku badań sklerometrcznych

Dźwigary badane w dolnej części			
Dźwigar	Odczyt średni	Wytrzymałość wg. krzywej bazowej [MPa]	**Wytrzymałość wg krzywej skorelowanej [MPa]**
8	26,44	11,2	**9,1**
8	25,11	8,9	**6,8**
7	33,67	23,7	**21,6**
7	24,22	7,4	**5,3**
6	30,00	17,4	**15,3**
6	27,11	12,4	**10,3**
6	31,22	19,5	**17,4**
5	31,11	19,3	**17,2**
5	29,33	16,2	**14,1**
4	27,11	12,4	**10,3**
4	27,67	13,4	**11,2**
Średnia			**12,6**
Dźwigary badane na poddaszu			
Dźwigar	Odczyt średni	Wytrzymałość wg. krzywej bazowej [MPa]	**Wytrzymałość wg krzywej skorelowanej [MPa]**
9	31,22	19,5	**17,4**
9	31,00	11,2	**9,1**
8	28,33	14,5	**12,4**
8	27,56	13,2	**11,1**
7	25,89	10,3	**8,2**
6	30,67	18,6	**16,4**
5	34,11	24,5	**22,4**
4	27,89	13,7	**11,6**
4	23,89	6,8	**4,7**

3	27,00	11,2	**9,1**
3	31,44	19,9	**17,8**
3	30,11	17,6	**15,5**
2	33,00	22,6	**20,5**
2	32,00	20,9	**18,7**
2	30,33	18,0	**15,9**
1	32,22	21,2	**19,1**
1	32,33	21,4	**19,3**
1	32,67	22,0	**19,9**
Średnia			**14,9**

Na podstawie przeprowadzonych badań sklerometrycznych dźwigarów można stwierdzić, że zastosowany beton cechuje się duża niejednorodnością. Rozrzut wyników może być spowodowany złym dogęszczenie betonu w strefach otuliny. Należy pamiętać, że badania sklerometryczne są jedynie badaniami powierzchniowymi a więc ich wynik nie świadczy o właściwościach całego przekroju.

3.2.3. Badania laboratoryjne betonu

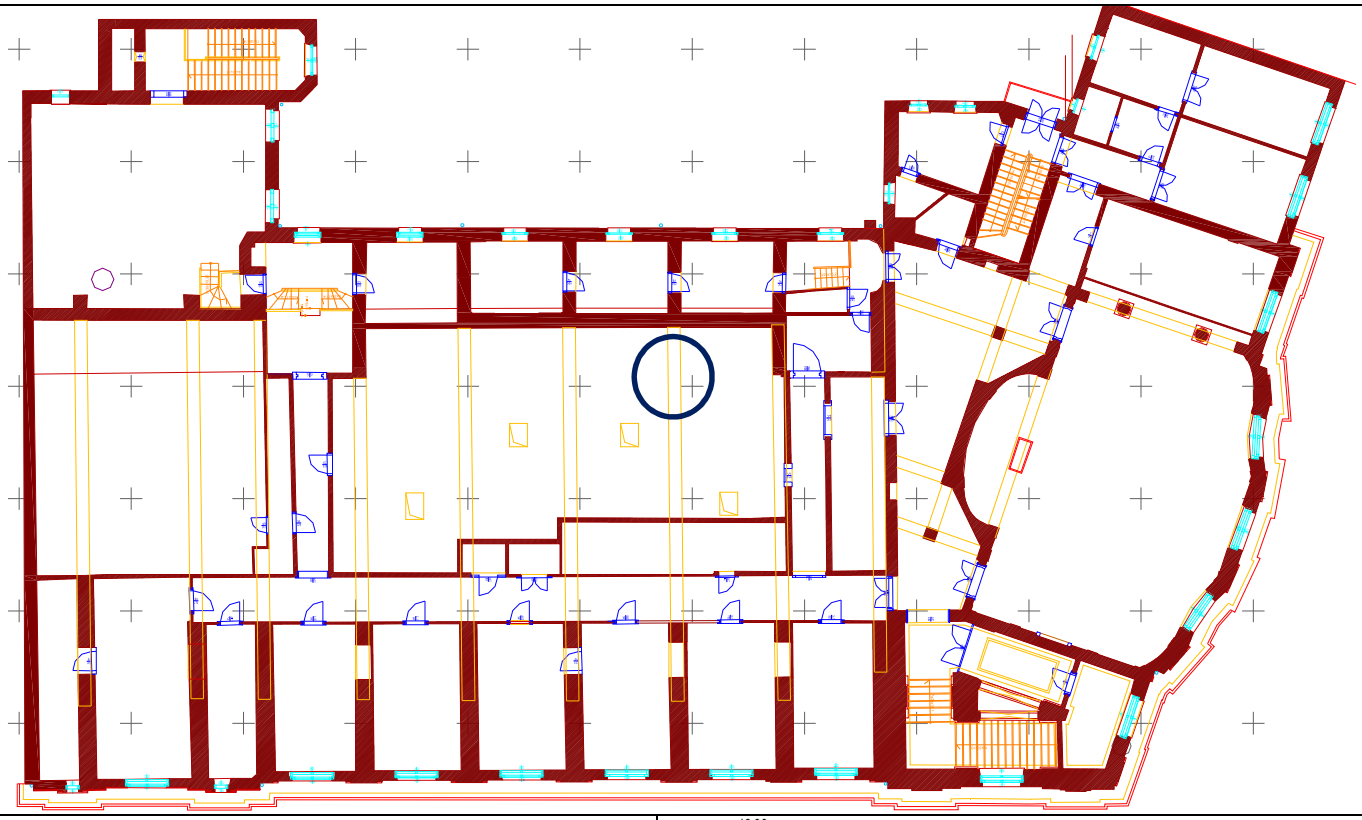
W celu określenia parametrów wytrzymałościowych zastosowanego betonu konstrukcyjnego pobrane zostały próbki rdzeniowe. Lokalizację miejsc pobrania rdzeni przedstawiono na rys. 3.8. Zgodnie z postanowieniami normy PN-EN 13791:2008 - Badania próbek rdzeniowych pobranych z konstrukcji, należy prowadzić m.in. w związku z:

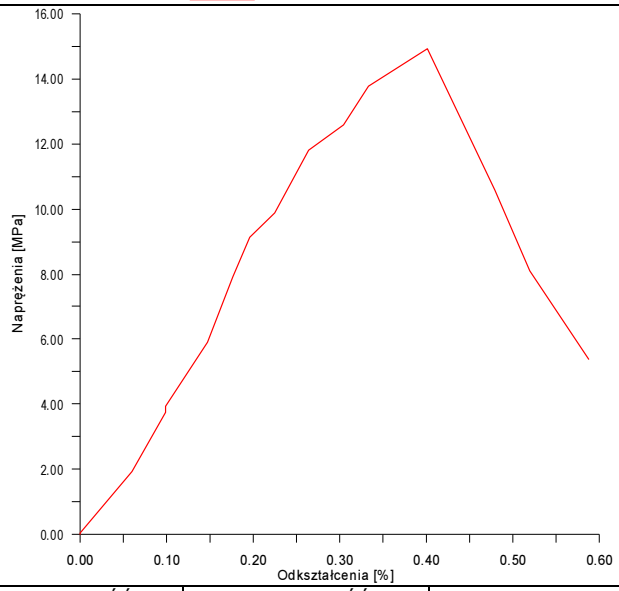
- oceną bezpieczeństwa konstrukcji, gdy pojawiają się wątpliwości co do wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji, spowodowane błędami wykonawczymi, pożarowymi uszkodzeniami betonu lub innymi czynnikami,
- sugestii właściciela lub towarzystwa ubezpieczeniowego.

Badania wytrzymałości na ściskanie odwiertów rdzeniowych przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 12504-2:2002/Ap1:2004, a wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek rdzeniowych oraz lokalizację miejsc pobrania przedstawiono poniżej w kartach badań.

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – BADANIA LABORATORYJNE BETONU

LOKALIZACJA MIEJSCA POBRANIA PRÓBKI RDZENIOWEJ:
STROP II PIĘTRA – POWIERZCHNIA BOCZNA DŹWIGARA ŁUKOWEGO NR 3
PRÓBKA NR 3A

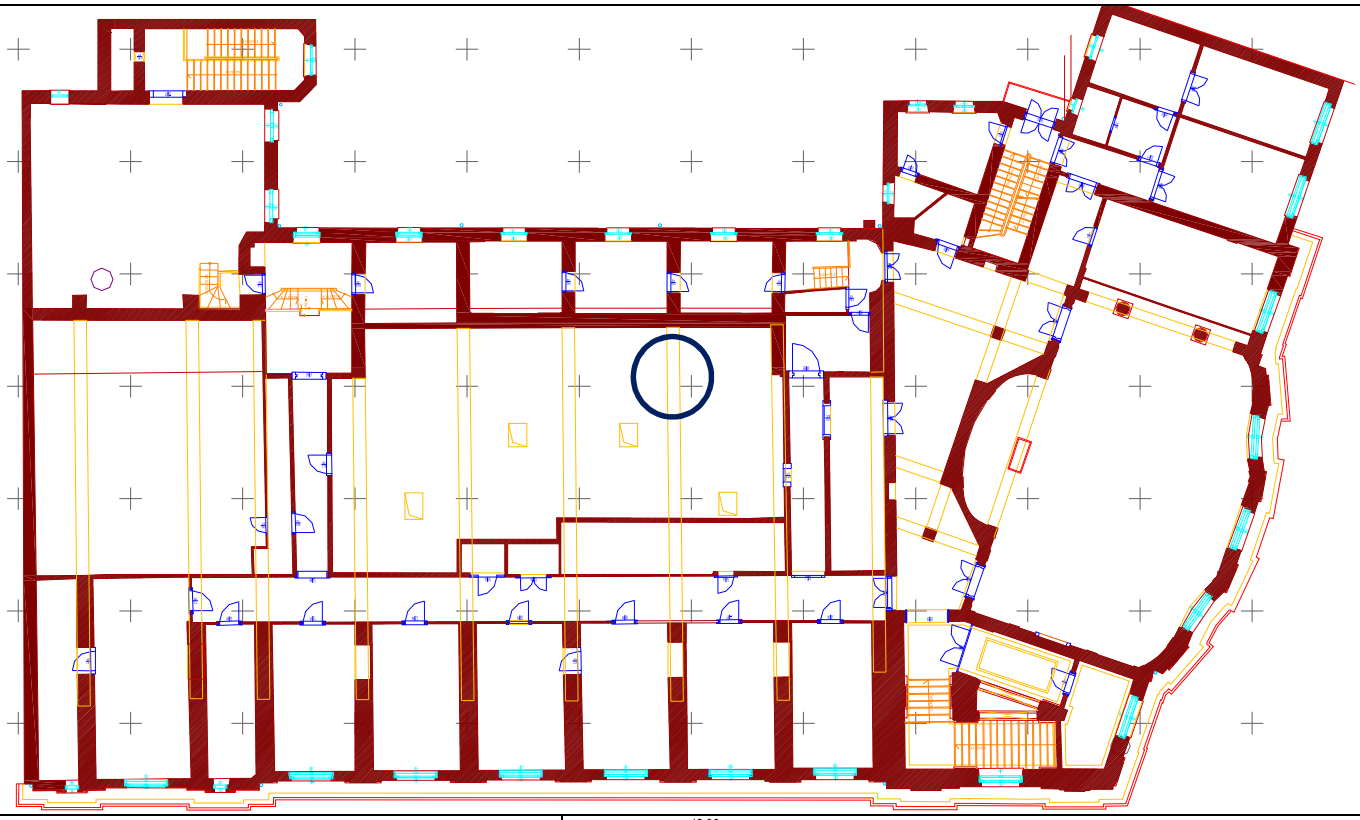


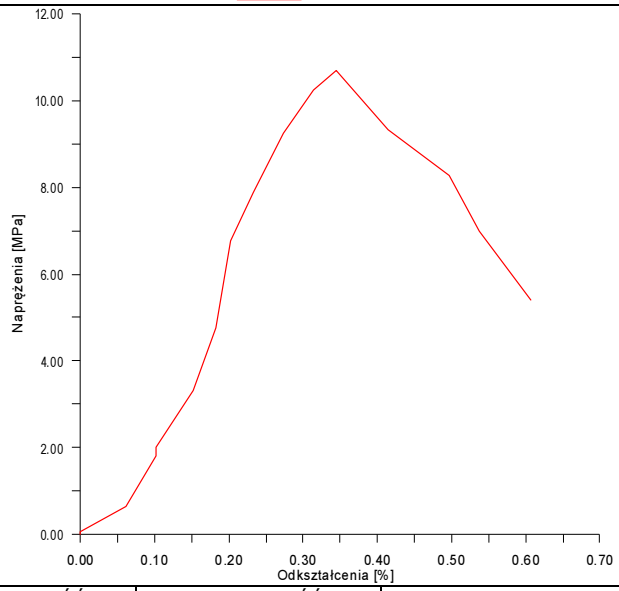


ŚREDNICA [mm]	WYSOKOŚĆ [mm]	MASA [g]	SIŁA NISZCZĄCA [kN]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE f_c [MPa]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE $f_{c,cube}$ [MPa]	GĘSTOŚĆ [kg/m³]
44,30	102,25	349,00	23,00	**14,92**	**16,41**	2214,44

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – BADANIA LABORATORYJNE BETONU

LOKALIZACJA MIEJSCA POBRANIA PRÓBKI RDZENIOWEJ:
STROP II PIĘTRA – POWIERZCHNIA BOCZNA DŹWIGARA ŁUKOWEGO NR 3
PRÓBKA NR 3B

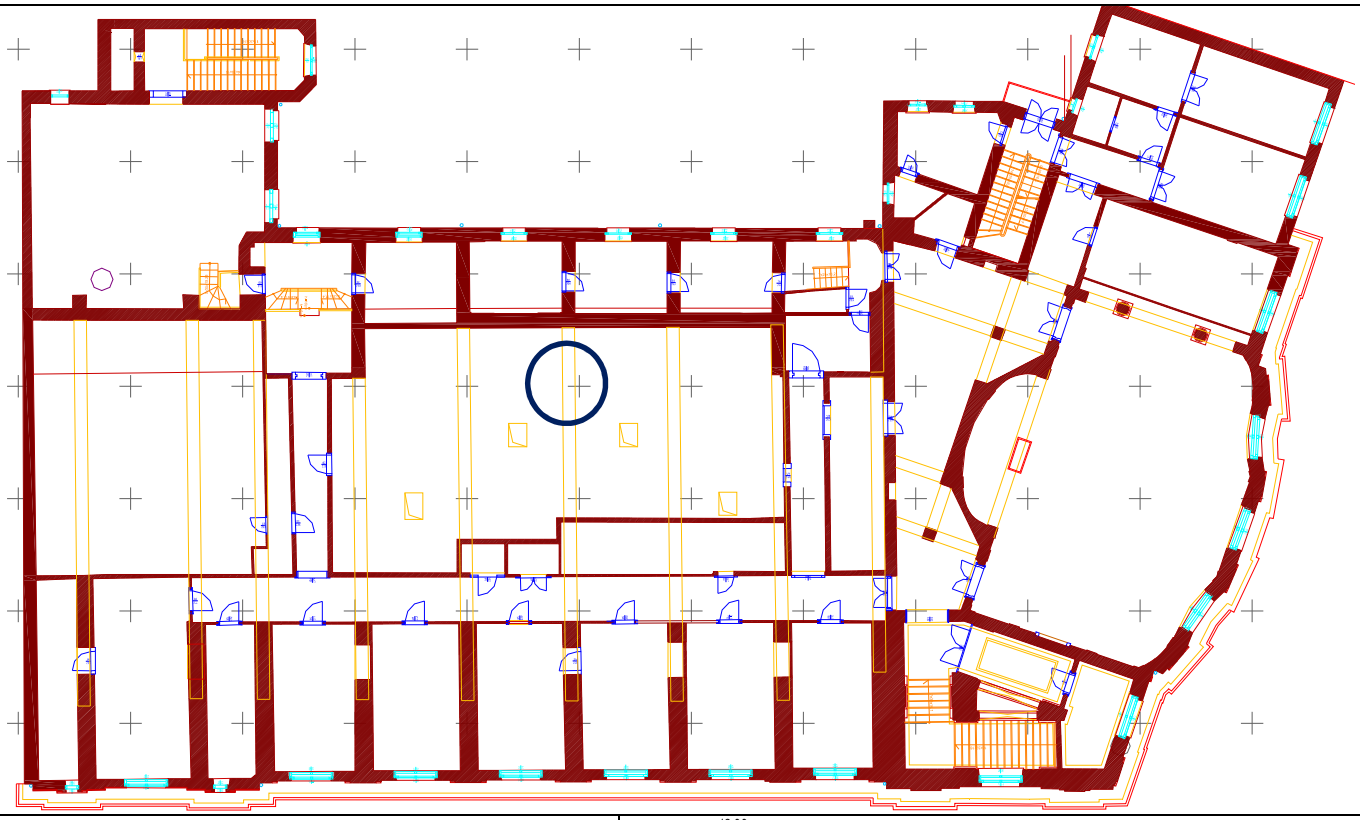


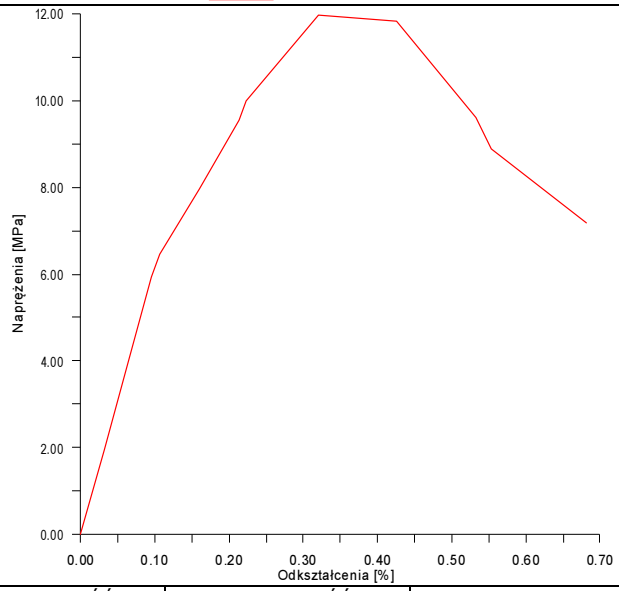


ŚREDNICA [mm]	WYSOKOŚĆ [mm]	MASA [g]	SIŁA NISZCZĄCA [kN]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE f_c [MPa]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE $f_{c,cube}$ [MPa]	GĘSTOŚĆ [kg/m^3]
44,20	98,76	342,40	16,40	**10,69**	**11,76**	2259,53

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – BADANIA LABORATORYJNE BETONU

LOKALIZACJA MIEJSCA POBRANIA PRÓBKI RDZENIOWEJ:
STROP II PIĘTRA – POWIERZCHNIA BOCZNA DŹWIGARA ŁUKOWEGO NR 4
PRÓBKA NR 4A

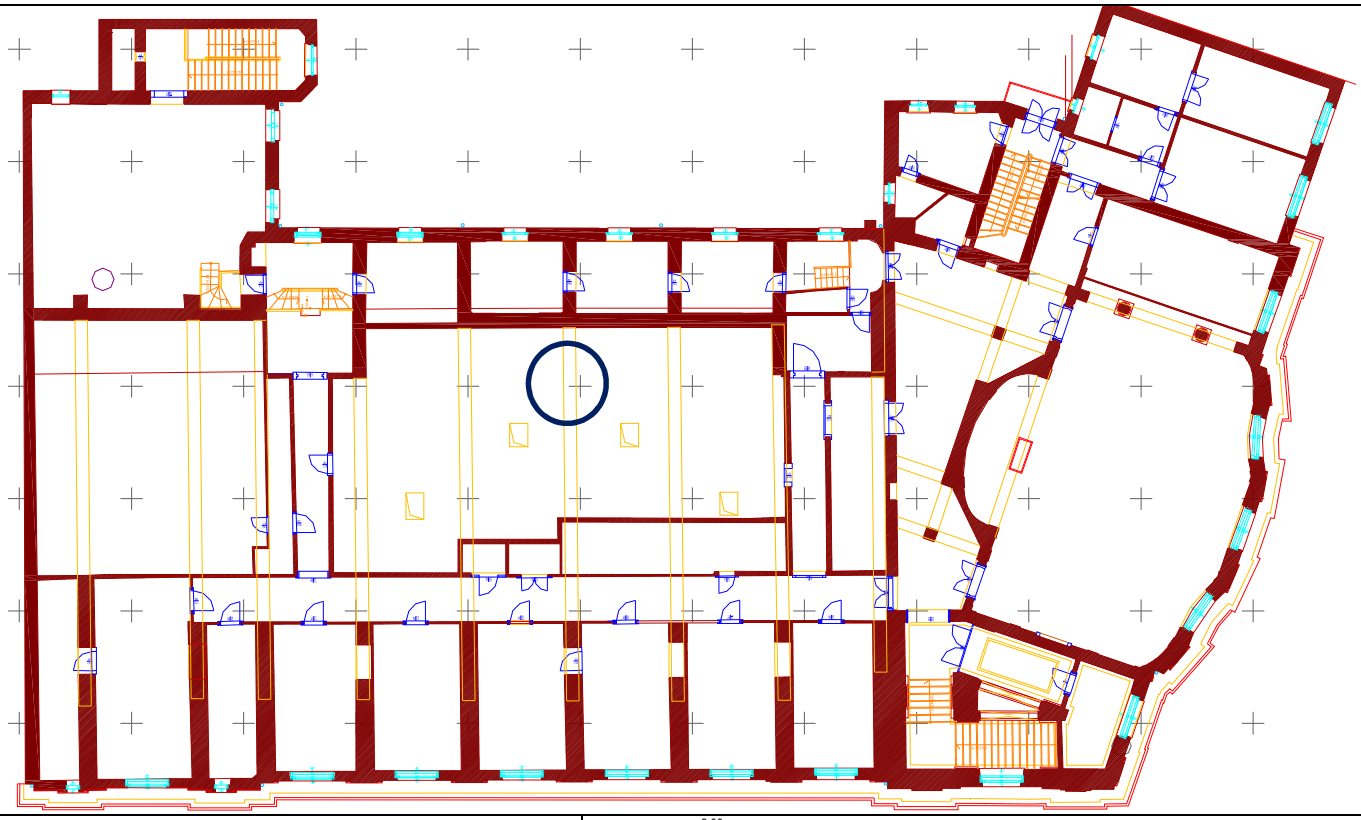


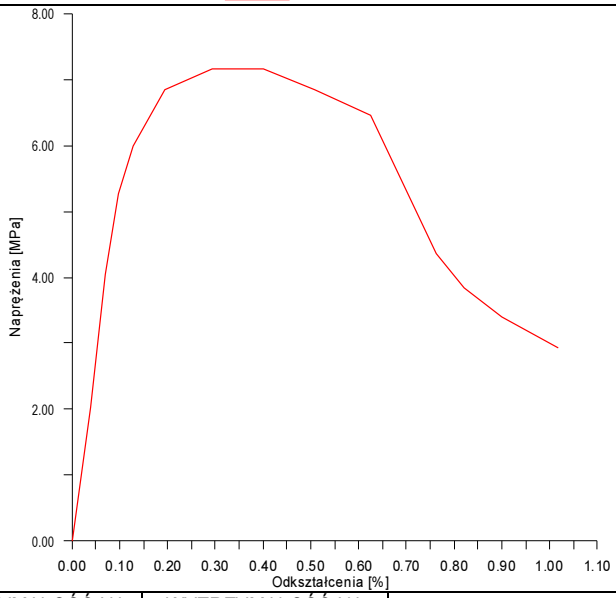


ŚREDNICA [mm]	WYSOKOŚĆ [mm]	MASA [g]	SIŁA NISZCZĄCA [kN]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE f_c [MPa]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE $f_{c,cube}$ [MPa]	GĘSTOŚĆ [kg/m^3]
44,15	93,80	319,10	18,30	**11,95**	**13,15**	2222,15

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – BADANIA LABORATORYJNE BETONU

LOKALIZACJA MIEJSCA POBRANIA PRÓBKI RDZENIOWEJ:
STROP II PIĘTRA – POWIERZCHNIA BOCZNA DŹWIGARA ŁUKOWEGO NR 4
PRÓBKA NR 4B





ŚREDNICA [mm]	WYSOKOŚĆ [mm]	MASA [g]	SIŁA NISZCZĄCA [kN]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE f_c [MPa]	WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE $f_{c,cube}$ [MPa]	GĘSTOŚĆ [kg/m^3]
44,20	102,30	351,00	11,00	**7,17**	**7,89**	2236,13

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że zastosowany beton na elementy konstrukcyjne charakteryzuje się średnią wytrzymałością na ściskanie na poziomie 12,30 MPa. Można zatem oszacować klasę zastosowanego betonu na B10.

3.3. Konstrukcja ścian

Ściany nośne wykonane są jako murowane z cegły pełnej o grubości od 45 do 90 cm. Należy podkreślić, że główną konstrukcją nośną stanowi układ bezprzegubowych łuków opartych na słupach żelbetowych. Stąd mury występujące pomiędzy słupami stanowią jedynie wypełnienie.

Niektóre ściany wymurowane w latach 1939÷1944 celem wzmocnienia stropów pod piwnicami, które miały być wykorzystane, jako schron przeciwlotniczy.

Ogólny stan techniczny elementów murowych jest dobry. W zasadzie nie stwierdzono istotnych uszkodzeń murów.

3.4. Fundamenty

Na podstawie wykonanych w 1976 roku odkrywek fundamentów stwierdzono, że pod ścianami występują ławy fundamentowe a pod słupami stopy betonowe. Stopy mają różne wymiary:

- 225×225×70 cm – wierzch 42 cm pod poziomem posadzki,
- 250×250×50 cm – wierzch 50 cm pod poziomem posadzki.

Poziomy posadowienia są zróżnicowane w zależności od rodzaju i charakteru elementu nośnego. Główne słupy posadowione są na poziomie ok. -4,15 m ppt., a słupy znajdujące się w poziomie piwnic posadowione są na poziomie ok. -2,6 mppt.

Ściany fundamentowe zostały wykonane w technologii tradycyjnej jako murowane z cegły pełnej. W części centralnej bezpośrednio pod salą koncertową znajduje się zasypany układ konstrukcyjny przedstawiony w załączniku 7.

4. Analiza nośności elementów konstrukcyjnych

4.1. Merytoryczna podstawa opracowania

Analizę nośności wybranych elementów konstrukcyjnych przeprowadzono w oparciu o dokumentację techniczna otrzymana od zamawiającego oraz poniższe normy:

- PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
- PN-80/B-02010, Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- PN-77/B-02011, Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- PN-B-03150:2000, Az1, Az2, Az3 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.

4.2. Materiały

Na podstawie przeprowadzonych badań przyjęto następujące rodzaje materiałów:

- beton: B10,
- stal zbrojeniowa: A-I,
- drewno: C27.

4.3. Zestawienie obciążeń

Dach od ul. Zwierzynieckiej

Rodzaj obciążenia powierzchniowego					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m^2]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m^2]
I. Stałe							
Pokrycie dachowe - dachówka ceramiczna					0,70	1,2	0,84
				Σ	**0,70**		**0,84**
II. Zmienne- Obciążenie śniegiem (III strefa) na rzut połaci α =50 [deg]							
Obciążenie sniegiem gruntu	Qk	=	1,2				
Współczynnik kształtu	C2	=	0,4				
Połać lewa	1,2	x	0,4	=	0,48	1,5	0,72
III. Zmienne- Obciążenie wiatrem (I strefa) prostopadle do połaci							
Ciśnienie prędkości wiatru	q_k	=	0,3				
Współczynnik działania porywów wiatru	β	=	1,8				
Współczynnik ekspozycji (C)	C_e	=	0,77				
	$\mathbf{q_k \times \beta \times C_e}$	=	0,4158				
Połać nawietrzna- wariant II	0,4158	x	0,55	=	0,23	1,5	0,34
Połać nawietrzna- wariant II	0,4158	x	-0,6	=	-0,25	1,5	-0,37

Połać zawietrzna- wariant II	0,4158	x	-0,5	=	-0,21	1,5	-0,31

Dach od ul. Smoleńsk

Rodzaj obciążenia powierzchniowego					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Pokrycie dachowe - blacha					0,35	1,2	0,42
				Σ	**0,35**		**0,42**
II. Zmienne- Obciążenie śniegiem (III strefa) na rzut połaci α =15 [deg]							
Obciążenie sniegiem gruntu	Qk	=	1,2				
Współczynnik kształtu	C1	=	0,8				
Połać prawa	1,2	x	0,8	=	0,96	1,5	1,44
III. Zmienne- Obciążenie wiatrem (I strefa) prostopadle do połaci							
Ciśnienie prędkości wiatru	q_k	=	0,3				
Współczynnik działania porywów wiatru	β	=	1,8				
Współczynnik ekspozycji (C)	C_e	=	0,77				
	q_k x β x C_e	=	0,4158				
Połać nawietrzna- wariant I	0,4158	x	-0,9	=	-0,37	1,5	-0,56
Połać nawietrzna- wariant I	0,4158	x	0,4	=	0,17	1,5	0,25
Połać zawietrzna- wariant I	0,4158	x	-0,6	=	-0,25	1,5	-0,37

Płyta nad widownią - część biurowa

Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Lastrico	0,04	x	22	=	0,88	1,3	1,14
Wylewka cementowa	0,04	x	24	=	0,96	1,3	1,25
Deskowanie tracone	0,03	x	5,5	=	0,17	1,2	0,20
Kasetony	0,05	x	12	=	0,60	1,3	0,78
				Σ	**2,61**		**3,37**
II. Ciężar własny							
Płyta żelbetowa	0,05	x	25		1,25	1,1	1,375
				Σ	**3,86**		**4,75**
III. Zmienne - użytkowe							
Normowe obciążenie użytkowe					2	1,4	2,8
				Σ	**5,86**		**7,55**

Płyta nad widownią - część strychu

Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Wylewka cementowa	0,02	x	24	=	0,48	1,3	0,62
Trocinobeton	0,03	x	8	=	0,24	1,3	0,31
Deskowanie tracone	0,03	x	5,5	=	0,17	1,2	0,20

Kasetony	0,05	x	12	=	0,60	1,3	0,78
				Σ	**1,01**		**1,29**
II. Ciężar własny							
Płyta żelbetowa	0,05	x	25		1,25	1,1	1,375
				Σ	**2,26**		**2,67**
III. Zmienne - użytkowe							
Normowe obciążenie użytkowe					2	1,4	2,8
				Σ	**4,26**		**5,47**

Płyta podwieszana - technologiczna

Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Wylewka cementowa	0,02	x	24	=	0,48	1,3	0,62
Folia PE	0,001	x	15	=	0,02	1,2	0,02
				Σ	**0,50**		**0,64**
II. Ciężar własny							
Płyta żelbetowa	0,1	x	25		2,5	1,1	2,75
				Σ	**3,00**		**3,39**
III. Zmienne - użytkowe							
Normowe obciążenie użytkowe					5	1,3	6,5
				Σ	**8,00**		**9,89**

Płyta podwieszana - archiwum

Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Wylewka cementowa	0,02	x	24	=	0,48	1,3	0,62
Folia PE	0,001	x	15	=	0,02	1,2	0,02
				Σ	**0,50**		**0,64**
II. Ciężar własny							
Płyta żelbetowa	0,1	x	25		2,5	1,1	2,75
				Σ	**3,00**		**3,39**
III. Zmienne - użytkowe							
Normowe obciążenie użytkowe					5	1,3	6,5
				Σ	**8,00**		**9,89**

Strop podwieszany nad biurami

Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Deskowanie	0,02	x	5,5	=	0,11	1,2	0,13
Wełna mineralna	0,1	x	1	=	0,10	1,2	0,12
Folia PE- paroizolacja	0,001	x	15	=	0,02	1,2	0,02
Płyta gipsowo-kartonowa na ruszcie	0,0125	x	12	=	0,15	1,2	0,18
				Σ	**0,38**		**0,45**

Ściana wewnętrzna – gr. 2x8 cm

Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Tynk cem-wap	0,015	x	19	=	0,285	1,3	0,37
Bloczek beton komórkowy	0,16	x	5	=	0,8	1,1	0,88
Tynk cem-wap	0,015	x	19	=	0,285	1,3	0,37
				Σ	**1,37**		**1,62**

Ściana wewnętrzna – gr. 8 cm

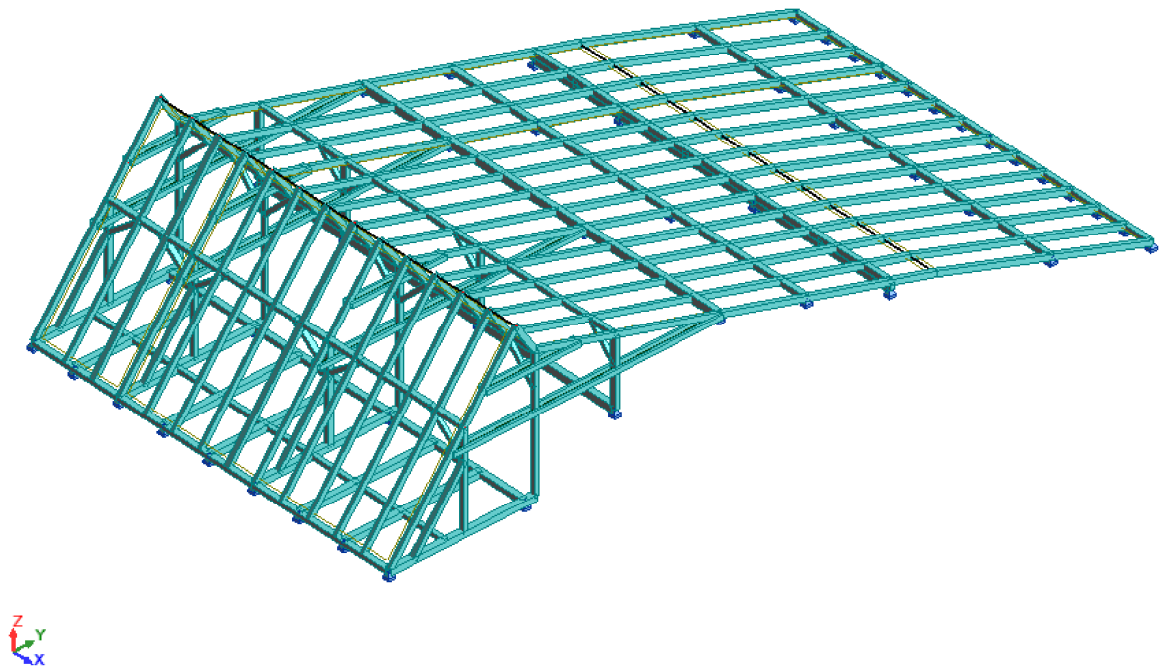
Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Tynk cem-wap.	0,015	x	19	=	0,285	1,3	0,37
Bloczek beton komórkowy	0,08	x	5	=	0,4	1,1	0,44
Tynk cem-wap.	0,015	x	19	=	0,285	1,3	0,37
				Σ	**0,97**		**1,18**

Ściana wewnętrzna – gr. 25 cm

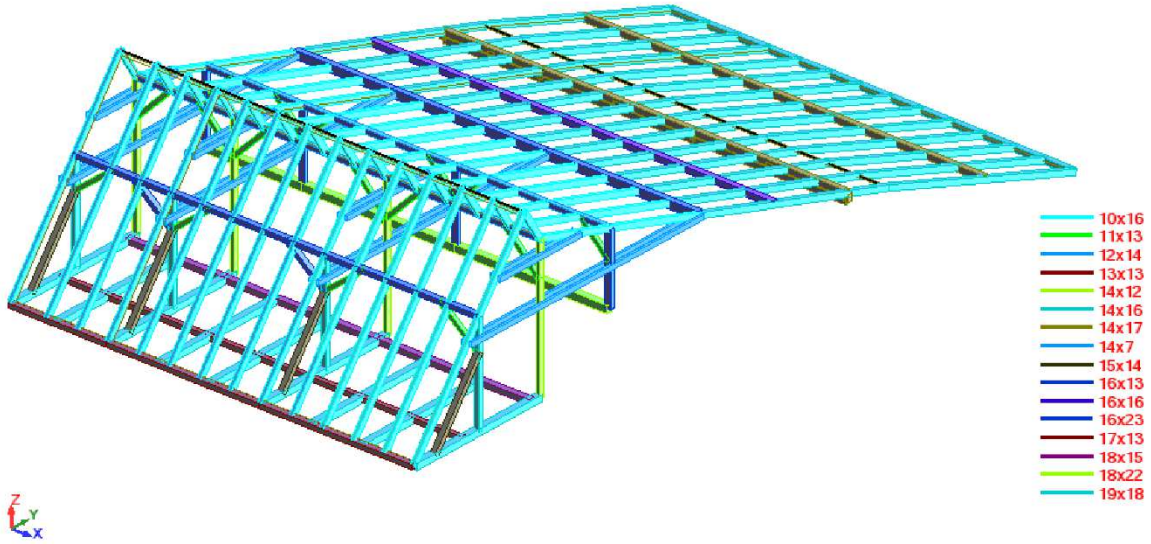
Rodzaj obciążenia					Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m²]
I. Stałe							
Tynk cem-wap.	0,015	x	19	=	0,285	1,3	0,37
Cegła kratówka	0,25	x	13	=	3,25	1,1	3,575
Tynk cem-wap.	0,015	x	19	=	0,285	1,3	0,37
				Σ	**3,82**		**4,32**

4.4. Model obliczeniowy więźby dachowej

Model obliczeniowy więźby dachowej został wykonany jako układ przestrzenny. Zamodelowano powtarzalny fragment ciągu więźby dachowej. Obliczenia zostały przeprowadzone w programie *Autodesk Robot Structural Analysis 2013.* Weryfikacji zostały poddane elementy składowe konstrukcji więźby z uwzględnieniem oddziaływania kombinacji obciążeń.



Rys. 4.1. Schemat konstrukcyjny fragmentu więźby dachowej nad salą koncertową.



Rys. 4.2. Schemat konstrukcyjny fragmentu więźby dachowej nad salą koncertową - przyjęte profile.

4.5. Wyniki obliczeń sprawdzających

Tabela 4.1. Wyniki obliczeń sprawdzających

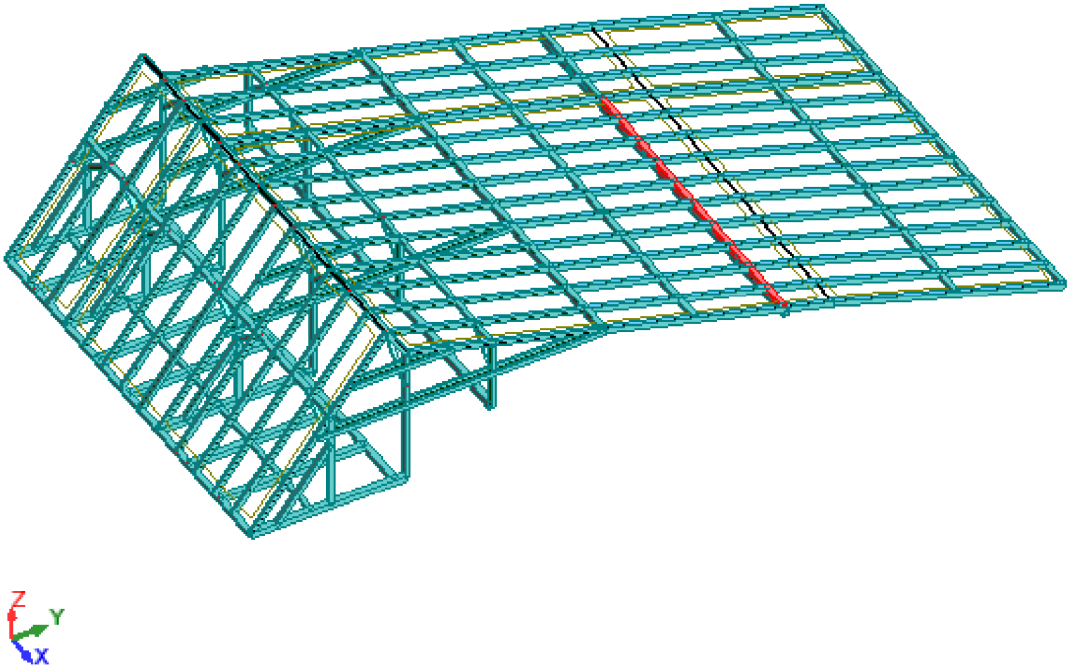
Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.
1 KROKIEW_1	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.20
2 KROKIEW_2	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.39
3 KROKIEW_3	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.27
4 KROKIEW_4	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.02
5 KROKIEW_5	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.26
6 KROKIEW_6	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.26
7 KROKIEW_7	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.44
8 KROKIEW_8	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.28
9 KROKIEW_9	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.06
10 KROKIEW_10	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.31
11 KROKIEW_11	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.26
12 KROKIEW_12	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.49
13 KROKIEW_13	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.26
14 KROKIEW_14	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.04
15 KROKIEW_15	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.34
16 KROKIEW_16	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.33
17 KROKIEW_17	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.47
18 KROKIEW_18	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.30
19 KROKIEW_19	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.04
20 KROKIEW_20	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.31
21 KROKIEW_21	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.37
22 KROKIEW_22	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.42
23 KROKIEW_23	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.27
24 KROKIEW_24	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.02
25 KROKIEW_25	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.29
26 KROKIEW_26	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.36
27 KROKIEW_27	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.38
28 KROKIEW_28	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.30
29 KROKIEW_29	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.08
30 KROKIEW_30	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.35
31 KROKIEW_31	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.32
32 KROKIEW_32	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.45
33 KROKIEW_33	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.31
34 KROKIEW_34	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.17
35 KROKIEW_35	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.35
36 KROKIEW_36	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.27
37 KROKIEW_37	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.51
38 KROKIEW_38	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.28
39 KROKIEW_39	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.12
40 KROKIEW_40	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.29
41 KROKIEW_41	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.29
42 KROKIEW_42	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.48
43 PŁATEW_43	OK 14x17	C27	95.36	115.80	0.69
44 PŁATEW_44	OK 14x17	C27	95.36	115.80	0.61
49 KROKIEW_49	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.44
50 PRĘT_50	OK 15x14	C27	64.07	59.80	0.02
51 SŁUP_51	OK 14x16	C27	64.40	73.60	0.24

Tabela 4.1. Wyniki obliczeń sprawdzających c.d.

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.
52 SŁUP_52	14x12	C27	118.91	101.93	0.33
53 KROKIEW_53	10x16	C27	23.50	37.60	0.03
56 SŁUP_56	16x13	C27	55.75	45.30	0.30
57 KROKIEW_57	10x16	C27	129.42	207.07	0.21
58 KROKIEW_58	14x16	C27	151.51	173.15	0.36
59 PRĘT_59	11x13	C27	40.21	47.52	0.12
60 PRĘT_60	11x13	C27	39.92	47.18	0.05
61 PRĘT_61	11x13	C27	31.91	37.71	0.10
63 KROKIEW_63	10x16	C27	138.43	221.49	0.63
64 PRĘT_64	15x14	C27	64.07	59.80	0.14
65 SŁUP_65	14x16	C27	64.40	73.60	0.35
66 SŁUP_66	14x12	C27	118.91	101.93	0.39
67 KROKIEW_67	10x16	C27	23.50	37.60	0.03
70 SŁUP_70	16x13	C27	55.75	45.30	0.22
71 KROKIEW_71	10x16	C27	129.42	207.07	0.31
72 PRĘT_72	16x13	C27	40.21	32.67	0.10
73 PRĘT_73	11x13	C27	39.92	47.18	0.19
74 PRĘT_74	11x13	C27	31.91	37.71	0.11
75 KROKIEW_75	14x16	C27	151.51	173.15	0.41
76 PRĘT_76	11x13	C27	40.21	47.52	0.16
77 PRĘT_77	11x13	C27	39.92	47.18	0.23
78 PRĘT_78	11x13	C27	31.91	37.71	0.12
80 KROKIEW_80	10x16	C27	138.43	221.49	0.38
81 PRĘT_81	15x14	C27	64.07	59.80	0.01
82 SŁUP_82	14x16	C27	64.40	73.60	0.41
83 SŁUP_83	14x12	C27	118.91	101.93	0.29
84 KROKIEW_84	10x16	C27	23.50	37.60	0.11
87 SŁUP_87	16x13	C27	55.75	45.30	0.64
88 KROKIEW_88	10x16	C27	129.42	207.07	0.13
89 PRĘT_89	11x13	C27	40.21	47.52	0.05
90 PRĘT_90	11x13	C27	39.92	47.18	0.02
91 PRĘT_91	11x13	C27	31.91	37.71	0.08
92 KROKIEW_92	14x16	C27	151.51	173.15	0.19
95 PŁATEW_95	16x13	C27	124.71	101.32	0.55
96 PŁATEW_96	16x13	C27	124.71	101.32	0.62
97 PŁATEW_97	12x14	C27	115.80	135.10	0.31
98 PŁATEW_98	12x14	C27	115.80	135.10	0.37
99 PŁATEW_99	16x23	C27	70.49	101.32	0.94
100 PŁATEW_100	16x23	C27	70.49	101.32	0.94
101 PŁATEW_101	12x14	C27	115.80	135.10	0.61
102 PŁATEW_102	12x14	C27	115.80	135.10	0.75
103 PŁATEW_103	14x17	C27	95.36	115.80	1.29
104 PŁATEW_104	14x17	C27	95.36	115.80	1.29
107 KROKIEW_107	14x16	C27	153.49	175.41	0.31
108 PŁATEW_108	14x16	C27	202.65	231.60	0.05
119 PŁATEW_119	16x16	C27	101.32	101.32	0.58
120 PŁATEW_120	16x16	C27	101.32	101.32	0.58

Tabela 4.1. Wyniki obliczeń sprawdzających c.d.

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.
121 PŁATEW_121	OK 14x17	C27	95.36	115.80	0.80
122 PŁATEW_122	OK 14x17	C27	95.36	115.80	0.78
123 PRĘT_123	OK 14x17	C27	4.08	4.95	0.29
124 PRĘT_124	OK 14x17	C27	4.08	4.95	0.03
125 PRĘT_125	OK 14x17	C27	4.08	4.95	0.51
126 PRĘT_126	OK 14x17	C27	4.08	4.95	0.03
127 PRĘT_127	OK 14x17	C27	4.08	4.95	0.18
128 KROKIEW_128	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.24
130 KROKIEW_130	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.25
131 KROKIEW_131	OK 14x16	C27	153.49	175.41	0.28
133 KROKIEW_133	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.29
134 KROKIEW_134	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.03
135 KROKIEW_135	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.26
136 KROKIEW_136	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.39
137 KROKIEW_137	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.28
138 KROKIEW_138	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.03
139 KROKIEW_139	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.26
140 KROKIEW_140	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.34
141 PŁATEW_141	OK 14x17	C27	60.72	73.74	0.81
145 PŁATEW_145	OK 14x17	C27	60.72	73.74	0.45
146 PŁATEW_146	OK 16x16	C27	64.52	64.52	0.37
147 PRĘT_147	OK 14x17	C27	4.08	4.95	0.28
148 PRĘT_148	OK 14x17	C27	4.08	4.95	0.02
153 KROKIEW_153	OK 10x16	C27	138.43	221.49	0.17
154 PRĘT_154	OK 15x14	C27	64.07	59.80	0.01
155 SŁUP_155	OK 14x16	C27	64.40	73.60	0.13
156 SŁUP_156	OK 14x12	C27	118.91	101.93	0.12
157 KROKIEW_157	OK 10x16	C27	23.50	37.60	0.04
160 SŁUP_160	OK 16x13	C27	55.75	45.30	0.20
161 KROKIEW_161	OK 10x16	C27	129.42	207.07	0.15
162 KROKIEW_162	OK 14x16	C27	151.51	173.15	0.21
163 PRĘT_163	OK 11x13	C27	40.21	47.52	0.02
164 PRĘT_164	OK 11x13	C27	39.92	47.18	0.01
165 PRĘT_165	OK 11x13	C27	31.91	37.71	0.02
166 PRĘT_166	OK 16x13	C27	40.21	32.67	0.08
167 PRĘT_167	OK 11x13	C27	39.92	47.18	0.09
168 PRĘT_168	OK 11x13	C27	31.91	37.71	0.07
170 PŁATEW_170	OK 16x13	C27	79.41	64.52	0.34
171 PŁATEW_171	OK 12x14	C27	73.74	86.03	0.16
172 PŁATEW_172	OK 16x23	C27	44.88	64.52	0.30
173 PŁATEW_173	OK 12x14	C27	73.74	86.03	0.30
174 PŁATEW_174	OK 14x17	C27	60.72	73.74	0.48
175 PŁATEW_175	OK 14x16	C27	64.52	73.74	0.05



Rys. 4.3. Umiejscowienie profili z przekroczoną wartością nośności.

NORMA: *PN-B-03150:2000*
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:
PRĘT: 103 PŁATEW_103 **PUNKT:** 3 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 4.68 m

---

OBCIĄŻENIA:
Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /11/ 2*1.00 + 6*1.00

MATERIAŁ
C27

PARAMETRY PRZEKROJU:
14x17

ht=17.0 cm	Ay=107.48 cm2	Az=130.52 cm2	Ax=238.00 cm2
bf=14.0 cm	Iy=5731.83 cm4	Iz=3887.33 cm4	Ix=7825.57 cm4
	Wely=674.33 cm3	Welz=555.33 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 0.48 kN	My = -11.98 kN*m	Vy = 3.35 kN
	Mz = -2.91 kN*m	Vz = -12.74 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.02 MPa	Sig m,y,d = 17.76 MPa	Tau y,d = 0.21 MPa
	Sig m,z,d = 5.25 MPa	Tau z,d = -0.80 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 13.54 MPa	f m,y,d = 16.62 MPa	f v,d = 2.46 MPa
	f m,z,d = 16.85 MPa	

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.80 khy = 1.00 khz = 1.01

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 5.02 m Lam rel,m = 0.35 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

(Sig_c,0,d/f c,0,d)^2 + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 1.29 > 1.00 [4.1.7(1)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 17.76/(1.00*16.62) = 1.07 > 1.00 [4.2.2(1)]

Tau y,d/f v,d = 0.21/2.46 = 0.09 < 1.00 Tau z,d/f v,d = 0.80/2.46 = 0.33 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

u fin,y = 0.7 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 2.3 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.8)*2 + 1(1+0.25)*6

u fin,z = 2.0 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 2.3 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.8)*2 + 1(1+0.25)*6

u fin,yz = 2.1 cm < u fin,max,yz = L/200.00 = 2.3 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.8)*2 + 1(1+0.25)*6

Przemieszczenia

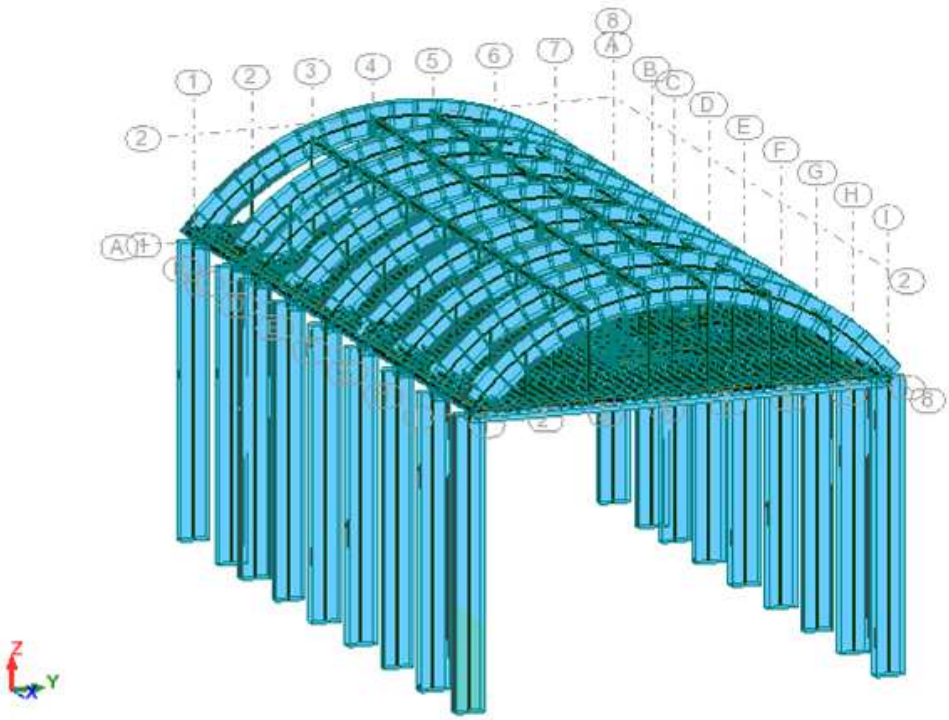
Profil niepoprawny !!!

Przekroczenie wartości nośności płatwi pośredniej dwuprzęsłowej (nr prętów 103 i 104) nie oznacza wystąpienia awarii przekrycia dachu. Przekroczenie stanu granicznego nośności konstrukcji oznacza niespełnienie wymagań projektowych, co w probabilistycznym ujęciu oznacza przekroczenie założonego prawdopodobieństwa zniszczenia konstrukcji.

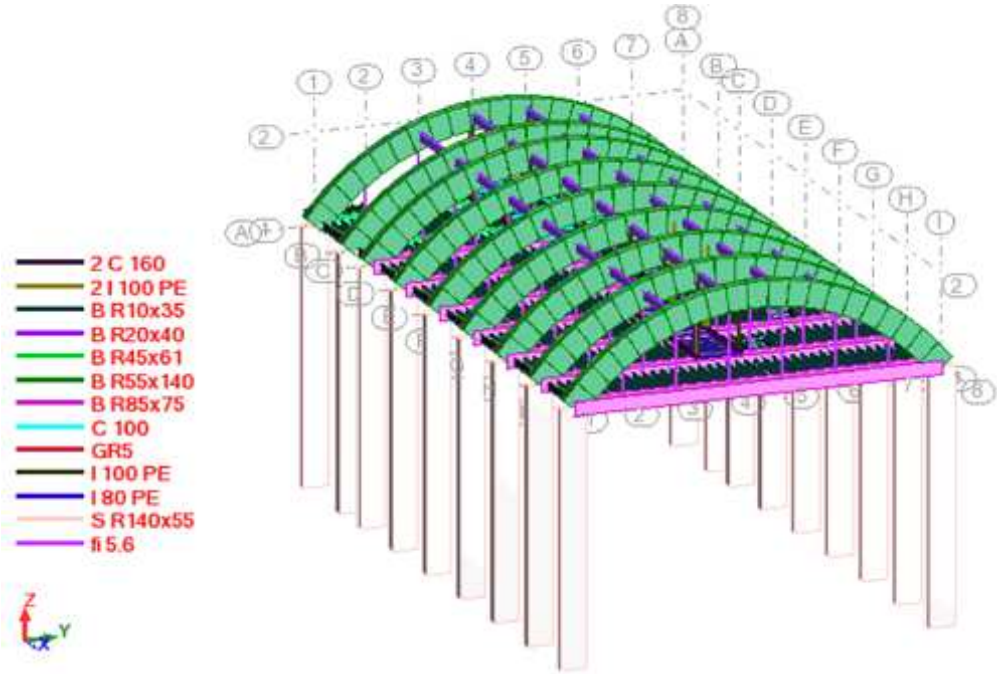
Zaleca się wykonanie wzmocnienie profilu nad podporą pośrednią.

4.6. Model obliczeniowy konstrukcji dźwigarów łukowych i stropu nad salą koncertową

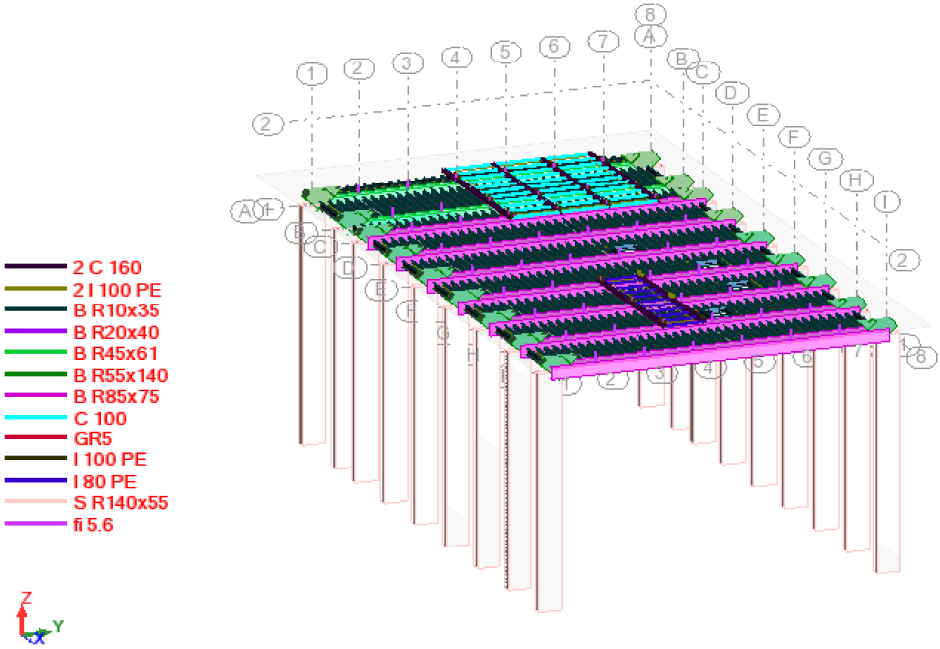
Model obliczeniowy wykonany jako układ przestrzenny. Obliczenia zostały przeprowadzone w programie *Autodesk Robot Structural Analysis 2013.* Weryfikacji zostały poddane elementy składowe konstrukcji, w których jednoznacznie udało się określić występujące układy zbrojenia.



Rys. 4.4. Schemat konstrukcyjny nad salą koncertową.



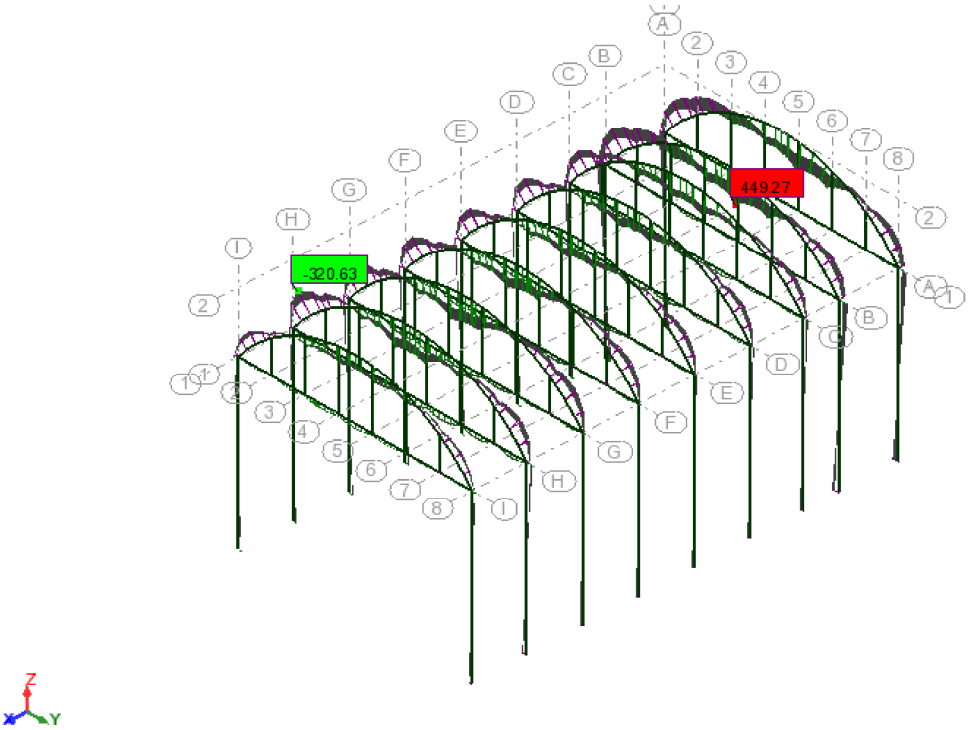
Rys. 4.5. Schemat konstrukcyjny nad salą koncertową - przyjęte profile.



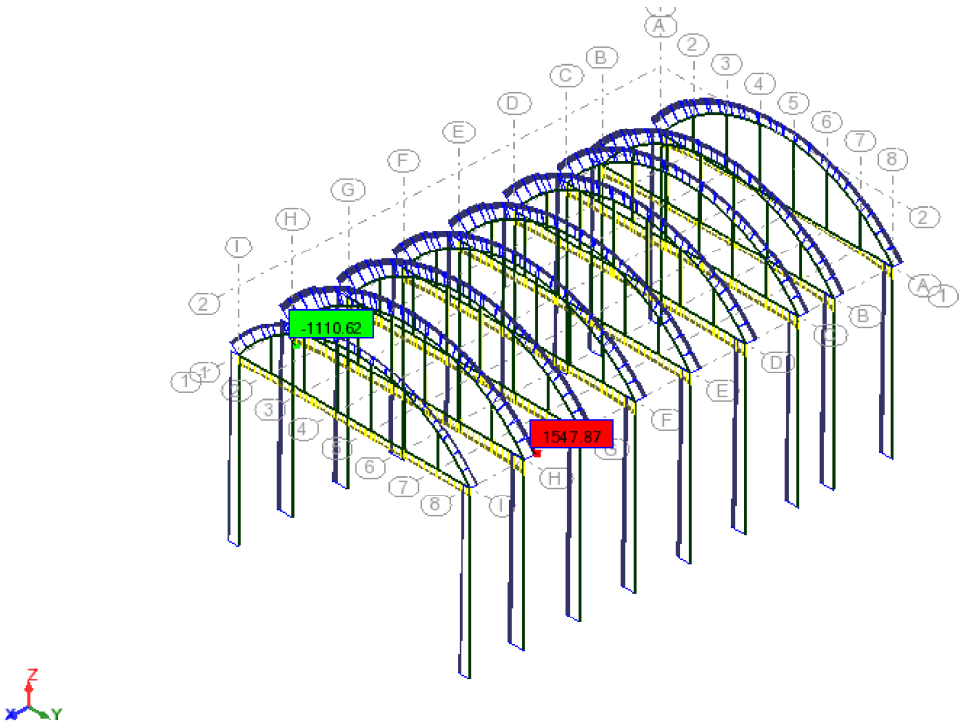
Rys. 4.6. Schemat konstrukcyjny nad salą koncertową - przyjęte profile.

4.1. Wyniki obliczeń statycznych i weryfikacja nośności

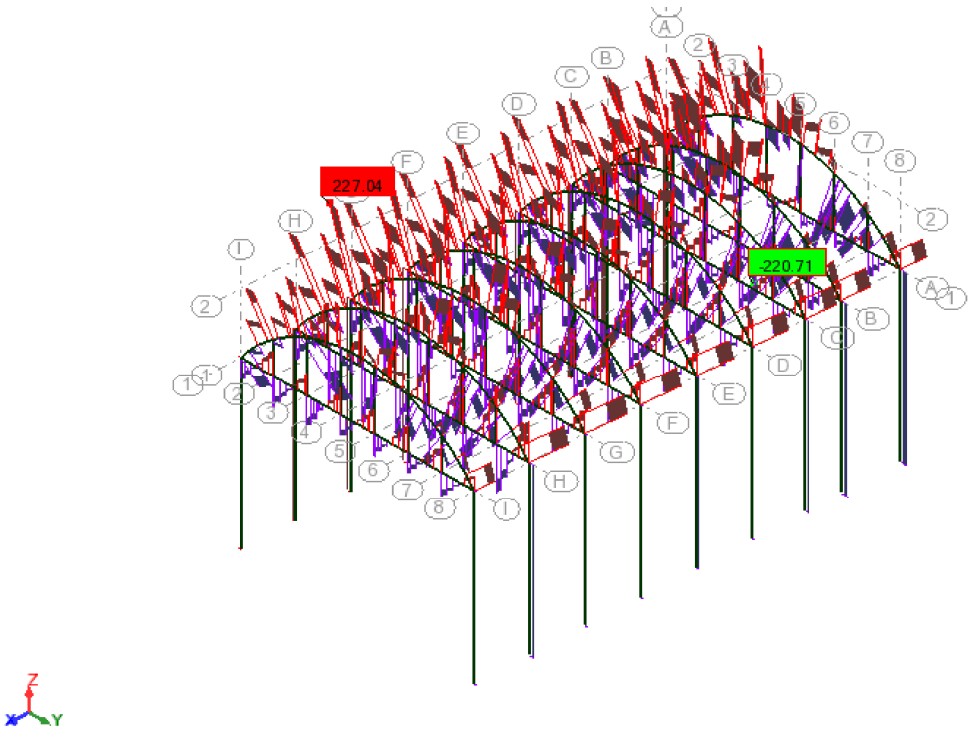
4.1.1. Dźwigary łukowe



Rys. 4.7. Wyniki ekstremalnych momentów zginających w dźwigarach łukowych - SGN.



Rys. 4.8. Wyniki ekstremalnych sił podłużnych w dźwigarach łukowych - SGN.



Rys. 4.9. Wyniki ekstremalnych sił poprzecznych w dźwigarach łukowych - SGN.

Sprawdzenie warunku nośności elementu ściskanego mimośrodowo

Dane:

Beton - klasa B10

$f_{cd} := 5.8MPa$ $f_{ck} := 7.6MPa$ $f_{ctd} := 0.58MPa$ $E_{cm} := 18GPa$

Stal - klasa AI

$f_{yk} := 240MPa$ $f_{yd} := 210MPa$ $E_s := 200 \cdot GPa$

Ocena bezpieczeństwa na wyboczenie łuku

$f := 5m$ $l := 20m$ $l_s := 23m$ $h := 1.4m$ $b := 0.55m$

$l_0 := l_s \cdot 0.4 = 9.2m$

$\frac{l_0}{h} > 7 = 0$ nie ma konieczności uwzględniania smukłości i wpływu obciążeń trwałych

$\frac{f}{l} = 0.25$ $\alpha := 55.5$ $H := 1111.62kN$

$$H_{kr} := \alpha \cdot \frac{E_{cm} \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}}{l^2} \qquad H_{kr} = 3.141 \times 10^5 kN$$

$H < H_{kr} = 1$ Warunek spełniony

$$w := \frac{H_{kr}}{H_{kr} - H} = 1.004$$

Obliczenie nośności Nrd

$a_1 := 8cm$ $a_2 := 8cm$ $N_{Sd} := 1547.87kN$ $e := 32cm$

$A_{s1} := 18.47cm^2$ $A_{s2} := 18.47cm^2$ $d := h - a_1$

$e_{s1} := e + 0.5 \cdot h - a_1$ $e_{s1} = 0.94m$

$e_{s2} := |e - 0.5 \cdot h + a_2|$ $e_{s2} = 0.3m$

$B := 1 - \frac{e_{s1}}{d}$ $B = 0.288$

$\mu_{s1} := \frac{A_{s1} \cdot e_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$ $\mu_{s1} = 0.066$

$\mu_{s2} := \frac{A_{s2} \cdot e_{s2} \cdot f_{yd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$ $\mu_{s2} = 0.021$

$e_{s1} > d - a_2 = 0$

$$\xi_{eff} := B + \sqrt{B^2 + 2(\mu_{s1} + \mu_{s2})} \qquad \xi_{eff} = 0.794$$

$$\xi_{eff.lim} := \lambda \cdot \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + |\varepsilon_{sy}|} \qquad \xi_{eff.lim} = 0.615$$

$$\xi_{eff} > \xi_{eff.lim} = 1$$

$$C := \frac{2\mu_{s1}}{1 - \xi_{eff.lim}} \qquad C = 0.341$$

$$\xi_{eff} := B - C + \sqrt{(B - C)^2 + 2 \cdot (C - \mu_{s1} + \mu_{s2})} \qquad \xi_{eff} = 0.719$$

$$\xi_{eff} > 1 = 0$$

$$k_s := \frac{2 \cdot (1 - \xi_{eff})}{1 - \xi_{eff.lim}} - 1 \qquad k_s = 0.463$$

$$N_{Rd} := \xi_{eff} \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot k_s \cdot f_{yd} \qquad N_{Rd} = 3.234 \times 10^3 \cdot kN$$

$N_{Rd} > N_{Sd} = 1$ Warunek spełniony

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} = 0.479$$

Sprawdzenie warunków nośności na ścinanie

Dane:

Beton - klasa B10

$f_{cd} := 5.8MPa$ $f_{ck} := 7.6MPa$ $f_{ctd} := 0.58MPa$

Stal - klasa AI

$f_{yk} := 240MPa$ $f_{yd} := 210MPa$ $E_S := 200 \cdot GPa$

$f_{ywk} := 240MPa$ $f_{ywd} := 210MPa$

$b_w := 0.55m$ $d := 1.33m$ $\sigma_{cp} := 2MPa$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na rozciąganie betonu powstające przy ścinaniu w elemencie nie mającym poprzecznego zbrojenia na ścinanie.

$A_{sL} := 18.46cm^2$ $k := 1$

stopień zbrojenia $\rho_L := \frac{A_{sL}}{b_w \cdot d}$ $\rho_L < 0.01 = 1$ $\rho_L = 2.524 \times 10^{-3}$

$V_{Sd} := 227kN$

$V_{Rd1} := \left[0.35 \cdot k \cdot f_{ctd} \cdot \left(1.2 + 40\rho_L\right) + 0.15\sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$ $\qquad V_{Rd1} = 412.633 \cdot kN$

$V_{Sd} < V_{Rd1} = 1$ Warunek spełniony

Nośność obliczeniowaNośnośćobliczeniowa na ścinanie ze względu na ściskanie betonu powstające przy ścinaniu w elemencie zginanym. na ścinanie ze względu na ściskanie betonu powstające przy ścinaniu w elemencie zginanym.

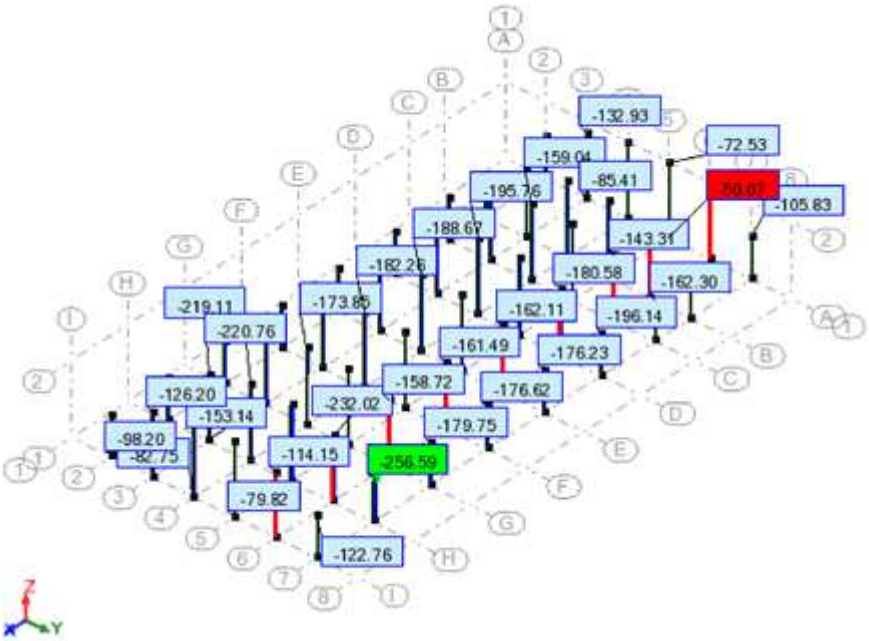
$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$ $\qquad \nu = 0.582$

$z := 0.9 \cdot d$ $\qquad z = 1.197\,m$

$V_{Rd2} := 0.5\nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ $\qquad V_{Rd2} = 1.111 \times 10^3 \cdot kN$

$V_{Sd} < V_{Rd2} = 1$ Warunek spełniony

4.1.2. Wieszaki



Rys. 4.10. Wyniki ekstremalnych sił podłużnych w wieszakach - SGN.

Sprawdzenie warunków nośności wieszaków

Dane:

Stal - klasa AI

$f_{yk} := 240MPa$ $\quad$ $f_{yd} := 210MPa$

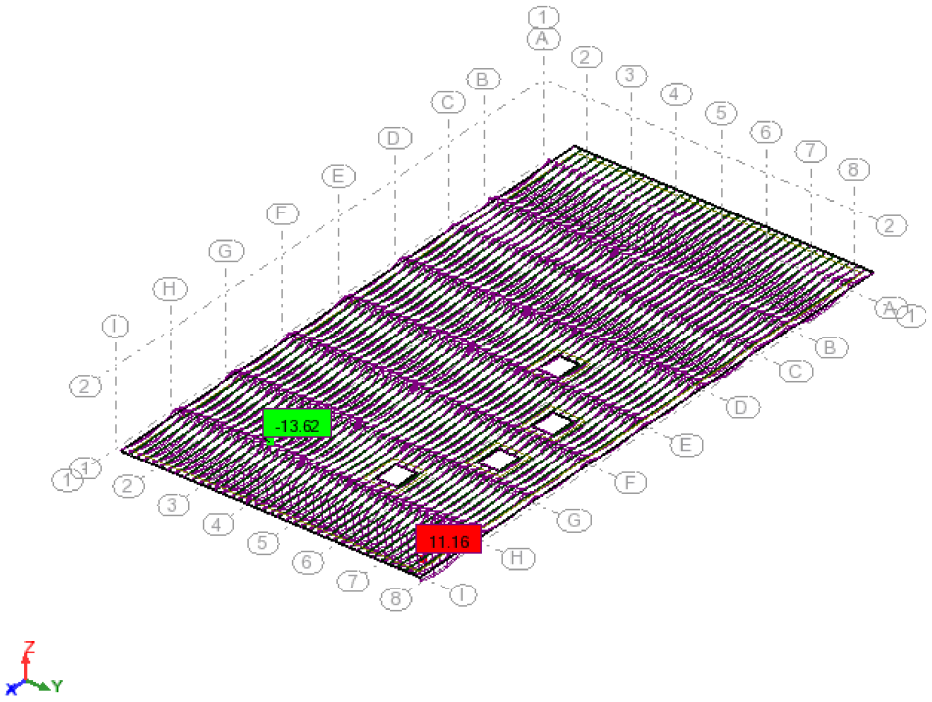
$A_s := 12.32cm^2$ $\quad$ $N_{Sd} := 256.59kN$

$N_{Rd} := f_{yd} \cdot A_s$ $\quad$ $N_{Rd} = 258.72kN$

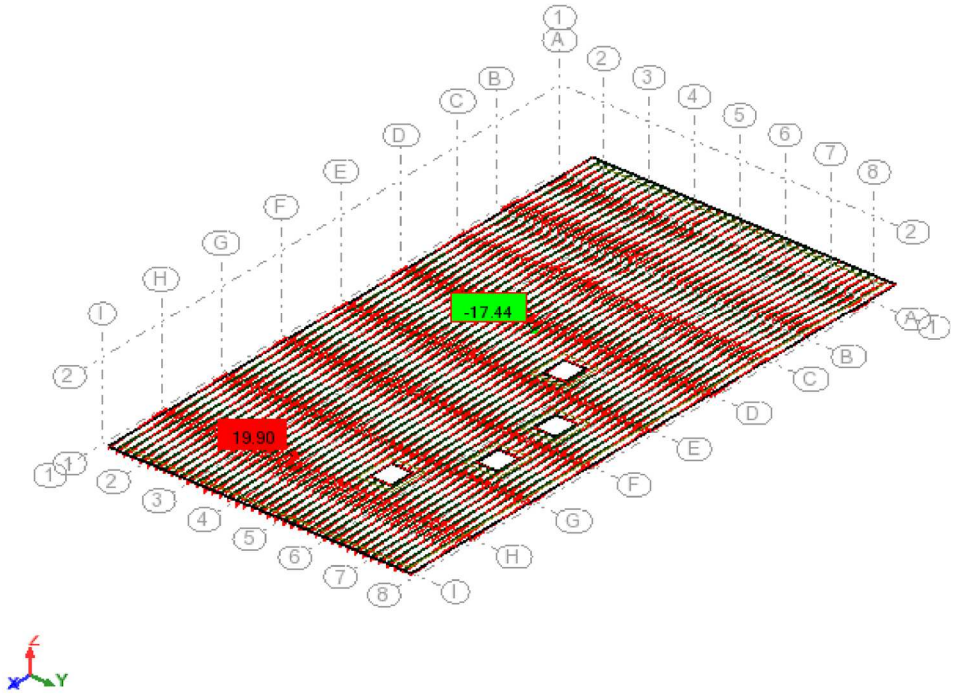
$N_{Sd} < N_{Rd} = 1$ $\quad$ Warunek spełniony

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} = 0.992$$

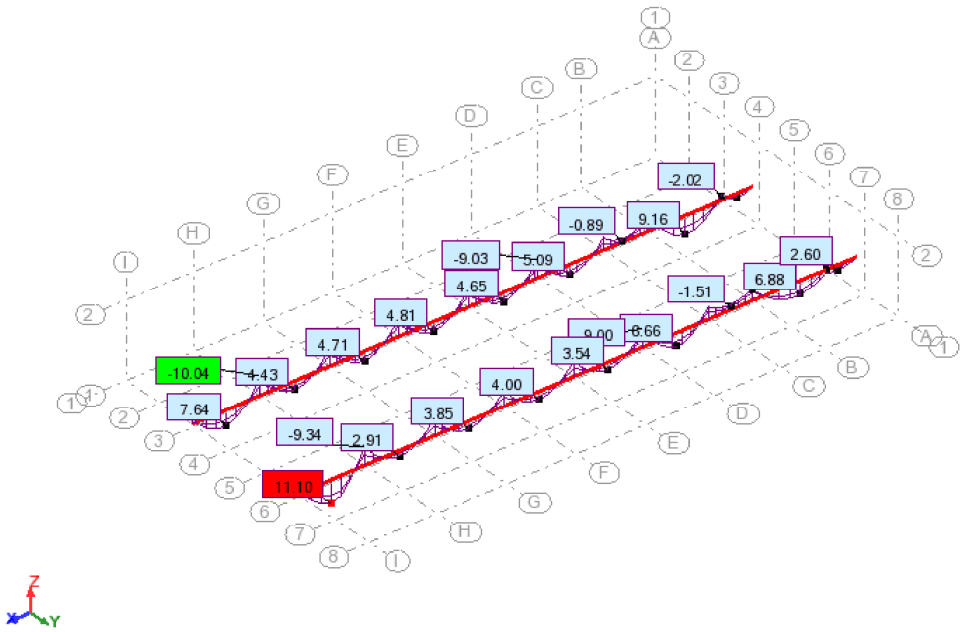
4.1.3. Żebra stropu nad salą koncertową



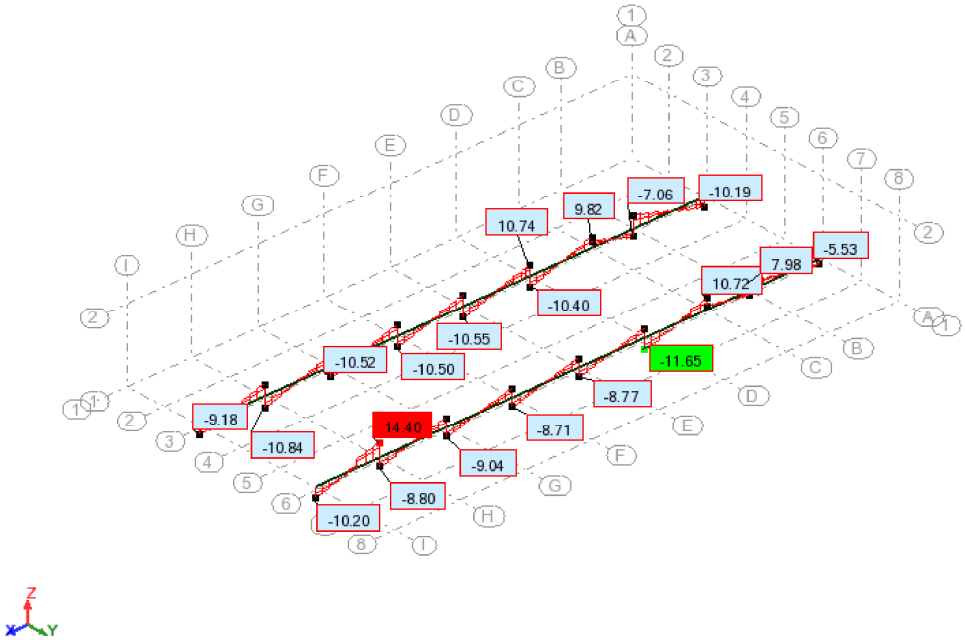
Rys. 4.11. Wyniki ekstremalnych momentów zginających w żebrach - SGN.



Rys. 4.12. Wyniki ekstremalnych sił poprzecznych w żebrach - SGN.



Rys. 4.13. Przykładowe rozkłady momentów zginających w żebrach - SGN.



Rys. 4.14. Przykładowe rozkłady sił poprzecznych w żebrach - SGN.

Sprawdzenie warunków nośności przekroju żelbetowego na zginanie

Ekstremalny moment przęsłowy

Dane:

Beton - klasa B10

$f_{cd} := 5.8MPa$ $f_{ck} := 7.6MPa$ $f_{ctd} := 0.58MPa$

Stal - klasa AI

$f_{yk} := 240MPa$ $f_{yd} := 210MPa$ $E_s := 200 \cdot GPa$

$A_{s1} := 1.12cm^2$ $b := 10cm$ $d := 32cm$ $M_{Sd} := 11.16kNm$

$\varepsilon_{cu3} := 0.0035$ $\varepsilon_{sy} := \frac{f_{yd}}{E_s}$ $\lambda := 0.8$

$\xi_{eff} := \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot b \cdot d}$ $\xi_{eff} = 0.127$

$\xi_{eff.lim} := \lambda \cdot \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + |\varepsilon_{sy}|}$ $\xi_{eff.lim} = 0.615$

$$\xi_{eff} \le \xi_{eff.lim} = 1$$

$$M_{Rd} := \xi_{eff} \cdot (1 - 0.5 \cdot \xi_{eff}) \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \qquad M_{Rd} = 7.05 \cdot kNm$$

$M_{Sd} < M_{Rd} = 0$ Warunek niespełniony

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 1.583$$

Sprawdzenie warunków nośności na ścinanie

Dane:

Beton - klasa B10

$f_{cd} := 5.8MPa$ $f_{ck} := 7.6MPa$ $f_{ctd} := 0.58MPa$

Stal - klasa AI

$f_{yk} := 240MPa$ $f_{yd} := 210MPa$ $E_S := 200 \cdot GPa$

$f_{ywk} := 240MPa$ $f_{ywd} := 210MPa$

$b_w := 0.1m$ $d := 0.32m$ $\sigma_{cp} := 0MPa$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na rozciąganie betonu powstające przy ścinaniu w elemencie nie mającym poprzecznego zbrojenia na ścinanie.

$A_{sL} := 1.13cm^2$ $k := 1$

stopień zbrojenia $\rho_L := \frac{A_{sL}}{b_w \cdot d}$ $\rho_L < 0.01 = 1$ $\rho_L = 3.531 \times 10^{-3}$

$V_{Sd} := 19.9kN$

$$V_{Rd1} := \left[0.35 \cdot k \cdot f_{ctd} \cdot (1.2 + 40\rho_L) + 0.15\sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d \qquad V_{Rd1} = 8.713 \cdot kN$$

$V_{Sd} < V_{Rd1} = 0$ Warunek niespełniony

Występują odcinki II rodzaju

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na ściskanie betonu powstające przy ścinaniu w elemencie zginanym.

Przyjęto: $\Theta := 45$ $ctan(\Theta) := 1$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \qquad \nu = 0.571$$

$z := 0.9 \cdot d \qquad z = 0.288\,m$

$$V_{Rd2} := \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{ctan(\Theta)}{1 + (ctan(\Theta))^2} \qquad V_{Rd2} = 47.707 \cdot kN$$

$V_{Sd} < V_{Rd2} = 1$ Warunek spełniony

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na rozciąganie poprzecznego zbrojenia na ścinanie.

Przyjęto: $A_{sw} := 1.13cm^2 \qquad s := 0.3m$

$$V_{Rd3} := \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot ctan(\Theta) \qquad V_{Rd3} = 22.781 \cdot kN$$

$V_{Sd} < V_{Rd3} = 1$ Warunek spełniony

Przeprowadzone obliczenia nośności żeber stropu nad salą koncertową wykazał przekroczenie ich nośności. Należy jednak podkreślić, że przyjęty układ zbrojenia rozciąganego w analizowanym elemencie (1 pręt Ø12 mm) został zaczerpnięty z archiwalnej dokumentacji technicznej dotyczącej analizowanego stropu i w związku z tym istnieje prawdopodobieństwo, że w żebrach może występować większa ilość prętów zbrojeniowych. W celu dokładnego określenia nośności żeber należałoby wykonać pełną odkrywkę układu zbrojenia, co wiąże się z koniecznością podjęcia prac naruszających aktualny wystrój sali koncertowej.

Ze względu na brak danych nie przeprowadzono analizy nośności dla ściągów.

5. Badania uwarstwienia przegród budowlanych

Przeprowadzone badania obejmowały określenie uwarstwienia poszczególnych przegród budowlanych. W tabelach 5.1÷5.4 przedstawiono typowe uwarstwienia dla stropu nad salą koncertową, stropu poniżej sali koncertowej, ściany od strony ul. Zwierzynieckiej w przekroju filara międzyokiennego oraz ściany od strony ul. Zwierzynieckie w przekroju okna.

Tabela 5.1. Uwarstwienie stropu skrzynkowego nad salą koncertową

Strop skrzynkowy nad salą koncertową	
Rodzaj warstw	Grubość [cm]
Wylewka	2
Trocinobeton	3
Płyta żelbetowa	5
Deskowanie tracone	1,5
Pustka między żebrami	26,5
Deskowanie tracone	1,5
Wykończenie kasetonami	brak danych
Σ	39,5

Tabela 5.2. Uwarstwienie stropu kasetonowego poniżej sali koncertowej

Podłoga sali koncertowej	
Rodzaj warstw	Grubość [cm]
Parkiet	2
Deska rusztu drewnianego	1,5
Pustka	14,5
Płyta żelbetowa	15
Pustka	105
Grunt zasypowy	brak danych
Σ	138

Tabela 5.3. Uwarstwienie ściany od strony ul Zwierzynieckiej

Ściana od ul. Zwierzynieckiej	
Rodzaj warstw	Grubość [cm]
Tynk wewnętrzny	2
Cegła pełna	90
Tynk zewnętrzny	brak danych
Σ	92÷95

Tabela 5.4. Uwarstwienie ściany od strony ul Zwierzynieckiej – zabudowa okna

Ściana od ul. Zwierzynieckiej zabudowa okna	
Rodzaj warstw	Grubość [cm]
Tynk	2
Cegła kratówka	12
Wełna mineralna na ruszcie	14
Okno drewniane	brak danych
Σ	-

6. Warunki wodno-gruntu przy zewnętrznej ścianie budynku

Ocenę warunków wodno-gruntowych przeprowadzono na podstawie opinii hydrogeologicznej wykonanej w lipcu 2011 roku przez Przedsiębiorstwo Usługowe „GEO SAN" oraz wykonanej odkrywki ściany fundamentowej od strony dziedzińca budynku. Ponadto zaprojektowano dodatkowe badania geotechnicznego w rejonie analizowanego obiektu w celu weryfikacji określonych warunków wodno-gruntowych oraz określeniu parametrów zalegających gruntów. W związku z koniecznością opracowania „Projektu czasowej zmiany organizacji ruchu na czas wykonania badań geotechnicznych podłoża gruntowego w ul. Straszewskiego i ul. Zwierzynieckiej w Krakowie", który podlega opiniowaniu przez Policję oraz ZIKiT - Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, badanie te zostaną wykonane po otrzymaniu stosownych zgód.

Opinię hydrogeologiczną opracowana na podstawie:

- odkrywki fundamentowej pogłębionej wierceniem penetracyjnym,
- analizy makroskopowej o kontrolnych badaniach laboratoryjnych próbek gruntu,
- badań archiwalnych: Dokumentacja Geologiczno-Inżynierska dla projektu budowy budynku mieszkalno-usługowego przy Placu na Groblach w Krakowie, GEO SAN, 2008 r.

Badany teren obejmował podłoże gruntowe istniejącego III kondygnacyjnego budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie. Morfologicznie jest to fragment terasy zalewowej rzeki Wisły.

6.1. Budowa geologiczna

Głębokie podłoże budują morsie osady Miocenu reprezentowane prze iły, których strop w tym rejonie według danych archiwalnych występują na głębokości ok. 12,0 m ppt. Wyżej zalegają osady rzeczne reprezentowane przez pospółki i żwiry przykryte piaskami różnoziarnistymi i madami gliniastymi.

Pod powierzchnią piwnic wystąpiły nasypy piaszczysto-gruzowe w stanie luźnym. Potwierdziła to również wykonana odkrywka części ścian fundamentowych (rys. 6.1)

Rys. 6.1. Warstwy nasypowe piaskowo-gruzowe podłoża gruntowego 0,0÷2,0 m ppt.

6.2. Warunki wodne

W czasie wykonywania badań terenowych (lipiec 2011 r.) w wykonanym wykopie do głębokości 3,0 m poniżej poziomu piwnicy (kotłowni) wierceniu penetracyjnym swobodny poziom zwierciadła wody gruntowej wystąpiły w piaskach na głębokości 2,6 m poniżej poziomu piwnicy. Stwierdzony poziom zwierciadła wody należy przyjąć jako średni. W okresach wysokich stanów powodziowych na rzece Wiśle poziom zwierciadła wody gruntowej może podnieść się do 1,0 m w górę od stanu stwierdzonego.

6.3. Charakterystyka warunków geotechnicznych

Charakterystykę i klasyfikację warunków geotechnicznych przeprowadzono na podstawie badań terenowych – wiercenia penetracyjnego, badań makroskopowych, sondowania dynamicznego piasków sondą stożkową.

Występujące w podłożu grunty rodzime zaliczono do dwóch warstw geotechnicznych. Kryterium podziału była geneza, rodzaj i stan gruntu. Dla piasków parametrem wiodącym był stopień zagęszczenia określony na podstawie badań sondą dynamiczną SL.

<u>Warstwa geotechniczna nr I</u> – to średnio zagęszczone na pograniczu luźnych piaski drobne. Stopień zagęszczenia piasków tej warstwy I_D = 0,35. Wystąpiły one w odkrywce A pod nasypami i pod fundamentem filara i ściany piwnicznej na głębokości 1,15 m poniżej poziomu ich posadowienia w formie warstwy o miąższości 0,5 m.

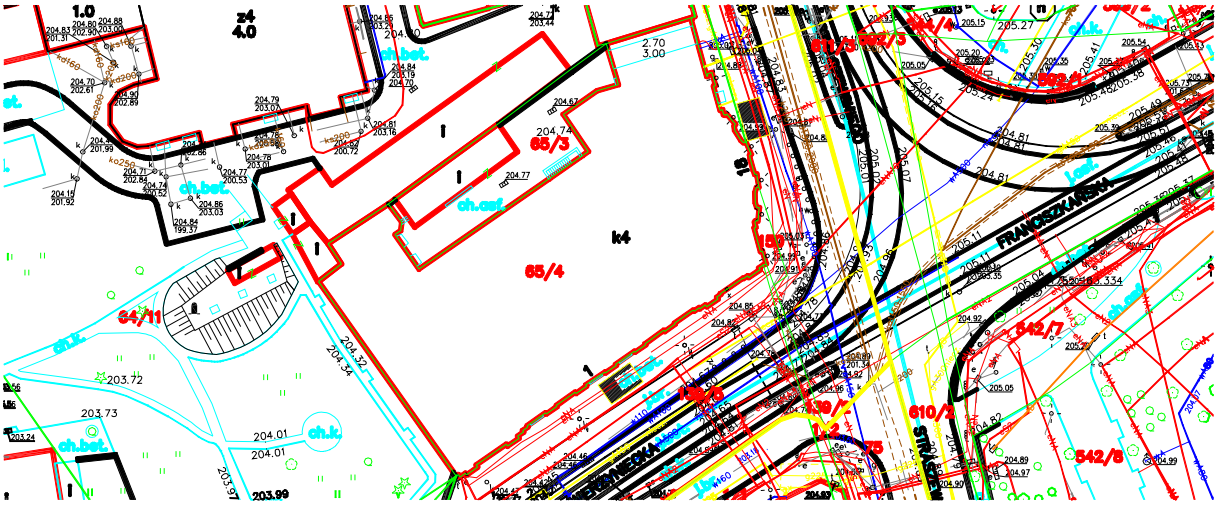
Warstwa geotechniczna nr II – to średnio zagęszczone piaski drobne. Wystąpiły one pod piaskami warstwy nr Ina głębokości 1,6 m poniżej poziomu piwnicy. Stopień zagęszczenia piasków tej warstwy wynosi I_D = 0,60. Do głębokości 3,0 m poniżej poziomu piwnicy nie zostały one przewiercone.

Parametry geotechniczne gruntów poszczególnych warstw wyznaczono metodą A i B zgodnie z normami PN-81/B-03020 i PN-83/B-02482. Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych w tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Parametry geotechniczne gruntów poszczególnych warstw

Profil stratygraficzno-litologiczny	Opis litologiczno-genetyczno-stratygraficzny	Nr warstwy	Symbol gruntu	Stopień zagęszczenia I_D	Wilgotność naturalna [%]	Gęstość objętościowa [t/m³]	Kąt tarcia wewnętrznego [⁰]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej [kPa]
czwartorzęd	piaski – osady rzeczne	I	Pd	0,35	15	1,80	28	36000
		II	Pd	0,60	14	1,80	31	65000

W celu weryfikacji aktualnego rozpoznania warunków gruntowo-wodnych zaprojektowano dodatkowym program badań, który będzie obejmował wykonanie badań geotechnicznych podłoża gruntowego znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie budynku Filharmonii. Badania będą obejmowały wykonania 2 otworów rdzeniowych do głębokości ok. 10,0 m ppt po jednym od ul. Zwierzynieckiej i ul. Straszewskiego (rys. 6.2). Ponadto od ul. Zwierzynieckiej przewiduje się wykonanie sondowania sondą CPTU do głębokości ok. 10,0 m ppt.



Rys. 6.2. Lokalizacja dodatkowych badań geotechnicznych.

7. Analiza zaistniałych uszkodzeń

Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych oraz badań in-situ stwierdzono zawilgocenia ścian fundamentowych. Zawilgocenie w obiekcie występuje w obrębie piwnic i jest wyczuwalne oraz widoczne makroskopowo. Podniesiona wilgotność jest przyczyną uszkodzeń tynków (odspojenia, pęcznienie, odparzenia) oraz rozwoju grzybów i pleśni. Najwięcej uszkodzeń zarejestrowano w obrębie ścian zewnętrznych oraz w pomieszczeniach mało wentylowanych.

Rys. 7.1. Widok przykładowych uszkodzeń wywołanych dużą wilgotnością – odspojenia tynków na ścianie zewnętrznej

Rys. 7.2. Widok przykładowych uszkodzeń wywołanych dużą wilgotnością – odspojenia tynków w pomieszczeniu mało wentylowanym

Rys. 7.3. Widok przykładowych uszkodzeń wywołanych dużą wilgotnością – odspojenia tynków, rozwój grzybów pleśniowych

Rys. 7.4. Widok warstw izolacyjnych fundamentów – wyraźnie widoczna woda znajdująca się pomiędzy izolacją a ścianą fundamentową

Badania zawilgocenia ścian przeprowadzono następującymi metodami:

- metodą dielektryczną za pomocą wilgotnościomierza firmy Laserlink,
- metodą termograficzną za pomocą kamery termowizyjnej firmy FLIR,
- metodą laboratoryjną suszarkowo-wagową.

W metodzie dielektrycznej badania wilgotności materiału wykorzystuje się zmiany częstotliwości rezonansowej obwodu elektrycznego wywołane wzrostem lub spadkiem pojemności w obwodzie, a zatem i właściwości dielektrycznych materiału pod wpływem zmian jego wilgotności. Należy podkreślić, że w tej

metodzie wykorzystując czujniki powierzchniowych możliwe jest określenie wilgotności materiału do głębokości około 4,0 cm. W tym przypadku metoda dielektryczna wykorzystywana jest do określania zawartości wilgoci w przypowierzchniowych warstwach materiału.

W metodzie termograficznej wilgotność materiału możliwa jest do wykrycia dzięki następującym cechom:

- oziębieniu powierzchni przez odparowanie,
- zmianie przewodnictwa cieplnego zawilgoconego materiału,
- zmianie masy (bezwładności cieplnej) zawilgoconego materiału.

Badanie wilgotności metodą suszarkowo-wagową wg normy PN-EN ISO 12570 Cieplno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych -- Określanie wilgotności przez suszenie w podwyższonej temperaturze, uznawane jest za najdokładniejszą metodę pomiaru wilgotności. Badanie wykonuje się poprzez określenie masy próbek w stanie zawilgoconym z dokładnością do 0,01 g, a następnie suszeniu w temperaturze 105°C z dokładnością ±2°C, w dalszej kolejności określa się po uzyskaniu stałej masy.

$$w = \frac{m_w - m_0}{m_0} \cdot 100\%$$

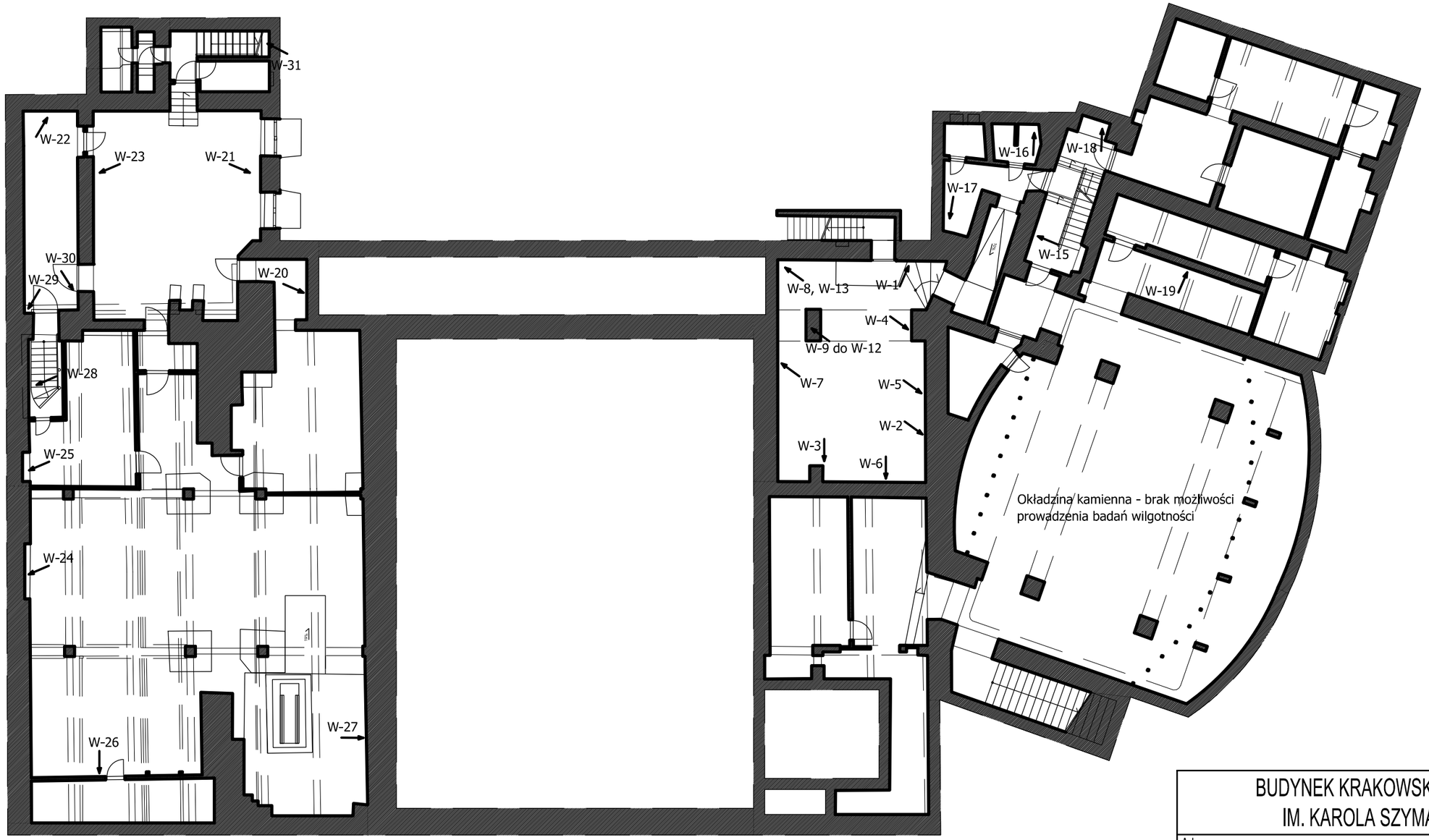
gdzie:
w – wilgotność próbki,
m_w – masa próbki wilgotnej [g],
m_0 – masa próbki suchej[g].

Badanie przeprowadzono dla ścian zewnętrznych oraz wewnętrznych na kondygnacji piwnicy i parteru. W pierwszej kolejności dokonano oceny makroskopowej oraz wykonano zdjęcia termograficzne co przedstawia tabela 7.2. W miejscach wybranych losowo oraz tych o widocznie podwyższonej wilgotności dokonano pomiaru przy użyciu wilgotnościomierza – zestawienie wyników w tabeli 7.2. W celu weryfikacji badań nieniszczących pobrano po 4 próbki z cegieł oraz 4 próbki tynku. Próbki ceglane pochodziły ze ściany fundamentowej i pobrano je w trakcie wykonywania odkrywki. Próbki tynków pobrane zostały w pomieszczeniach gospodarczych, poprzez odkucie, lokalizację poboru próbek oznaczono na rysunkach 7.6, 7.7.

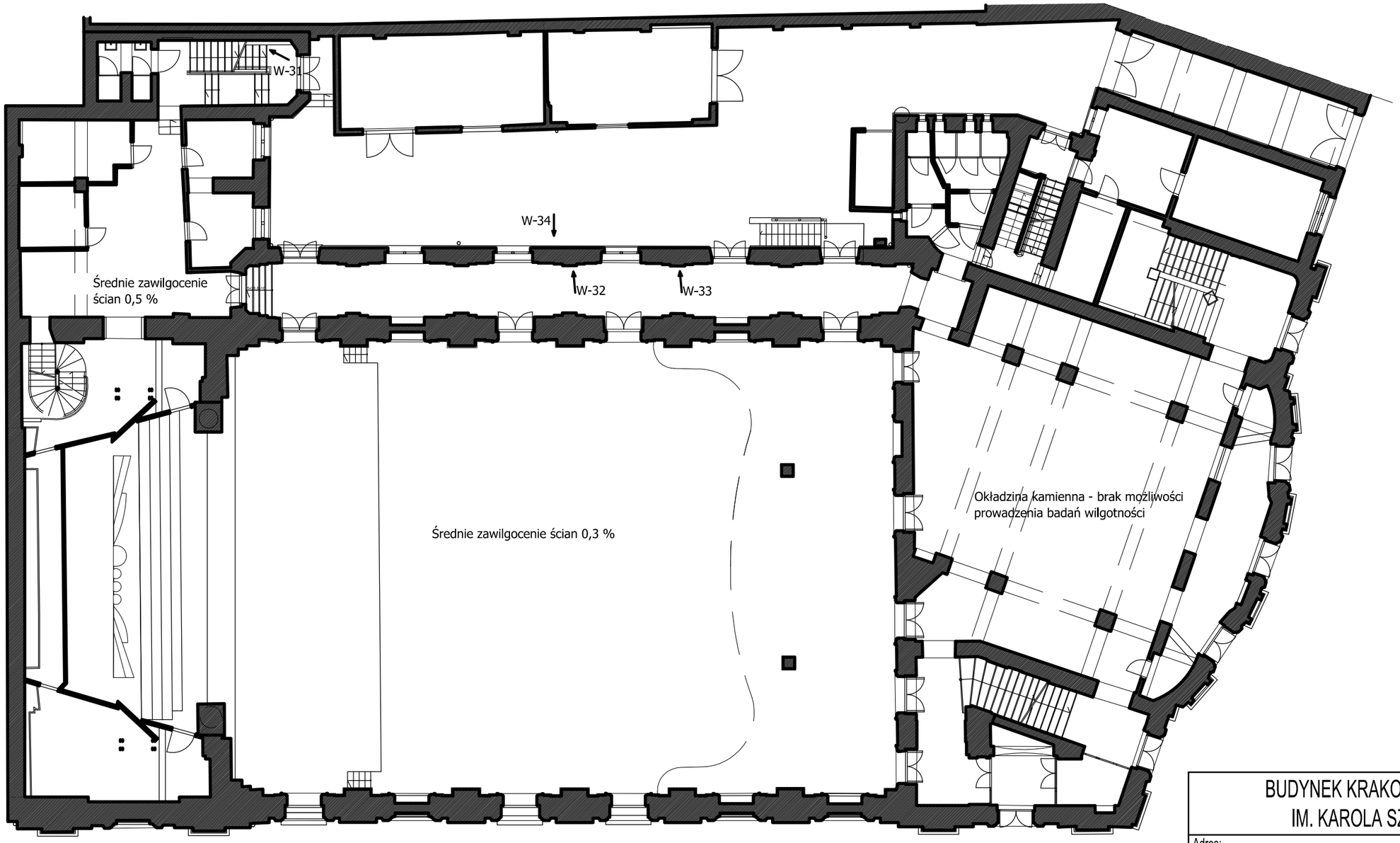
Rys. 7.5. Próbki poddane badaniu metodą suszarkowo-wagową.

Tabela 7.1. Wyniki badań wilgotności cegieł ceramicznych i tynków metodą suszarkowo-wagową.

Typ próbki/lokalizacja	Masa próbki wilgotnej [g]	Masa próbki suchej [g]	Wilgotność [%]	**Średnia wilgotność [%]**
Cegła/Ściana fundamentowa	16,62	15,01	9,68	**10,89**
Cegła/Ściana fundamentowa	5,40	4,81	10,91	
Cegła/Ściana fundamentowa	39,45	34,76	11,90	
Cegła/Ściana fundamentowa	14,75	13,11	11,11	
Tynk/Kotłownia (W1)	2,23	1,99	10,99	**10,24**
Tynk/Korytarz (W15)	1,76	1,59	9,77	
Tynk/Kotłownia (W13)	8,97	7,95	11,37	
Tynk/Toaleta (W16)	11,57	10,55	8,82	



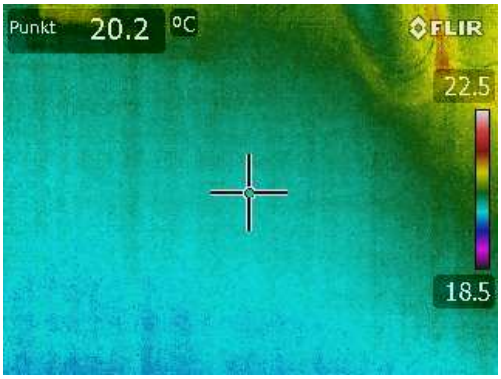
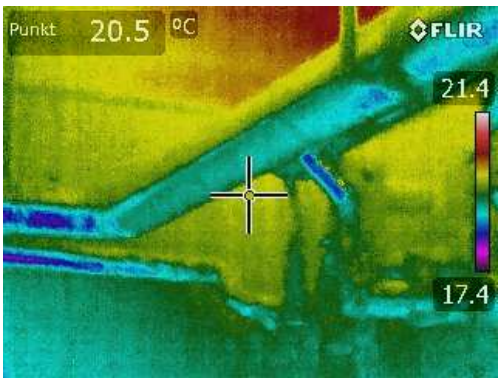
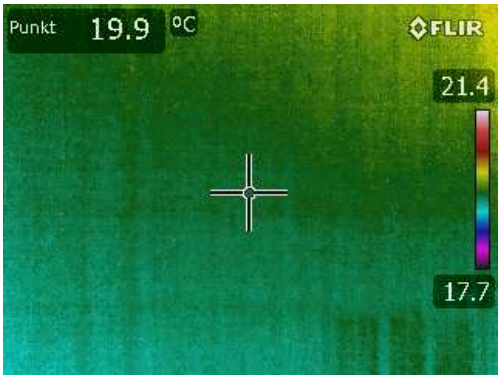
BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO		
Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Badanie zawilgocenia ścian - piwnica	Numer: 7.6

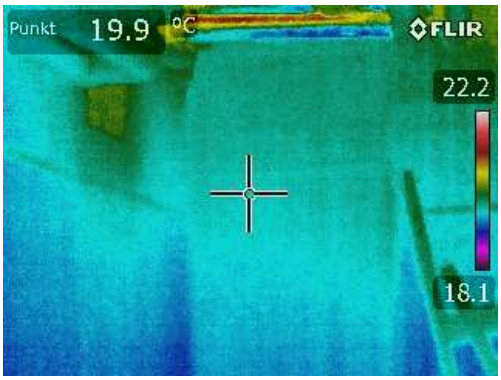
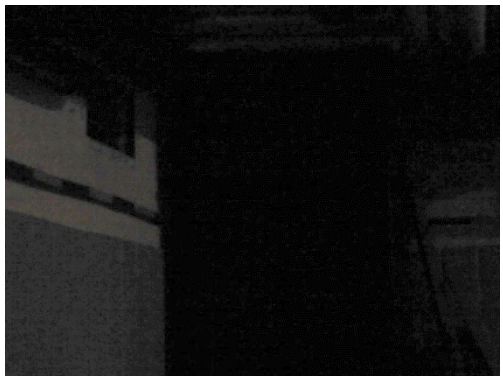
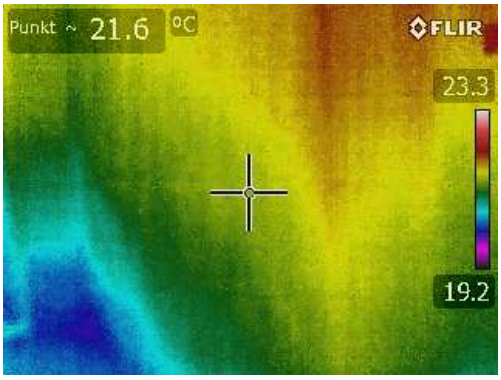
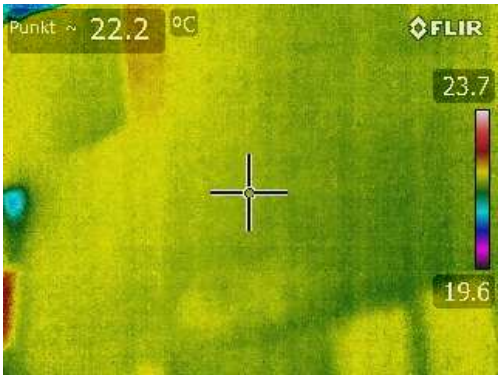


BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO

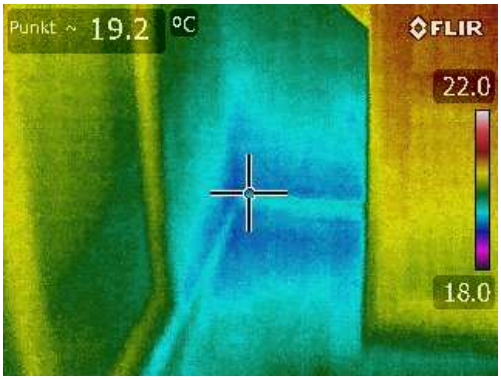
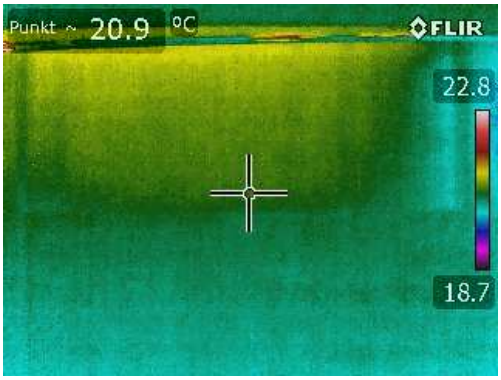
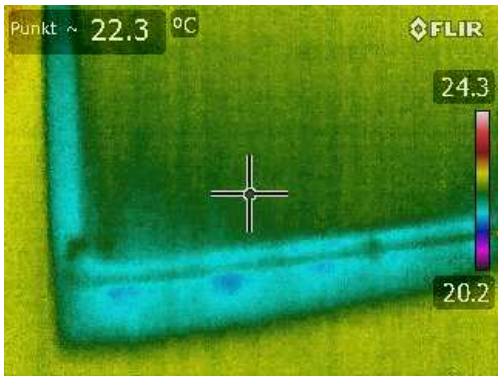
Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Badanie zawilgocenia ścian - parter	Numer: 7.7

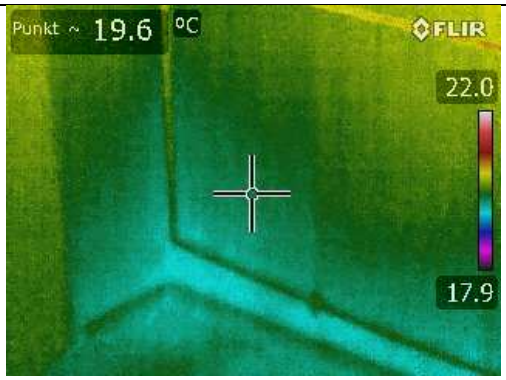
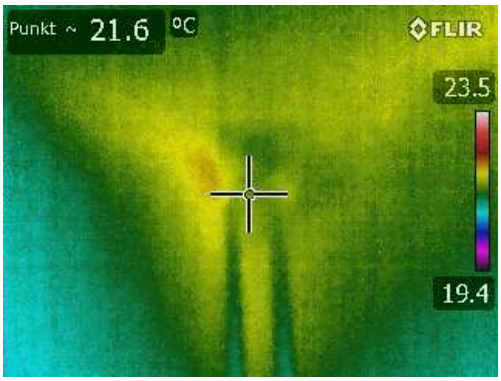
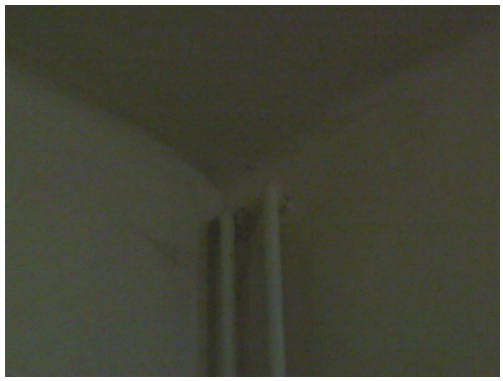
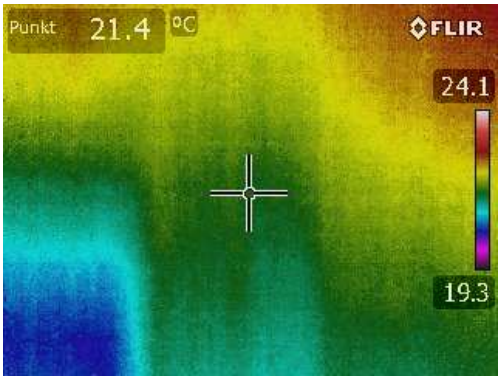
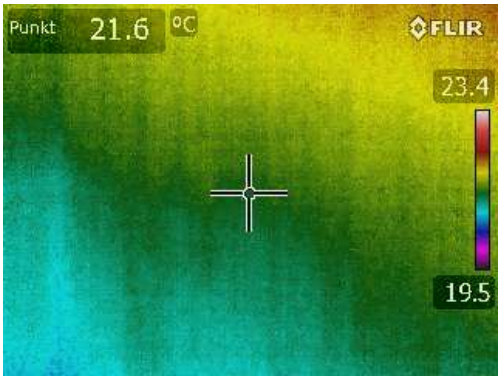
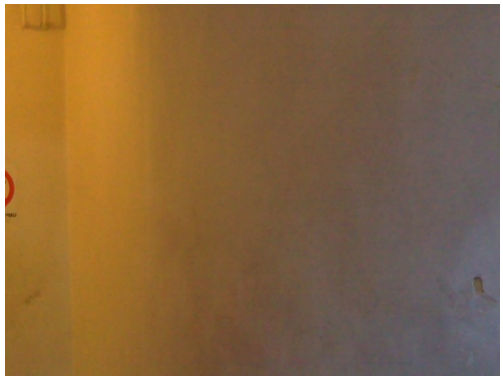
Tabela 7.2. Badania zawilgocenia ścian obiektu

Badania zawilgocenia ścian obiektu		
W1	 Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,91% Wilgotność metodą suszarkowo-wagową: 10,99%
W2	 Termogram	Wilgotność metodą dielektryczną: 1,1%
W3	Wilgotność metodą dielektryczną: 2,15 %	
W4	 Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: 1,08 %
W5	Wilgotność metodą dielektryczną: 0,5 %	
W6	Wilgotność metodą dielektryczną: 0,75 %	

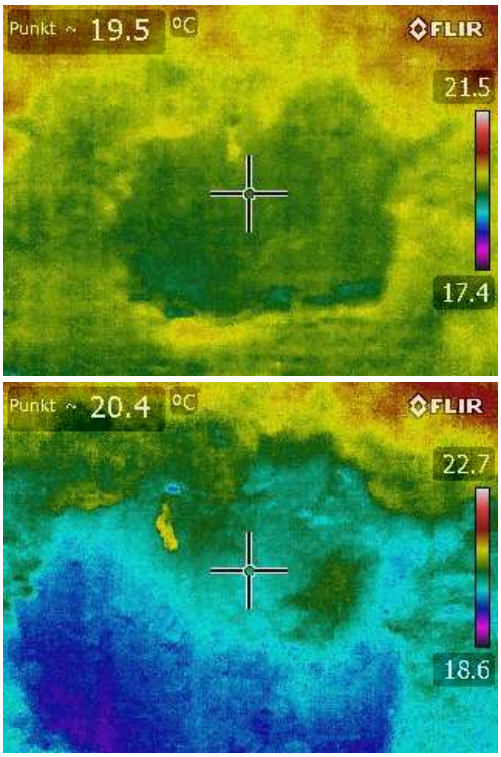
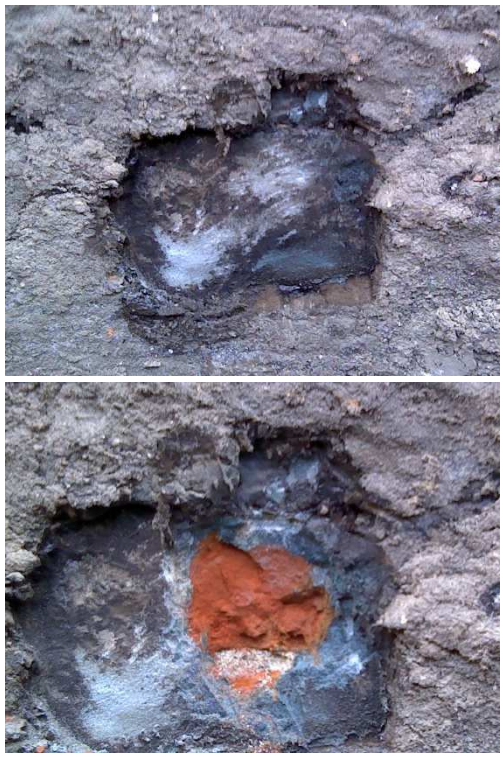
W7	  Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %
W8	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %	
W9	Wilgotność metodą dielektryczną: 5,21 %	
W10	Wilgotność metodą dielektryczną: 1,39 %	
W11	Wilgotność metodą dielektryczną: 2,73 %	
W12	Wilgotność metodą dielektryczną: 2,90 %	
W13	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 % Wilgotność metodą suszarkowo-wagową: 11,37%	
W14	Wilgotność metodą dielektryczną: 6,9 %	
W15	 Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 % Wilgotność metodą suszarkowo-wagową: 9,77%
W16	 Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 % Wilgotność metodą suszarkowo-wagową: 8,87%

W17	 Zdjęcia cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %
W18	 Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %
W19	 Zdjęcia cyfrowe	Wilgotność ścian metodą dielektryczną: >8,9 % Wilgotność sufitu metodą dielektryczną: 3,77 %
W20	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %	
W21	Wilgotność metodą dielektryczną: przy podłodze >8,9 % Wilgotność metodą dielektryczną: na wysokości 1,8m 3 %	

W22	 Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %
W23	Wilgotność metodą dielektryczną: 0,33 %	
W24	Wilgotność metodą dielektryczną: 6,5 %	
W25	 Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: 6,0 %
W26	Wilgotność metodą dielektryczną: 0,28 %	
W27	Wilgotność metodą dielektryczną: 0,31 %	
W28	 Termogram Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: 1,0 %

W29	 Termogram	 Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %
W30	 Termogram	 Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: >8,9 %
W31	  Termogram	  Zdjęcie cyfrowe	Wilgotność metodą dielektryczną: do poziomu gruntu >8,9 % Wilgotność metodą dielektryczną: powyżej poziomu gruntu 2,5 %

W32	W33
Termogram	Termogram
Zdjęcie cyfrowe	Zdjęcie cyfrowe
Wilgotność metodą dielektryczną: przy cokole 3,67 % Wilgotność metodą dielektryczną: na wysokości 1,5m 0,49 %	Wilgotność metodą dielektryczną: przy cokole 7,29 % Wilgotność metodą dielektryczną: na wysokości 1,5m 0,32 %

W34	  Termogram Zdjęcie cyfrowe	Średnia wilgotność metodą suszarkowo-wagową: 10,89%

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów można stwierdzić, że badane ściany charakteryzowały się zmienną wilgotnością. W poziomie piwnicy w miejscach występowania największych uszkodzeń, szczególnie na ścianach zewnętrznych wykończonych tynkiem gipsowym zarejestrowano znacznie podwyższony poziom zawilgocenia wynoszący niejednokrotnie więcej niż 8,9%. Najwyższa zarejestrowana wilgotność tynków wyniosła 11,37% natomiast największa wilgotność elementów murowych wyniosła 11,11%. W poziomie parteru rejestrowano średnią wilgotność wynoszącą ok. 0,5%, jedynie lokalnie uzyskano wyższe zawilgocenia w obrębie cokołów filarów między okiennych od strony dziedzińca (W32-W33). Badania wykazały wyraźnie wpływ niewystarczającej izolacji pionowej na zawilgocenie ścian, bardzo dobrze obrazuje to punkt pomiarowy W31, w którym mocno zawilgocony występuje do poziomu gruntu a powyżej stopień zawilgocenia maleje.

Należy podkreślić, że zarówno elementy ceramiczne jak i tynki gipsowe nie powinny być narażone na bezpośrednie działanie wody. Tynki gipsowe mogą jedynie funkcjonować w warunkach wilgotności względnej powietrza do 70%. Przy takiej wilgotności powietrza tynk nie przekracza krytycznego dla niego poziomu 2% wilgotności. W przypadku wyższej wilgotności tynku można się spodziewać spadku jego wytrzymałości mechanicznej nawet o 50%. Ponadto należy liczyć się z utratą przyczepności do podłoża oraz jego spękaniem i pęcznieniem. Wpływ wilgotności na elementy murowe ceramiczne również jest znaczny, zawilgocenie powoduje nie tylko spadek właściwości mechanicznych, ale również termoizolacyjnych. Znaczne zawilgocenie murów sprzyja również wykwitom solnym, które są niezwykle niebezpieczne ze względu na destrukcyjnych charakter względem materiału.

Tabela 7.3. Zestawienie punktów pomiarowych wraz z klasyfikacją zawilgocenia

Stopień	Wilgotność masowa U_m[%]	Klasyfikacja zawilgocenia	Punkt pomiarowy
I	0÷3	Mur o dopuszczalnej wilgotności	W2, W3, W4, W5, W6, W10, W11, W12, W23, W26, W27, W28,
II	3÷5	Mur o podwyższonej wilgotności	W32
III	5÷8	Mur średnio zawilgocony	W9, W14, W24, W25, W33
IV - V	8÷12	Mur mocno zawilgocony i mur mokry	W1, W7, W8, W13, W15-W22, W29, W30, W31, W34

8. Podsumowanie i wnioski końcowe

Celem pracy było wykonanie ekspertyzy geotechnicznej i konstrukcyjnej dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie. Na podstawie wizji lokalnych, niszczących i nieniszczących badań materiałowych, analizy uzyskanych wyników oraz analizy stateczności i nośności elementów konstrukcyjnych można sformułować następujące wnioski:

1. Przeprowadzone badania elementów konstrukcyjnych umożliwiły określenie układów konstrukcyjnych zastosowanych w budynku Filharmonii w Krakowie. Dach budynku w części nad salą koncertową wykonany jest w formie drewnianej więźby o układzie kleszczowo-płatwiowym od strony ul. Zwierzynieckiej i krokwiowo-płatwiowym od strony ul. Smoleńsk. Konstrukcja przekrycia dachu w części frontowej jest wykonana w formie drewnianej więźby o układach mieszanych.
2. Na podstawie uzyskanych wyników próbek pobranych z więźby dachowej oszacowano klasę drewna na C27. Należy jednak pamiętać, że ze względu na uszkodzenia niektórych elementów więźby, wskutek pożaru jaki miał miejsce w grudniu 1991 roku, niektóre elementy zostały wymienione na nowe o nieznanej klasie. Nie powinno to jednak istotnie wpływać na aktualną nośność więźby dachowej.
3. Na podstawie uzyskanych wyników badań rezystograficznych można stwierdzić, że drewno zastosowane na więźbę dachową cechuje się dużą jednorodnością oraz nie posiada znaczących uszkodzeń i ubytków. Należy podkreślić, że badaniom poddano zarówno elementy nienaruszone wskutek pożaru z 1991 roku jak i zwęglone powierzchniowo wskutek działania ognia i wysokich temperatur.
4. W trakcie badań wilgotności więźby dachowej żaden z elementów nie wykazał podwyższonego poziomu zawilgocenia. Należy jednak mieć na uwadze, że badania prowadzone były w trakcie wyjątkowo upalnego lata. Makroskopowo nie stwierdzono występowania zacieków oraz wynikających z nich zawilgoceń czy też korozji biologicznej elementów drewnianych.
5. Przeprowadzone obliczenia nośności wybranego fragmentu więźby dachowej znajdującej się nad salą koncertową wykazały rezerwę nośności poszczególnych elementów konstrukcyjnych a jedynie płatew pośrednia znajdująca się w części strychu „prawego” wykazała przekroczenie stanu granicznego nośności. Należy jednak podkreślić, że przekroczenie SGN konstrukcji oznacza niespełnienie wymagań projektowych, co w probabilistycznym ujęciu oznacza przekroczenie

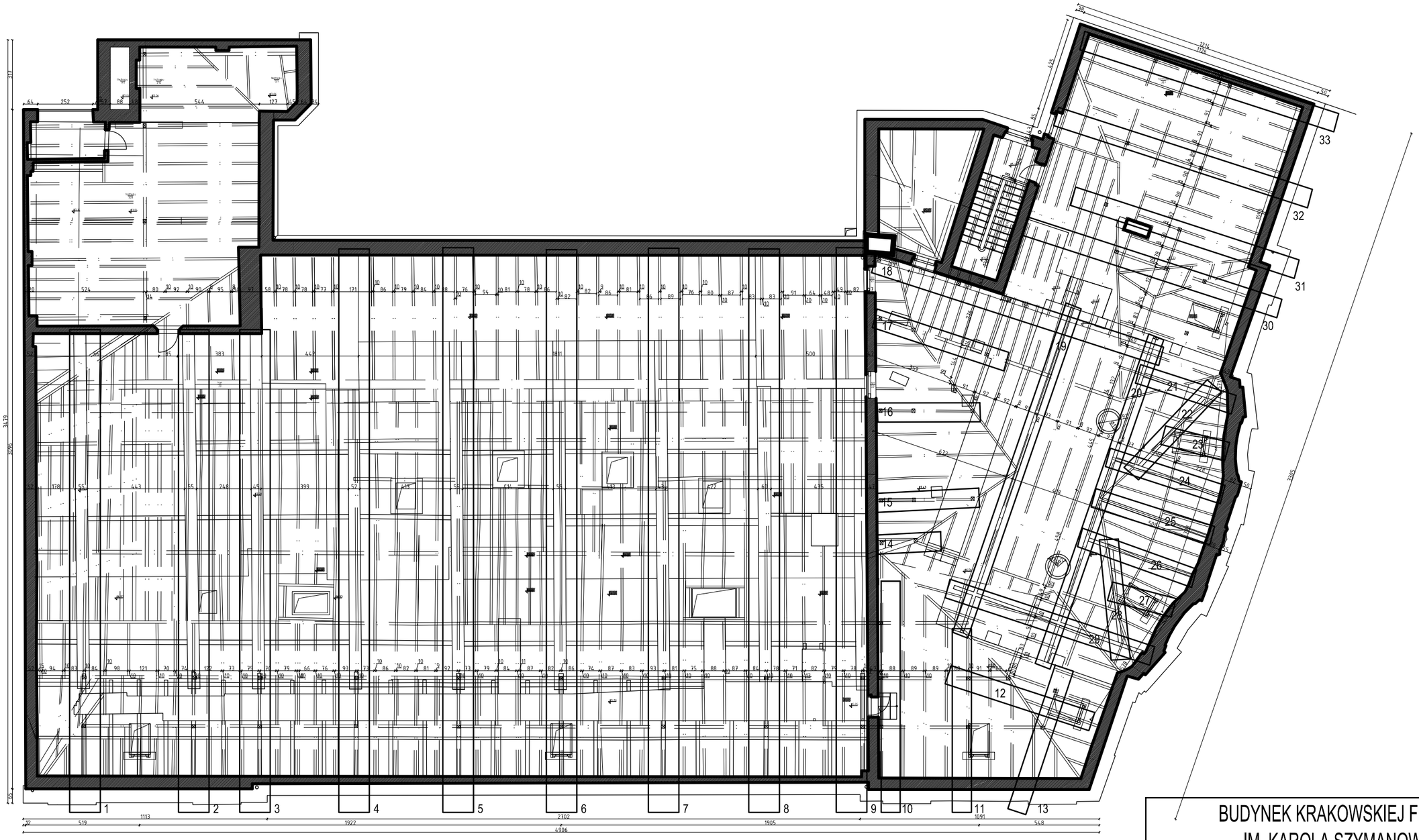
założonego prawdopodobieństwa zniszczenia konstrukcji. Zaleca się wzmocnienie przedmiotowej płatwi lub nie dopuszczanie do zalegania zbyt dużej ilości śniegu na połaci dachowej od strony dziedzińca.

6. W części frontowej układ konstrukcyjny jak i materiałowy więźby dachowej nie ulegał dotychczas zmianie, co pozwala stwierdzić, że ze względu na zastosowane przekroje, klasę drewna, brak widocznych ugięć czy też innych uszkodzeń więźba dachowa cechuję się rezerwą nośności.
7. Główny układ konstrukcyjny znajdujący się bezpośrednio nad salą koncertową składa się z bezprzegubowych łukowych dźwigarów głównych o przekroju 55×140 cm rozmieszczonych poprzecznie co ok. 4,68 m (nad sceną lokalnie zagęszczone) opartych na słupach żelbetowych.
8. Na podstawie wykonanych odkrywek zbrojenia stwierdzono występowanie w spodniej części dźwigarów 3 lub 4 prętów Ø28 mm ze stali klasy A-I. W górnej części dźwigarów występują 3 pręty Ø28 mm. Występujący układ zbrojenia został również potwierdzony w badaniach elektromagnetycznych.
9. Przeprowadzone badania próbek rdzeniowych pobranych z analizowanych dźwigarów pozwalają stwierdzić, że beton zastosowany na elementy konstrukcyjne charakteryzuje się średnią wytrzymałością na ściskanie na poziomie 12,30 MPa. Można zatem oszacować klasę zastosowanego betonu na B10.
10. Przeprowadzone obliczenia nośności układu konstrukcyjnego znajdującego się nad salą koncertową wykazały rezerwę nośności analizowanych dźwigarów łukowych.
11. W osiach łuków poprowadzone są ściągi żelbetowe o przekroju 45×61 cm (nad sceną) oraz odpowiednio 85×75 cm (nad widownią). Ściągi żelbetowe podwieszone są do łuków przy pomocy cięgien stalowych Ø28. Powoduje to, że ściągi te spełniają rolę podciągów nad widownią. Pomiędzy ściągami poprowadzone są żebra żelbetowe o przekroju 10×35 cm w rozstawie co ok. 55 cm.
12. Przeprowadzone obliczenia nośności stropu znajdującego się bezpośrednio nad salą koncertową wykazały przekroczenia nośności żeber znajdujących się pomiędzy ściągami. Należy jednak podkreślić, że przyjęty układ zbrojenia rozciąganego w analizowanym elemencie (1 pręt Ø12 mm) został zaczerpnięty z archiwalnej dokumentacji technicznej dotyczącej analizowanego stropu i w związku z tym istnieje prawdopodobieństwo, że w żebrach może występować większa ilość prętów zbrojeniowych. W celu dokładnego określenia nośności żeber należałoby wykonać pełną odkrywkę układu zbrojenia w elementach składowych stropu (żebra, ściągi).
13. Ze względu na wysokie wytężenia elementów stropu znajdującego się bezpośrednio nad salą koncertową nie dopuszcza się zmian dotychczasowego sposobu użytkowania stropu bez zastosowania dodatkowych wzmocnień. Nie zaleca się także wprowadzać dodatkowych obciążeń stropu.
14. Na podstawie przeprowadzonych badań elektromagnetycznych można stwierdzić, że w stropie najwyższej kondygnacji w części frontowej występują układy mieszane - płyty żelbetowe oparte na belkach i ścianach oraz stropy skrzynkowe żelbetowe.
15. Ze względu na brak możliwości dokładnego rozeznania układu zbrojenia w stropach skrzynkowych znajdujących się w części frontowej najwyższej kondygnacji, w przypadku zmiany wartości i sposobu ich obciążania, należy wykonać pełną odkrywkę układu zbrojenia w elementach składowych stropu. W innym przypadku zaleca się opracowanie nowego układu konstrukcyjnego przenoszącego obciążenia bezpośrednio na ściany i belki znajdujące się poniżej.

16. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wilgotności ścian fundamentowych można stwierdzić, że badane ściany charakteryzowały się zmienną wilgotnością. W poziomie piwnicy w miejscach występowania największych uszkodzeń, szczególnie na ścianach zewnętrznych wykończonych tynkiem gipsowym zarejestrowano znacznie podwyższony poziom zawilgocenia wynoszący niejednokrotnie więcej niż 8,9%. Najwyższa zarejestrowana wilgotność tynków wyniosła 11,37% natomiast największa wilgotność elementów murowych wyniosła 11,11%. W poziomie parteru rejestrowano średnią wilgotność wynoszącą ok. 0,5%, jedynie lokalnie uzyskano wyższe zawilgocenia w obrębie cokołów filarów między okiennych od strony dziedzińca (W32-W33). Badania wykazały wyraźnie wpływ niewystarczającej izolacji pionowej na zawilgocenie ścian.
17. Charakterystykę i klasyfikację warunków geotechnicznych przeprowadzono na podstawie badań terenowych – wiercenia penetracyjnego, badań makroskopowych, sondowania dynamicznego piasków sondą stożkową wykonanych w 2011 roku. Występujące w podłożu grunty rodzime zaliczono do dwóch warstw geotechnicznych:
    a) warstwa geotechniczna nr I – to średnio zagęszczone na pograniczu luźnych piaski drobne. Stopień zagęszczenia piasków tej warstwy ID = 0,35. Wystąpiły one w odkrywce A pod nasypami i pod fundamentem filara i ściany piwnicznej na głębokości 1,15 m poniżej poziomu ich posadowienia w formie warstwy o miąższości 0,5 m.
    b) warstwa geotechniczna nr II – to średnio zagęszczone piaski drobne. Wystąpiły one pod piaskami warstwy nr Ina głębokości 1,6 m poniżej poziomu piwnicy. Stopień zagęszczenia piasków tej warstwy wynosi ID = 0,60. Do głębokości 3,0 m poniżej poziomu piwnicy nie zostały one przewiercone.
18. W celu weryfikacji aktualnego rozpoznania warunków gruntowo-wodnych zaprojektowano dodatkowy program badań, który będzie obejmował wykonanie badań geotechnicznych podłoża gruntowego znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie budynku Filharmonii. Badania będą obejmowały wykonania 2 otworów rdzeniowych do głębokości ok. 10,0 m ppt po jednym od ul. Zwierzynieckiej i ul. Straszewskiego. Ponadto od ul. Zwierzynieckiej przewiduje się wykonanie sondowania sondą CPTU do głębokości ok. 10,0 m ppt.. Badania zostaną wykonane po uzyskaniu stosowanych zezwoleń (ZIKiT, Policja).

ZAŁĄCZNIK 1

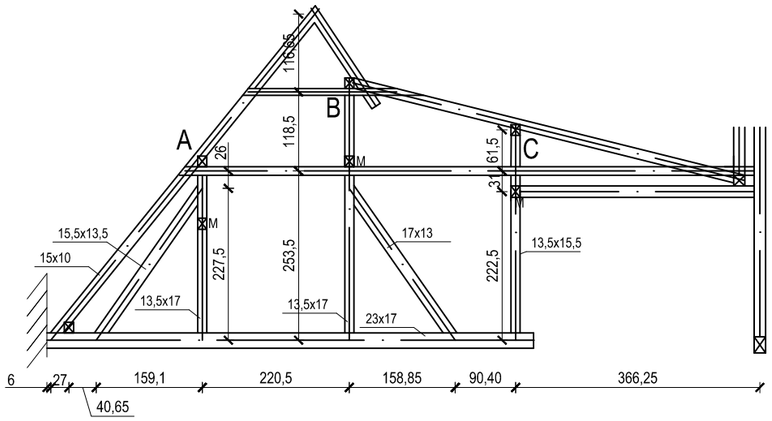
Charakterystyka więźby dachowej w części frontalnej



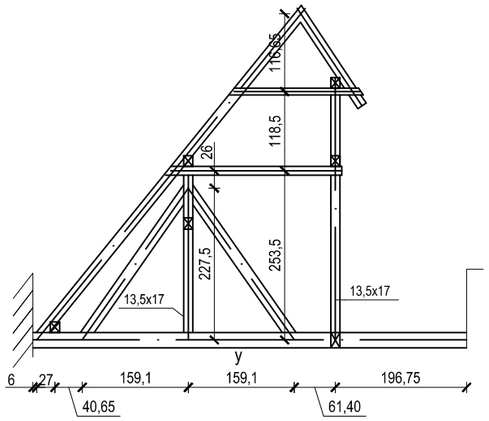
BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO

Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Inwentaryzacja konstrukcyjna - rzut dachu	Załącznik 1

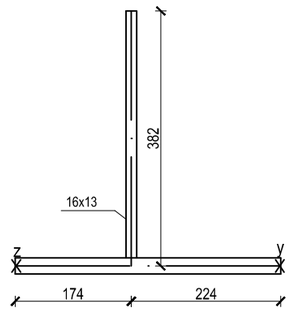
WIĄZAR 10



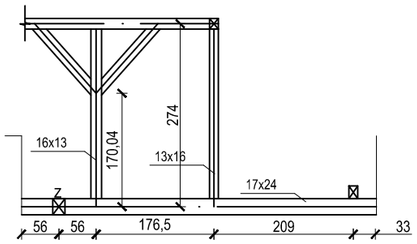
WIĄZAR 11



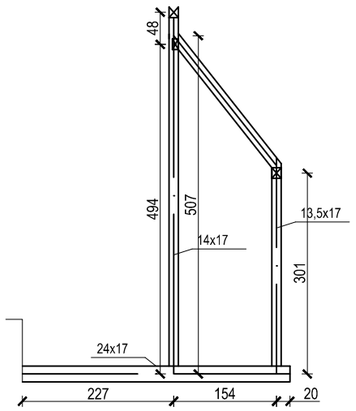
WIĄZAR 12



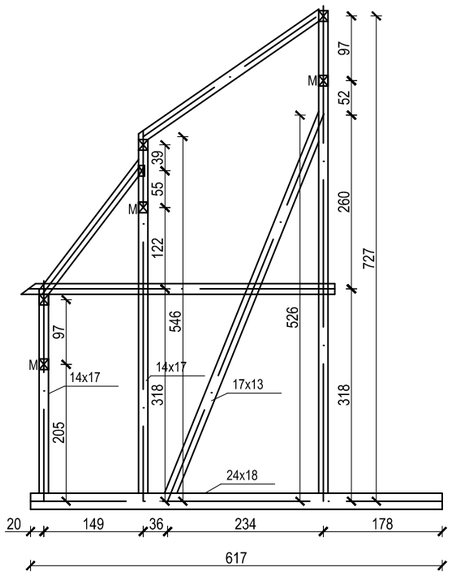
WIĄZAR 13



WIĄZAR 14

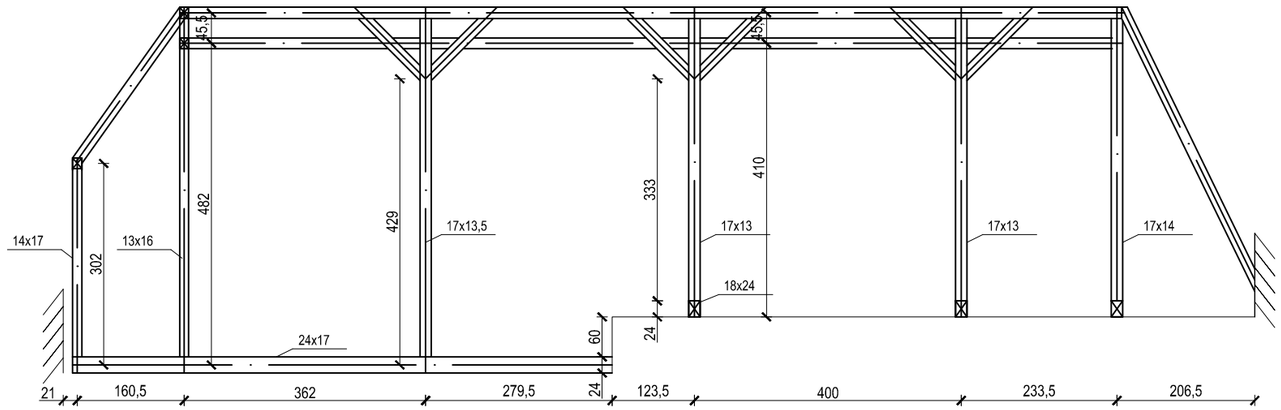


WIĄZAR 15-16

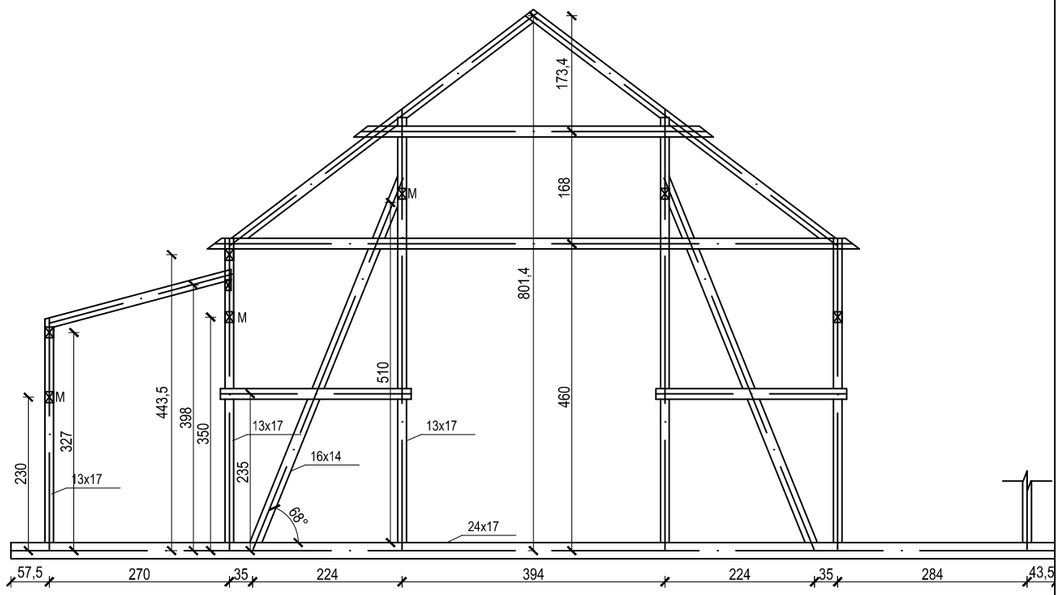


BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO		
Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Inwentaryzacja konstrukcyjna - schematy wiązarów	Załącznik 1

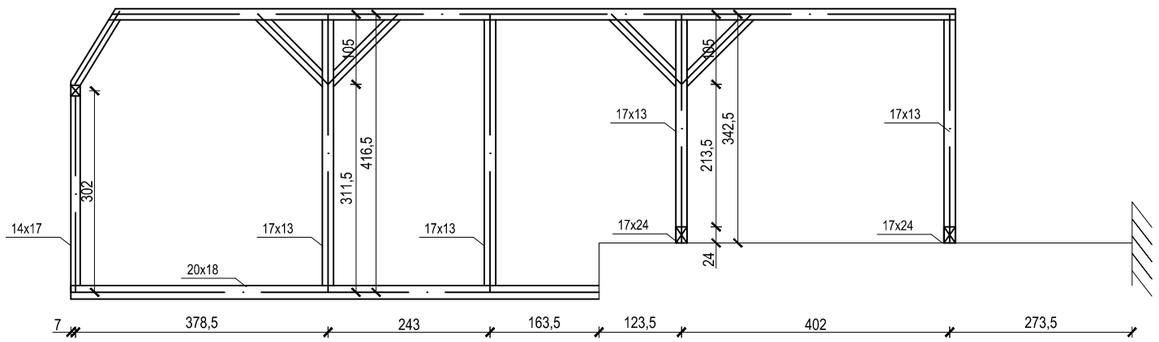
WIĄZAR 17



WIĄZAR 19-20

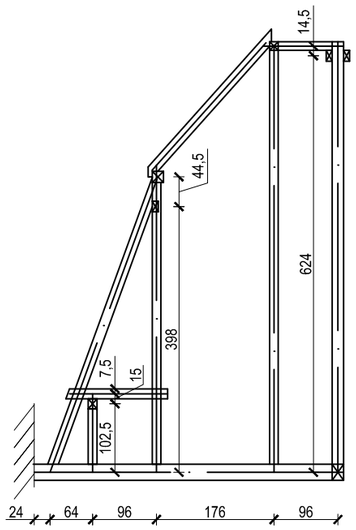


WIĄZAR 18

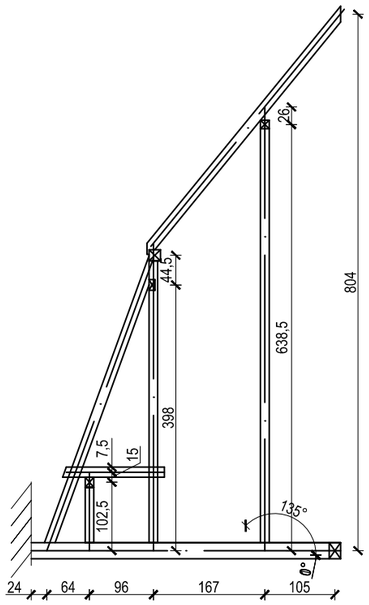


BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO		
Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Inwentaryzacja konstrukcyjna - schematy wiązarów	Załącznik 1

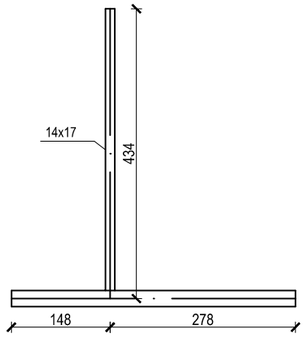
WIĄZAR 24, 26



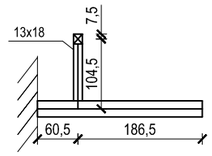
WIĄZAR 25



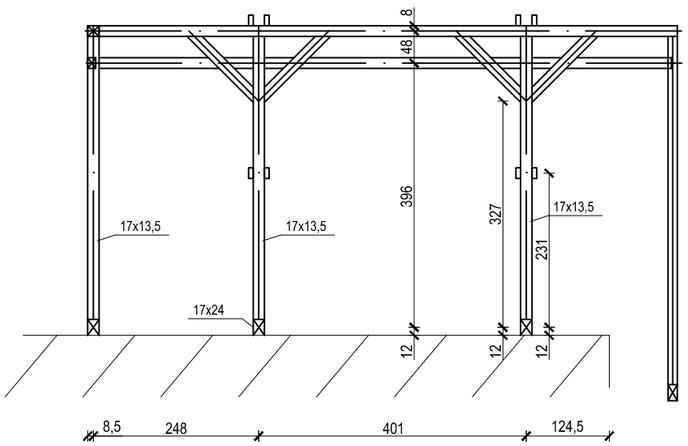
WIĄZAR 22, 28



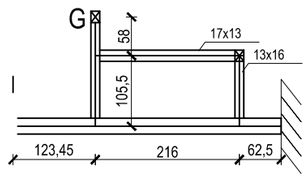
WIĄZAR 23, 27



WIĄZAR 29

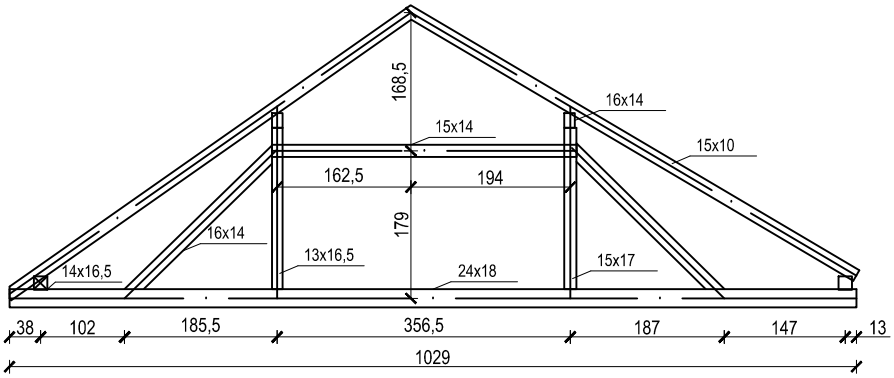


WIĄZAR 21

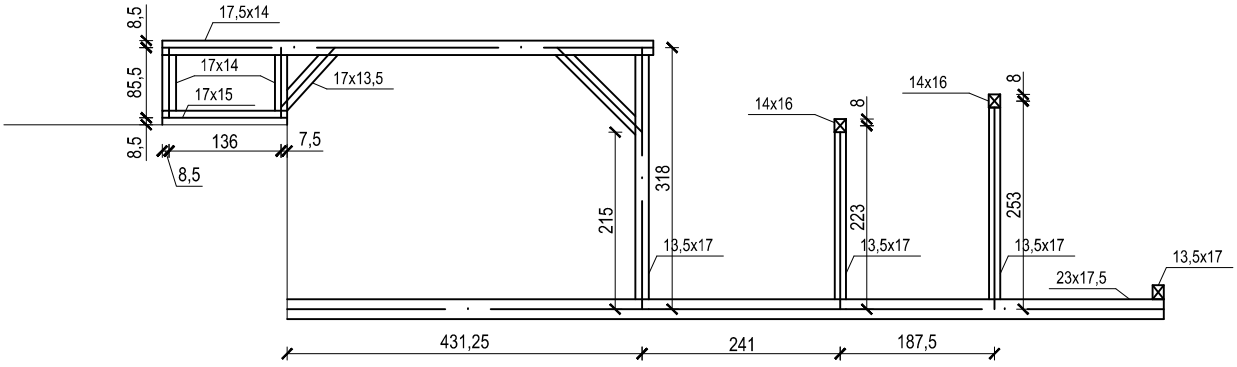


BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO		
Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Inwentaryzacja konstrukcyjna - schematy wiązarów	Załącznik 1

WIĄZAR 31-33



WIĄZAR 30

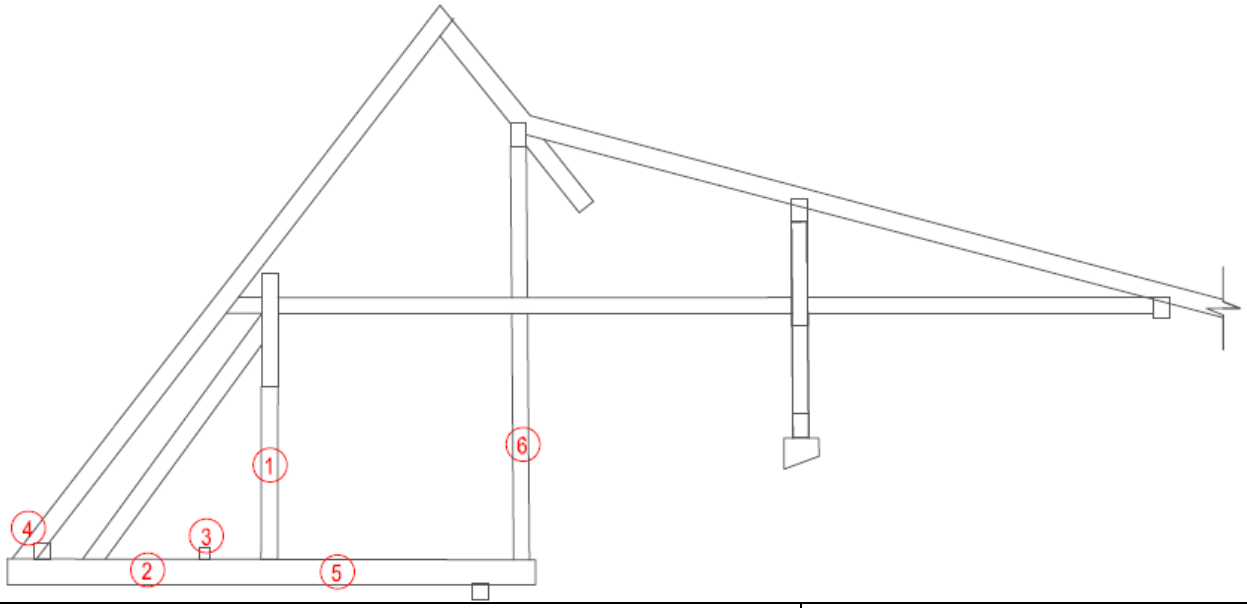


BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO		
Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Inwentaryzacja konstrukcyjna - schematy wiązarów	Załącznik 1

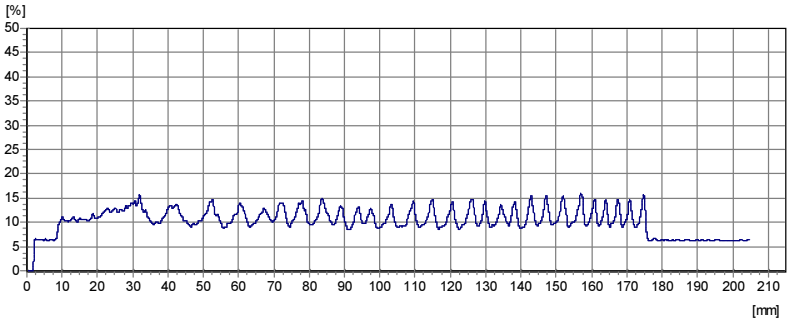
ZAŁĄCZNIK 2

Badanie oporu skrawania elementów drewnianych

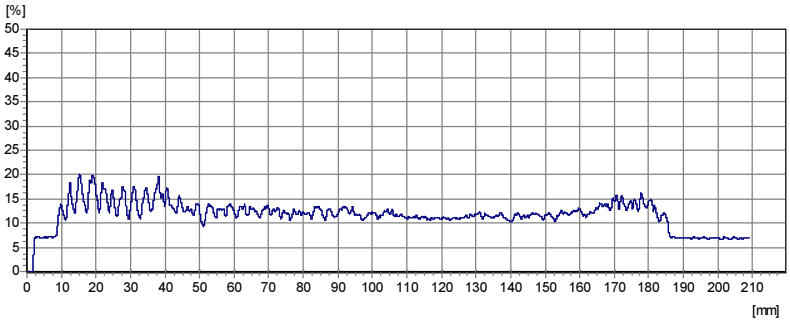
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 1

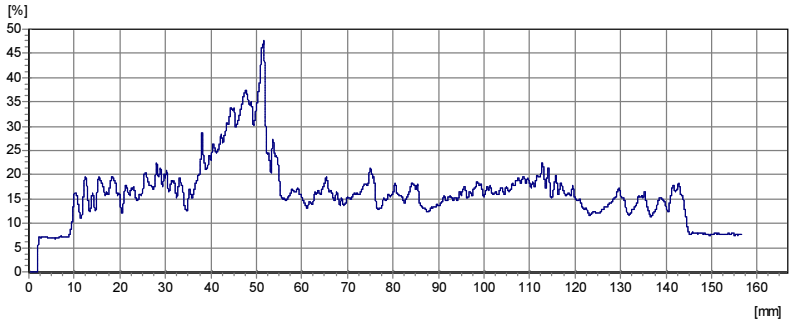
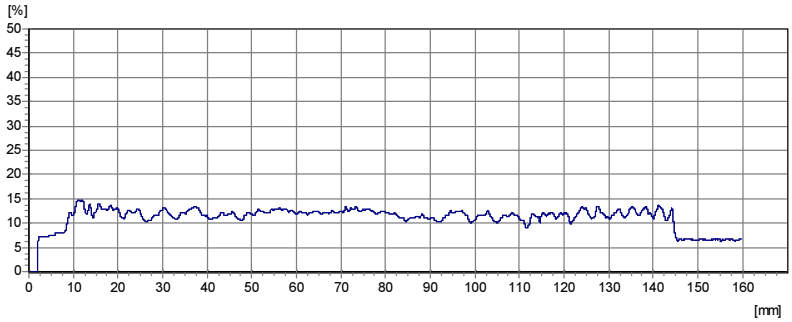
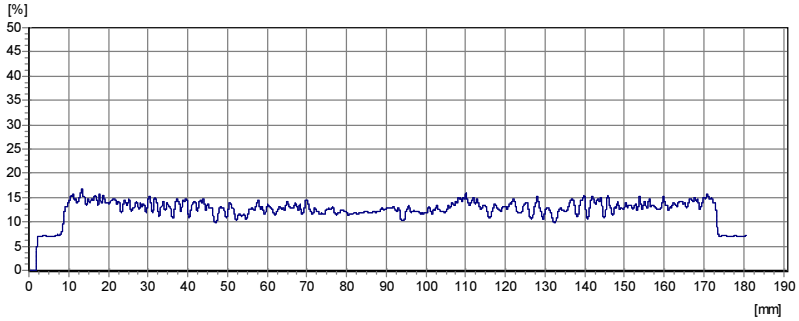


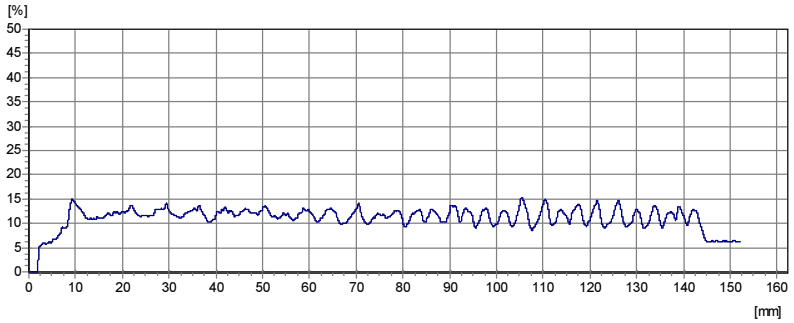
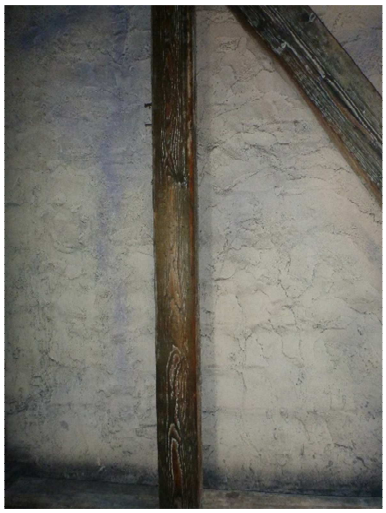
1



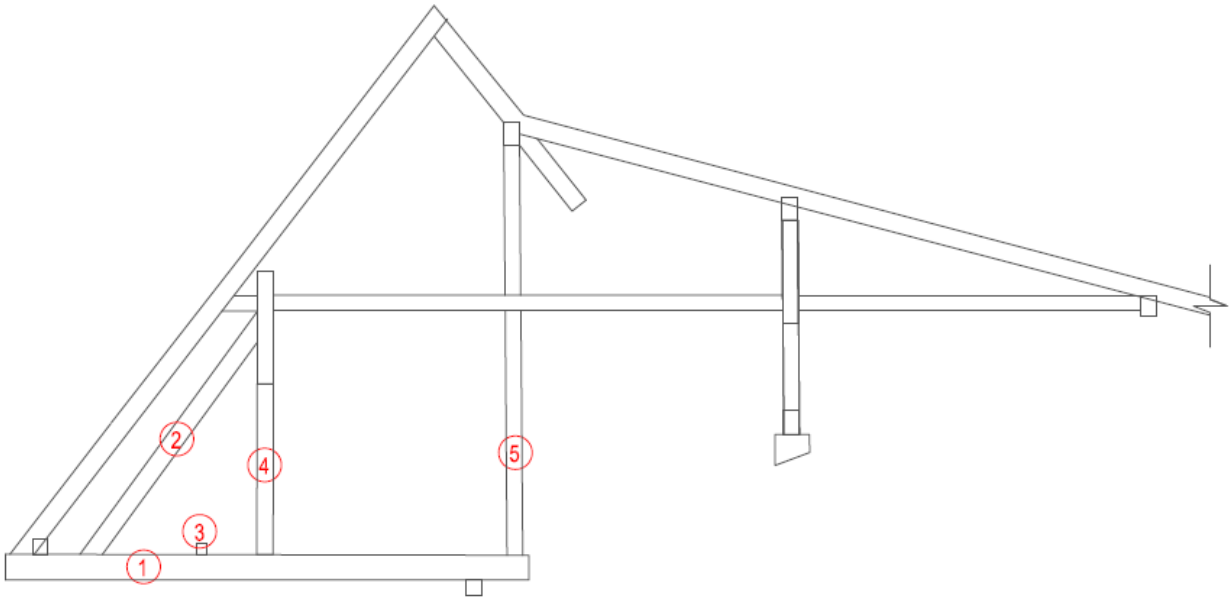
2



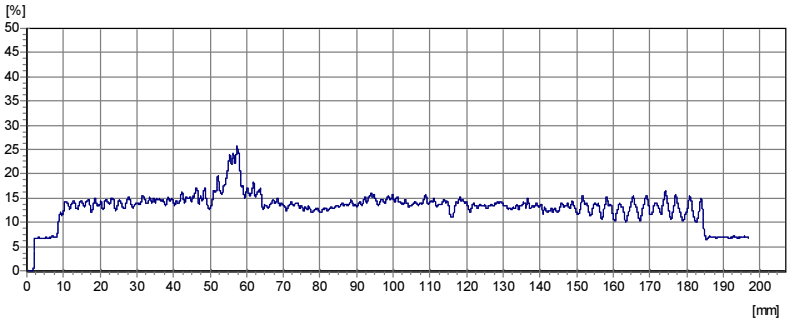
3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 [mm]	

6		
UWAGI: W punkcie 3 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

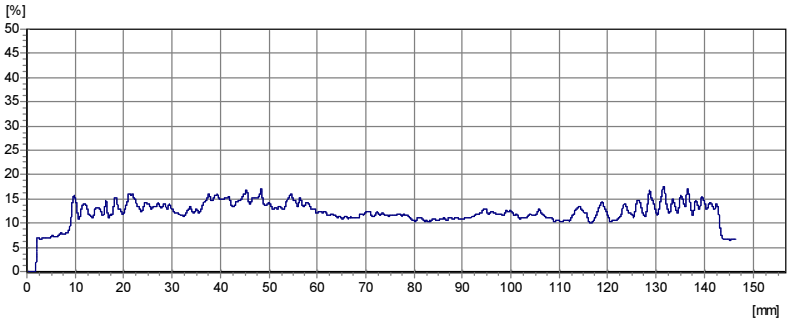
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 2

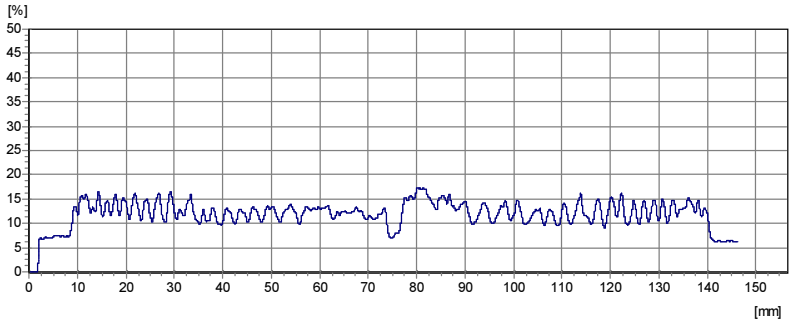
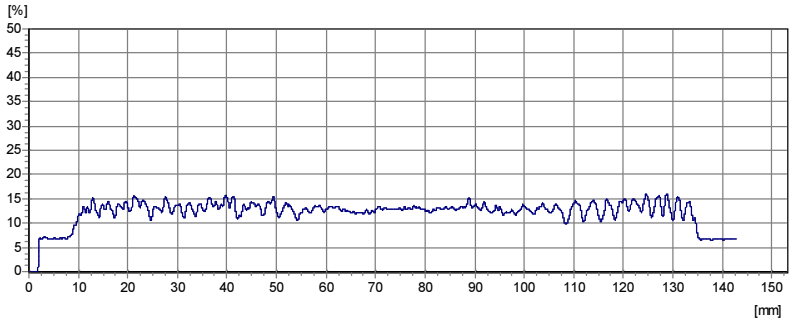
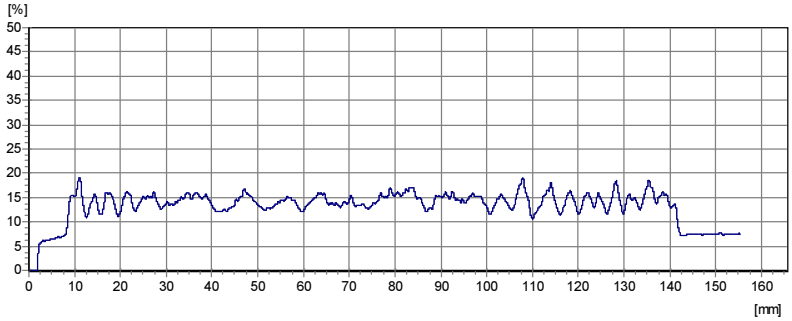
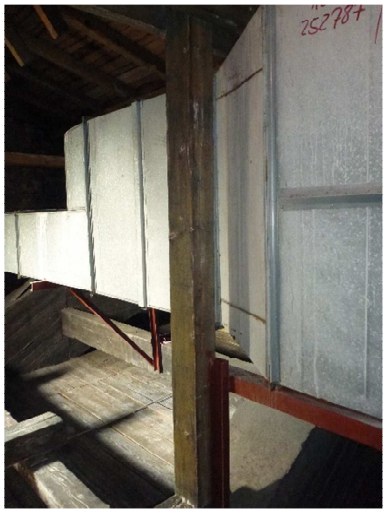


1



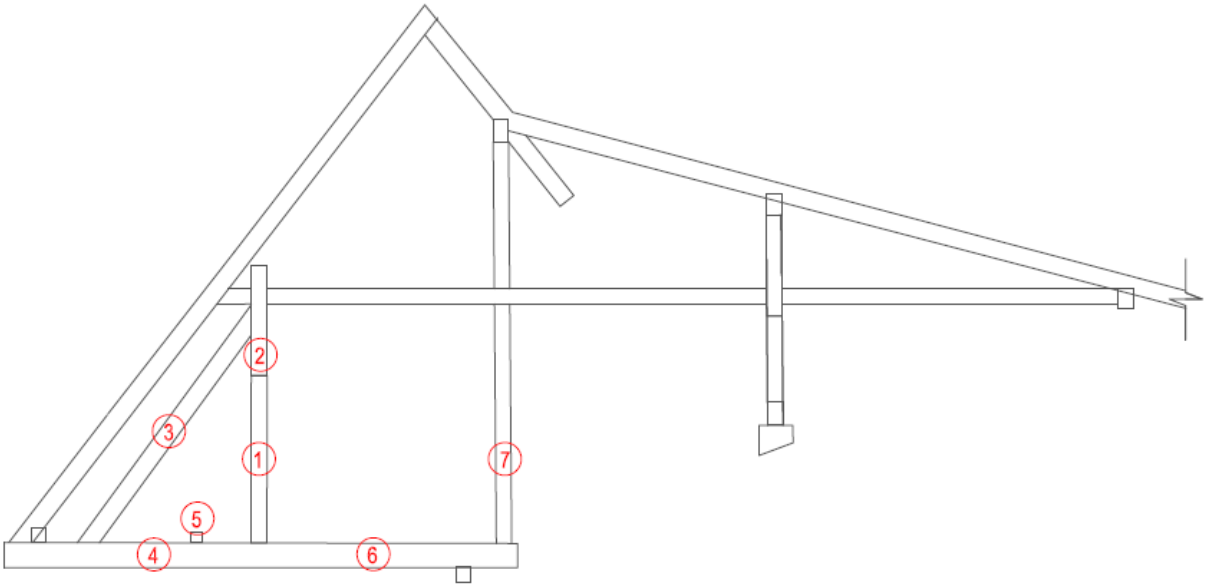
2



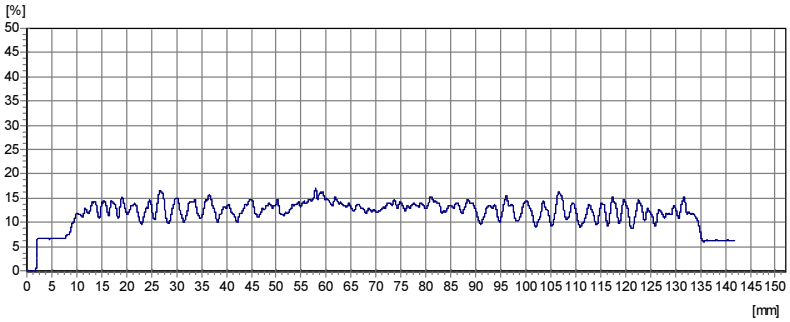
3		
4		
5		

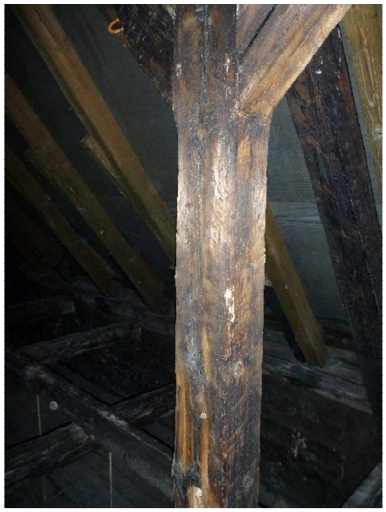
UWAGI: W punkcie 1 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 3

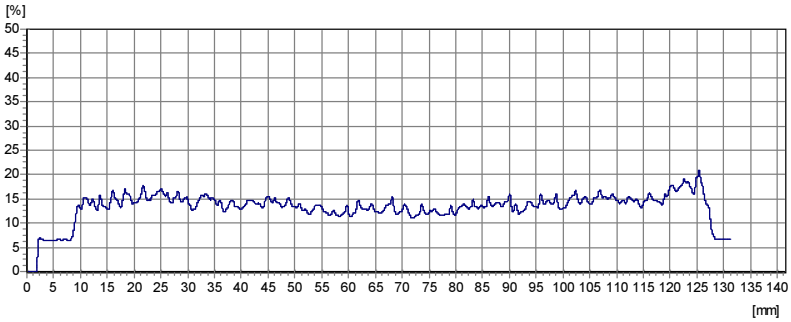


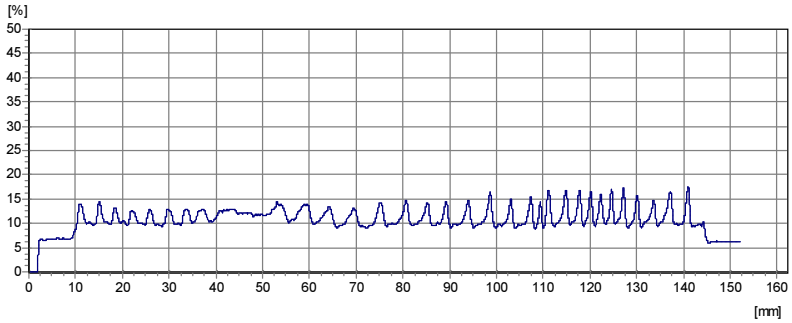
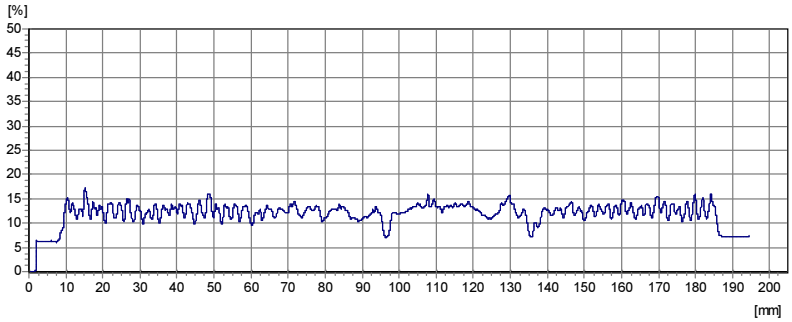
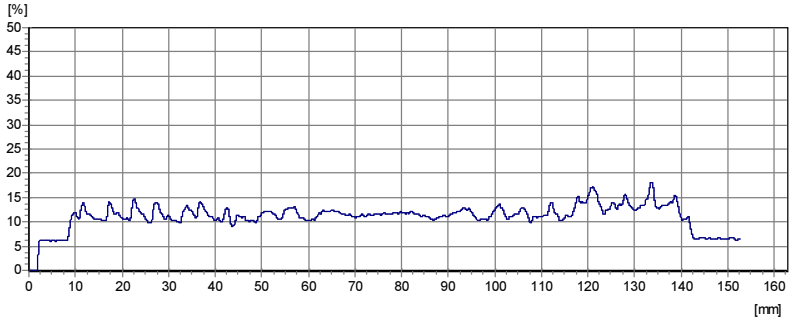
1

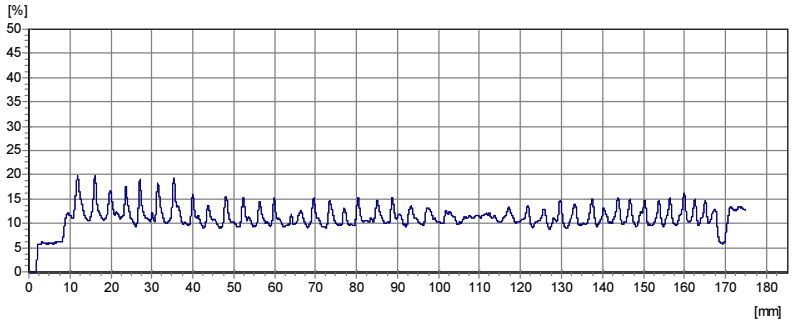
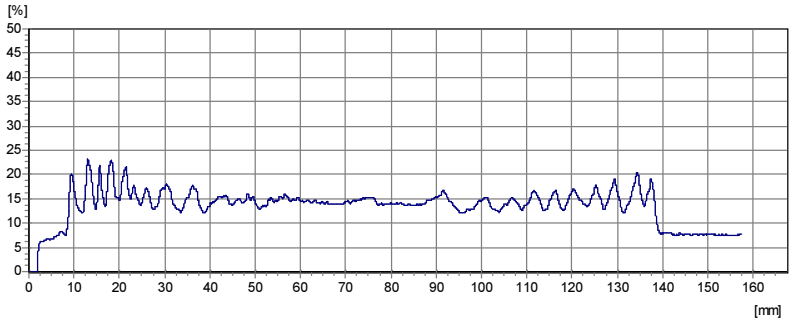




2

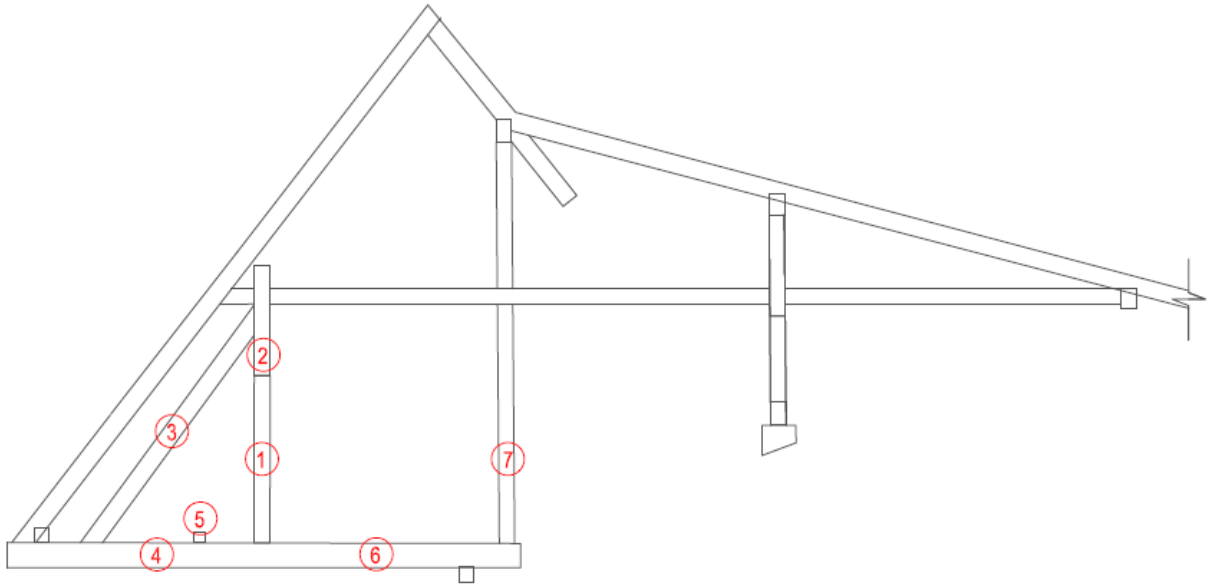


3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	

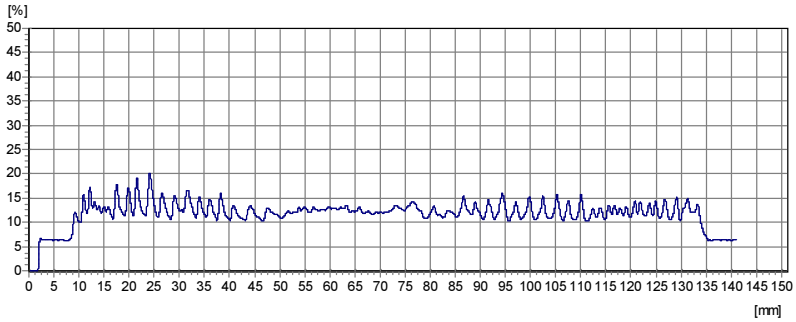
6		
7		

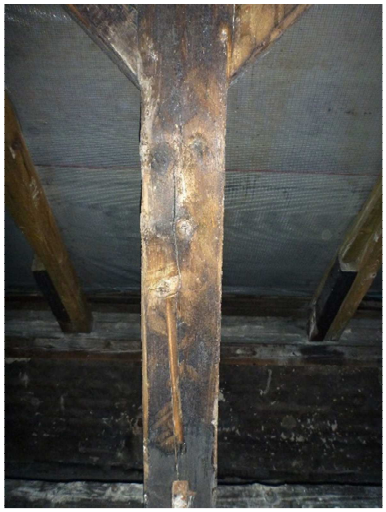
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 4

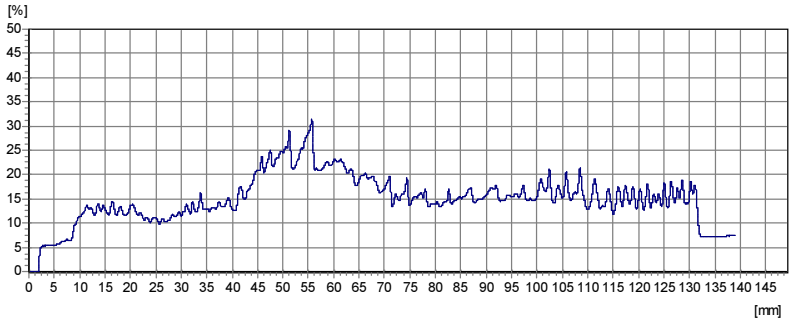


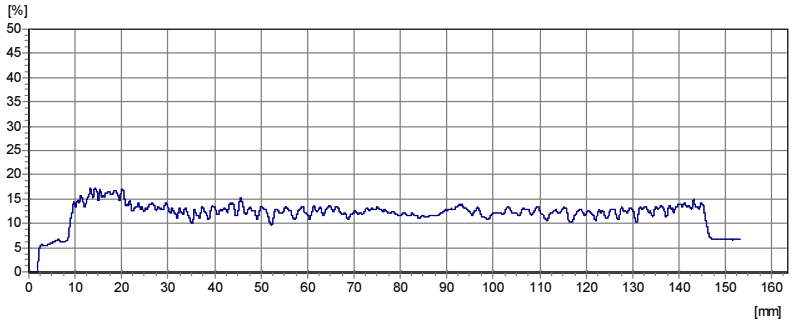
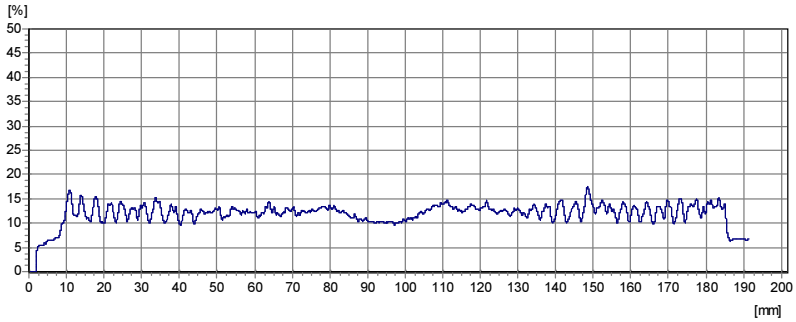
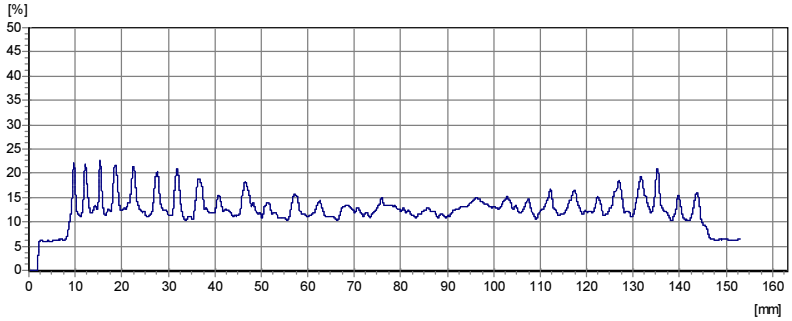
1

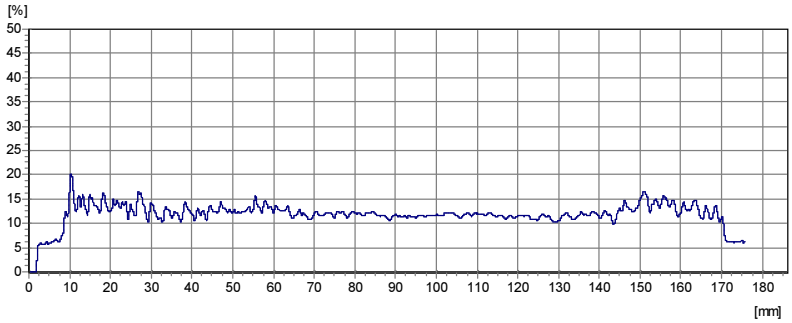
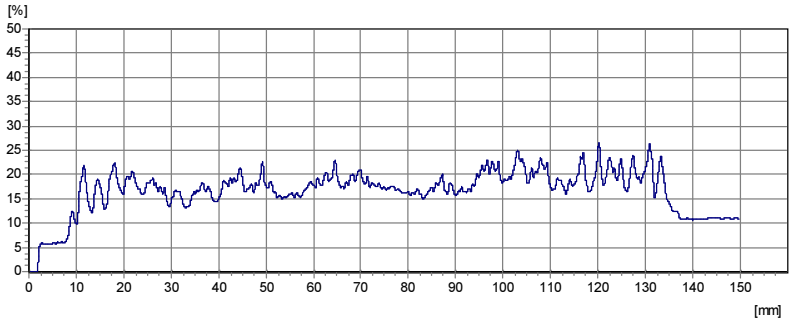




2

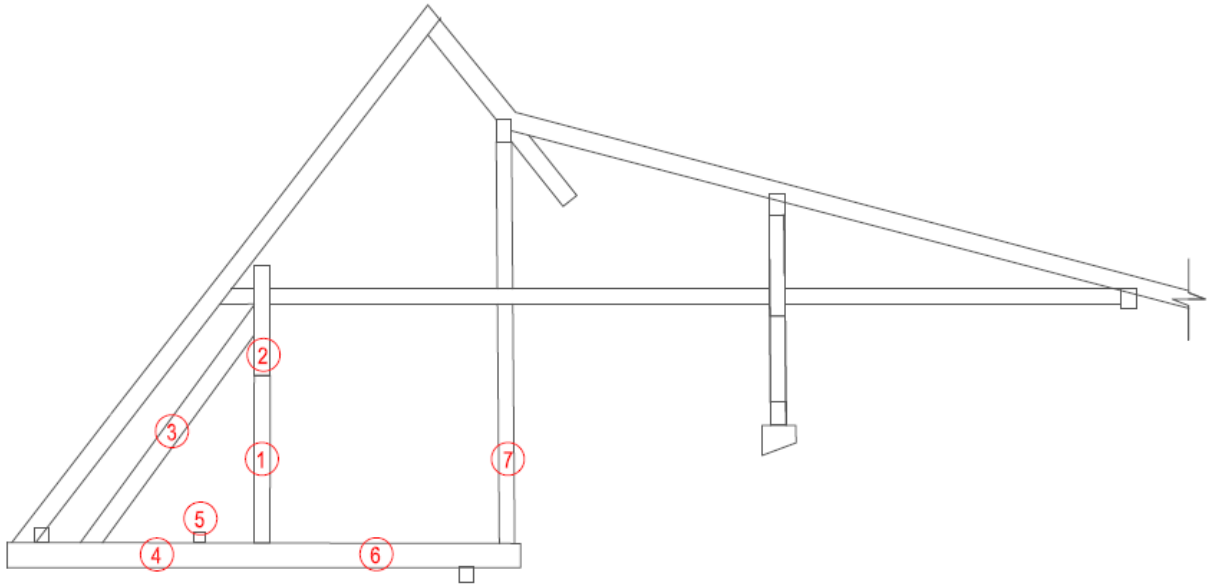


3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	

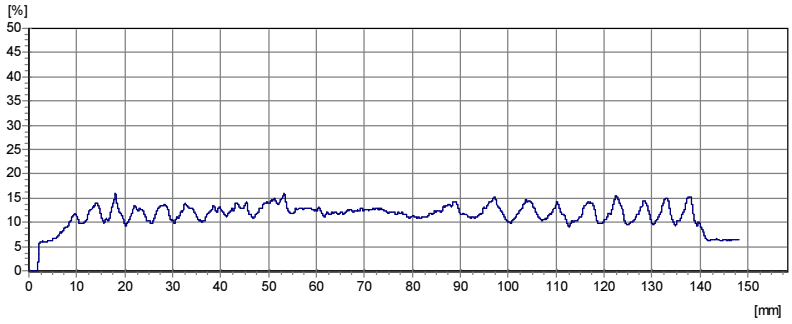
6		
7		

UWAGI. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

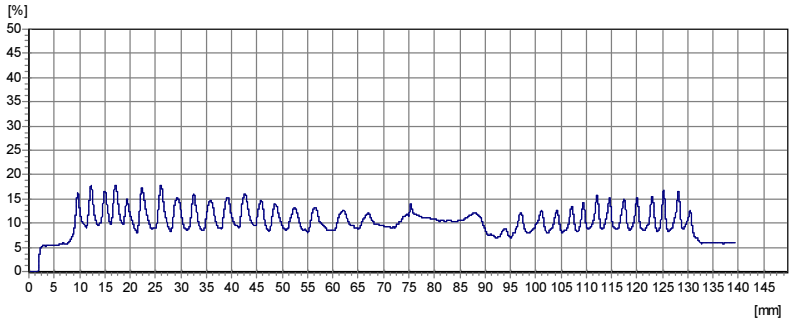
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 5

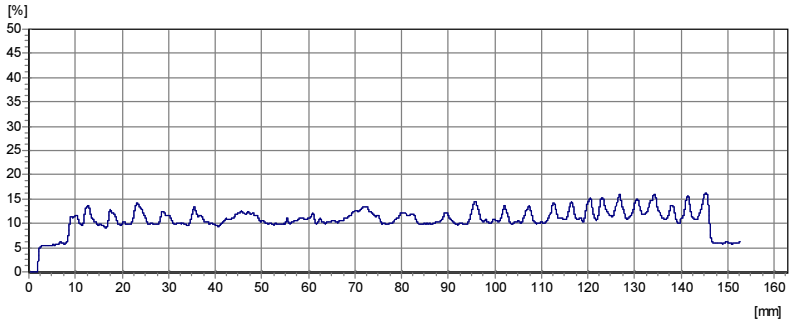
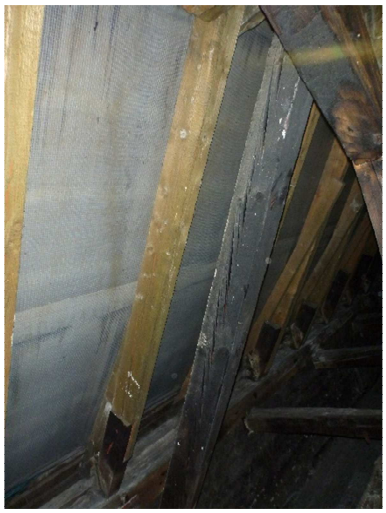
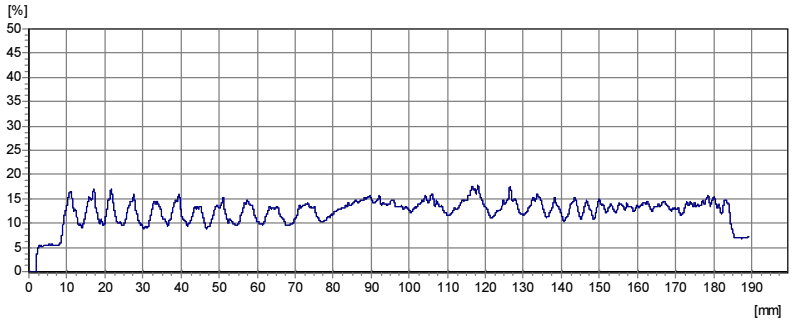
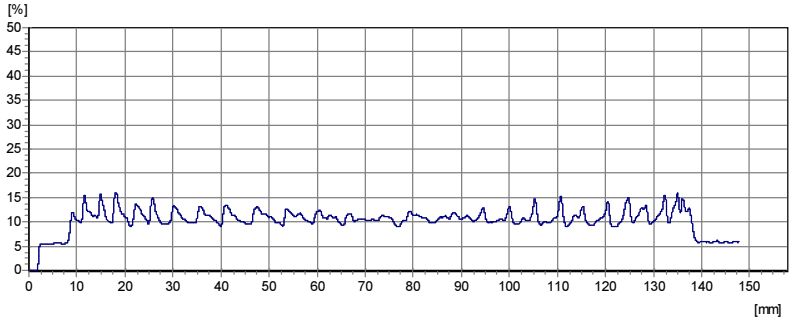


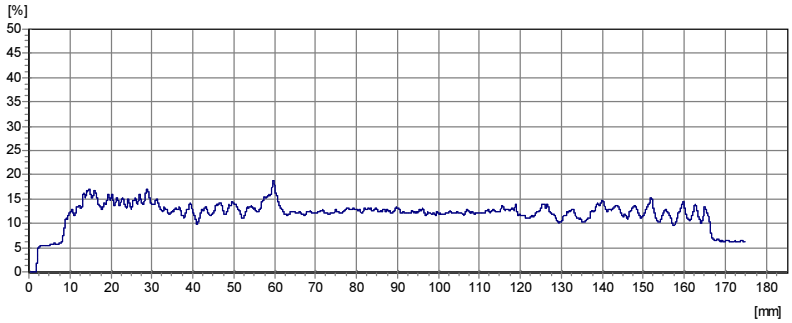
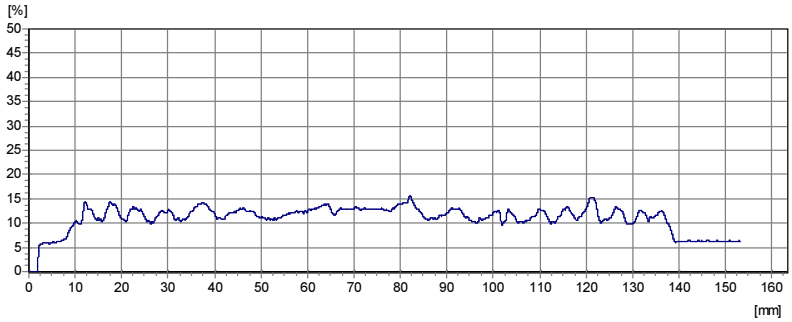
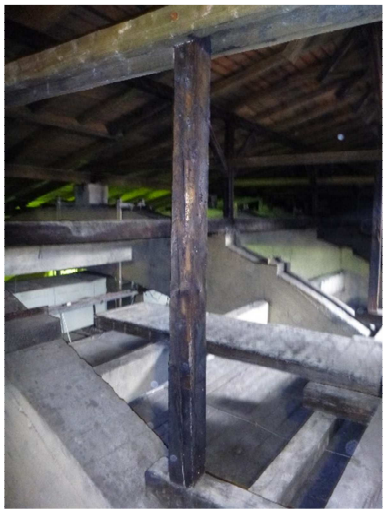
1



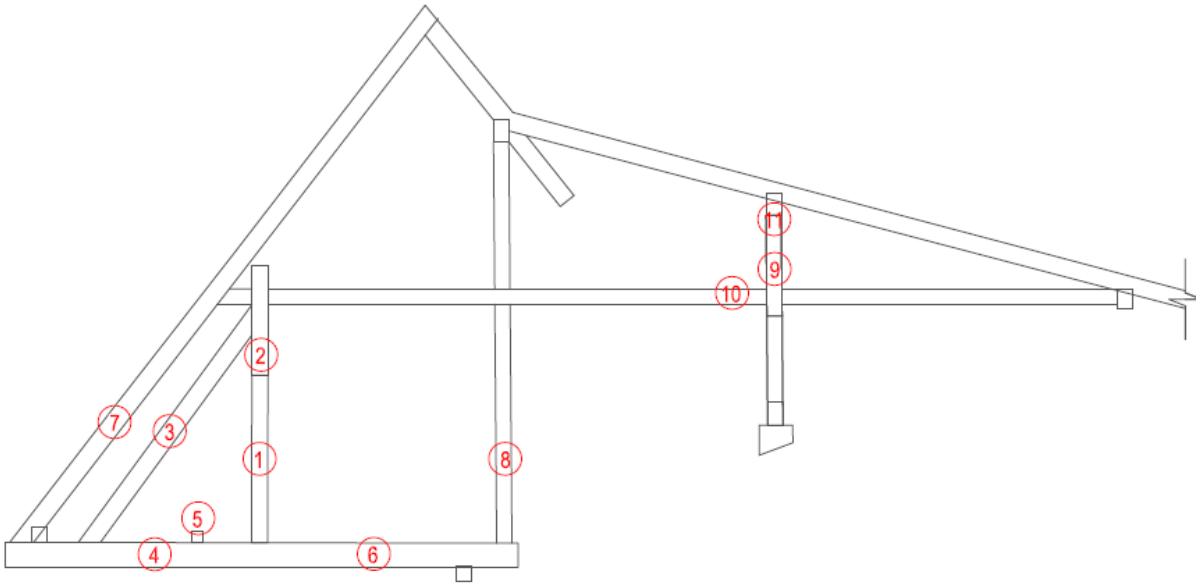
2



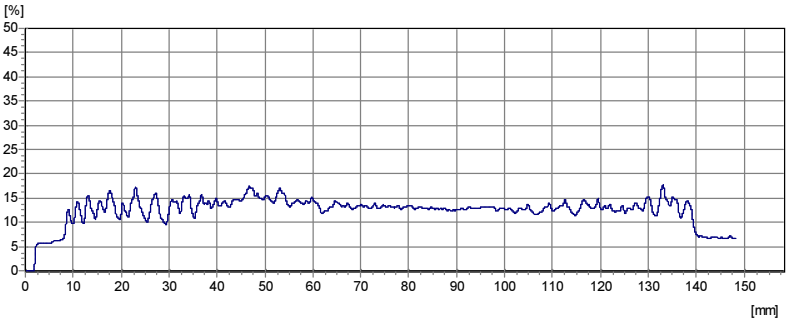
3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 [mm]	

6		
7		
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

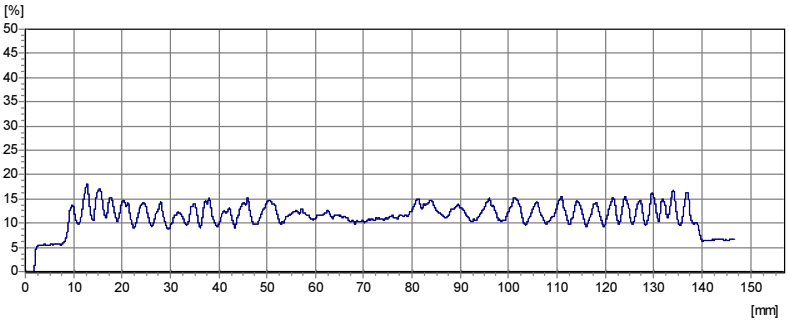
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 6

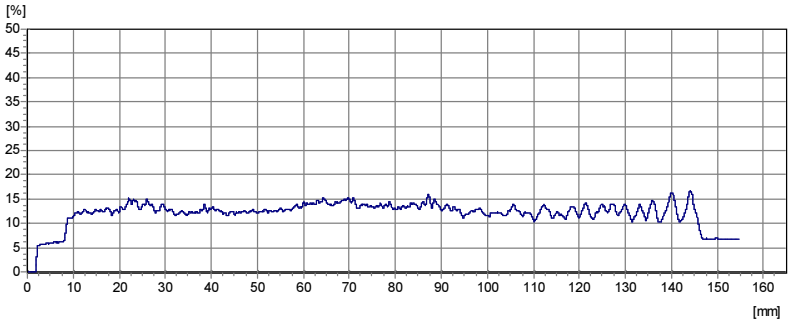
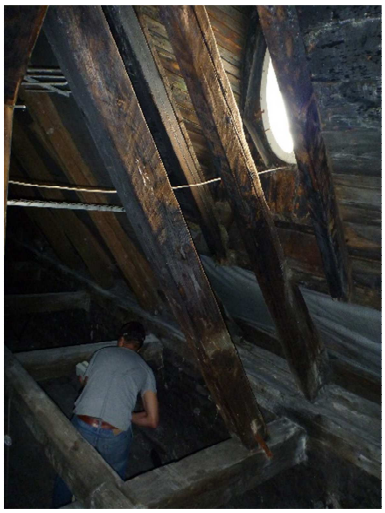
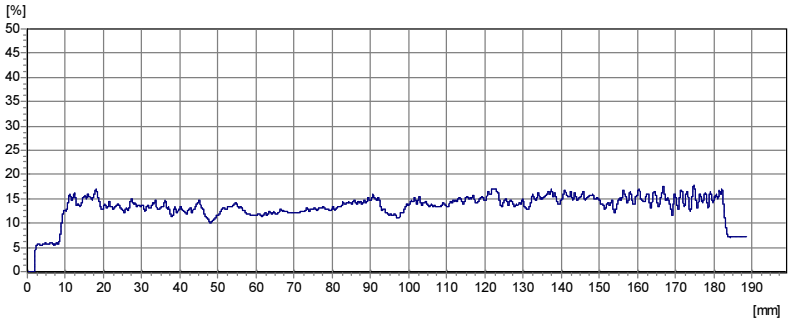
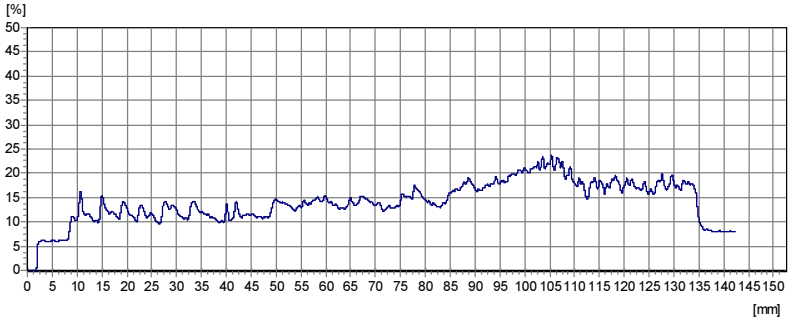


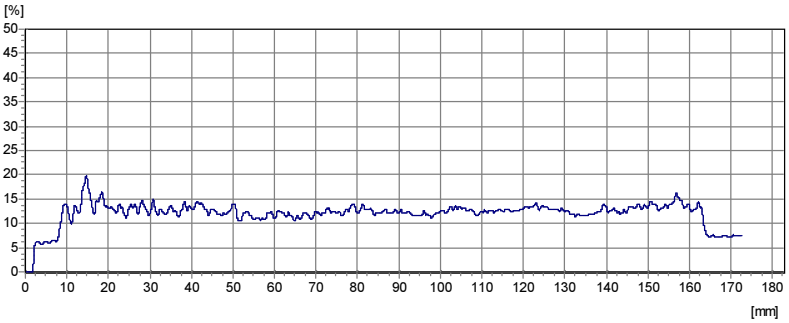
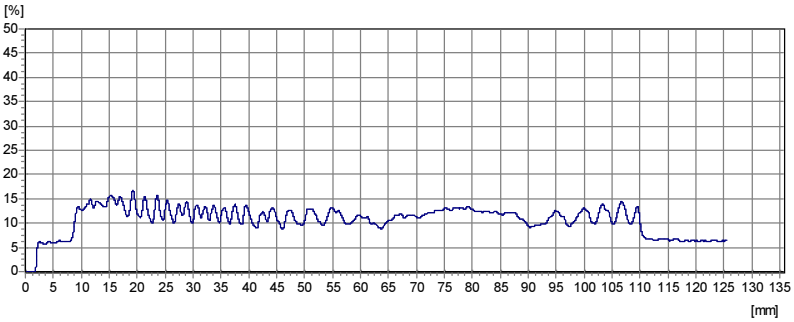
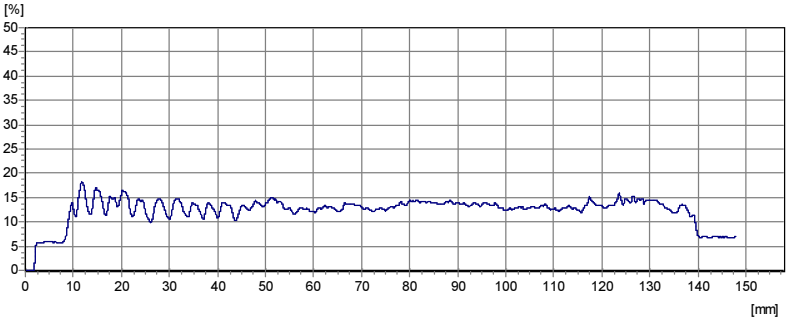
1

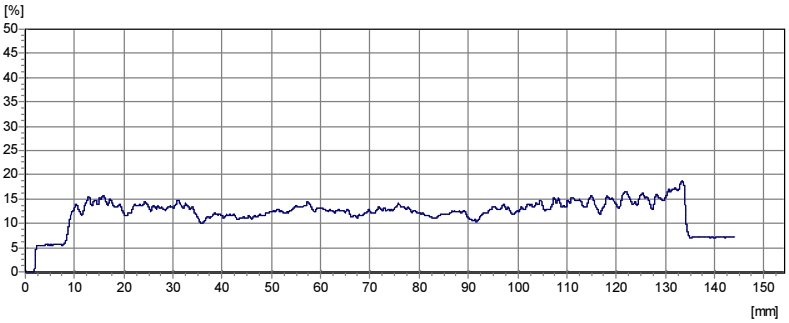
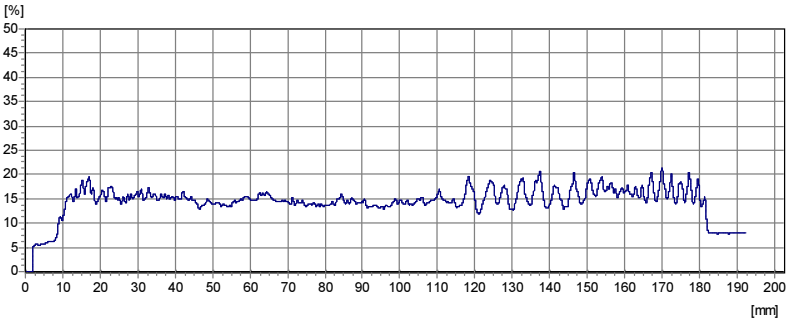
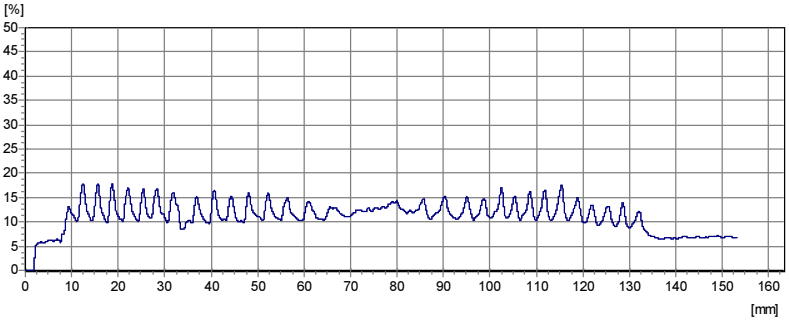


2



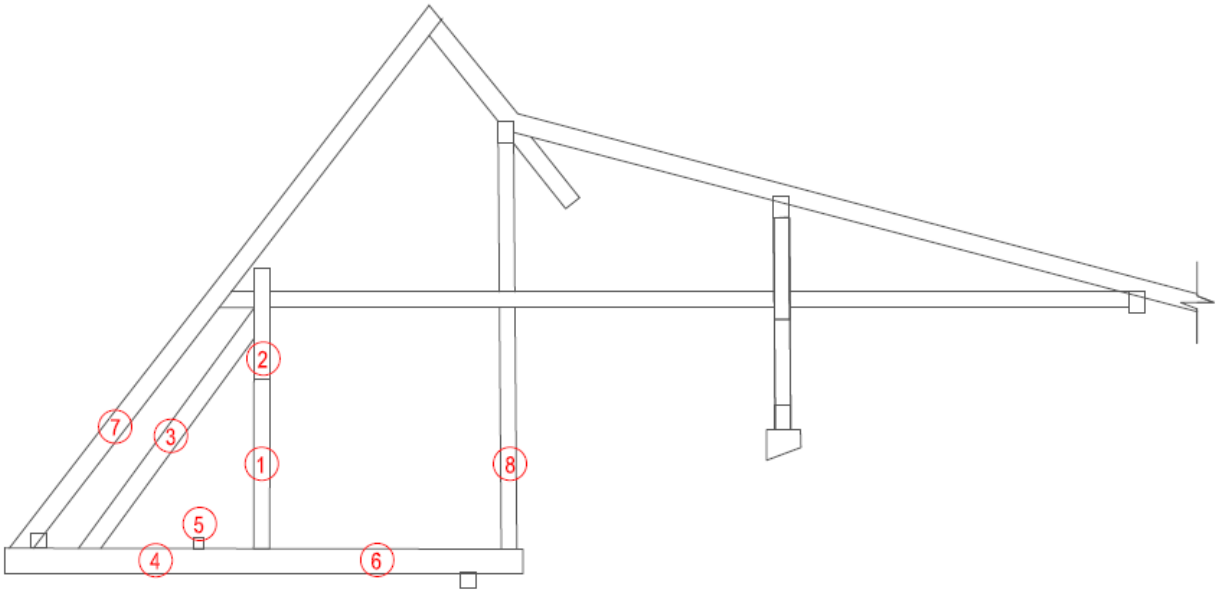
3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 [mm]	

6	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 [mm]	
7	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 [mm]	
8	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 [mm]	

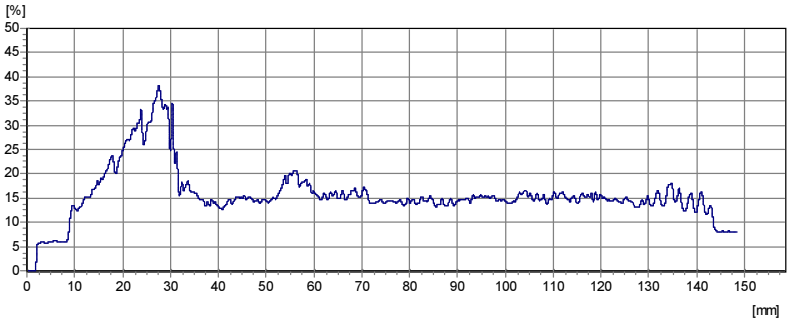
9		
10		
11		

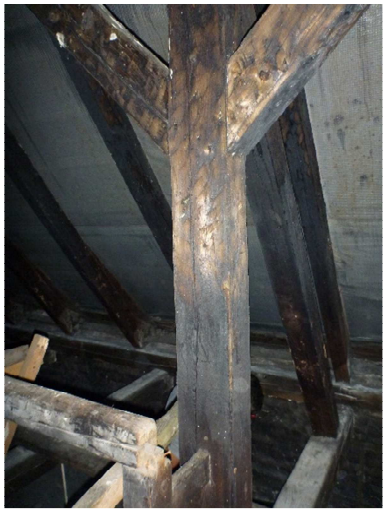
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 7

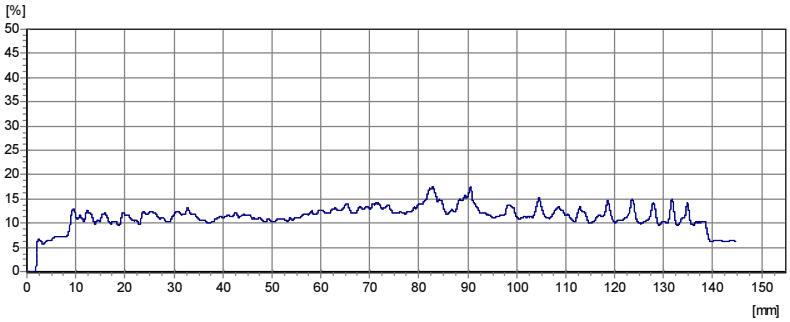


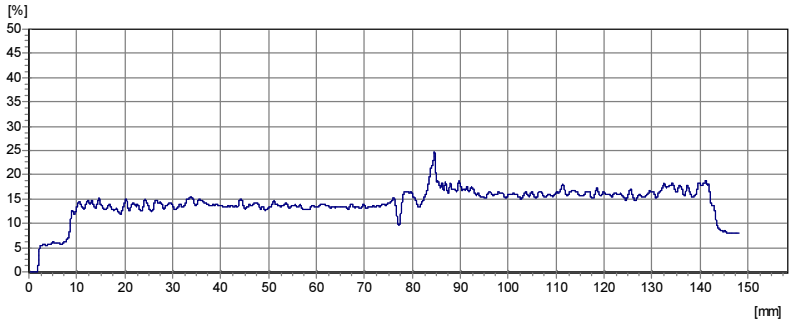
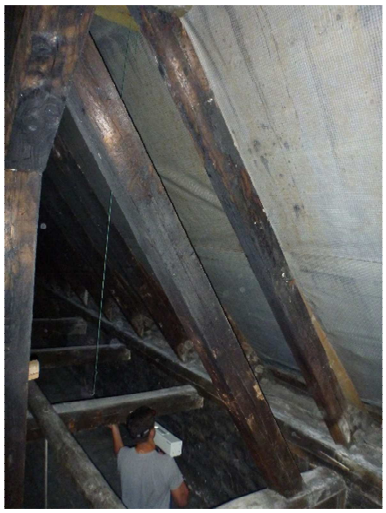
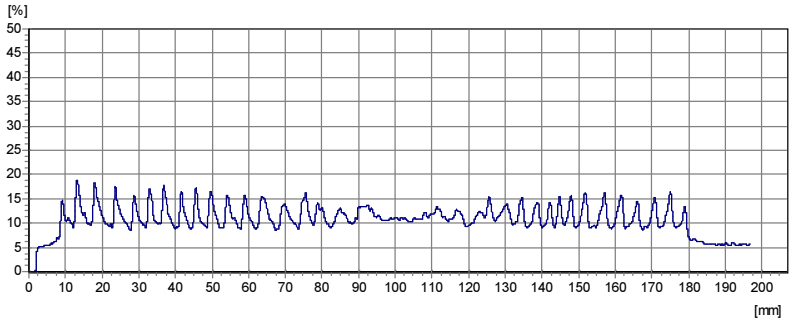
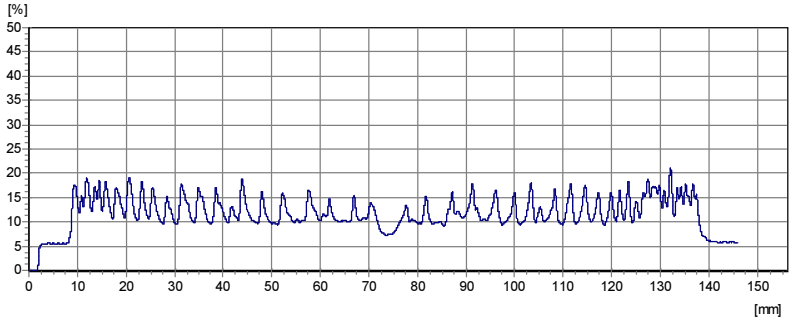
1

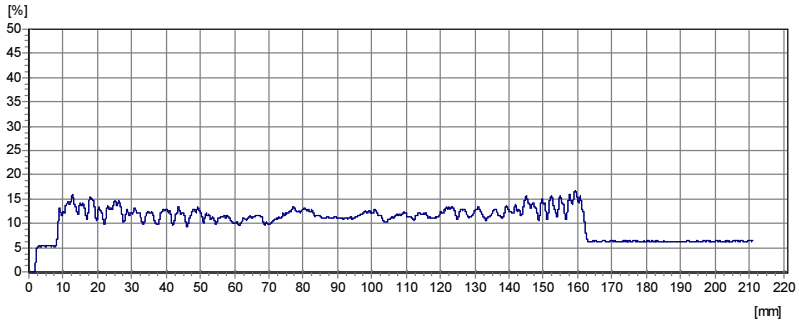
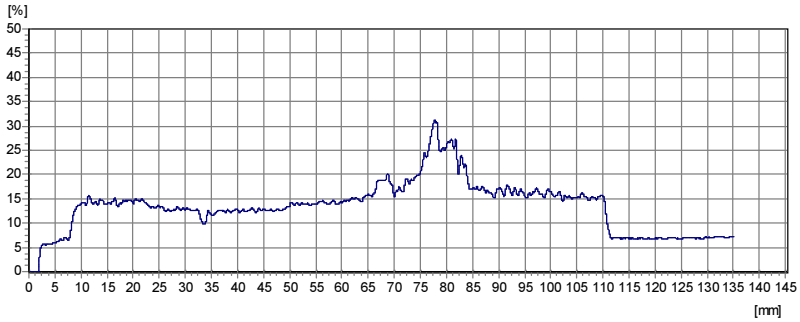
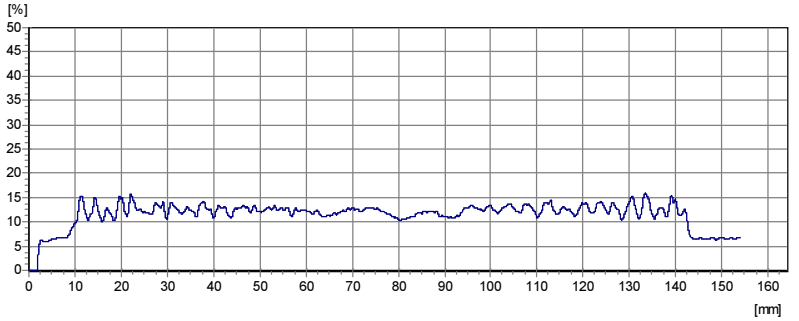
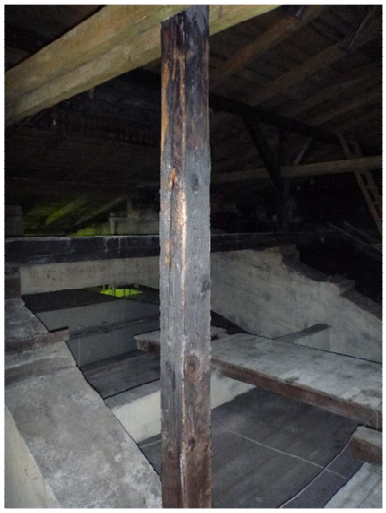




2

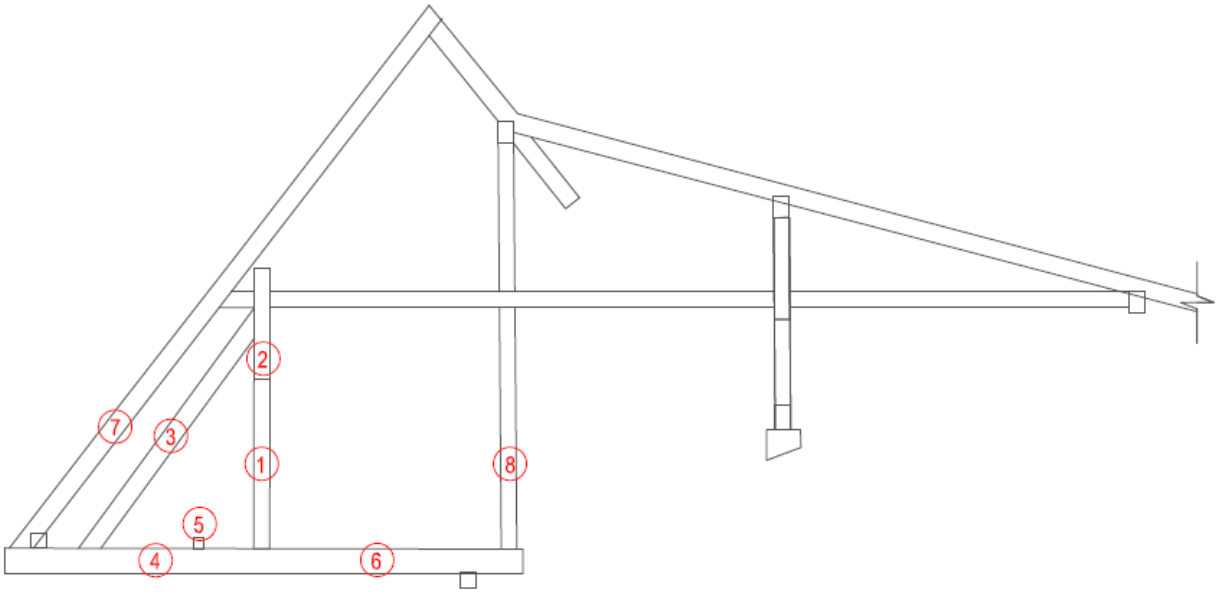


3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 [mm]	

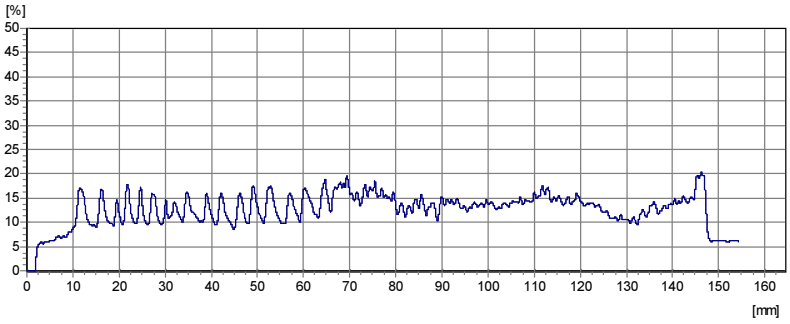
6		
7		
8		

UWAGI: W punkcie 1 i 7 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

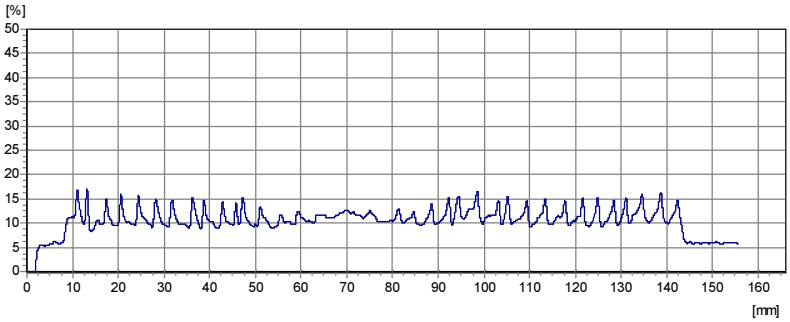
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 8

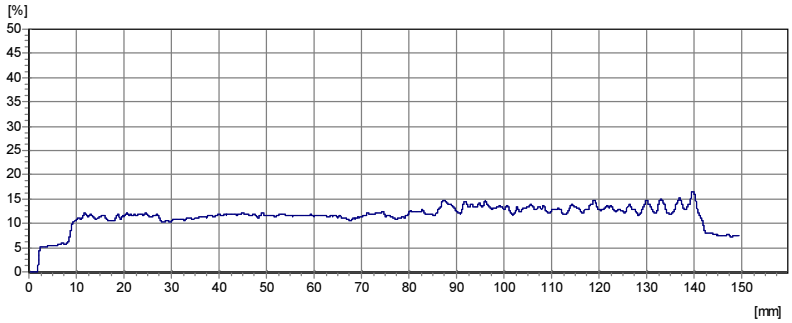
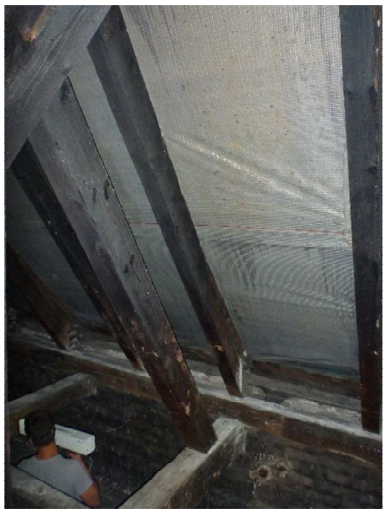
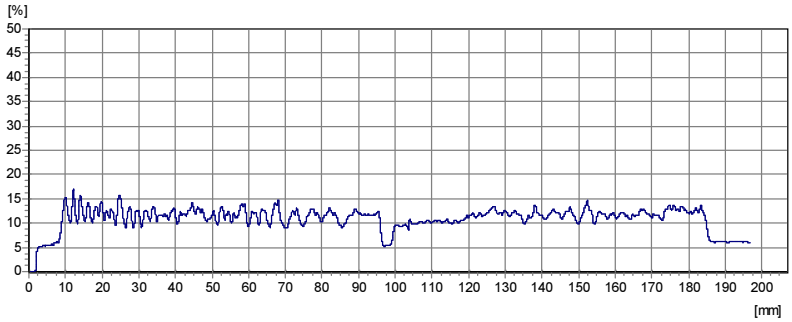
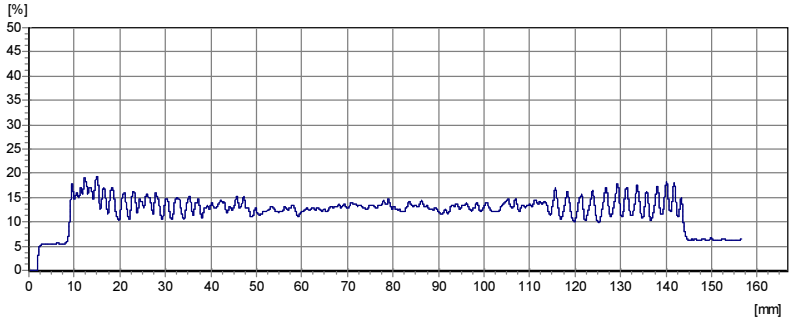


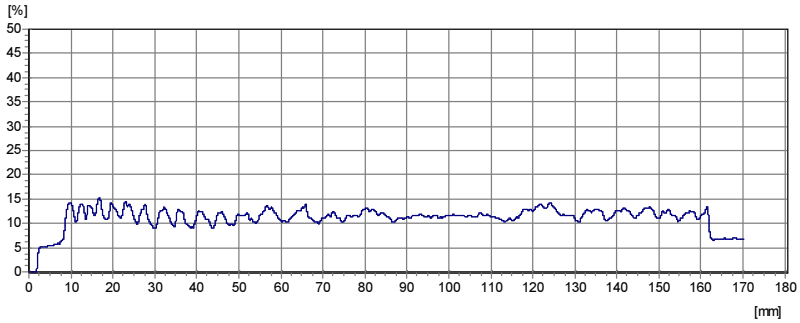
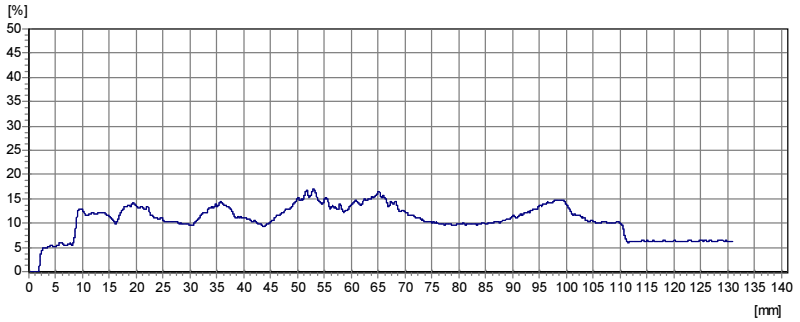
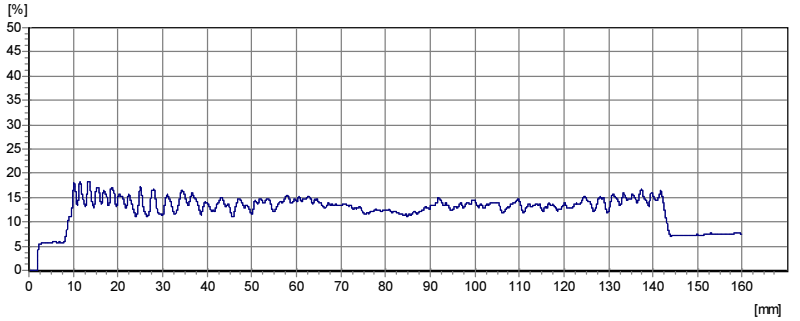
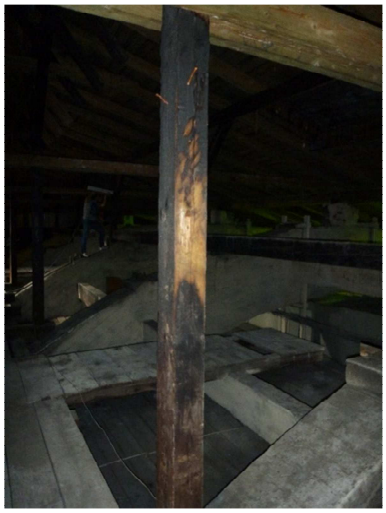
1



2

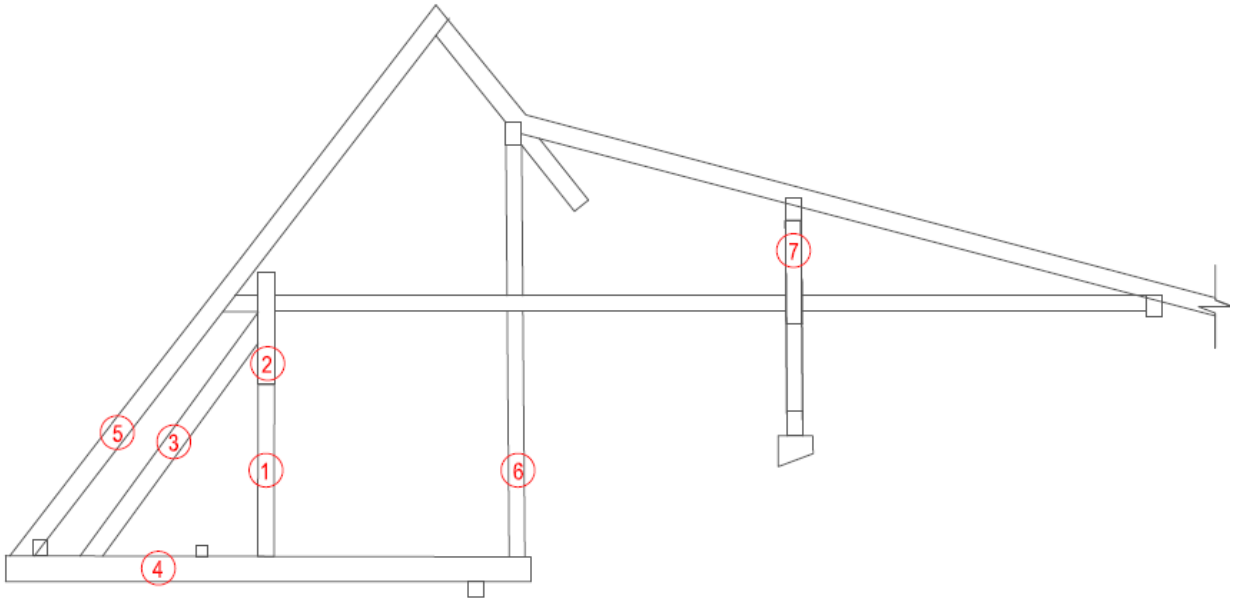


3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	

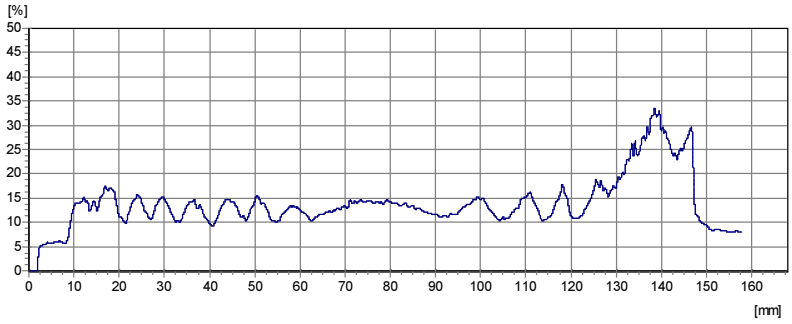
6		
7		
8		

UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

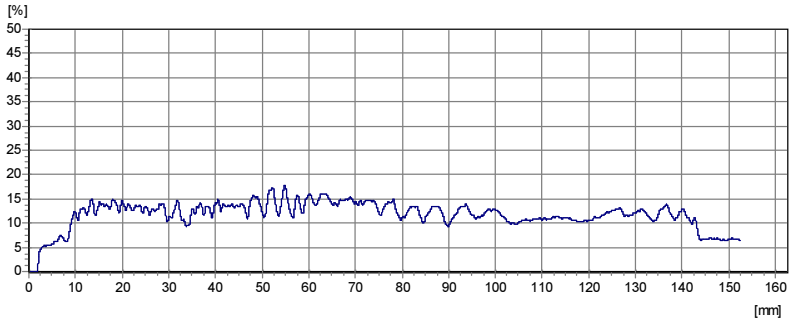
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 9

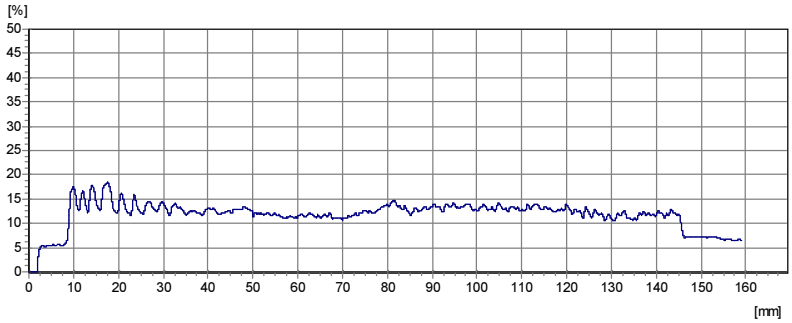
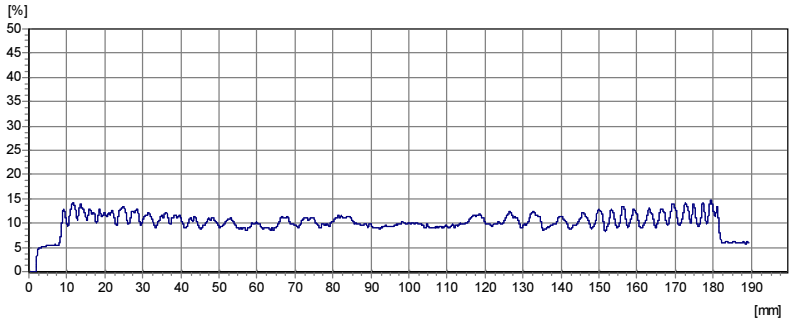
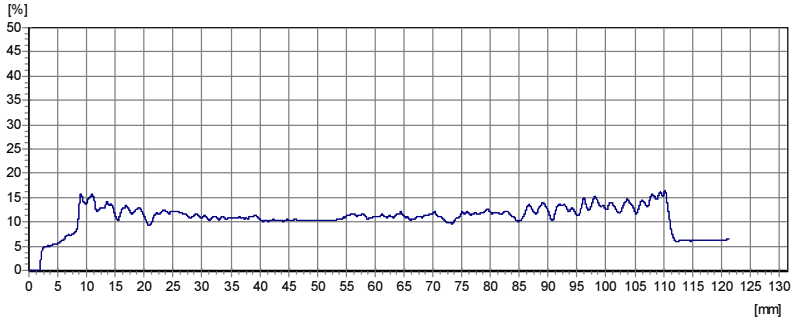


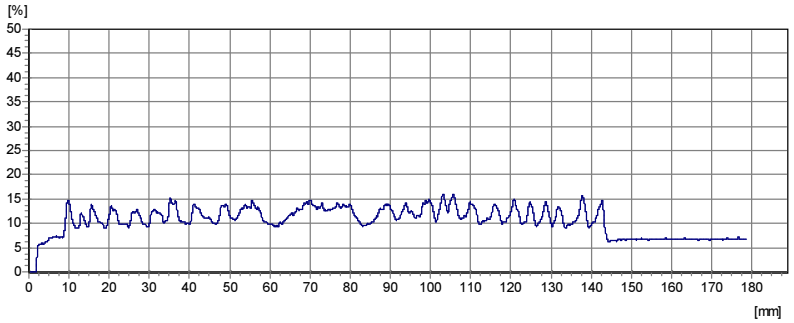
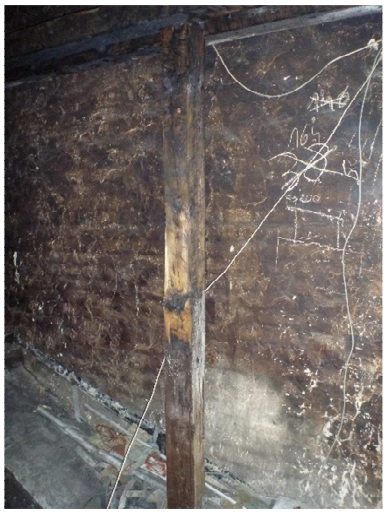
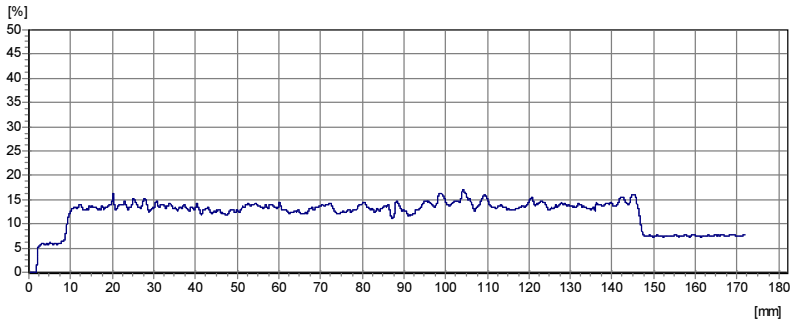
1



2

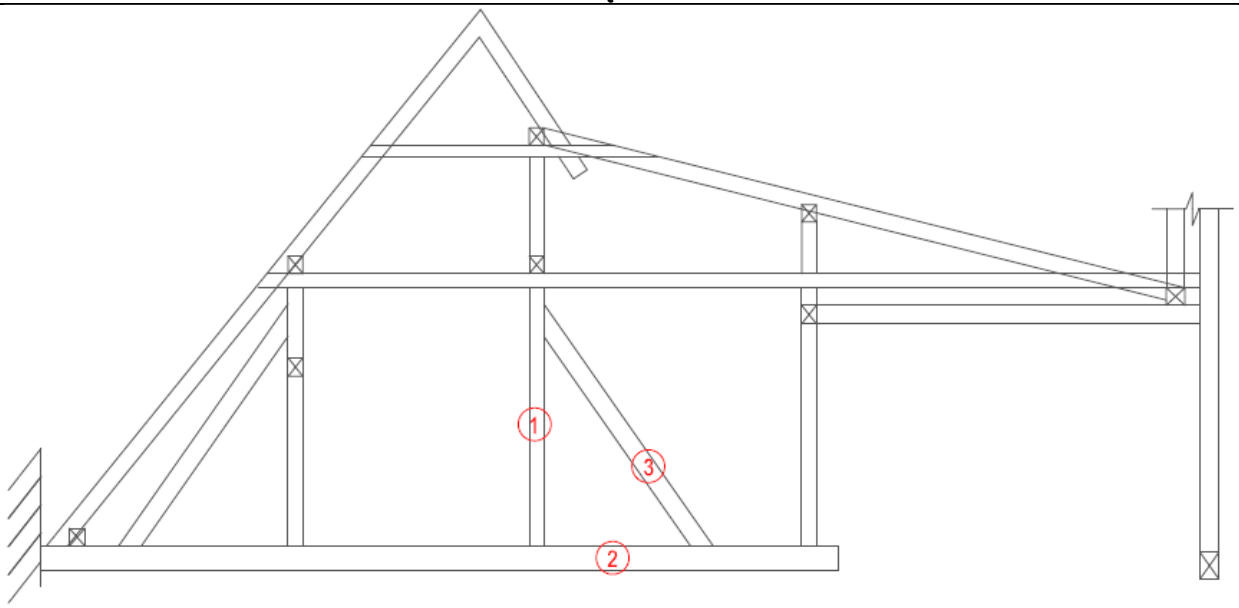


3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 [mm]	

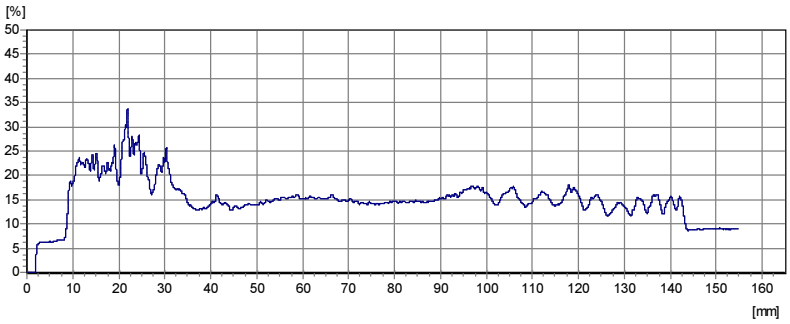
6		
7		

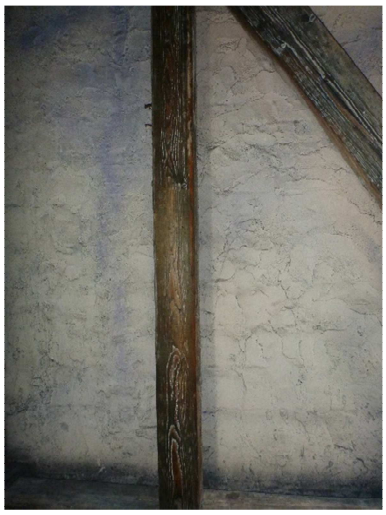
UWAGI: W punkcie 1 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 10

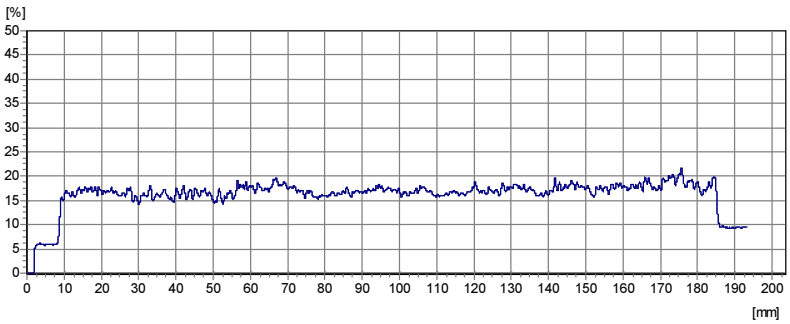


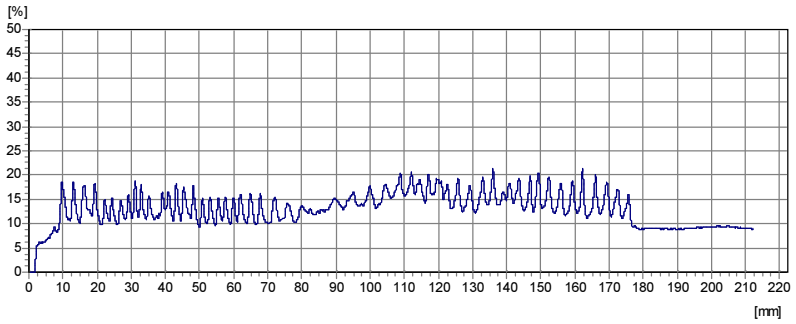
1



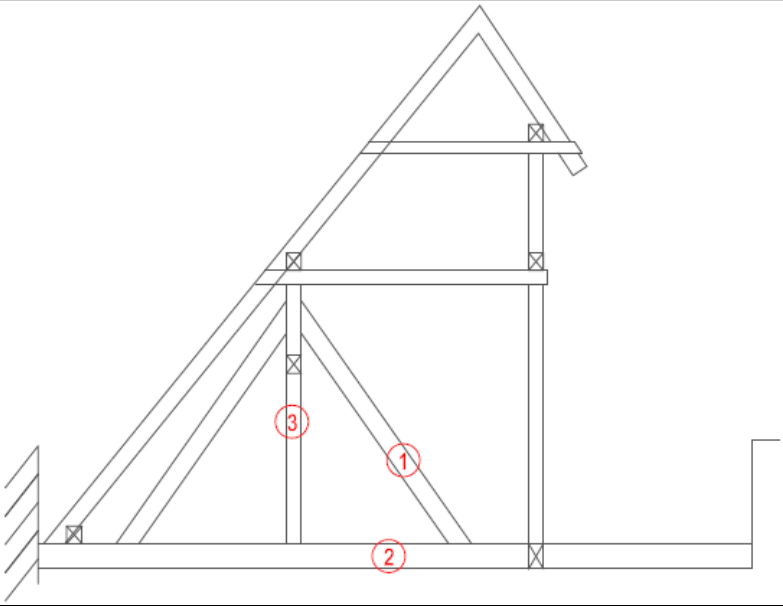


2

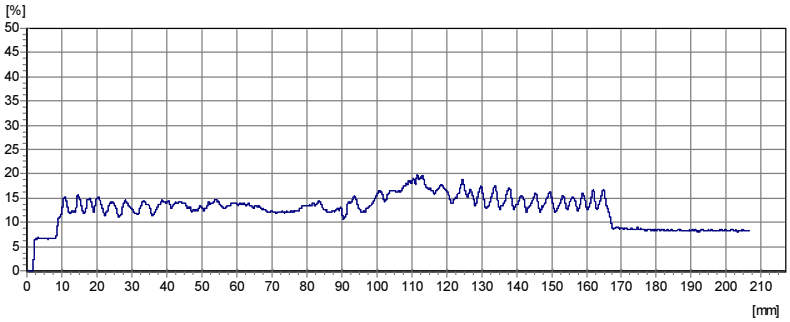


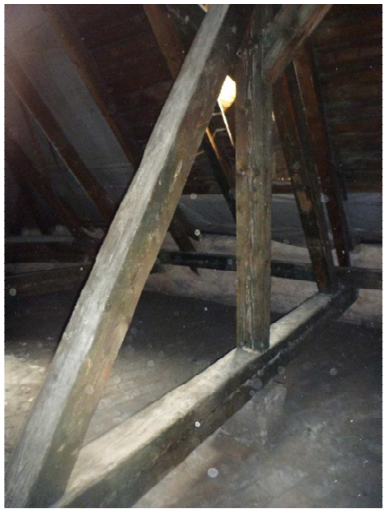
3		
UWAGI: W punkcie 1 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 11

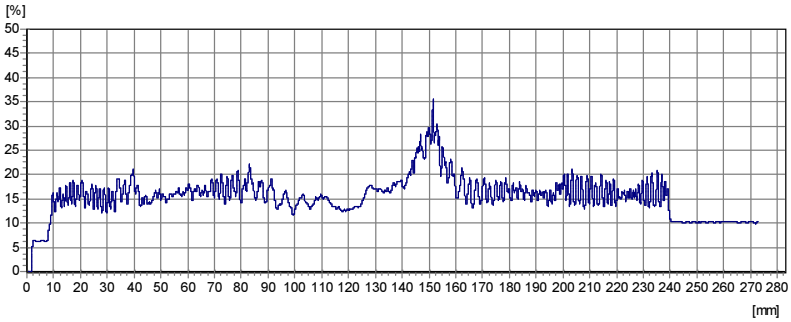


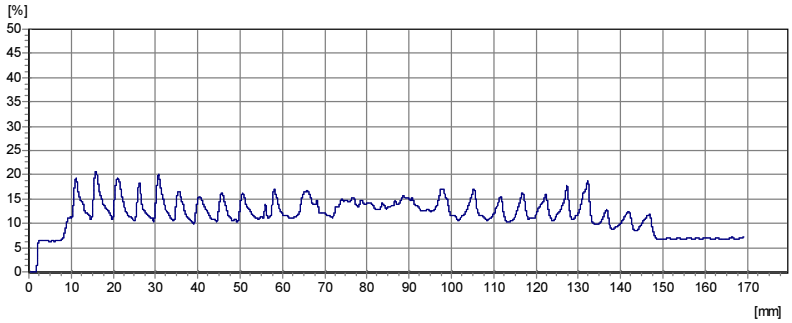
1



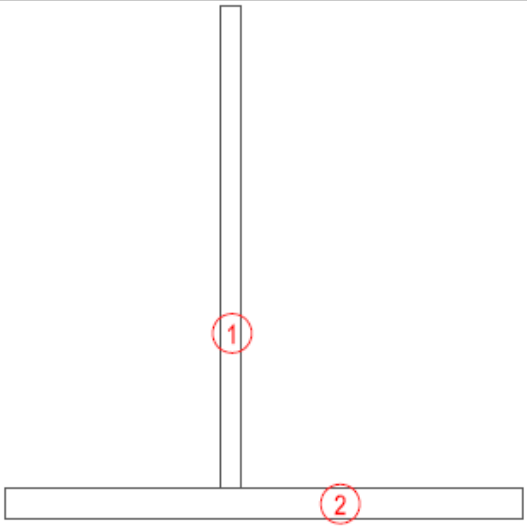


2

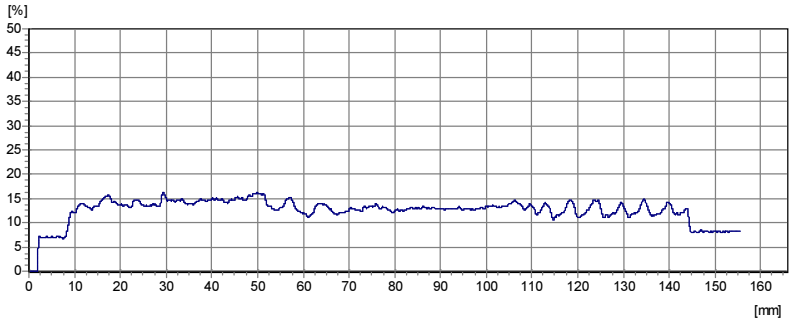


3		
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

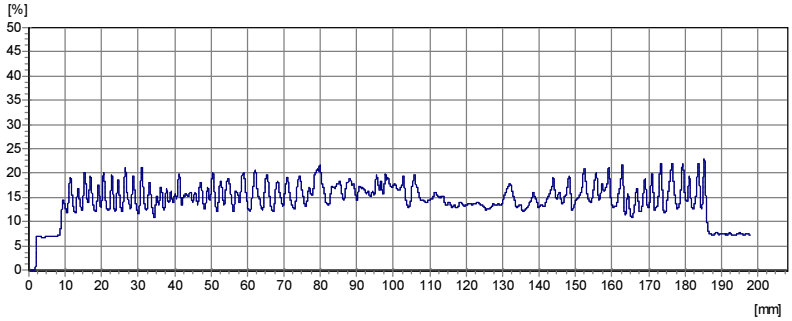
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 12



1

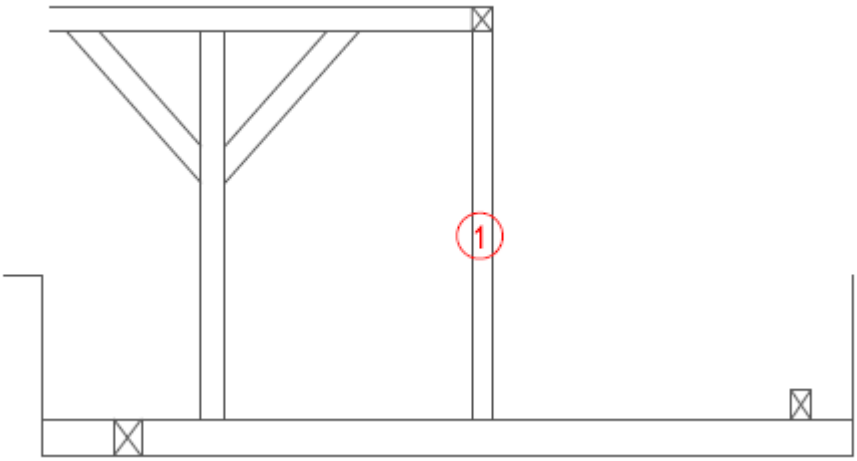


2

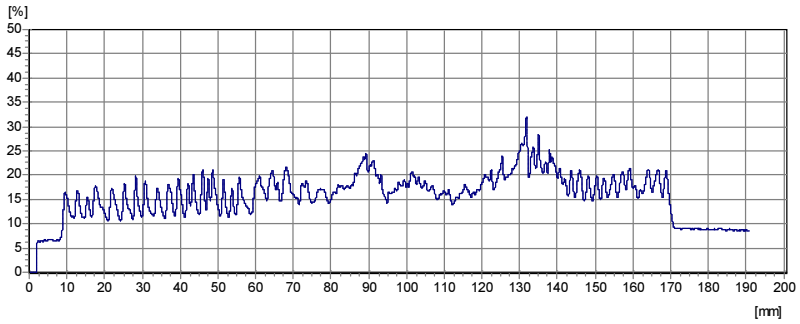


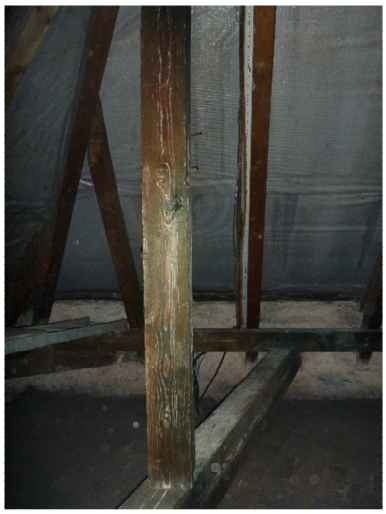
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 13



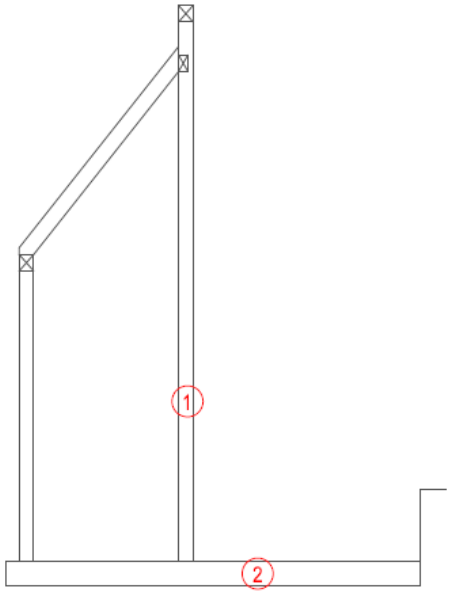
1



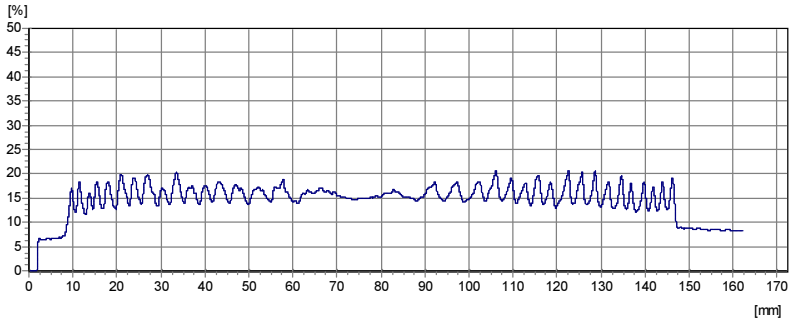


UWAGI:

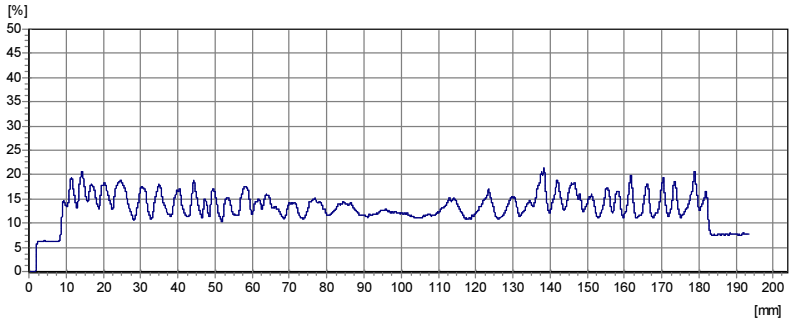
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 14



1

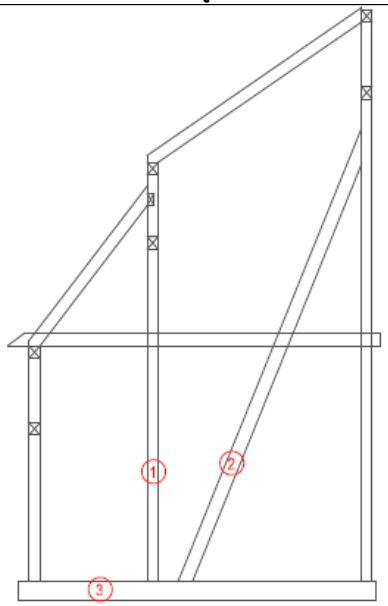


2

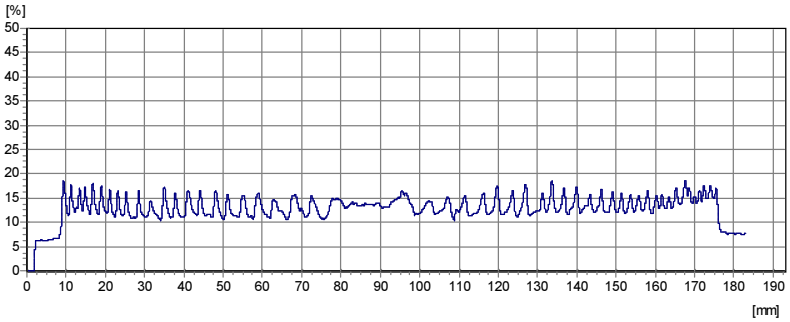


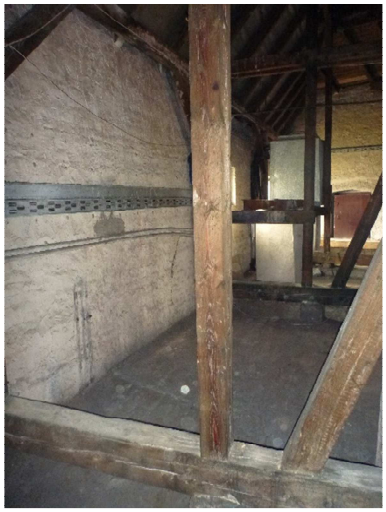
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 15

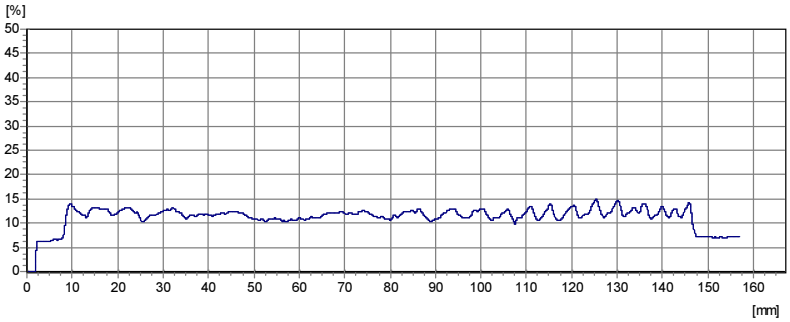


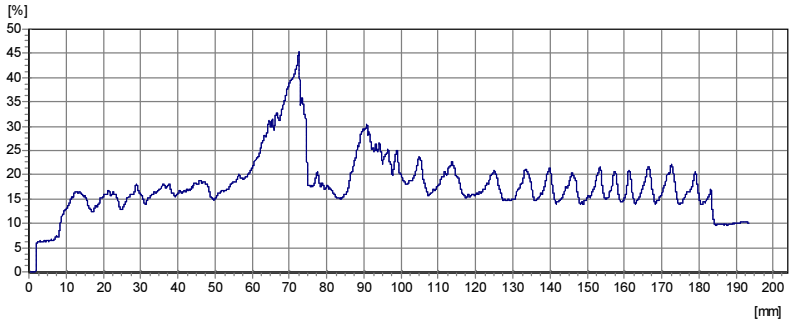
1



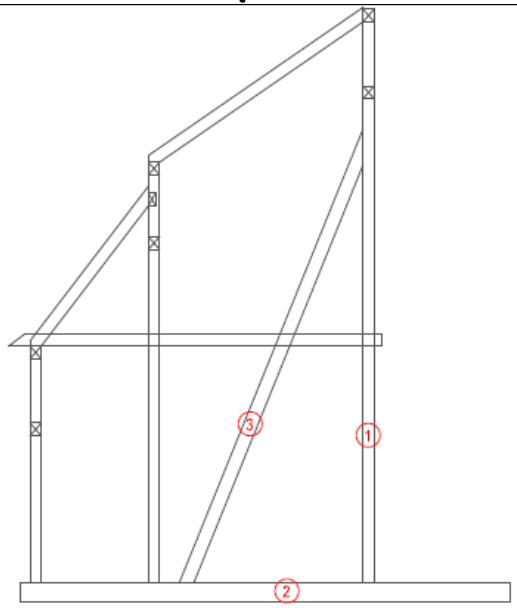


2

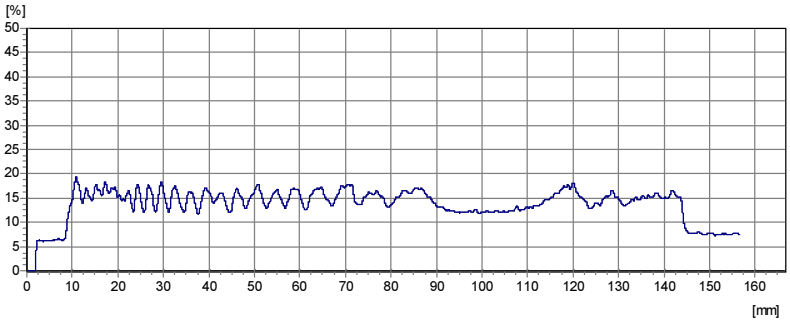


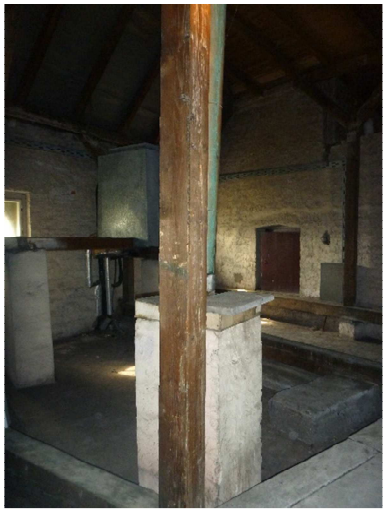
3		
UWAGI: W punkcie 3 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 16

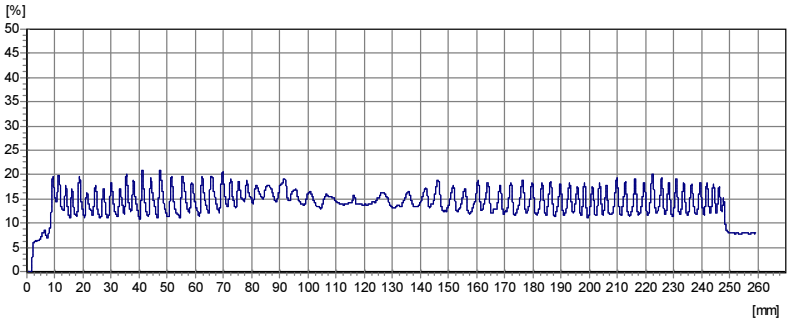


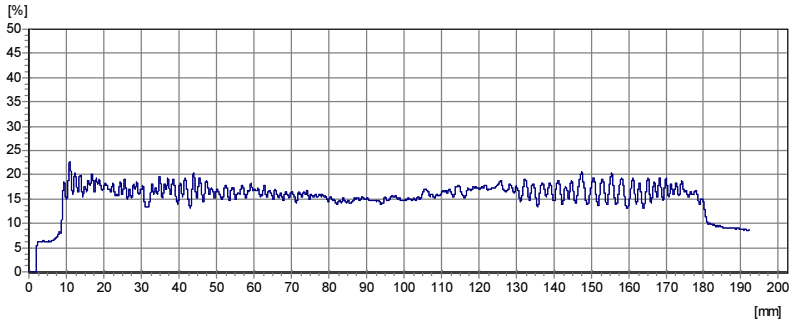
1



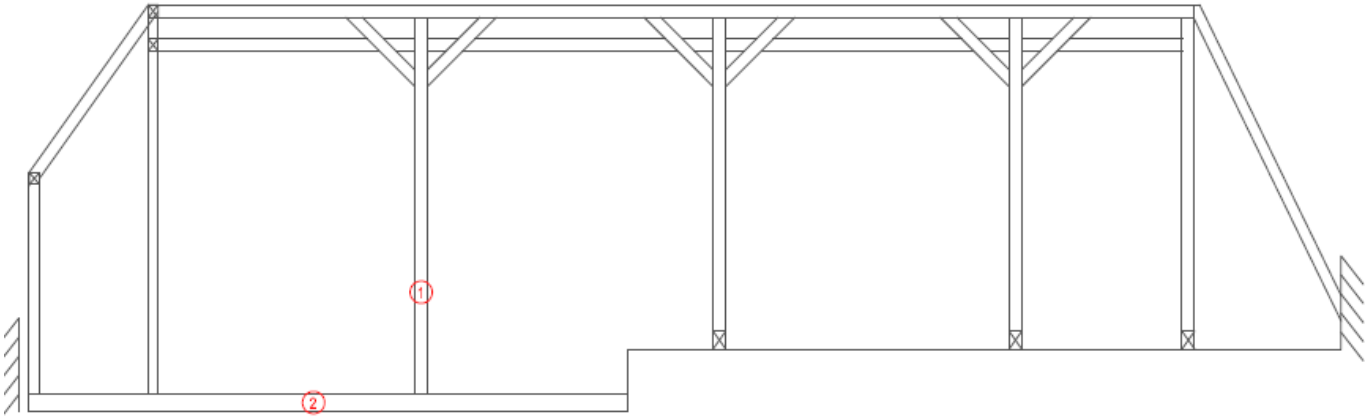


2

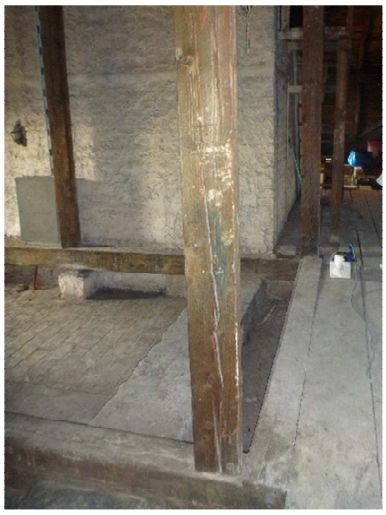


3		
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

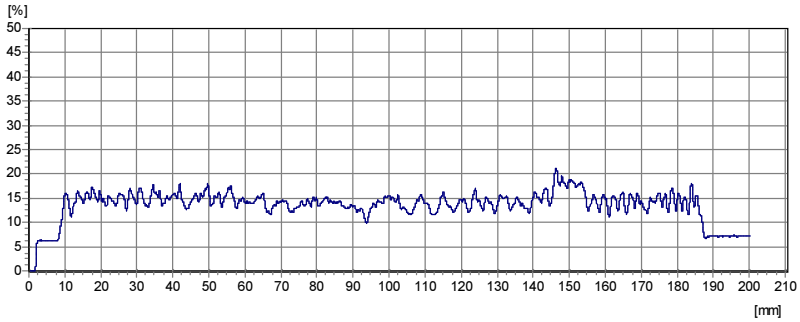
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 17



1

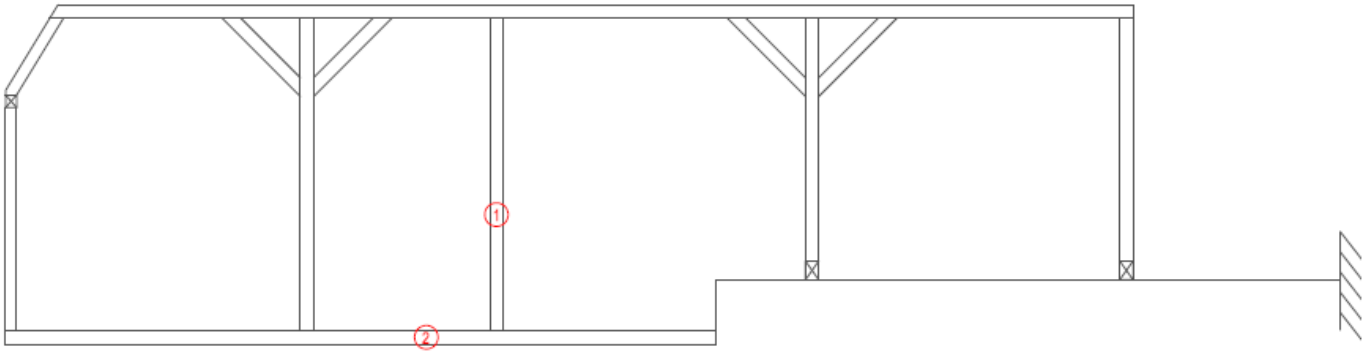


2

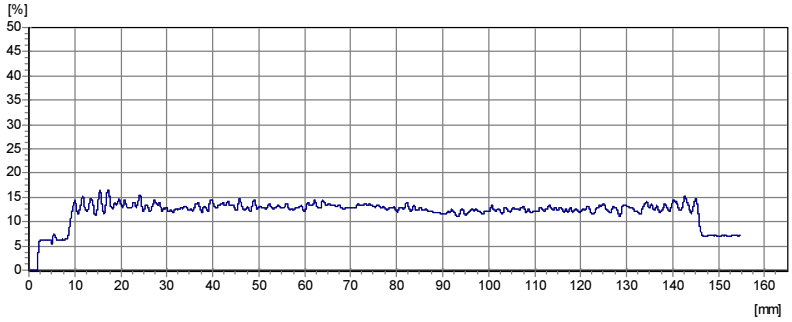


UWAGI: W punkcie 1 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

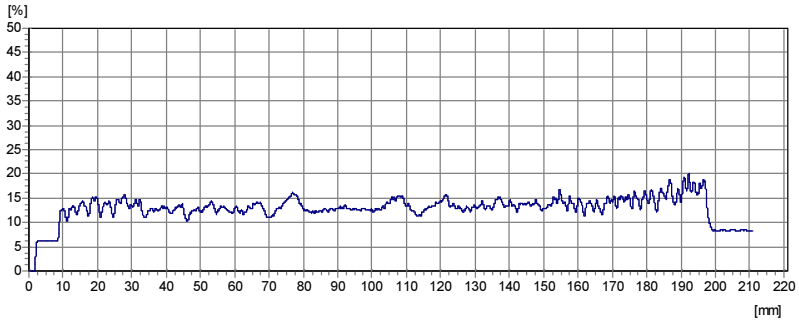
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 18



1

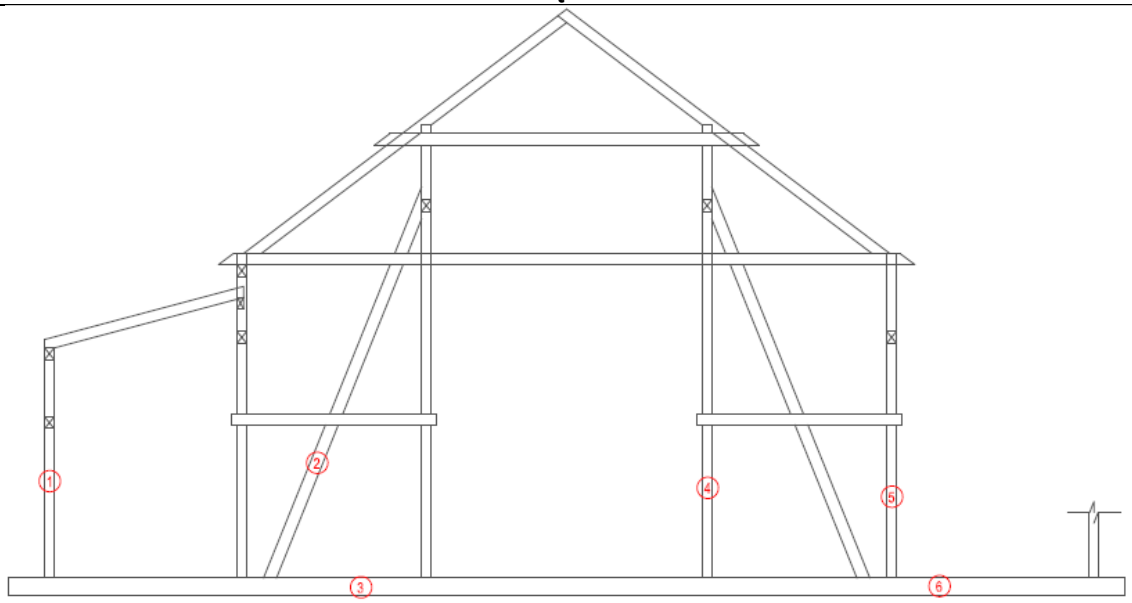


2

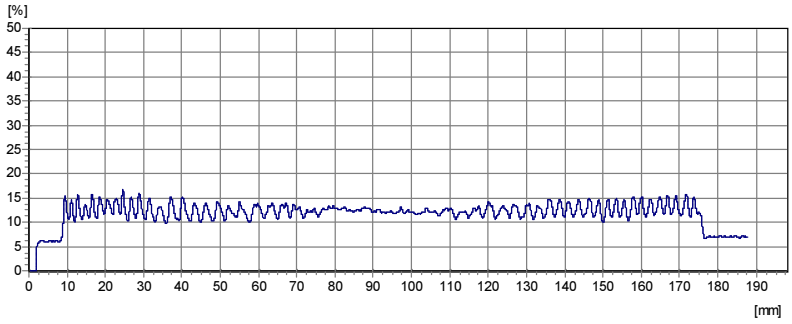


UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

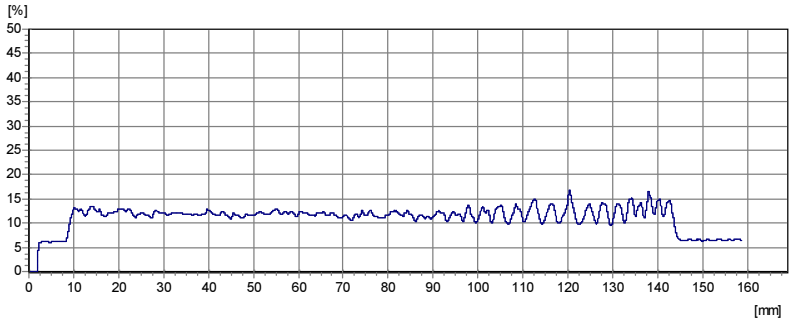
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 19

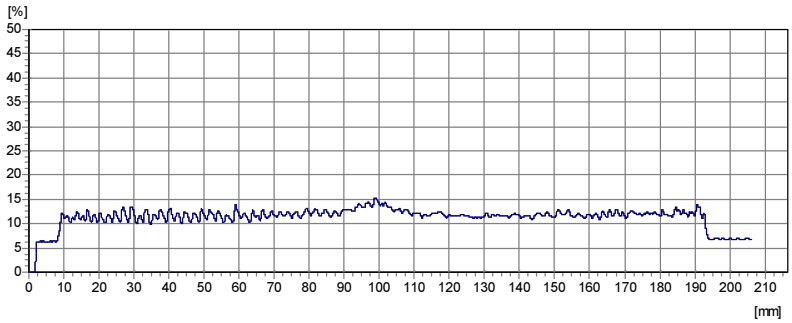
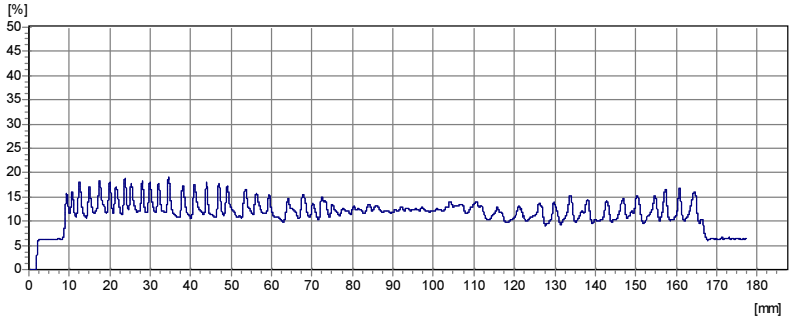
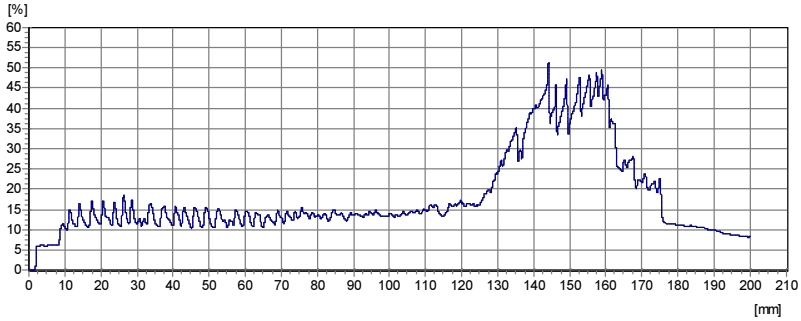


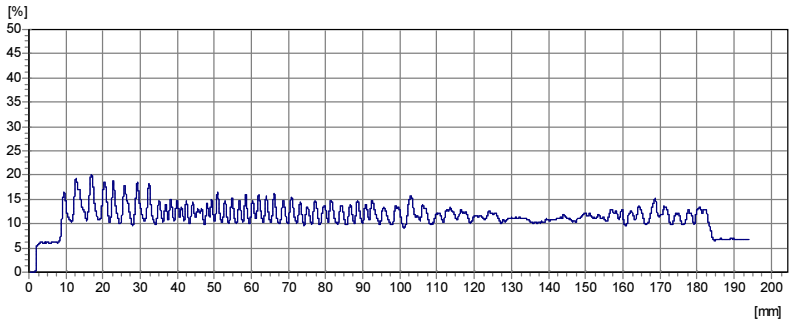
1



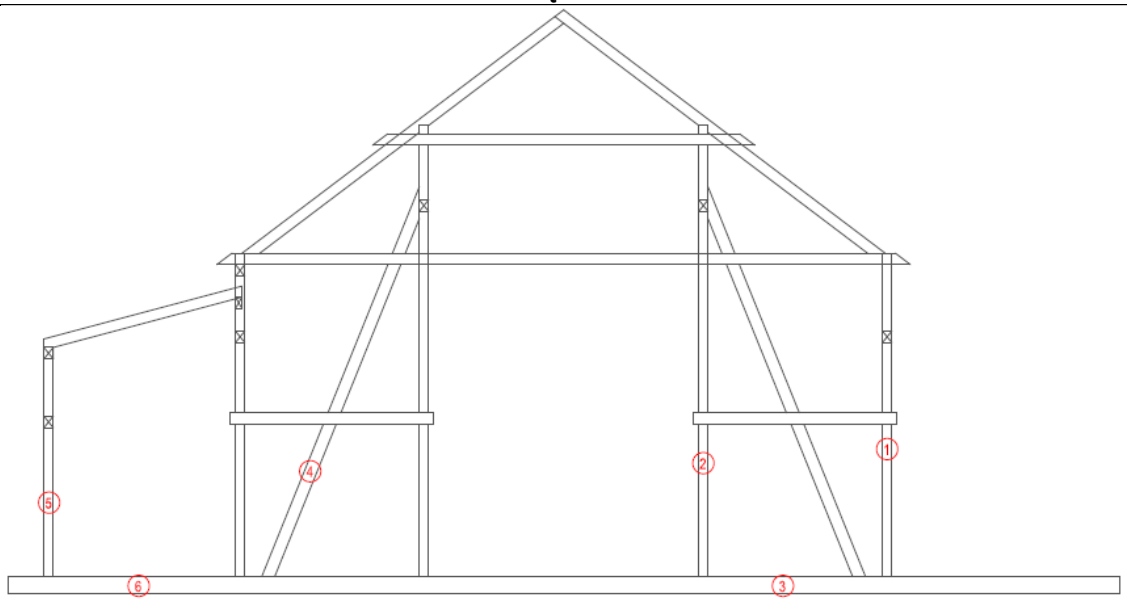
2



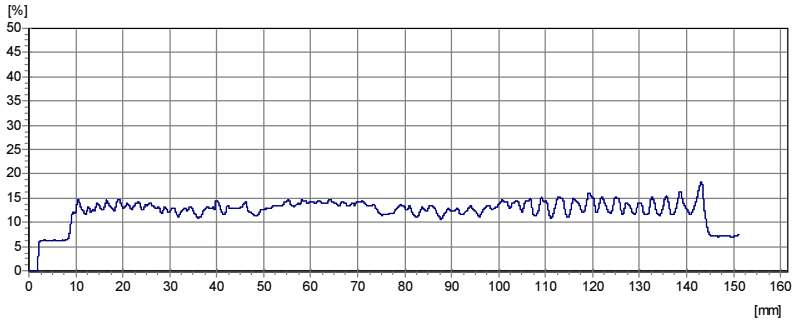
3	 [%] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 [mm]	
4	 [%] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 [mm]	
5	 [%] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 [mm]	

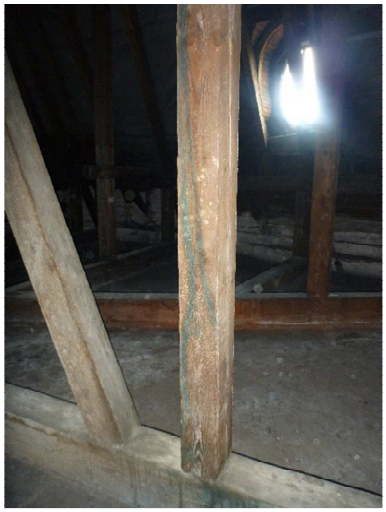
6		
UWAGI: W punkcie 5 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 20

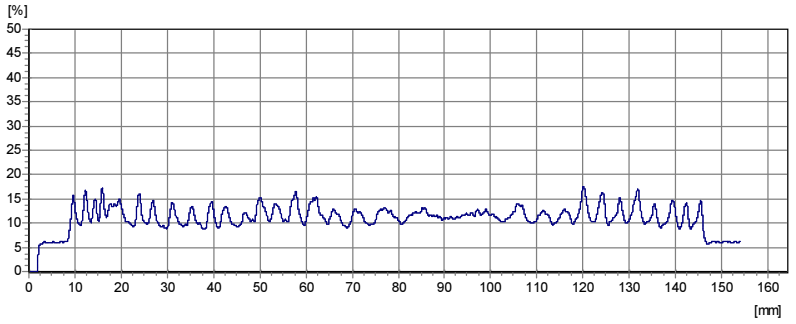


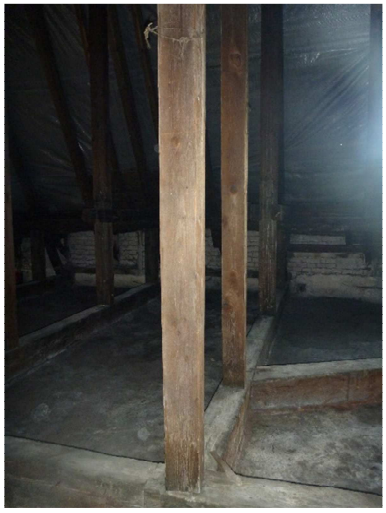
1

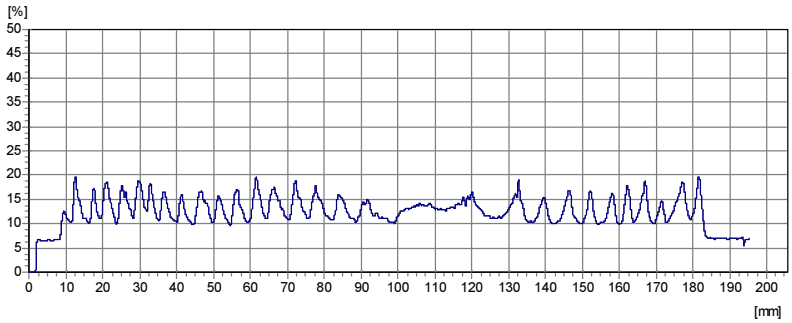
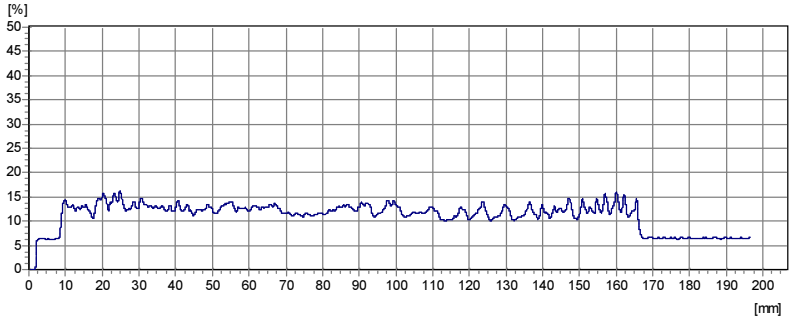
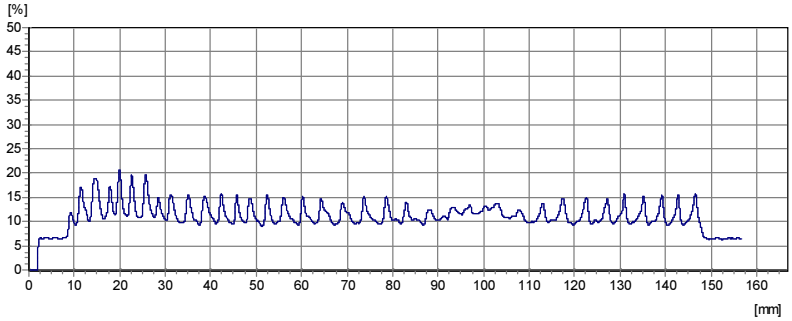
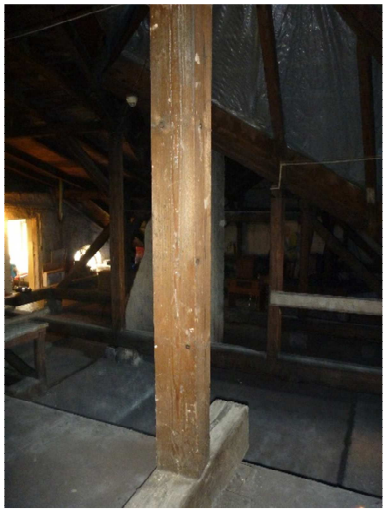


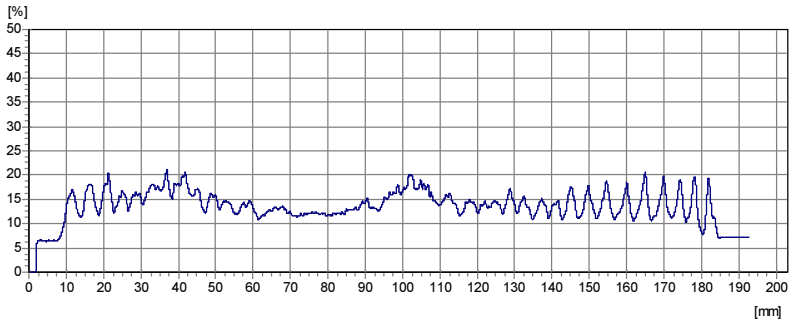


2

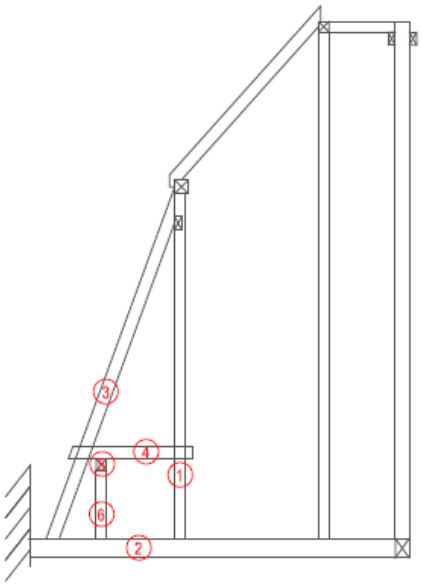




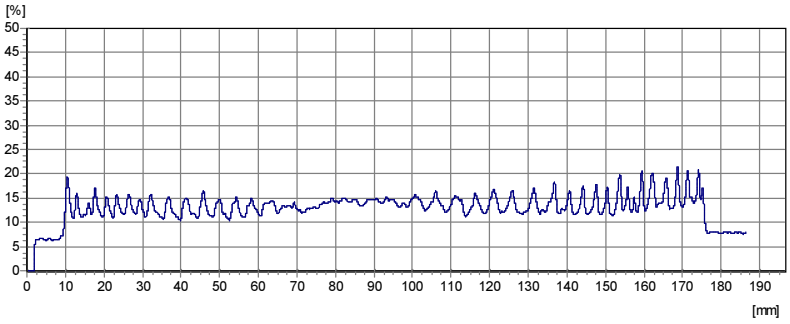
3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	

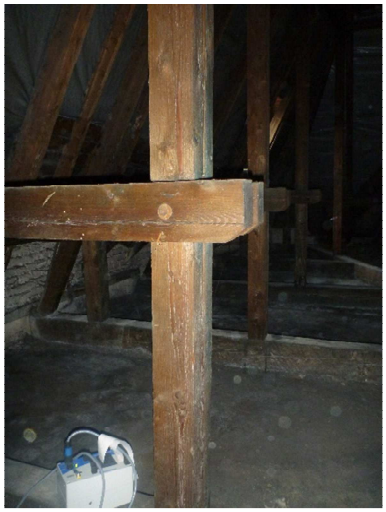
6		
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 24

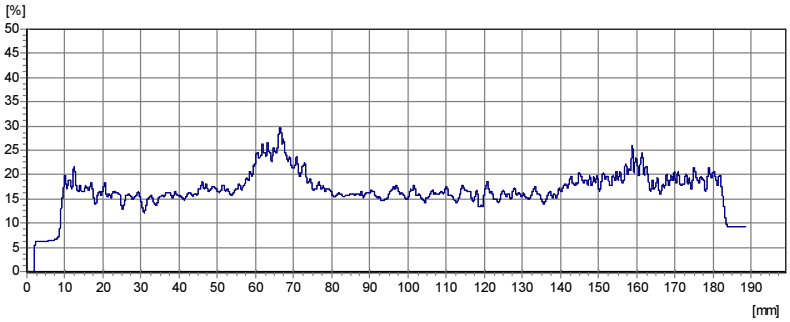


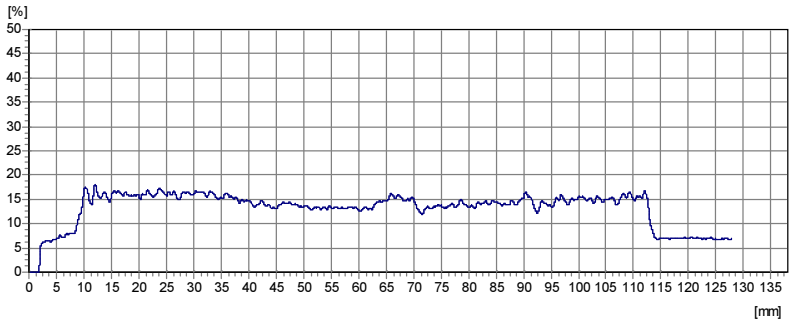
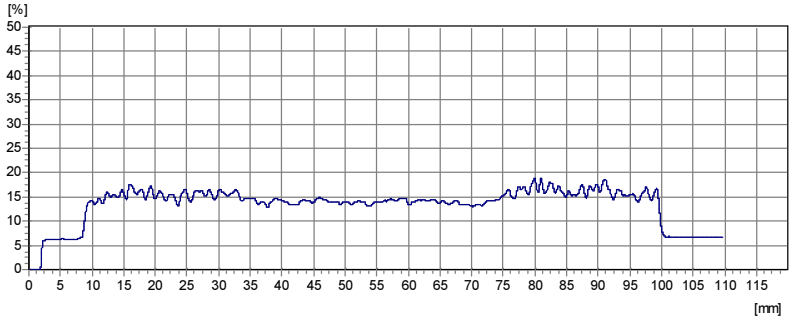
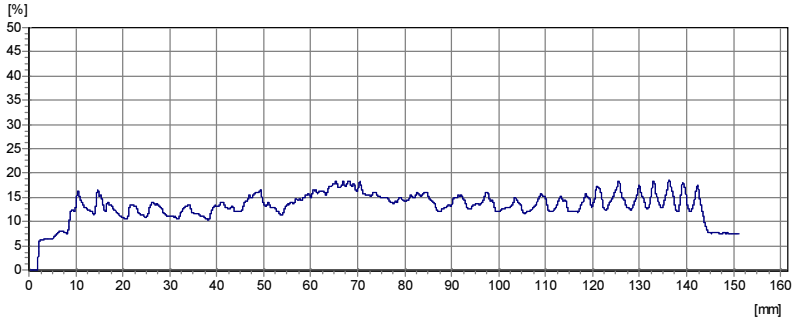
1

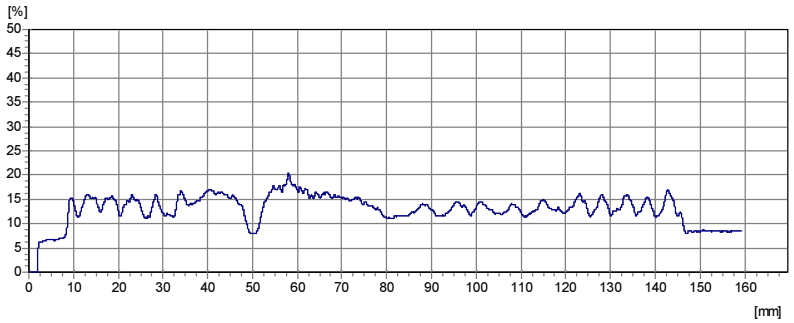




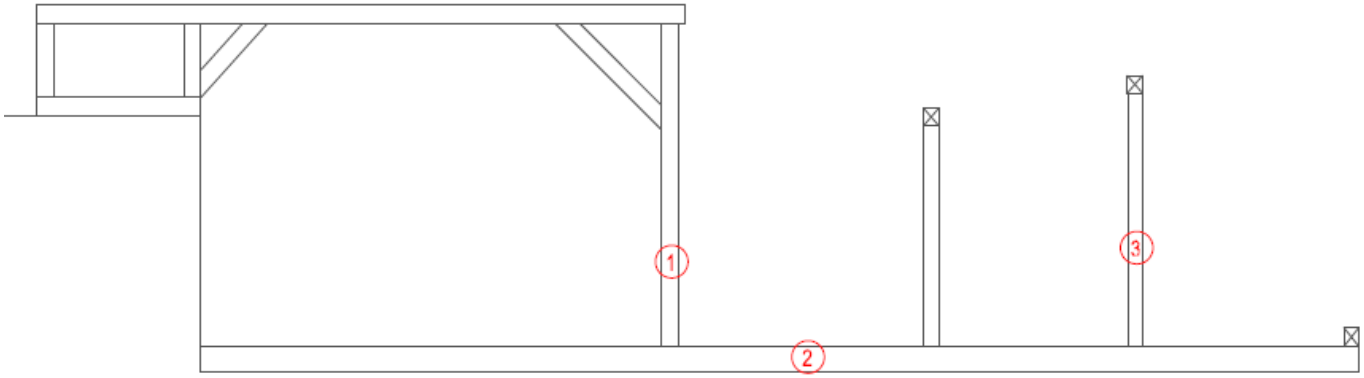
2



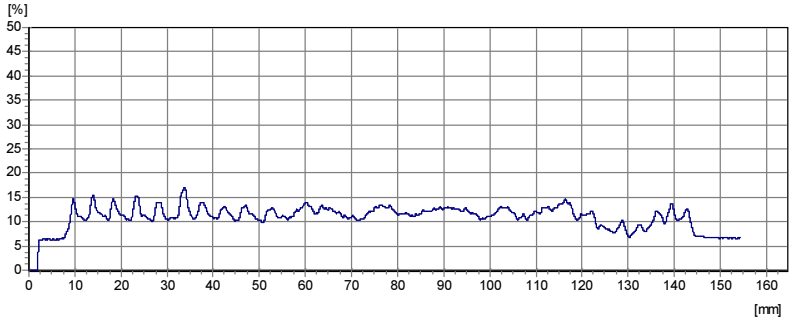
3	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 [mm]	
4	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 [mm]	
5	 [%] 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 [mm]	

6		
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

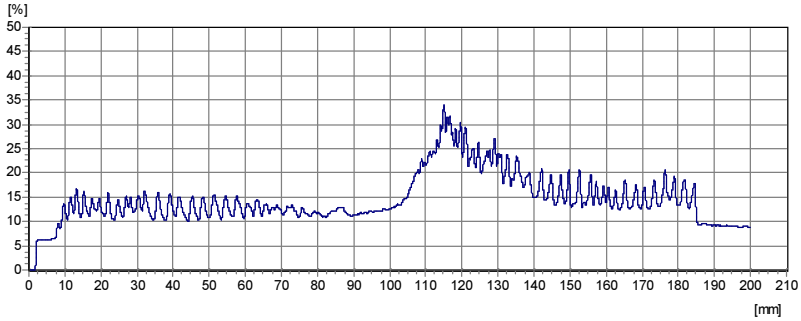
OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 30

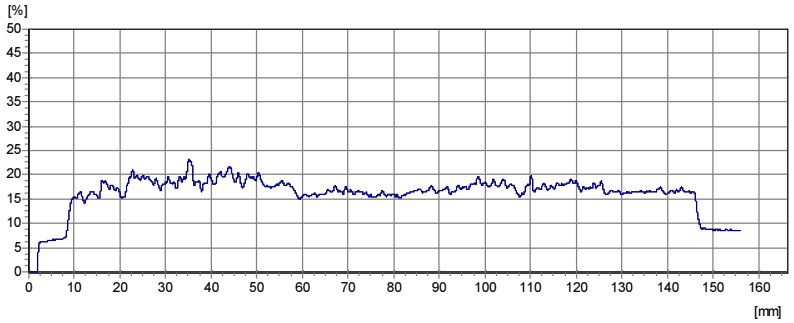


1

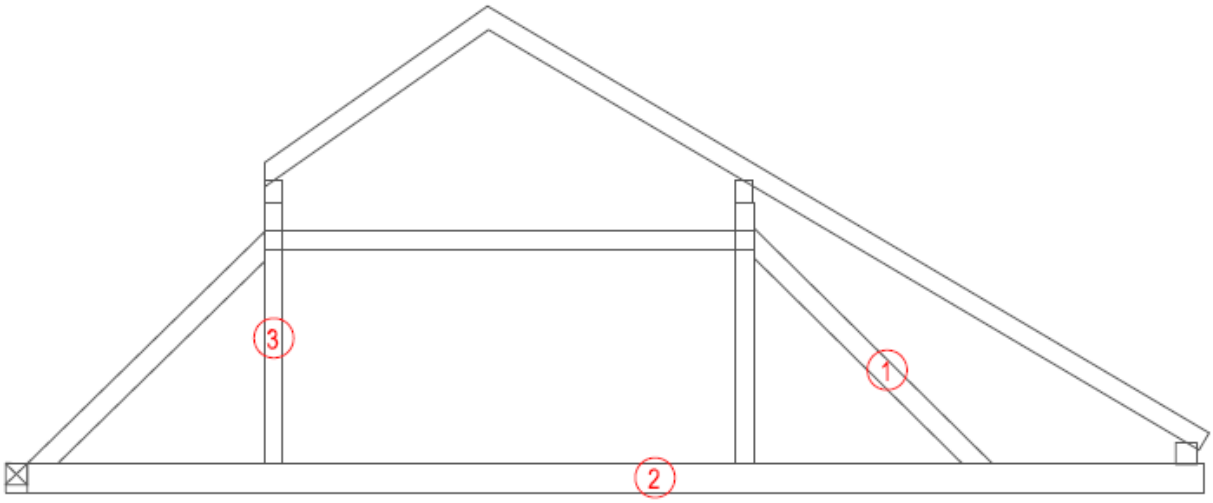


2

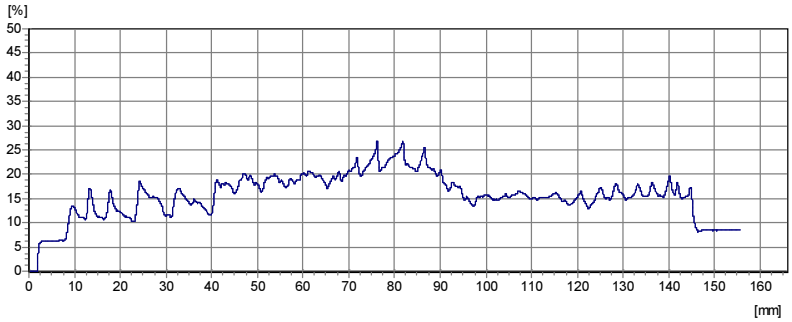


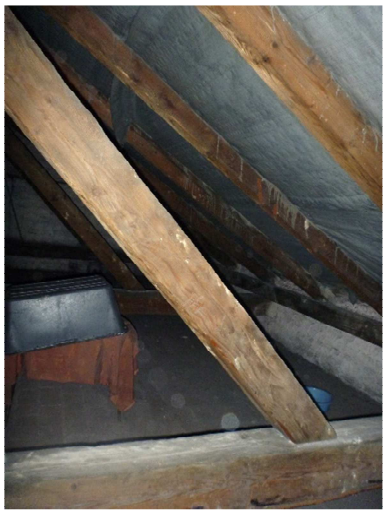
3		
UWAGI: W punkcie 2 zaburzenie pomiaru, wzrost twardości wynika z przejścia wiertła przez sęk. Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 31

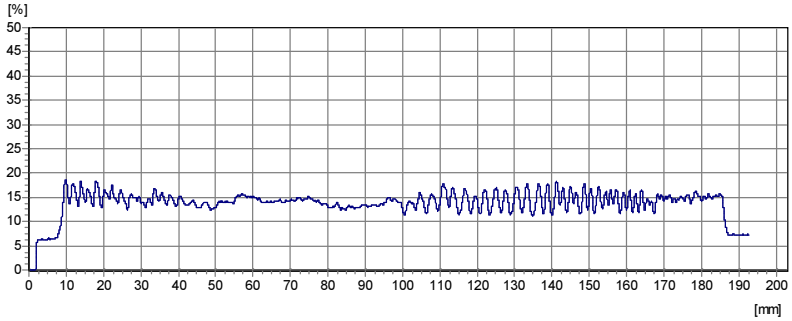


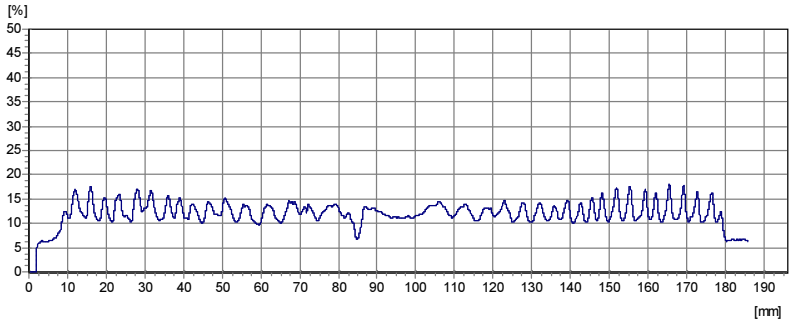
1



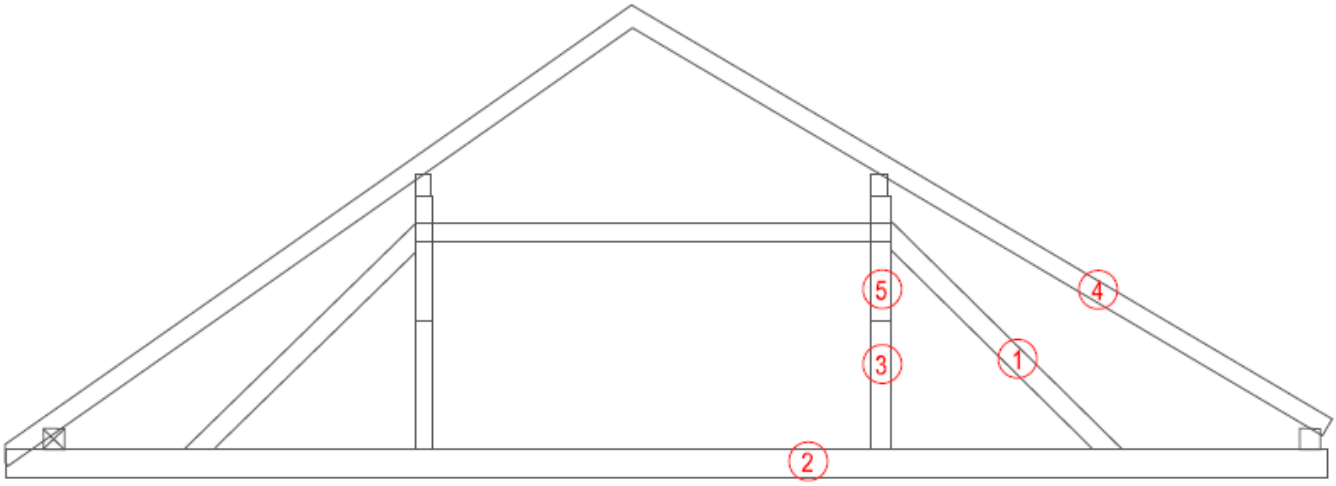


2

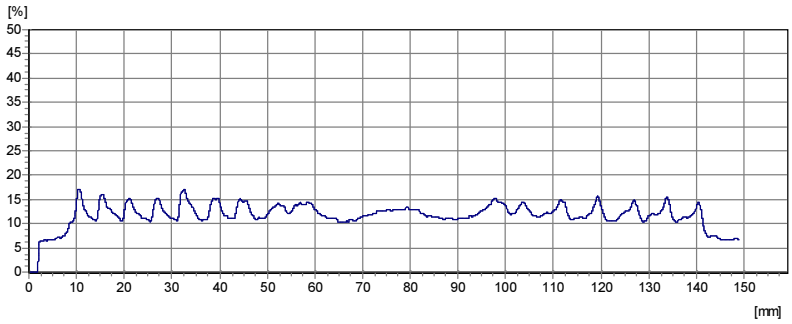


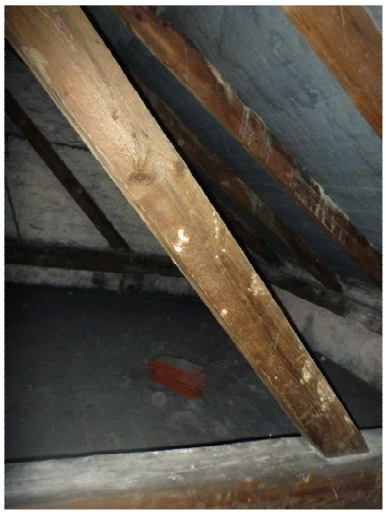
3		
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.		

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 32

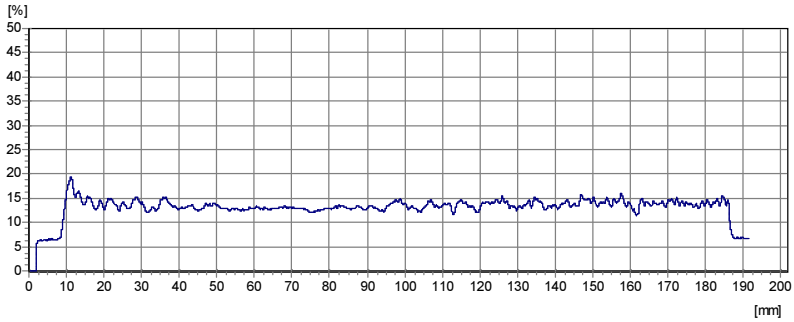


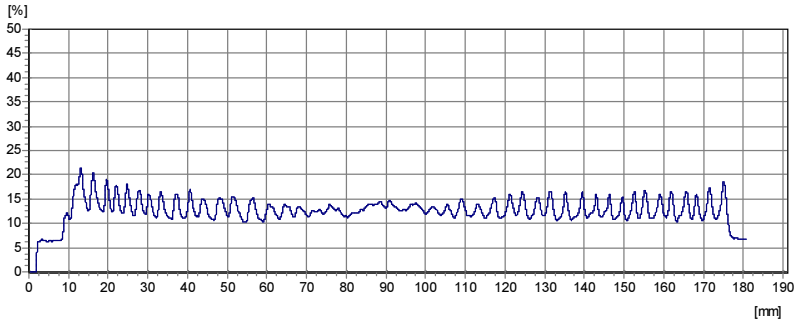
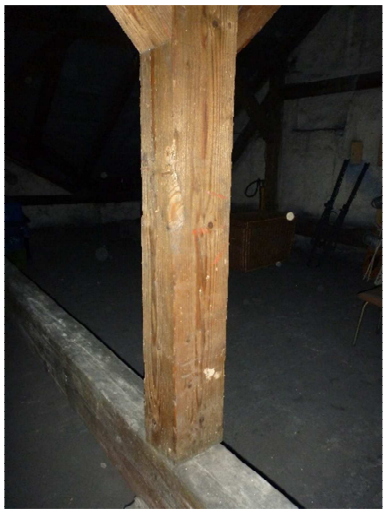
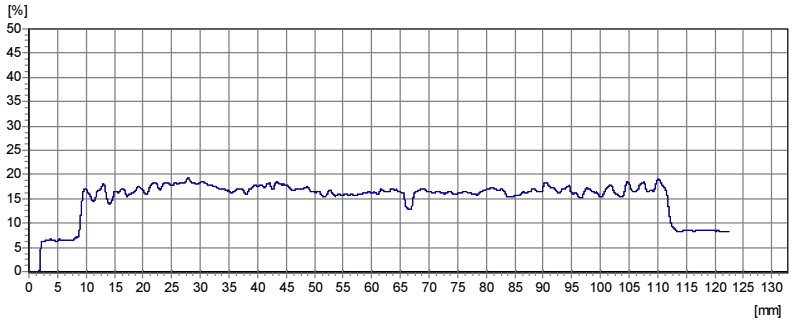
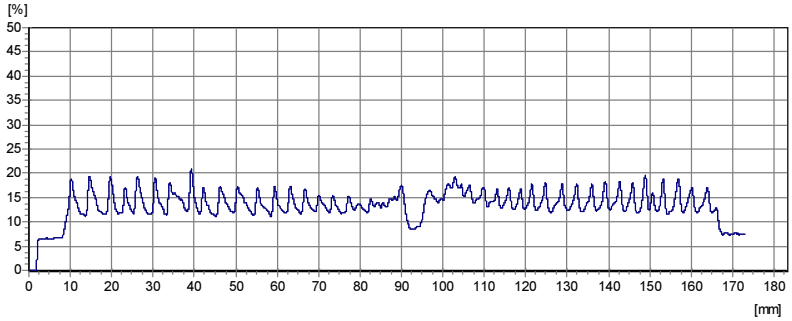
1





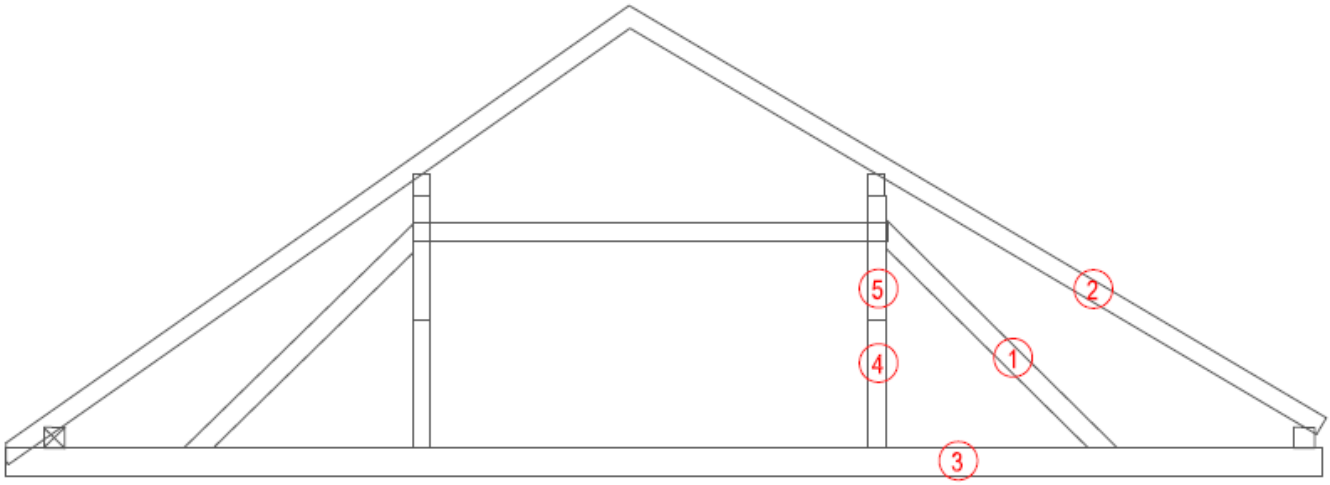
2



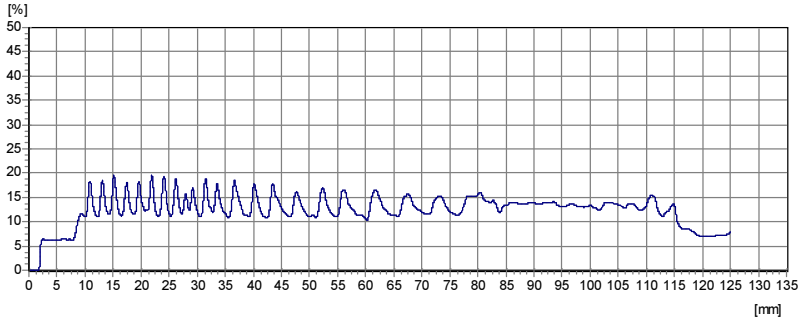
3		
4		
5		

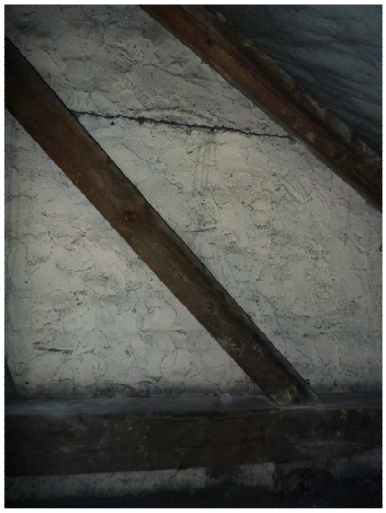
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WIĄZAR 33

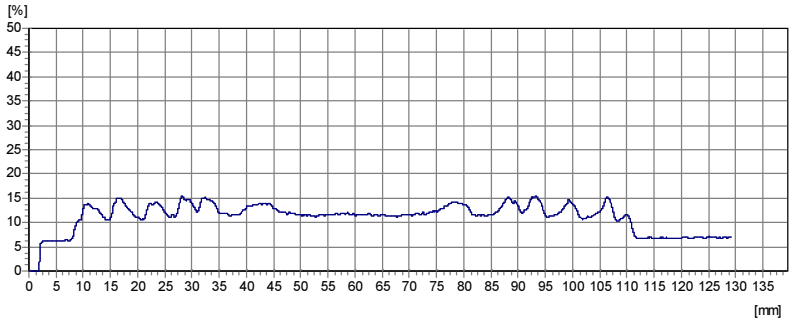


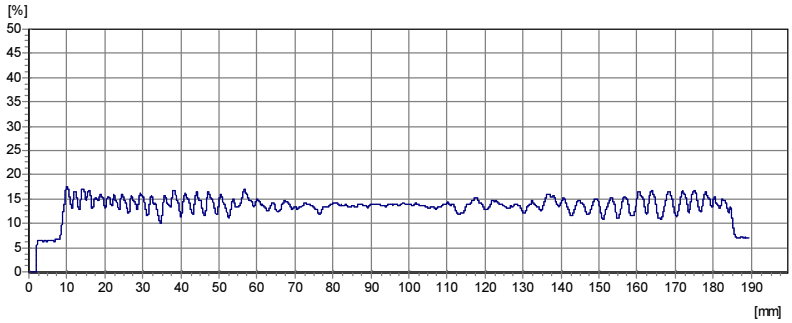
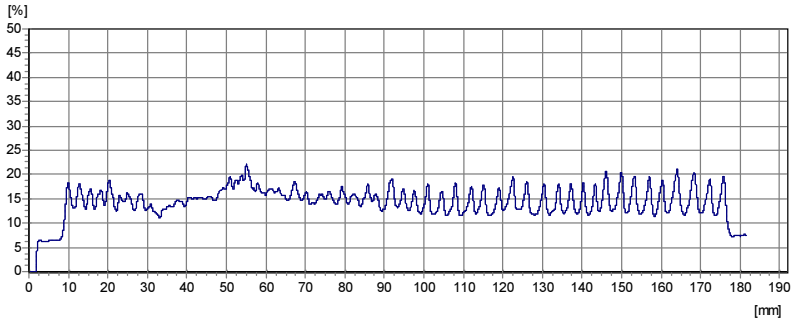
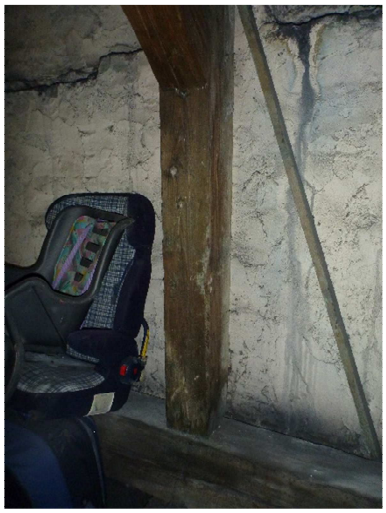
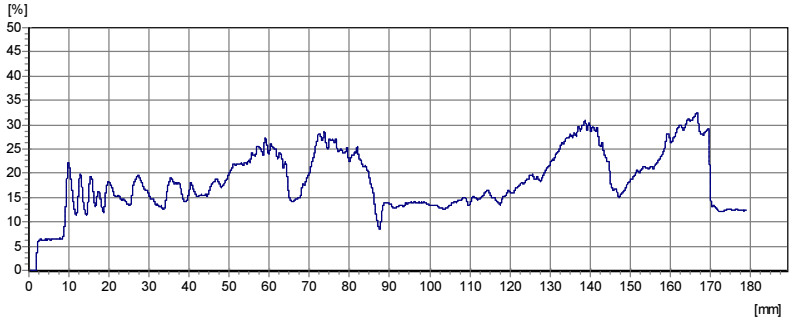
1





2



3		
4		
5		

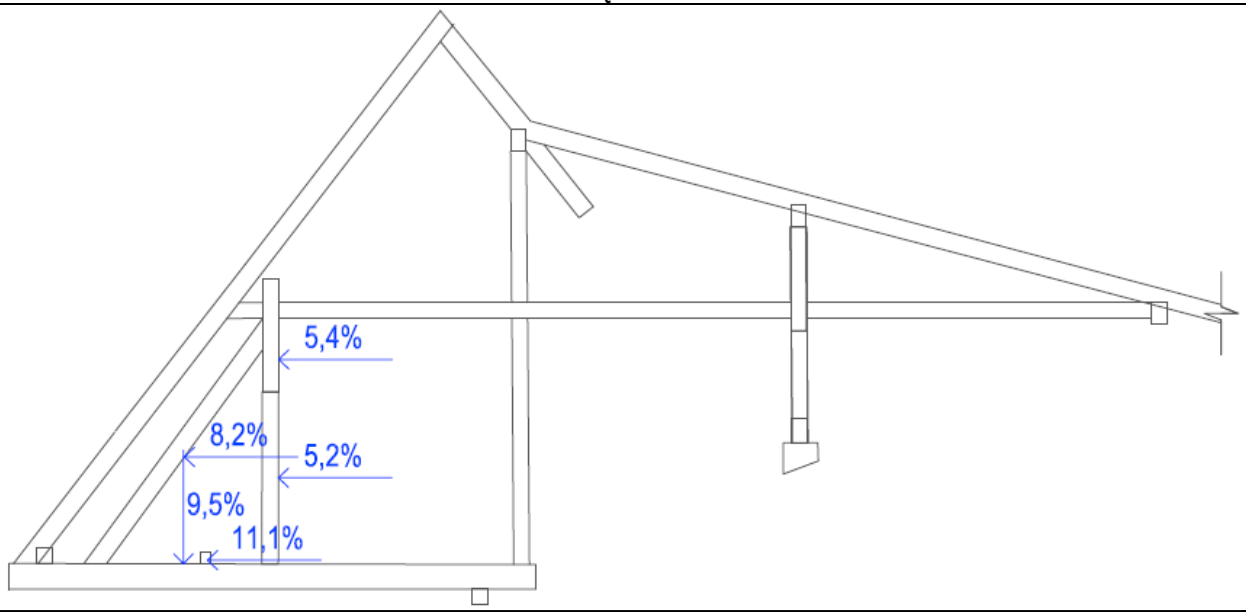
UWAGI: Elementy wiązara cechują się dużą jednorodnością.

ZAŁĄCZNIK 3

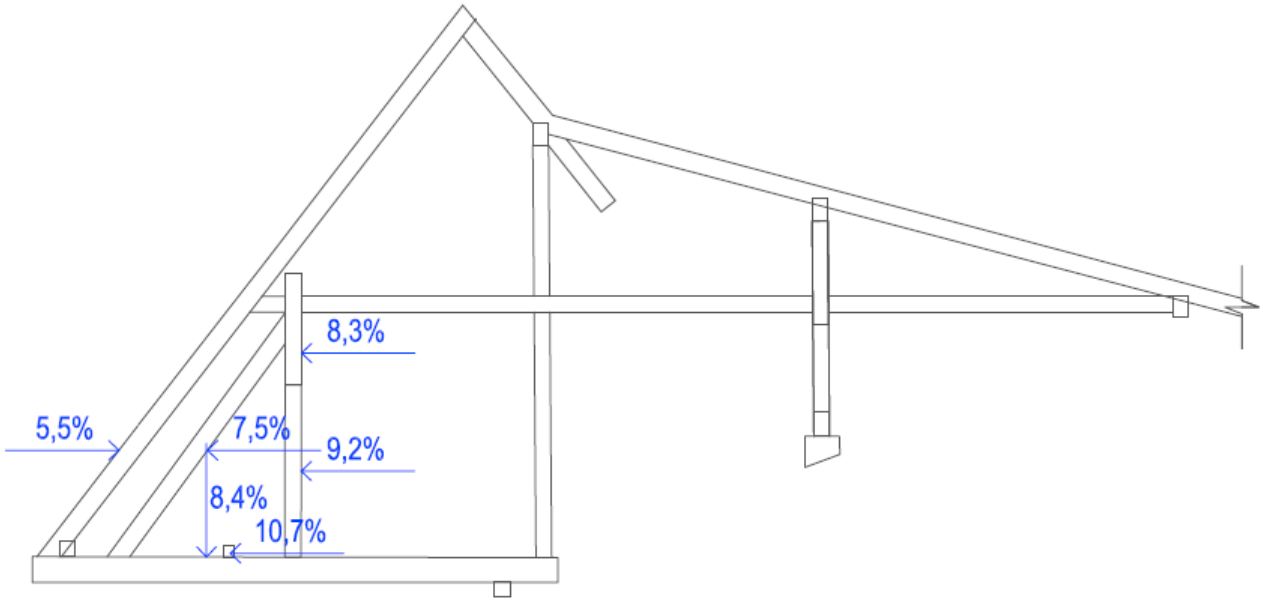
Badanie wilgotność elementów drewnianych

OCENA STANU TECHNICZNEGO WIĘŹBY DACHOWEJ BUDNYKU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII – WILGOTNOŚĆ DREWNA

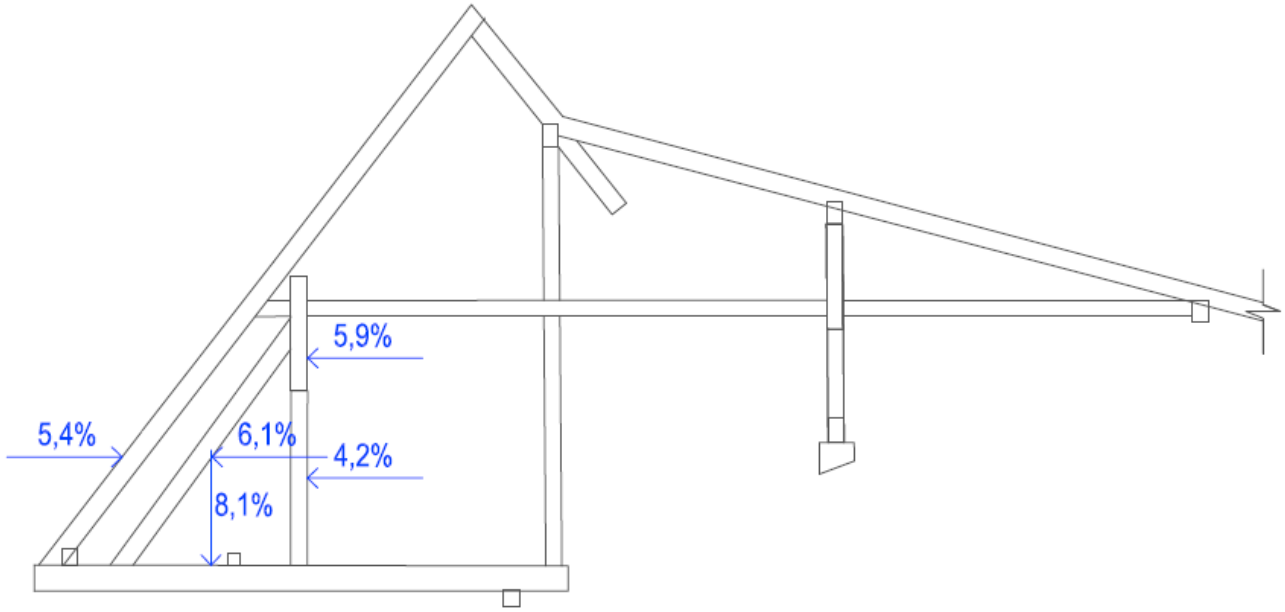
WIĄZAR 4



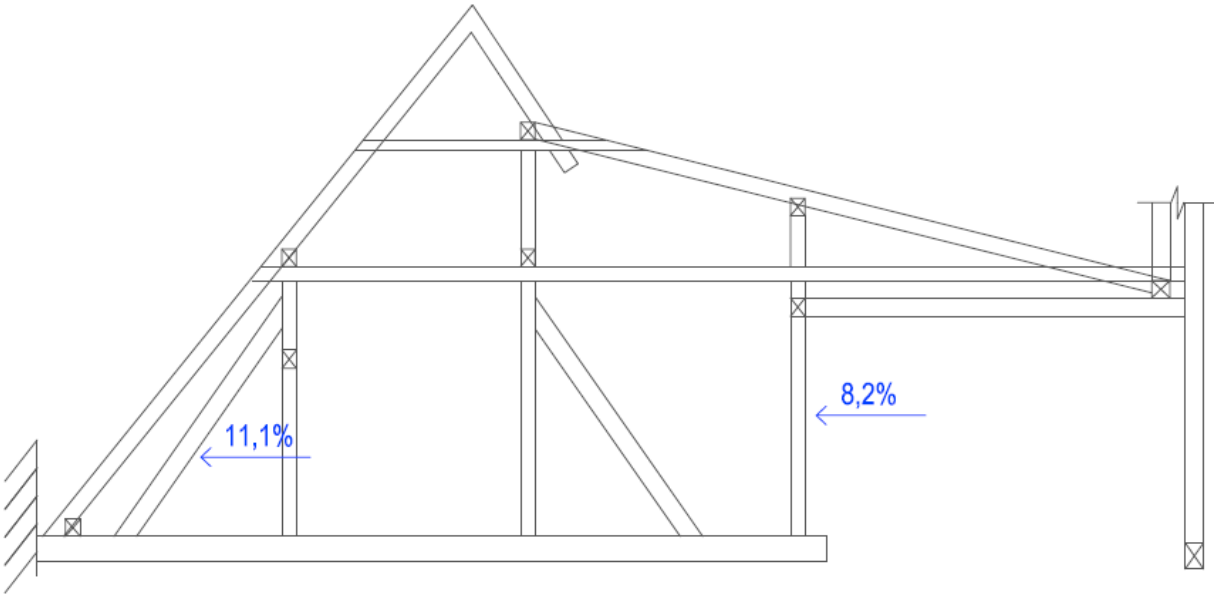
WIĄZAR 8



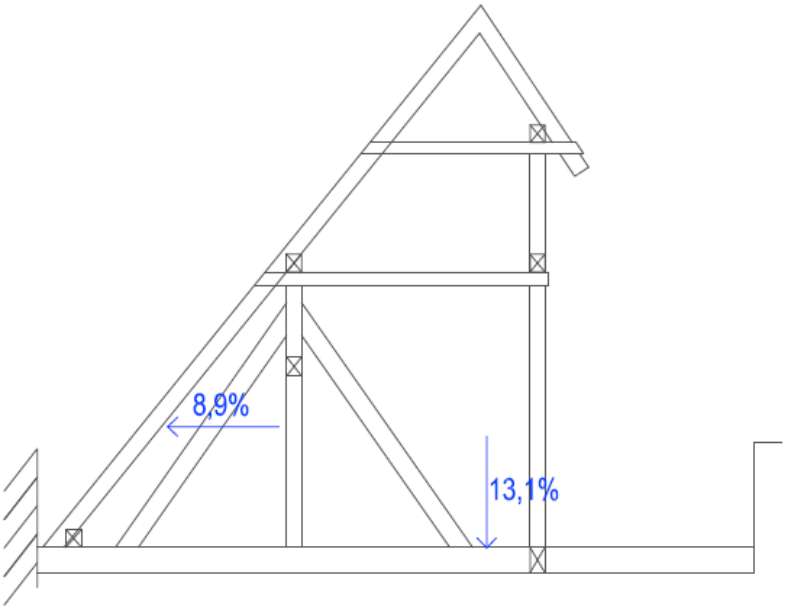
WIĄZAR 9



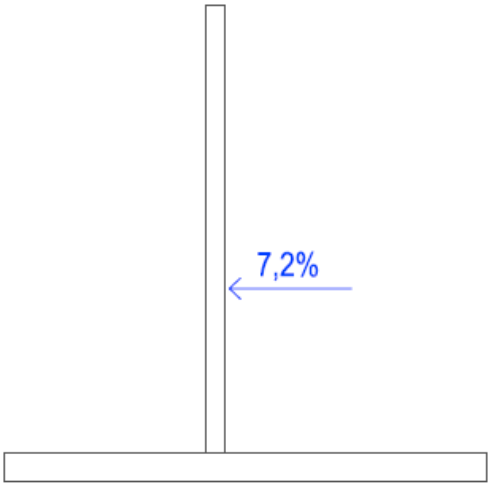
WIĄZAR 10



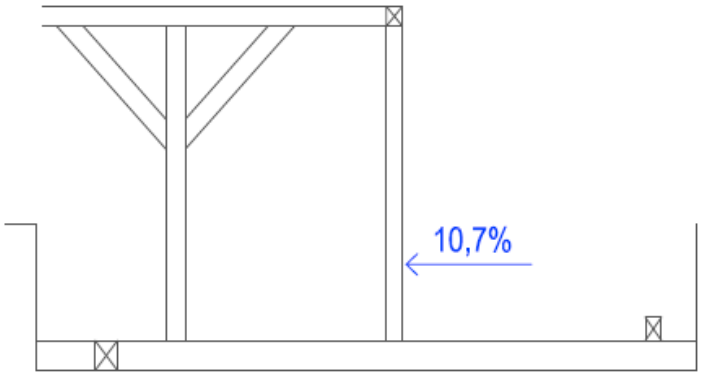
WIĄZAR 11



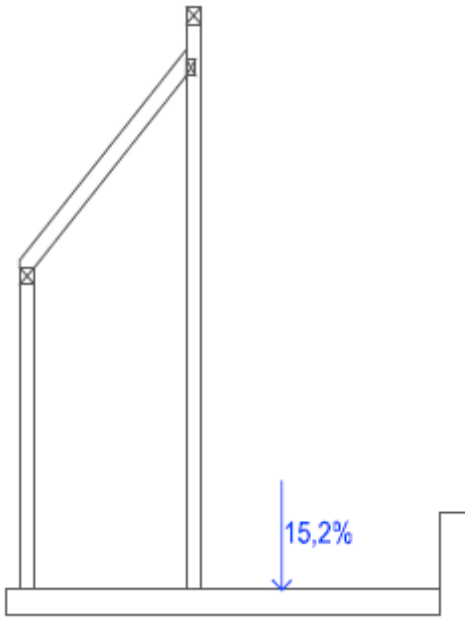
WIĄZAR 12



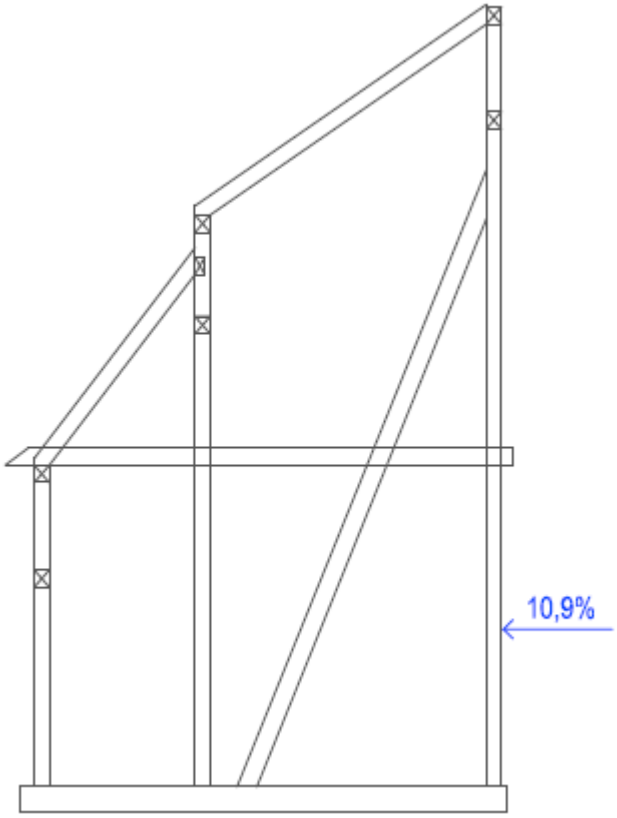
WIĄZAR 13



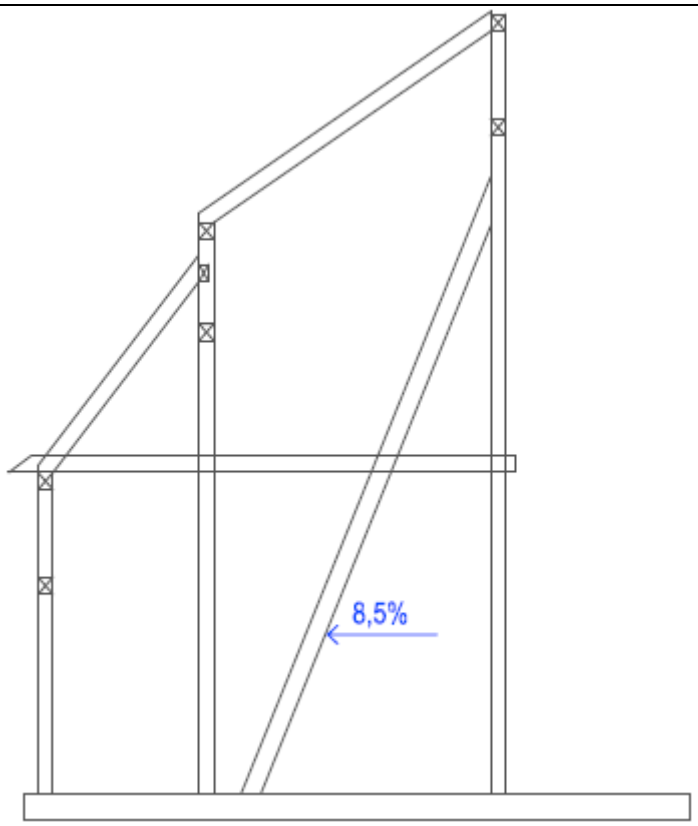
WIĄZAR 14



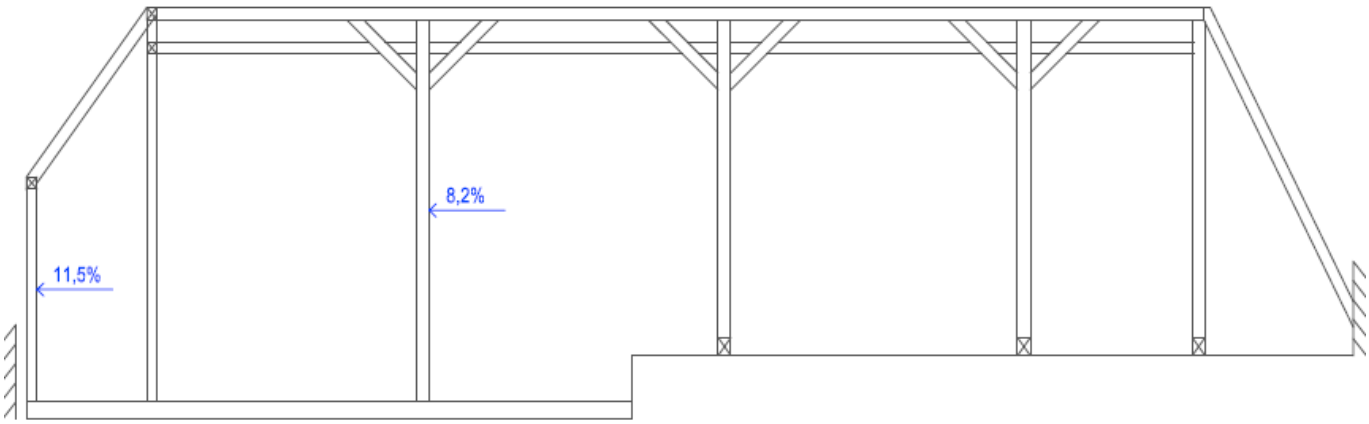
WIĄZAR 15



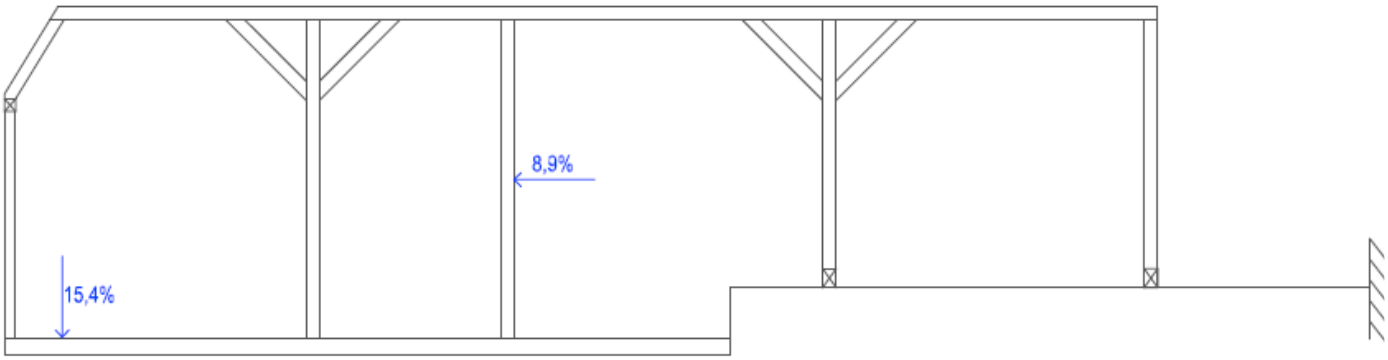
WIĄZAR 16



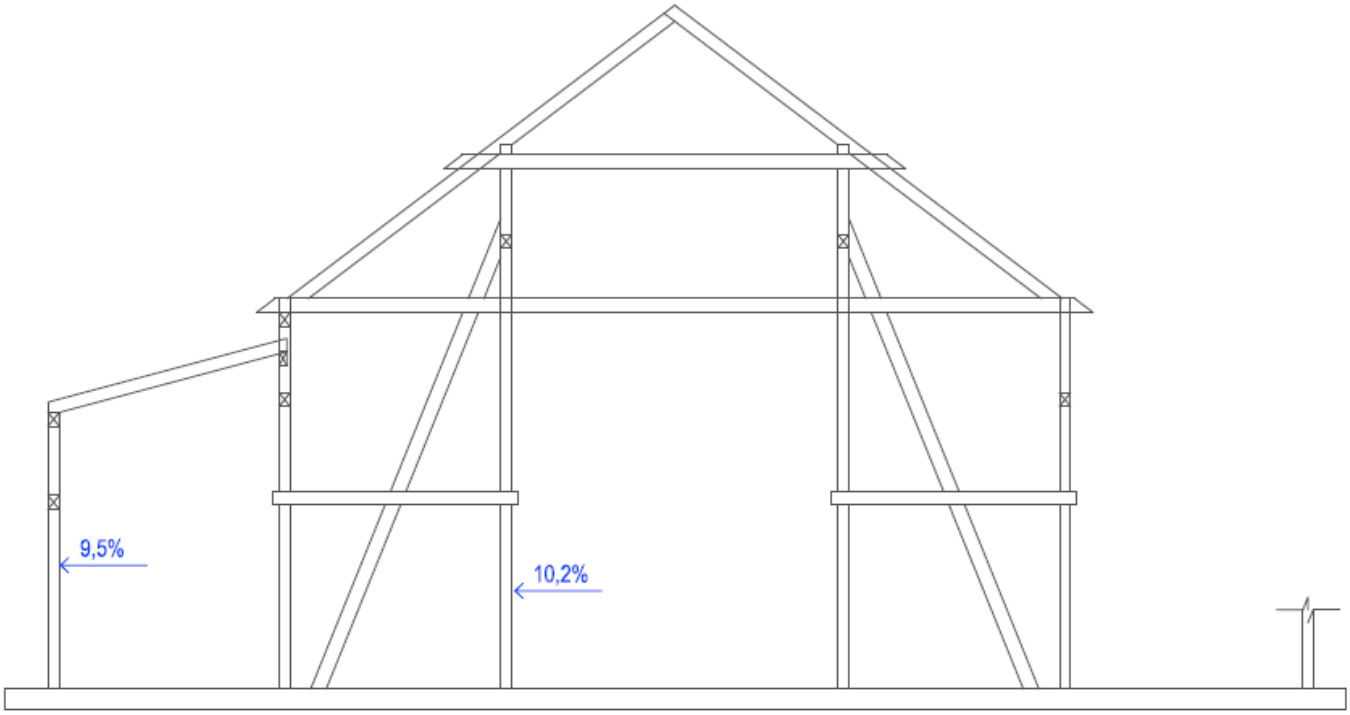
WIĄZAR 17



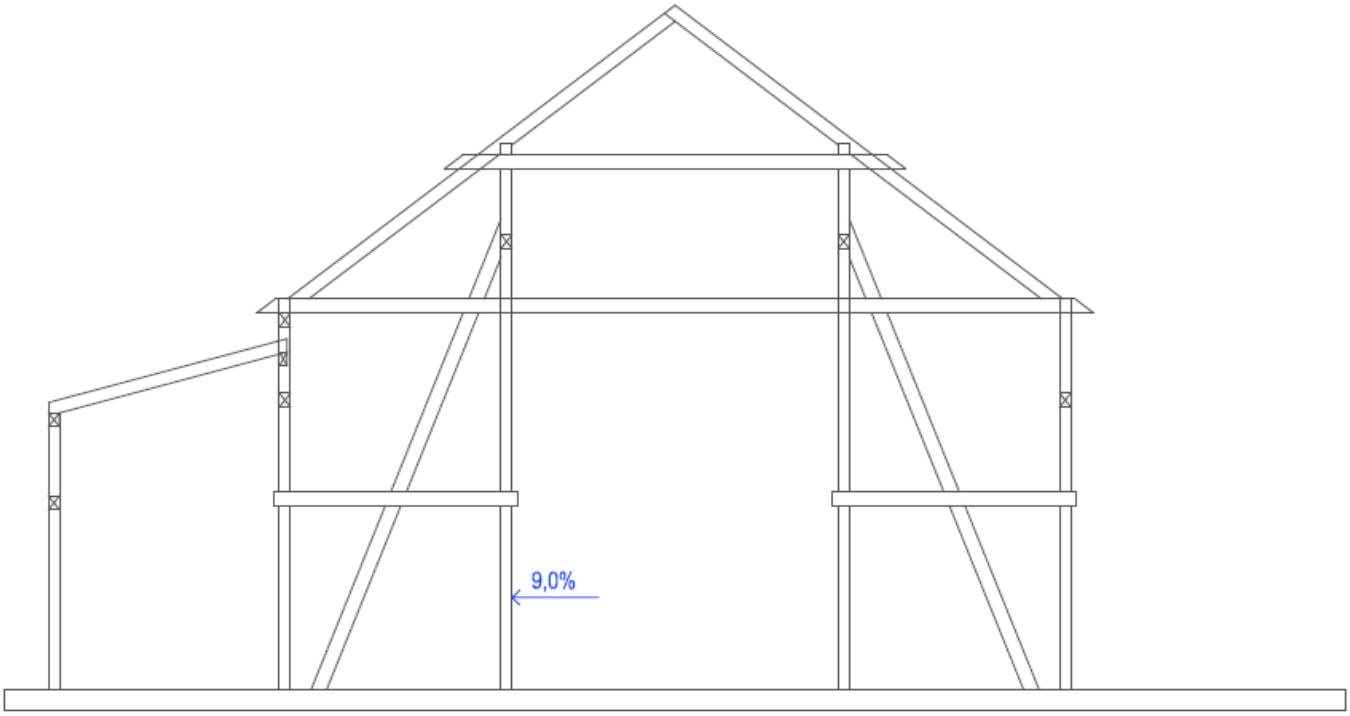
WIĄZAR 18



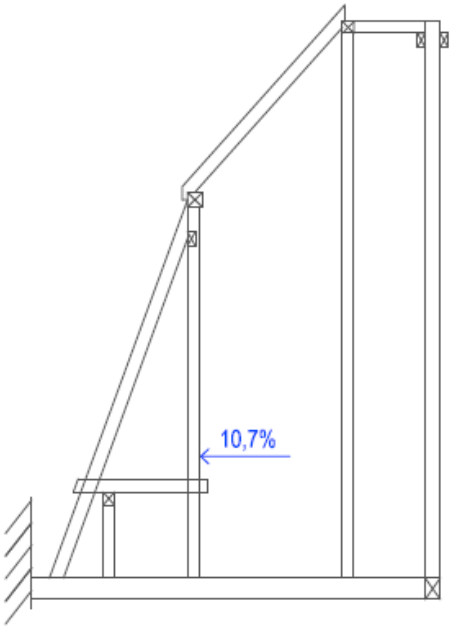
WIĄZAR 19



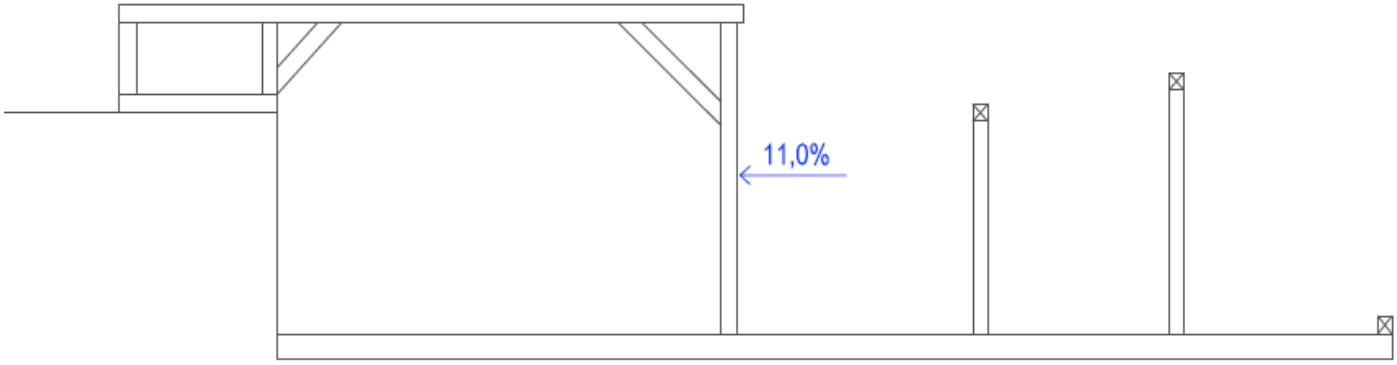
WIĄZAR 20



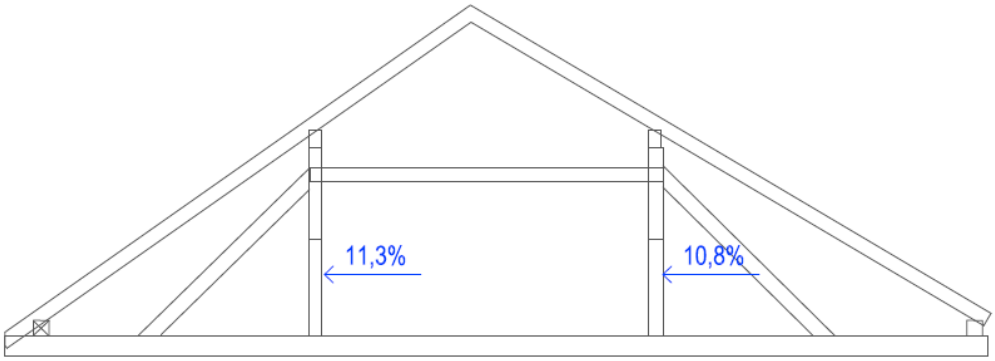
WIĄZAR 24



WIĄZAR 30



WIĄZAR 33

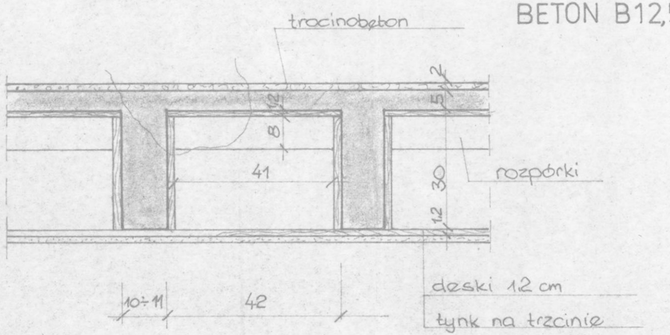


ZAŁĄCZNIK 4

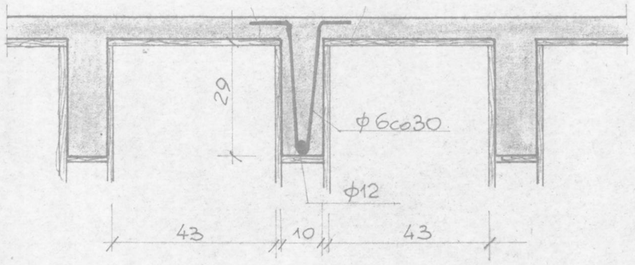
Inwentaryzacja konstrukcyjna - strop nad salą koncertową

NR 1

STROP SKRZYNKOWY
BETON B12,5

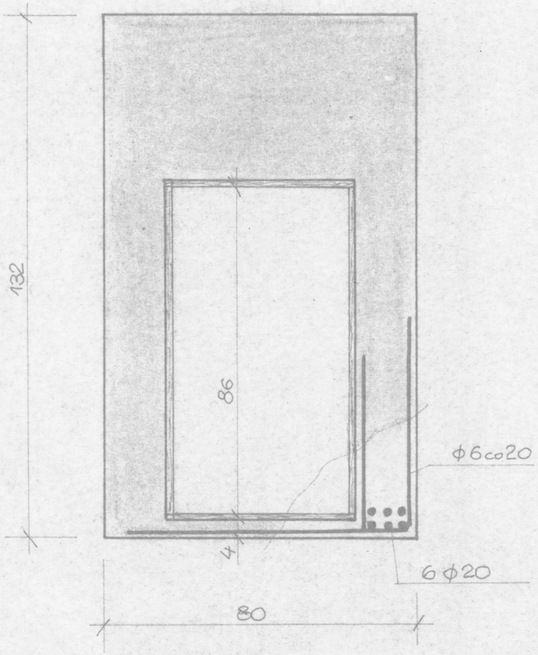


NR 2



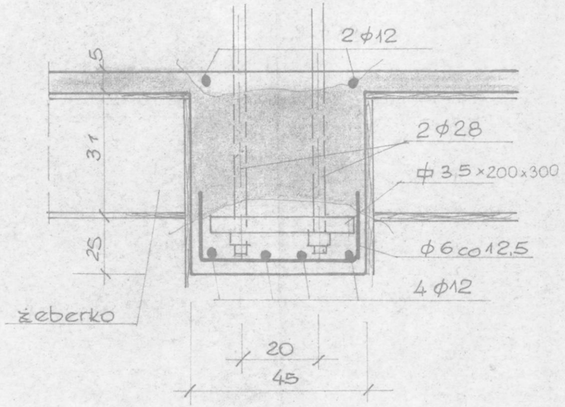
NR 5

BELKA NAD SCENĄ

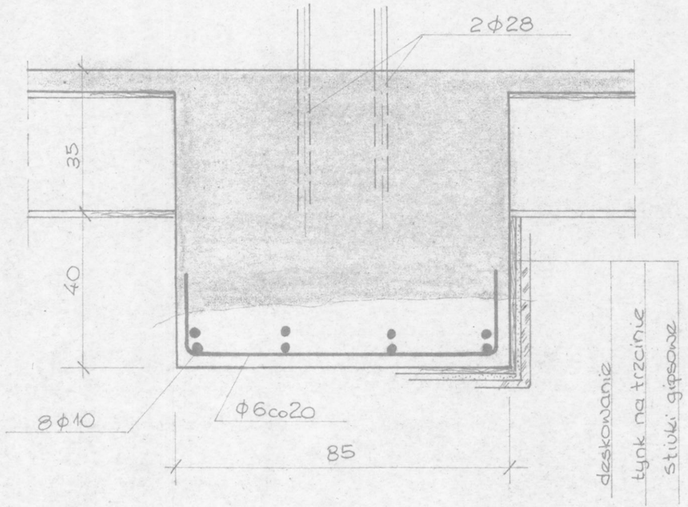


NR 3

PODCIĄGI - BETON B15



NR 4



FILHARMONIA
ODKRYWKI STROPU NAD WIDOWNIĄ
1:10

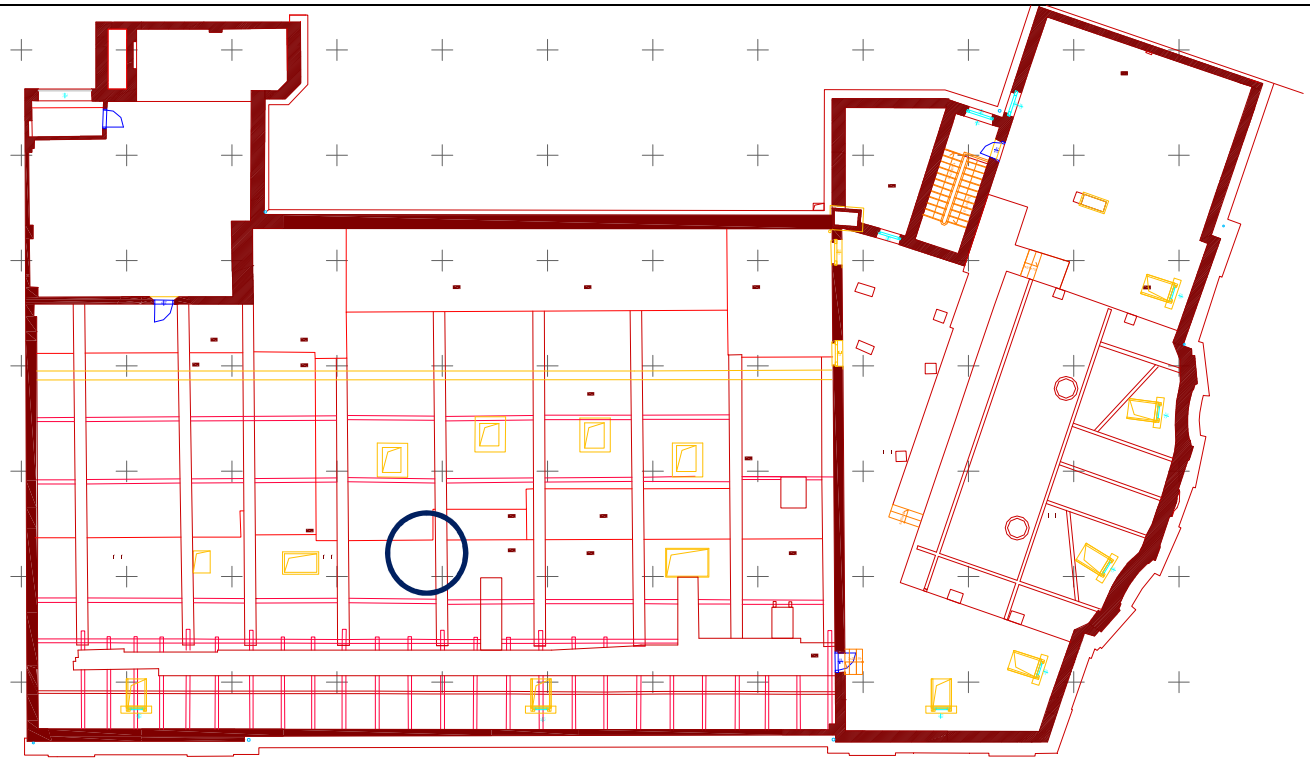
K3

ZAŁĄCZNIK 5

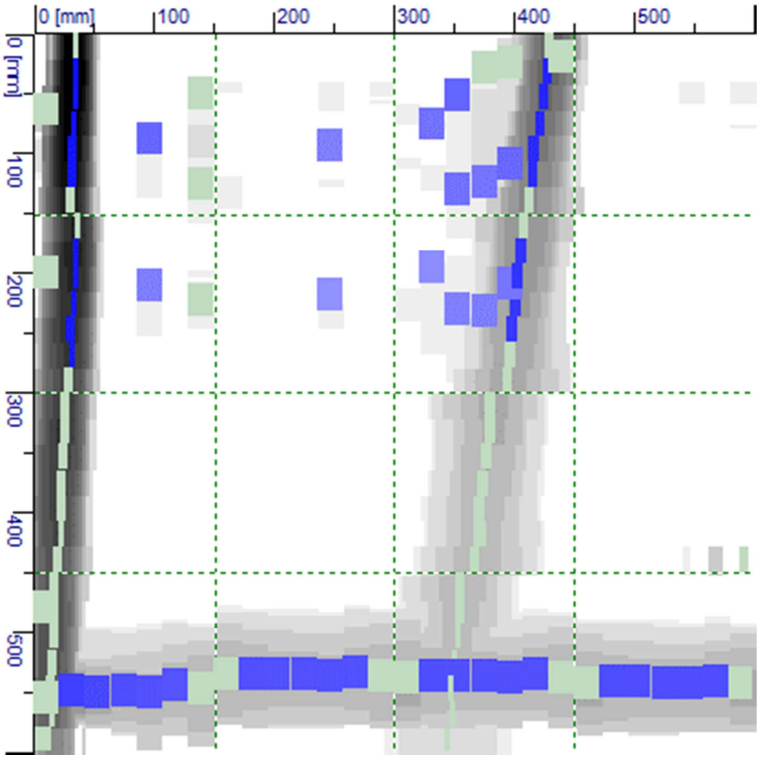
Badania elektromagnetyczne

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (149):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ DŹWIGARA ŁUKOWEGO, STREFA DOLNA



1

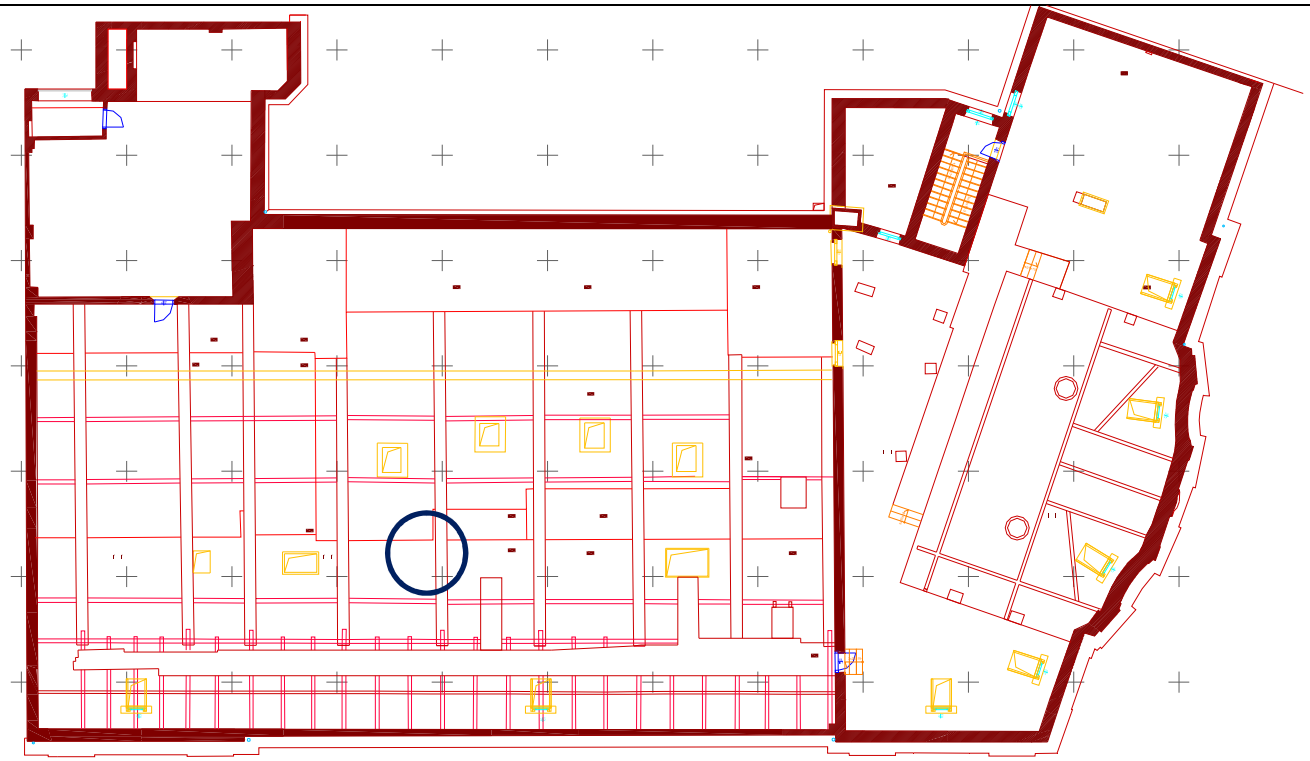


RODZAJ STROPU:
łuki żelbetowe

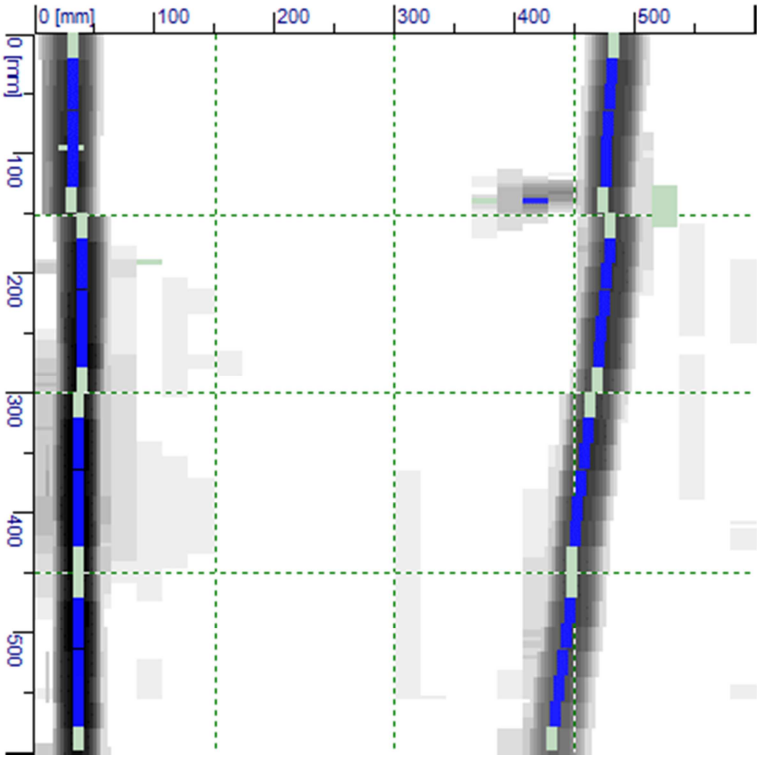
UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne: pręty Ø28 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø8÷10 mm w rozstawie co 400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (150):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ DŹWIGARA ŁUKOWEGO, STREFA ŚRDKOWA



1

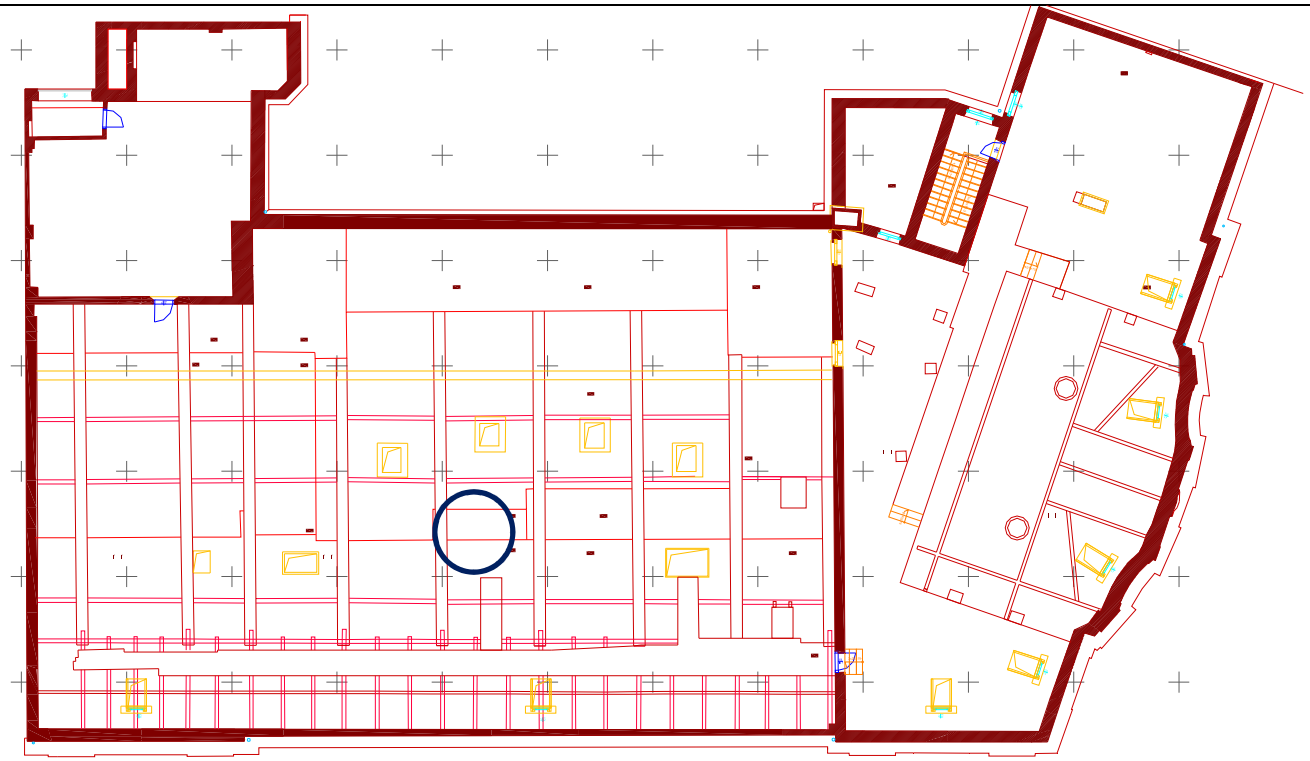


RODZAJ STROPU:
łuki żelbetowe

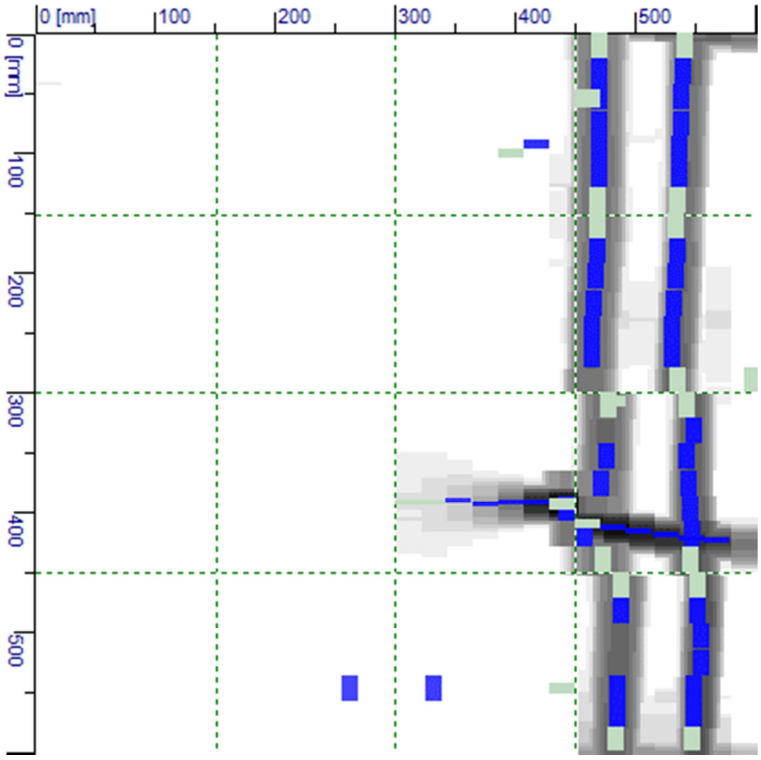
UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne: pręty Ø28 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø8÷10 mm w rozstawie co 400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (151):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W POŁOWIE ROZPIĘTOŚCI



1

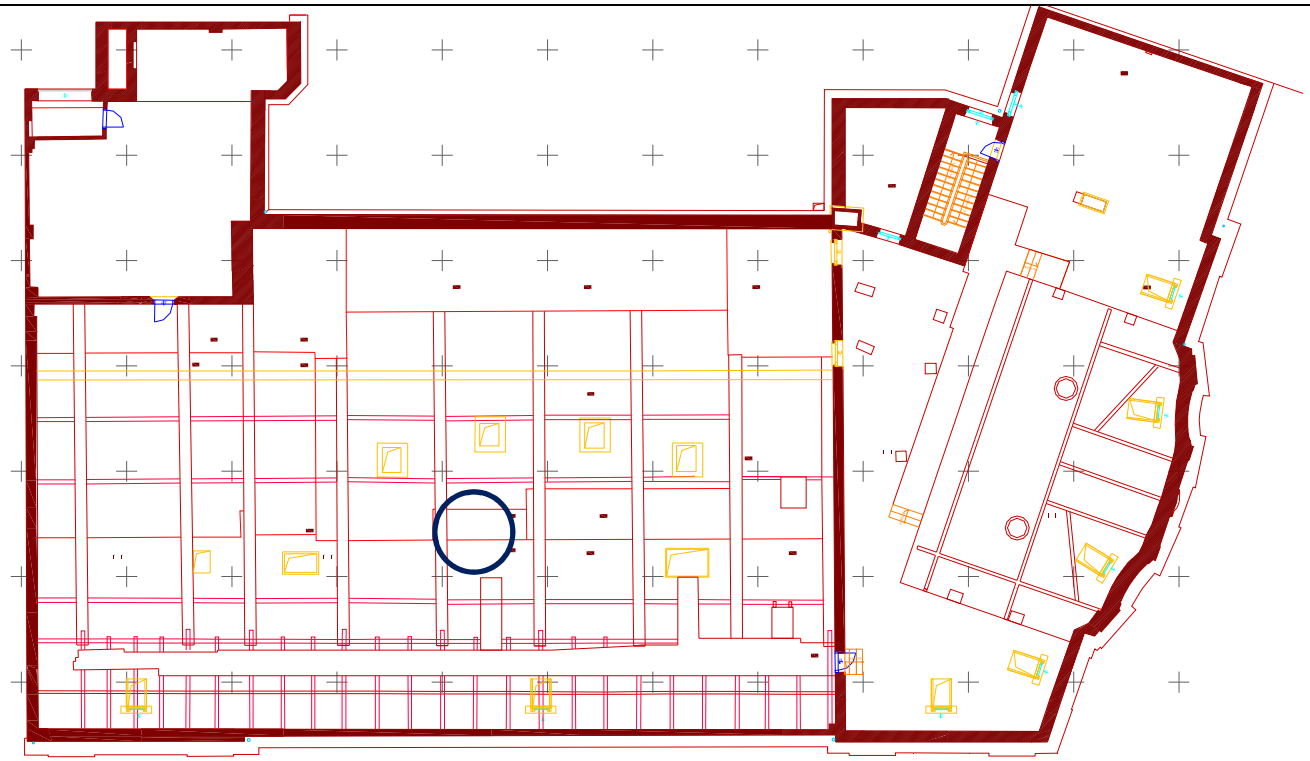


RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

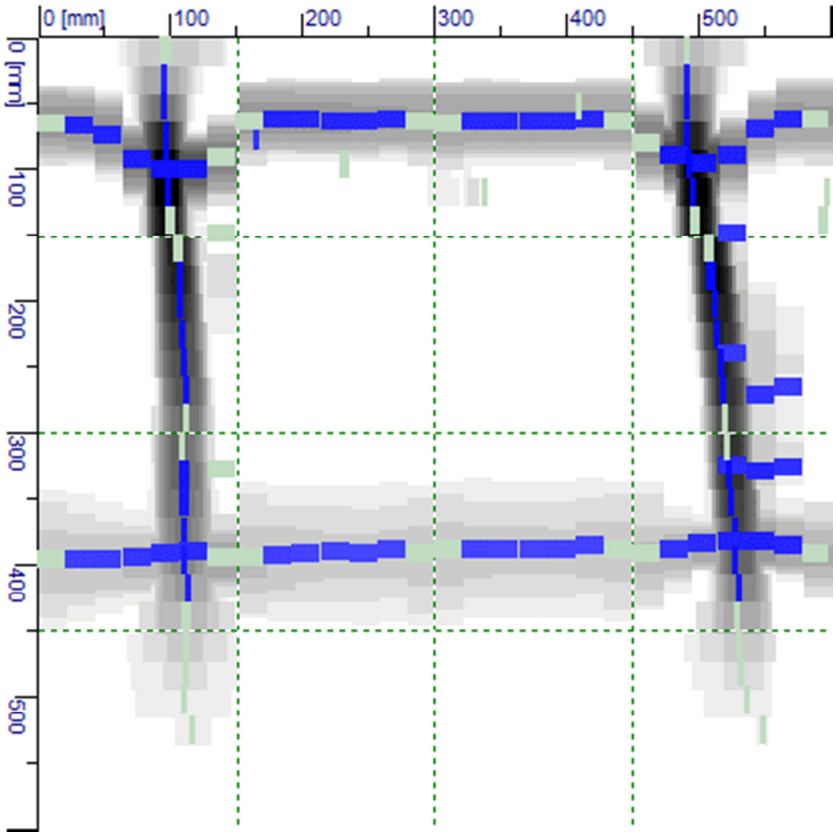
UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne): 2 pręty Ø14 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (152):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W POŁOWIE ROZPIĘTOŚCI



1

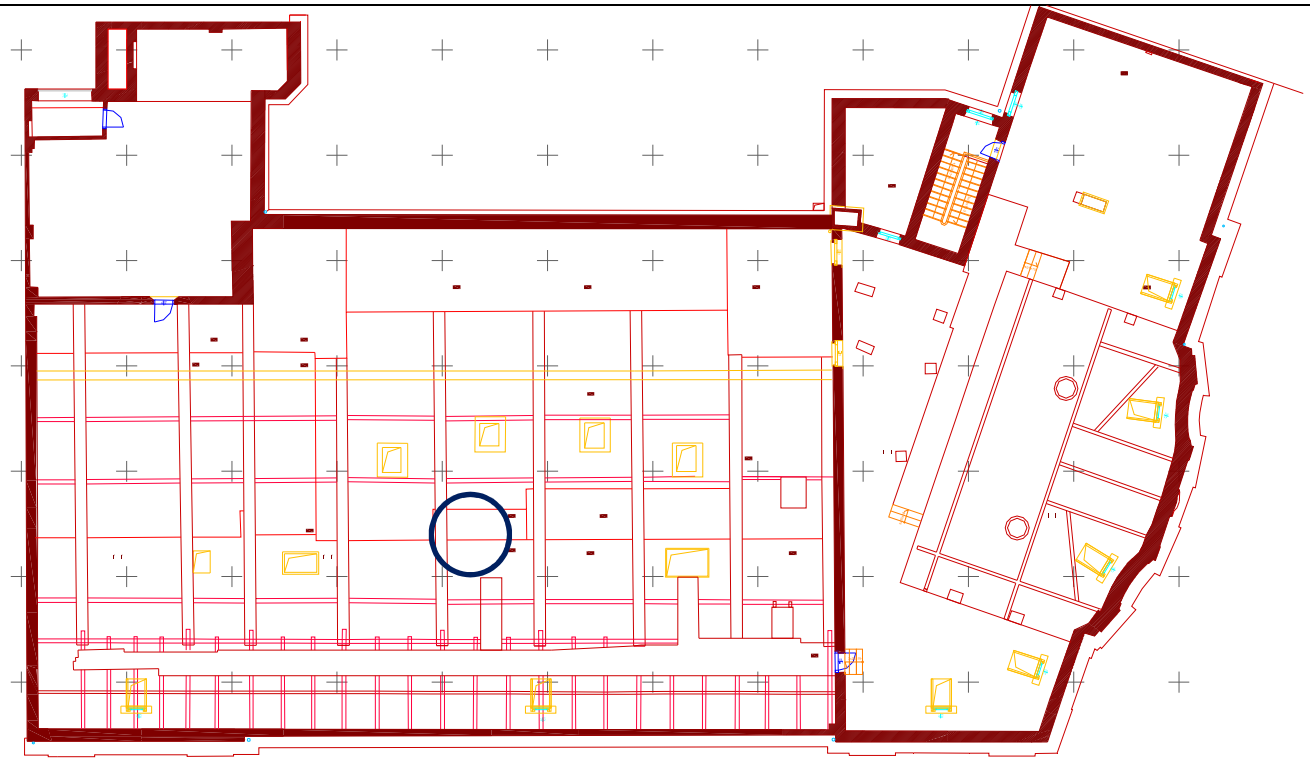


RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

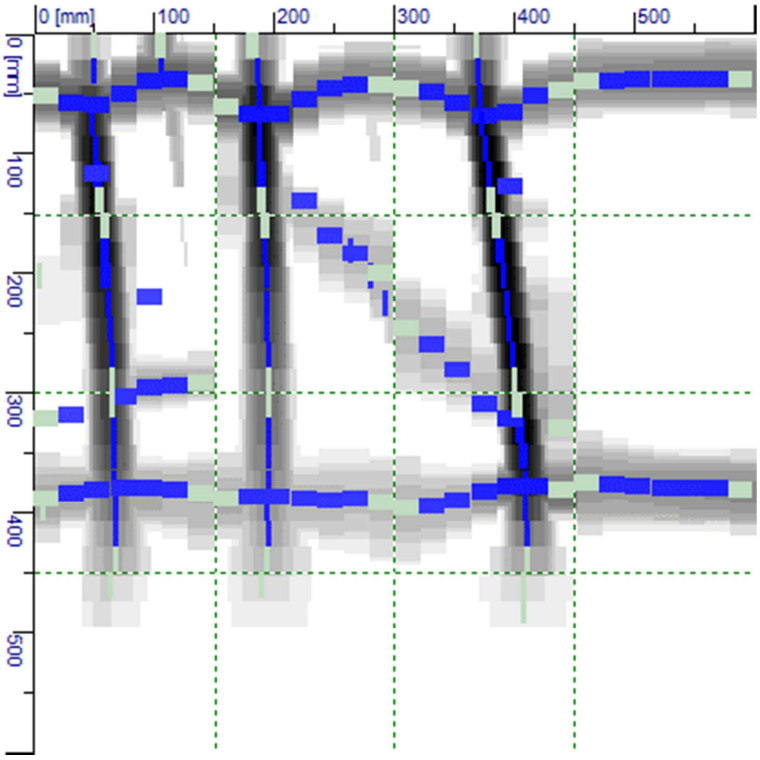
UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne i dolne): pręty Ø14 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (153):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W STREFIE PRZYPODPOROWEJ



1

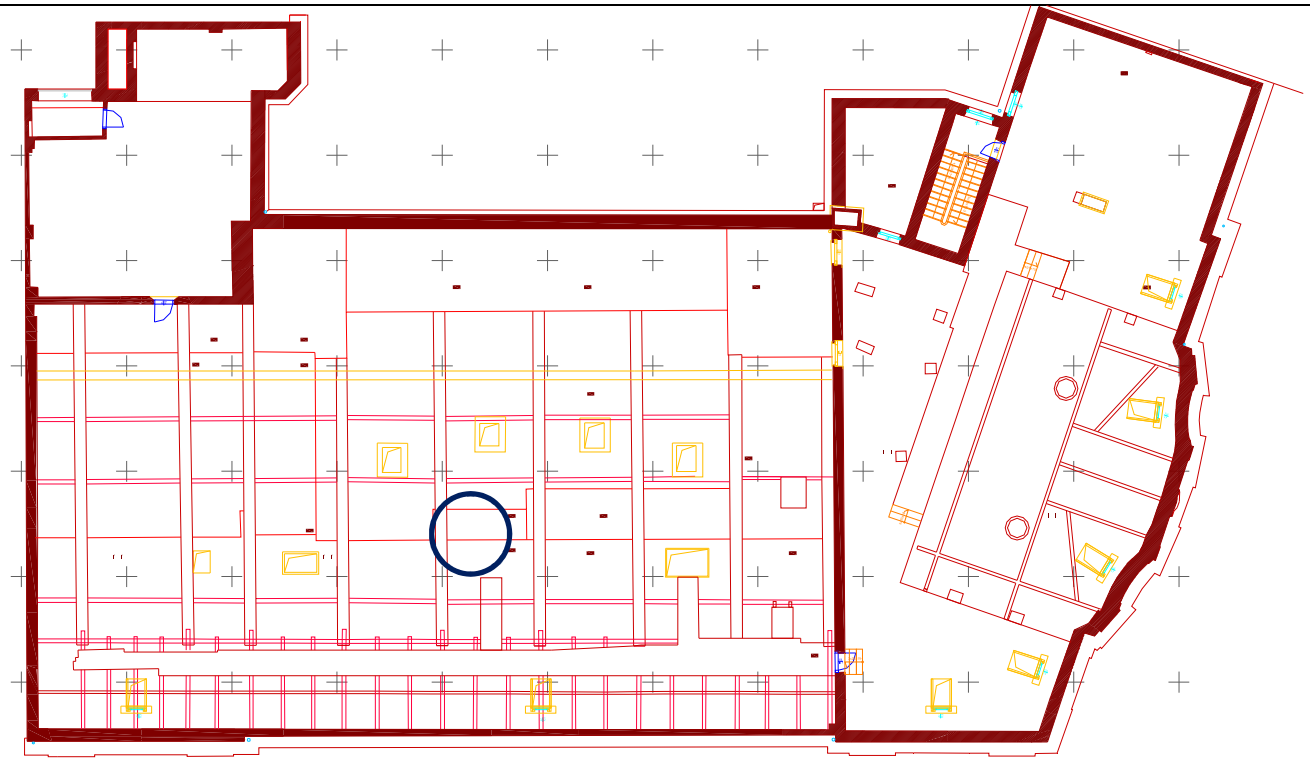


RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

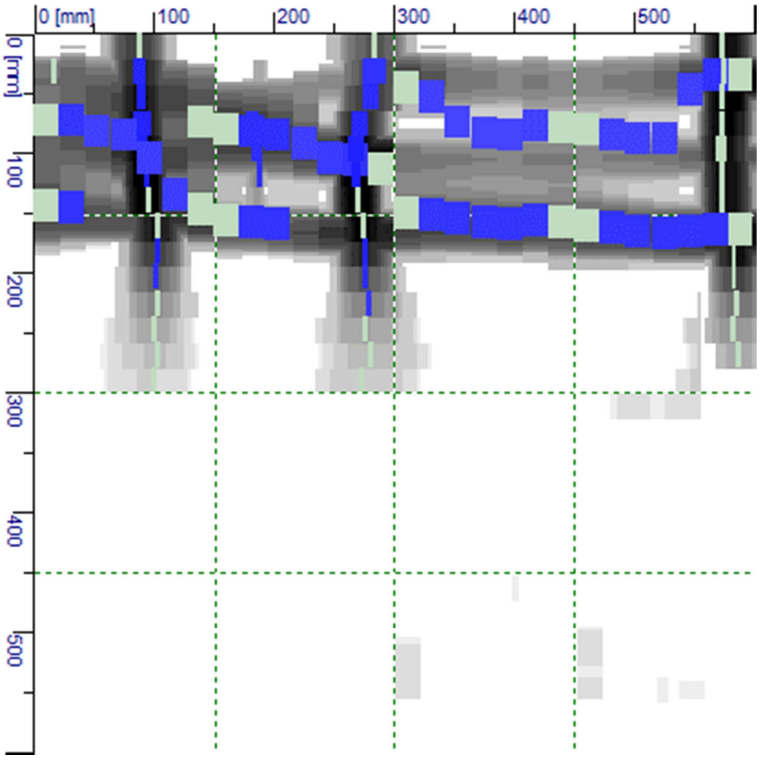
UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne i dolne): pręty Ø14 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm, wkładki odginane Ø14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (154):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W STREFIE PRZYPODPOROWEJ



1

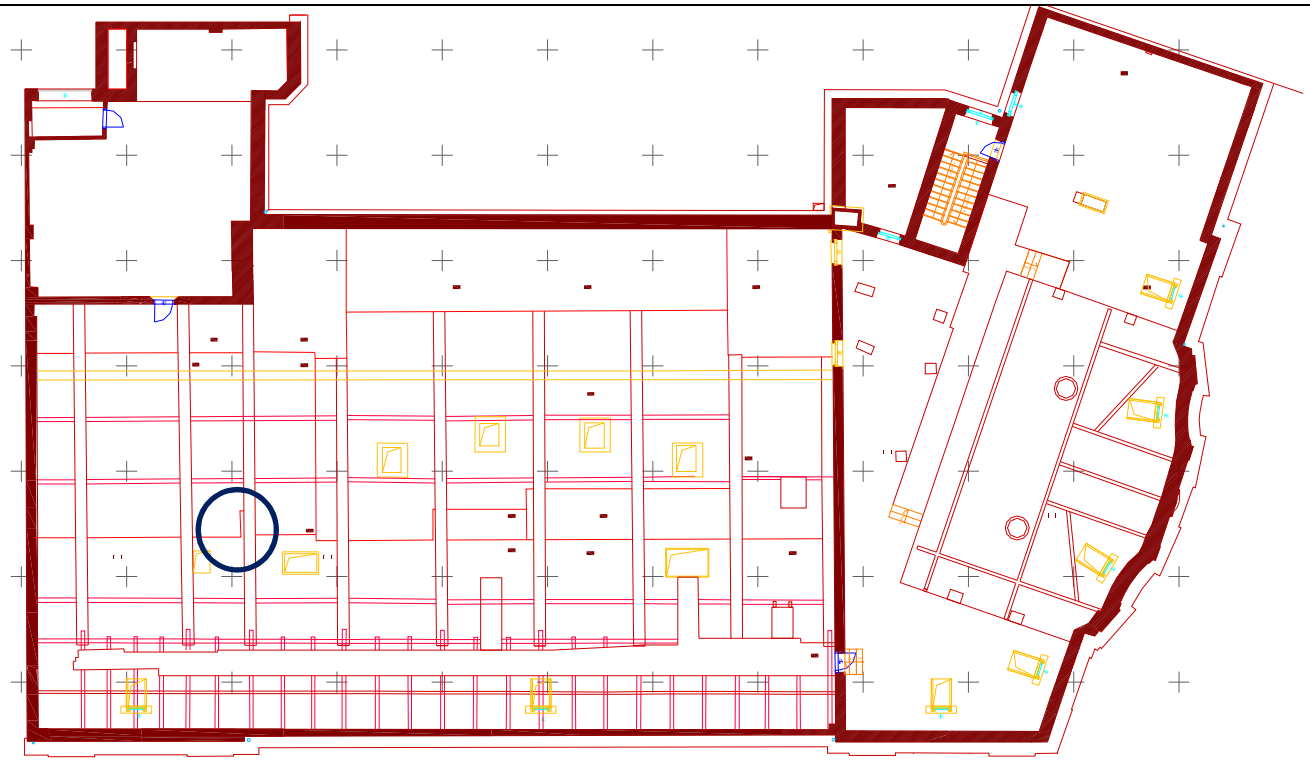


RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

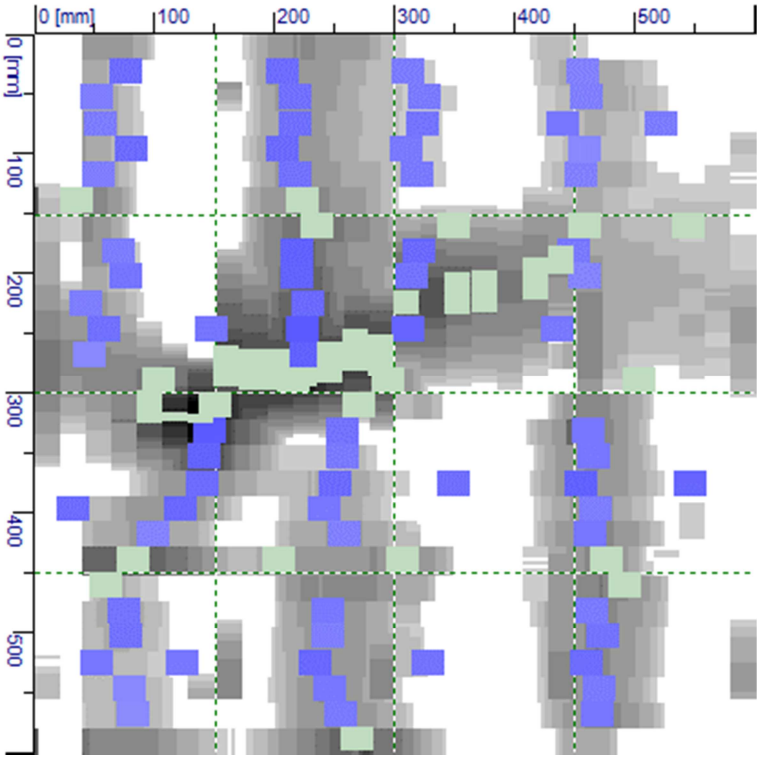
UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne): 3 pręty Ø14 mm, 2 główne + 1 wkładka odginana
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (155):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ DŹWIGARA ŁUKOWEGO



1

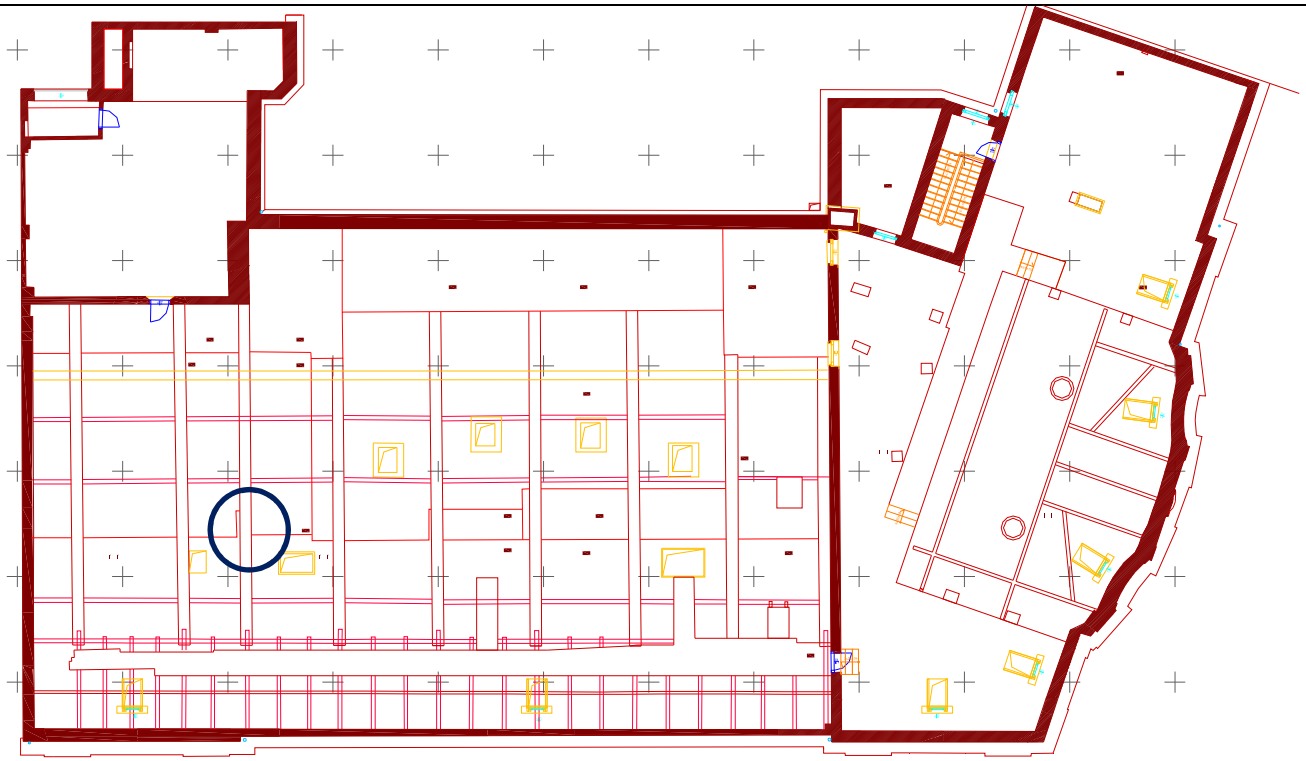


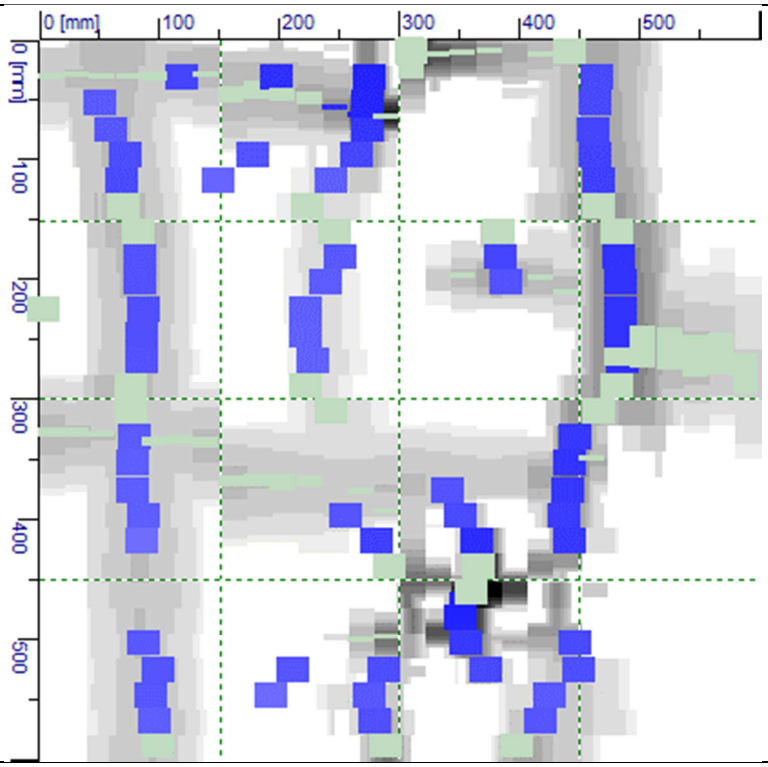
RODZAJ STROPU:
łuki żelbetowe

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne): 3/4 pręty Ø28 mm
- zbrojenie poprzeczne: brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (156):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ DŹWIGARA ŁUKOWEGO



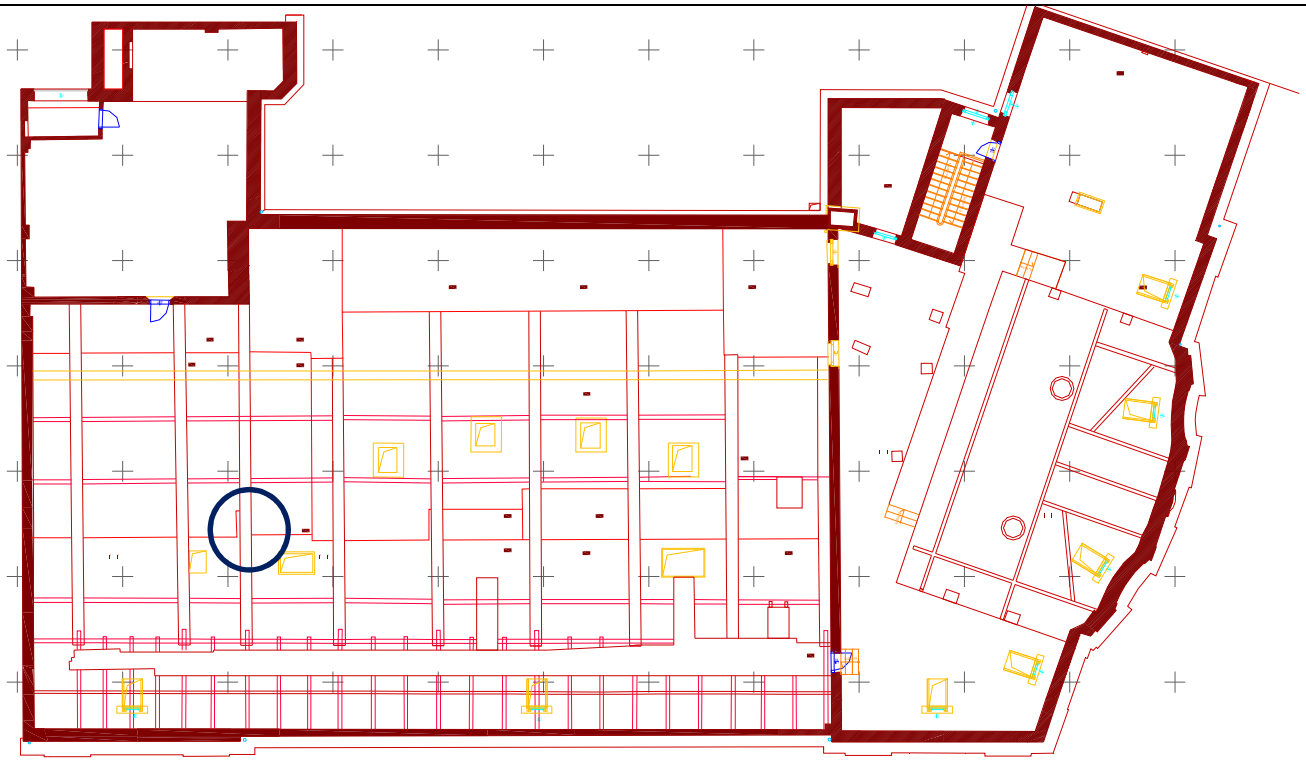


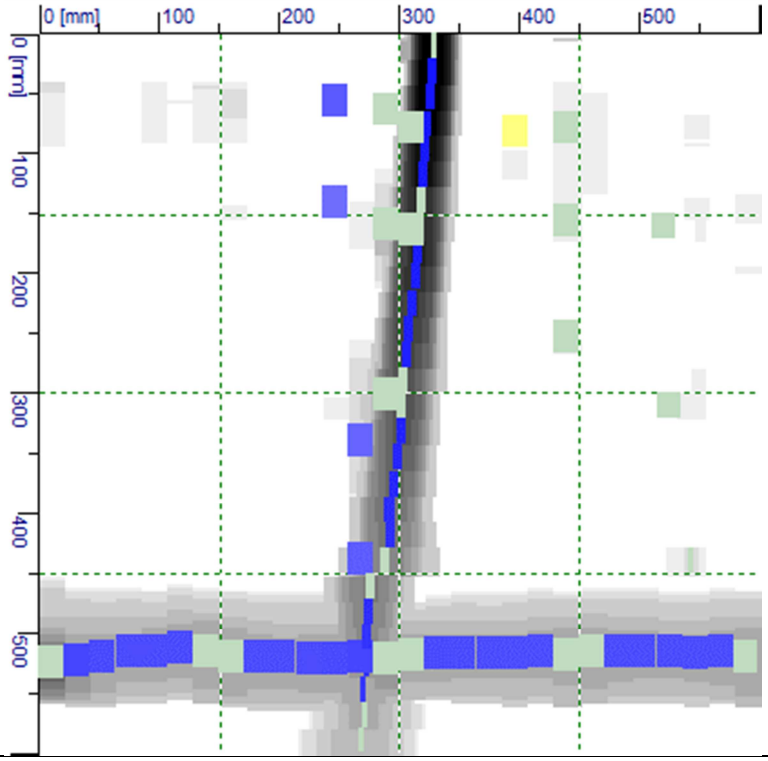
RODZAJ STROPU:
łuki żelbetowe

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (dolne): 3/4 pręty Ø28 mm
- zbrojenie poprzeczne: brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (157):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ DŹWIGARA ŁUKOWEGO, STREFA DOLNA



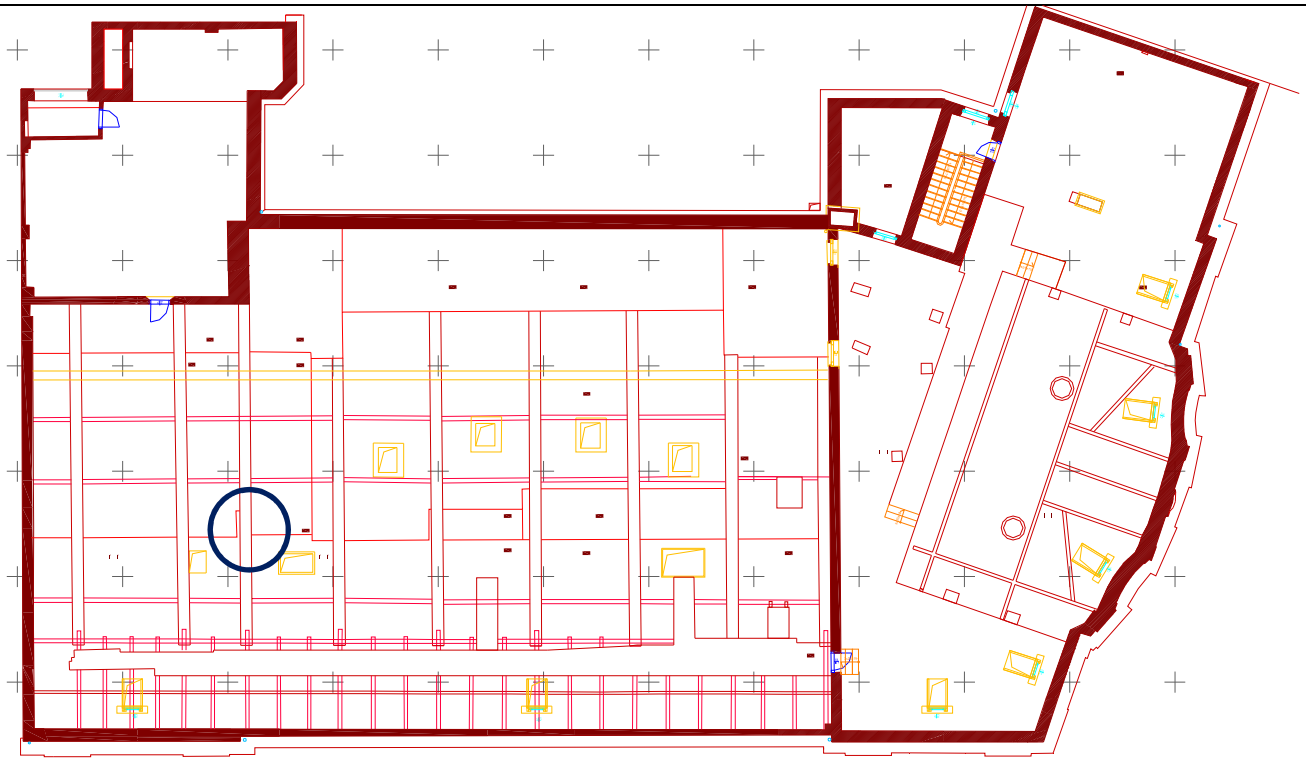


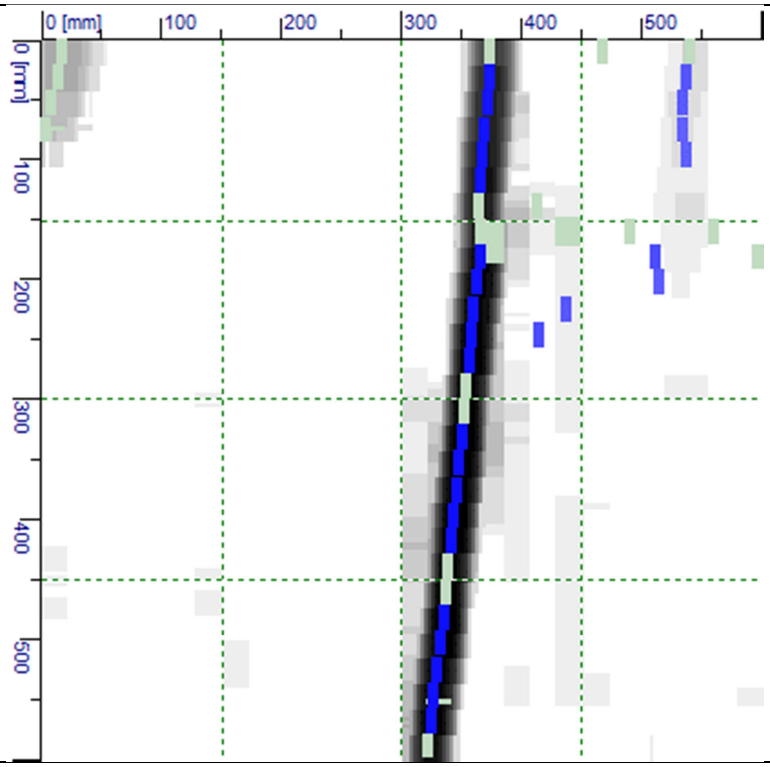
RODZAJ STROPU:
łuki żelbetowe

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (dolne): pręty Ø28 mm
- zbrojenie poprzeczne: brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (158):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ DŹWIGARA ŁUKOWEGO, STREFA ŚRDKOWA



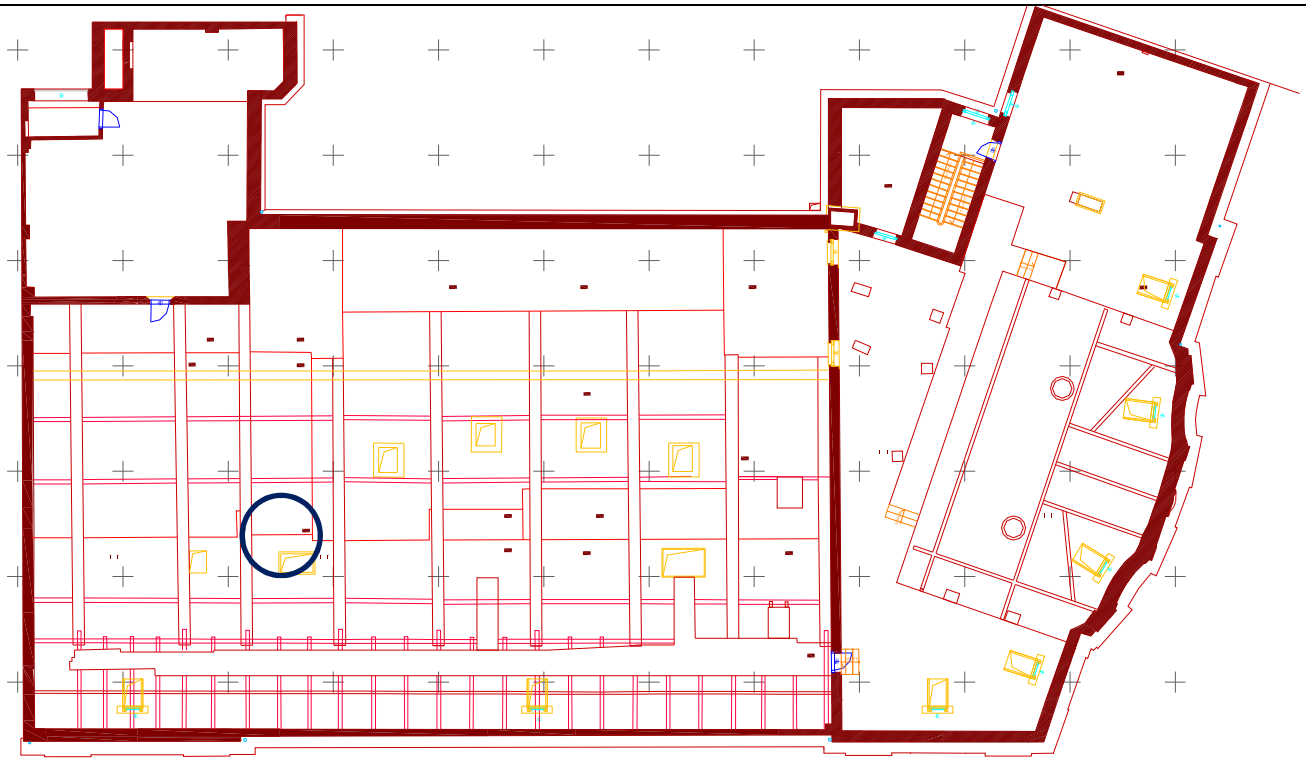


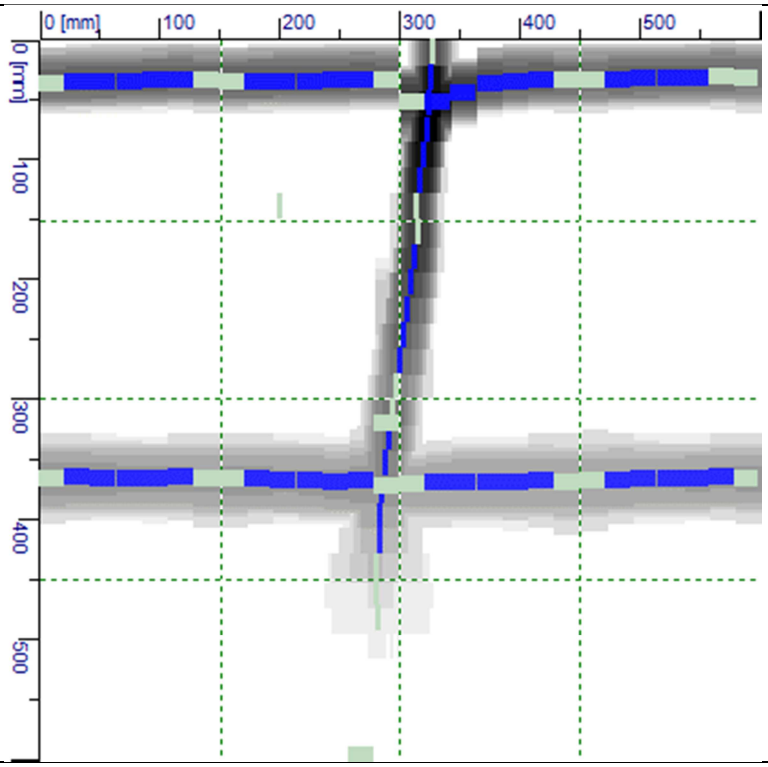
RODZAJ STROPU:
łuki żelbetowe

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne: brak danych
- zbrojenie poprzeczne: brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (159):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W POŁOWIE ROZPIĘTOŚCI



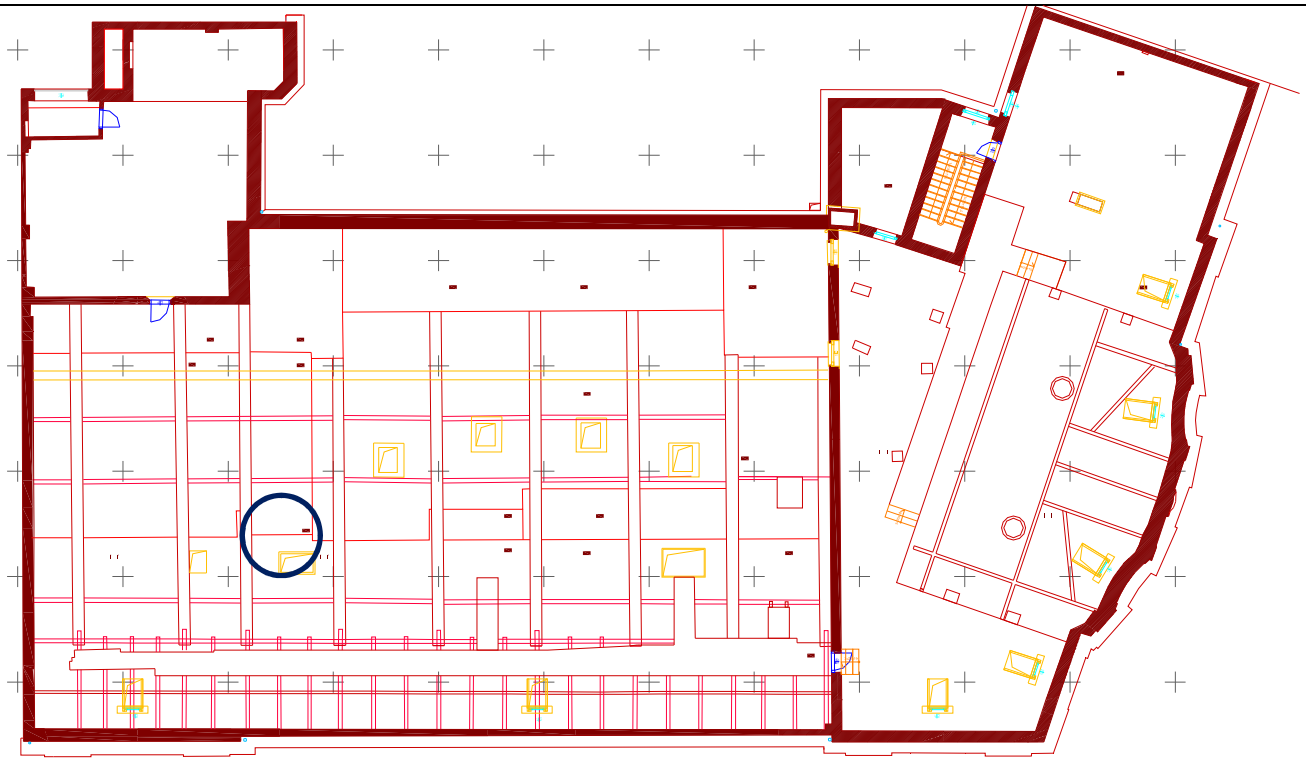


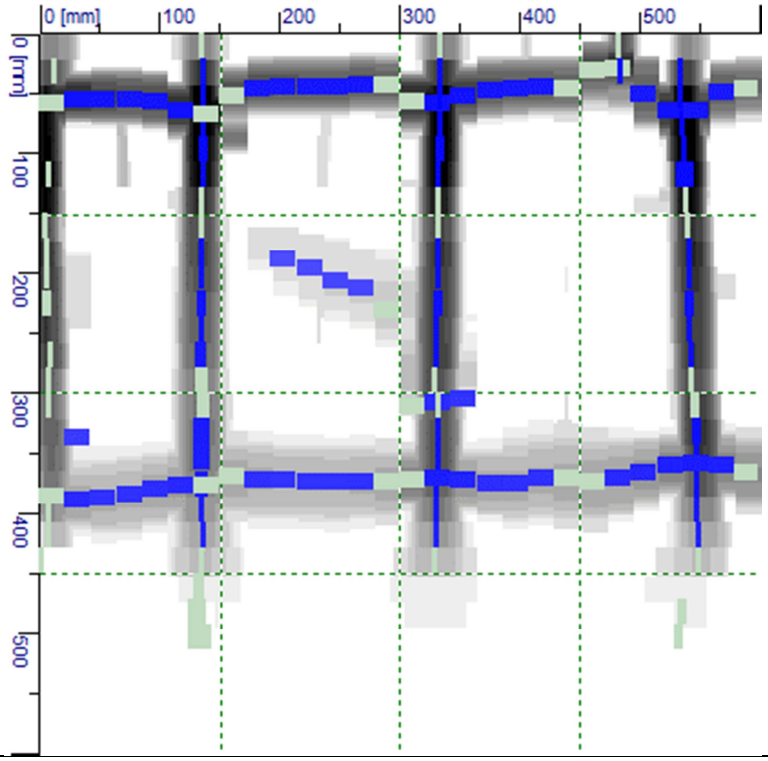
RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne i dolne): pręty Ø14 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (160):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W STREFIE PRZYPODPOROWEJ



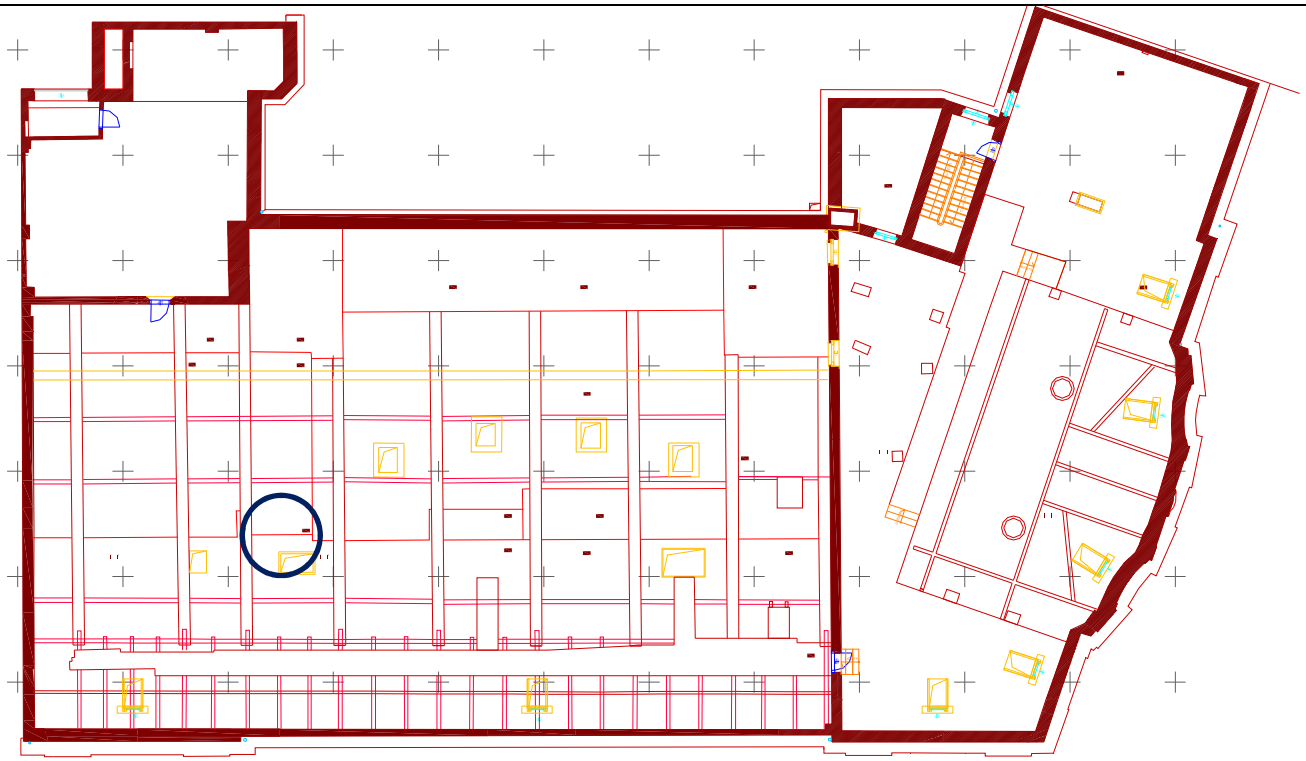


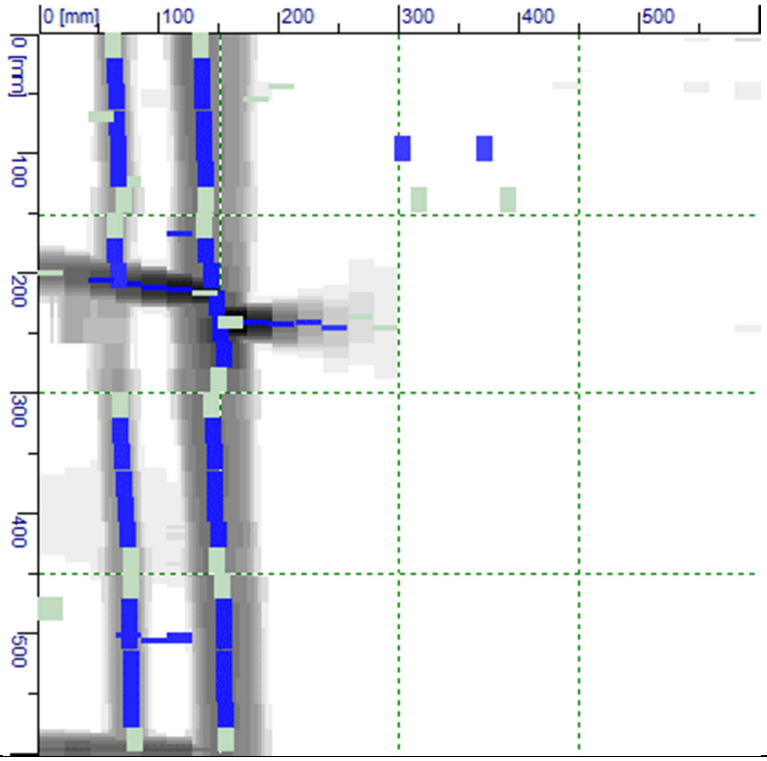
RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne i dolne): pręty Ø14 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm, wkładki odginane Ø14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (161):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W POŁOWIE ROZPIĘTOŚCI



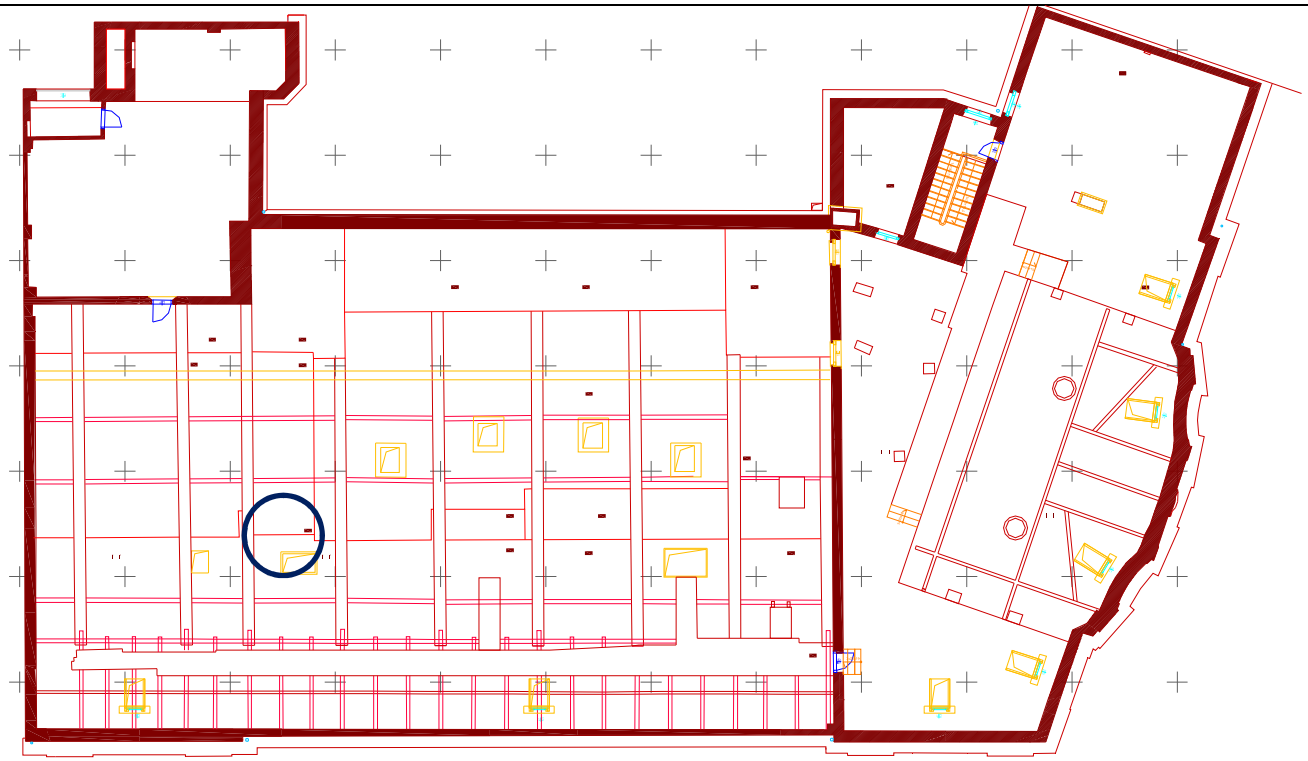


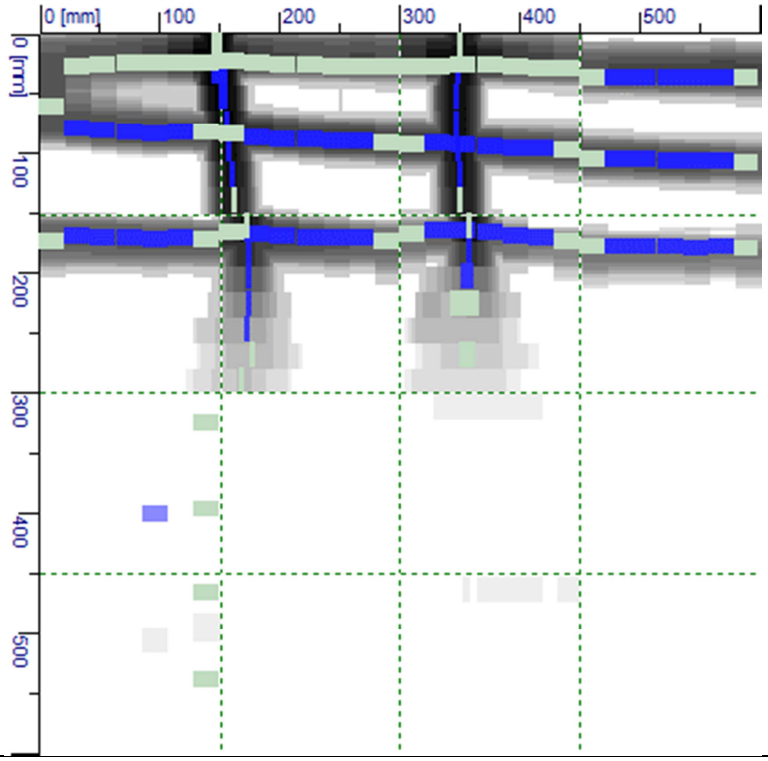
RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne): 2 pręty Ø14 mm
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (162):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ ŚCIĄGU MIĘDZY DŹWIGARAMI W STREFIE PRZYPODPOROWEJ



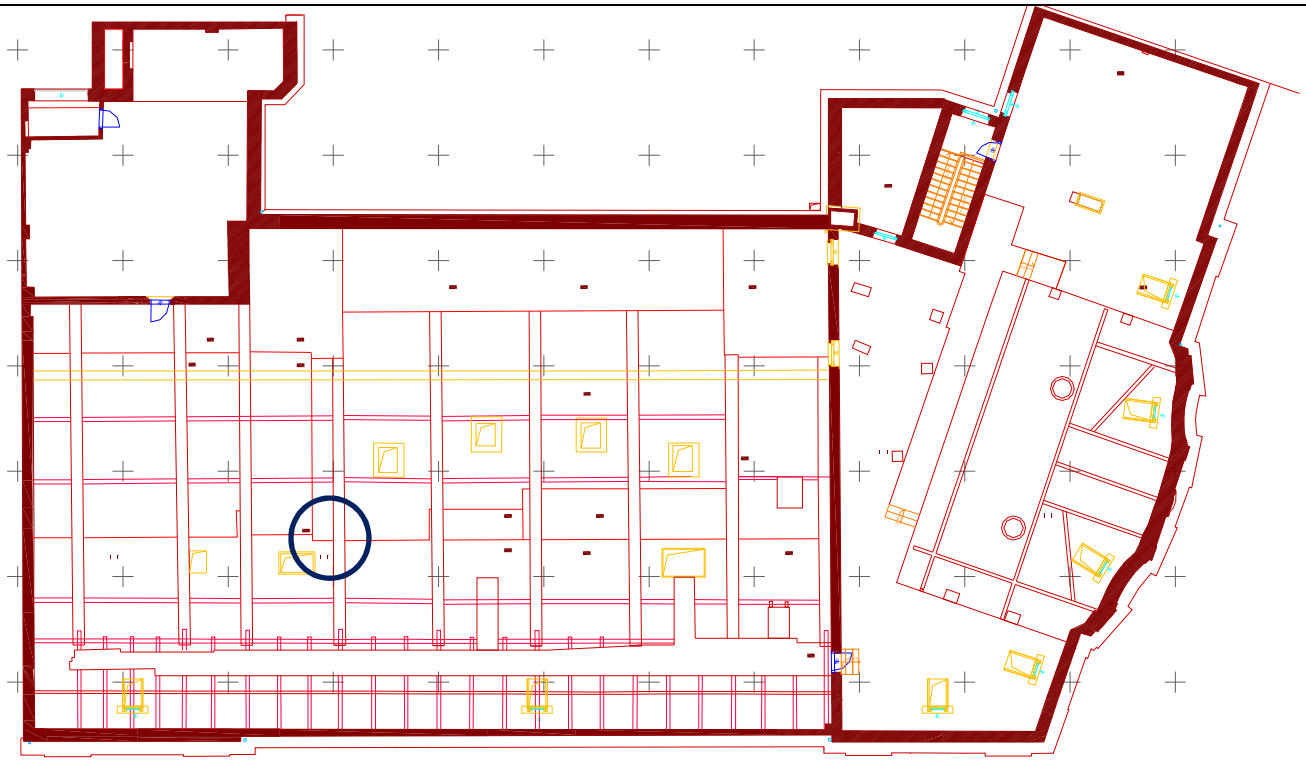


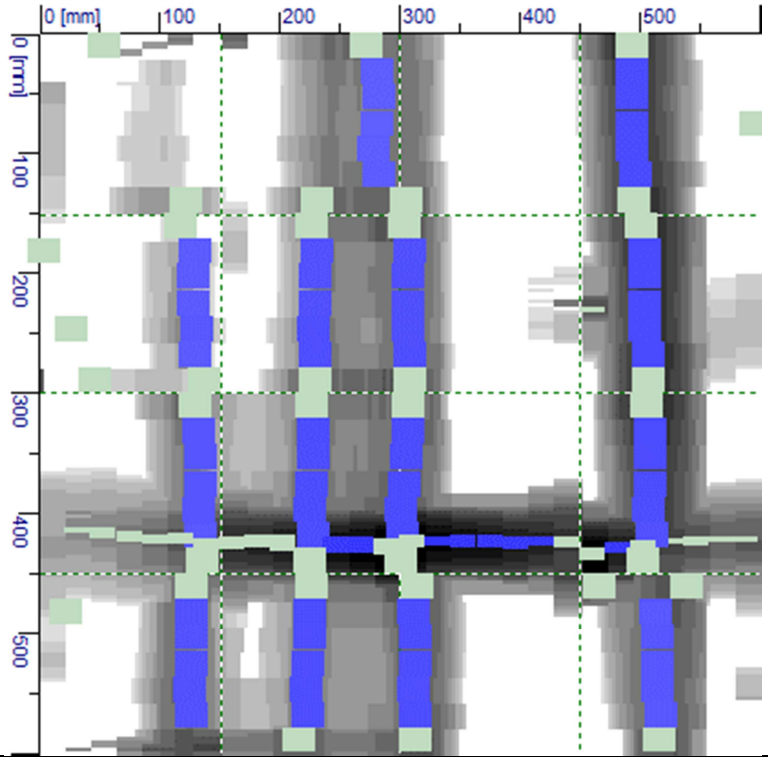
RODZAJ STROPU:
ściągi łuków żelbetowych

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne): 3 pręty Ø14 mm, 2 główne + 1 wkładka odginana
- zbrojenie poprzeczne: pręty Ø6÷8 mm w rozstawie co 300÷400 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (163):
STROP PODDASZA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ DŹWIGARA ŁUKOWEGO



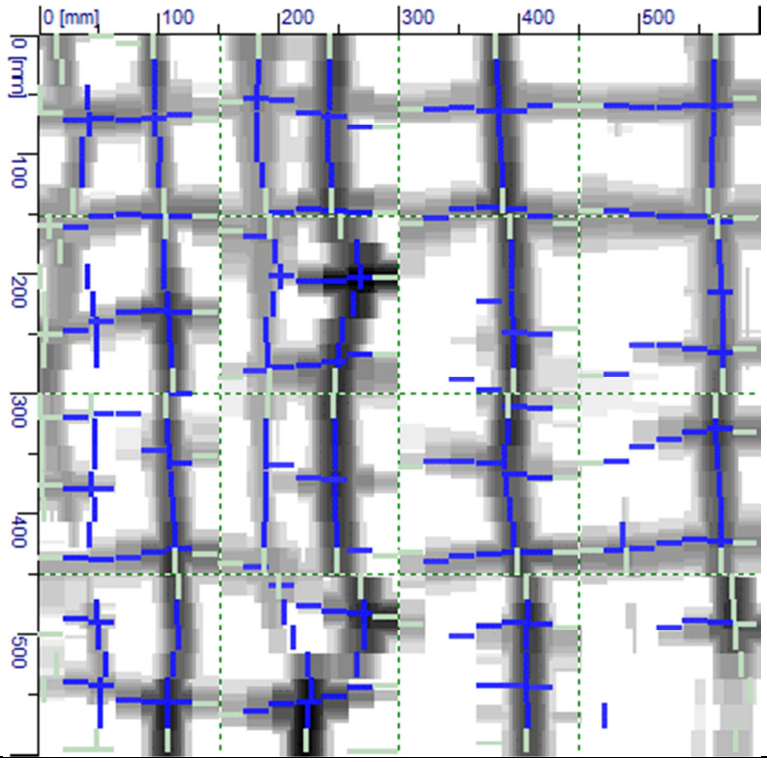


RODZAJ STROPU:
łuki żelbetowe

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne): 3/4 pręty Ø28 mm
- zbrojenie poprzeczne: brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (165):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU SALI BŁEKITNEJ

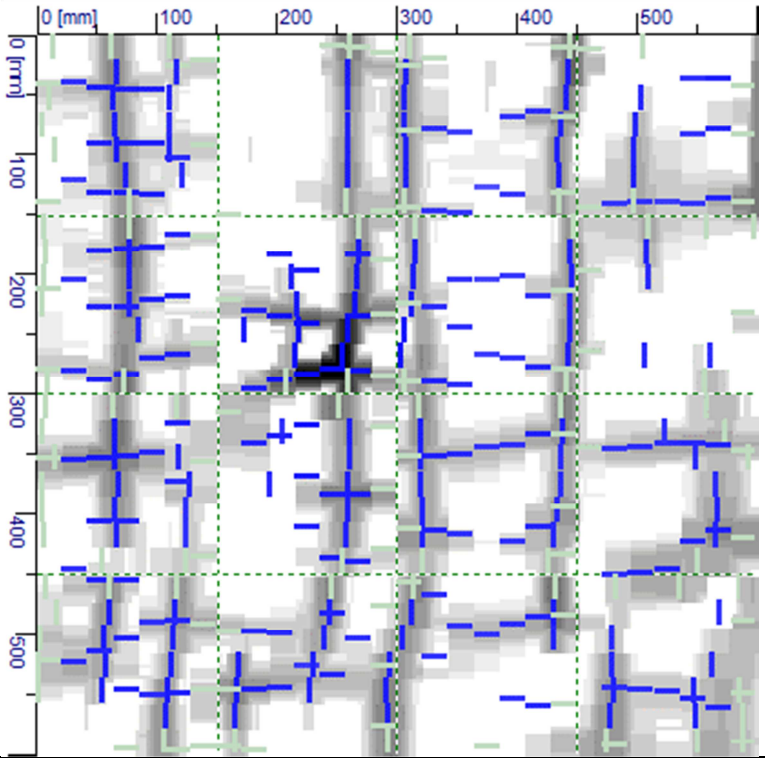


RODZAJ STROPU:
strop skrzynkowy

UKŁAD ZBROJENIA:
brak danych, zbrojenie siatkowe tynku

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (168):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU SALI BŁEKITNEJ

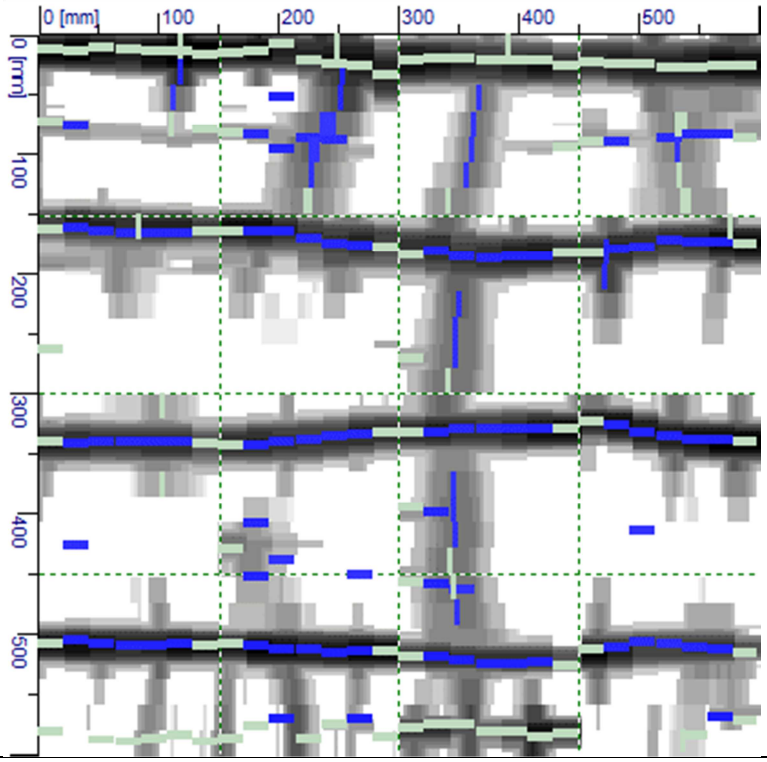


RODZAJ STROPU:
strop skrzynkowy

UKŁAD ZBROJENIA:
brak danych, zbrojenie siatkowe tynku

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (169):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU SALI BŁEKITNEJ

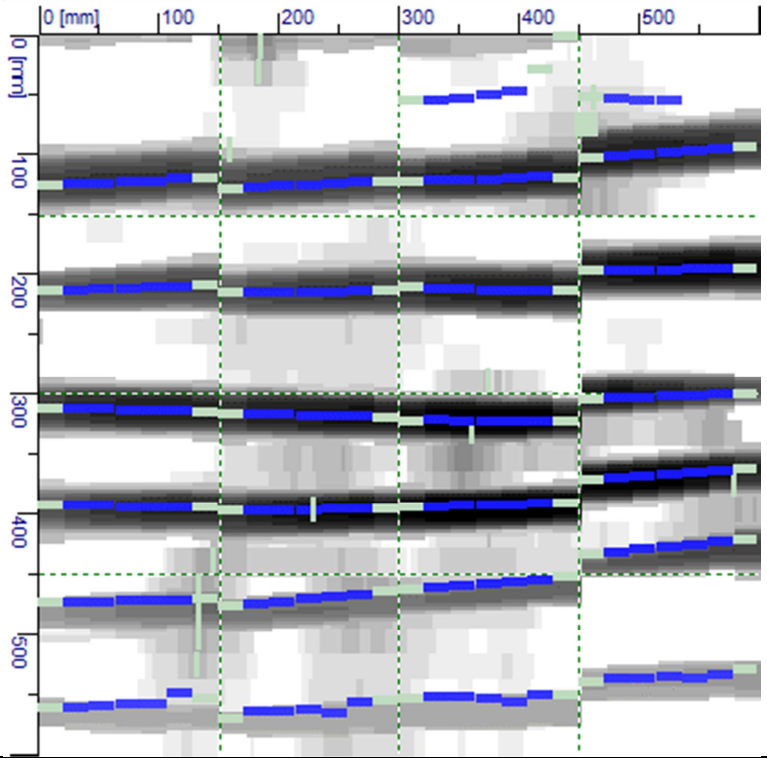


RODZAJ STROPU:
strop skrzynkowy

UKŁAD ZBROJENIA:
brak danych, zbrojenie siatkowe tynku

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (174):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

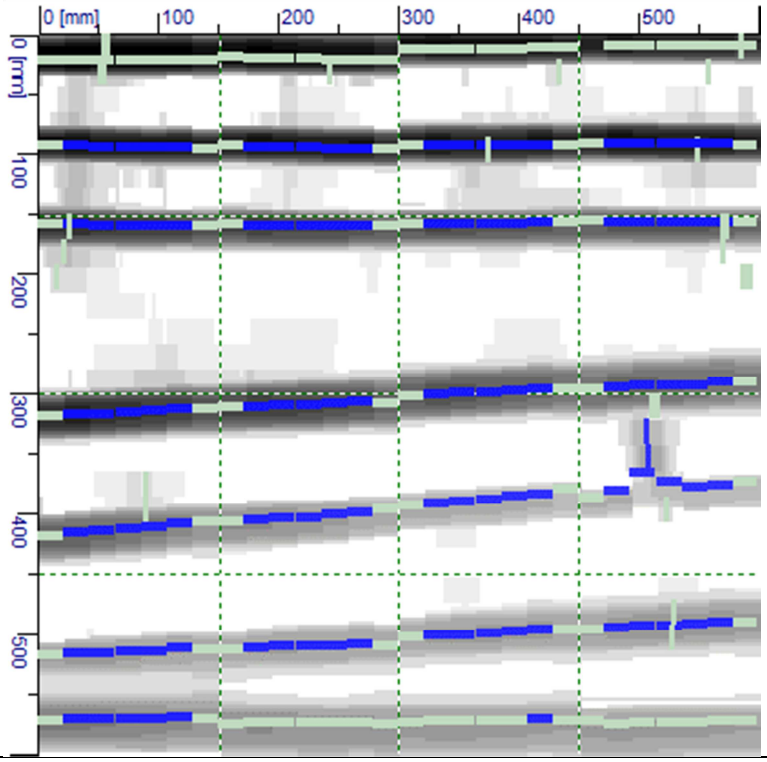


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (175):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

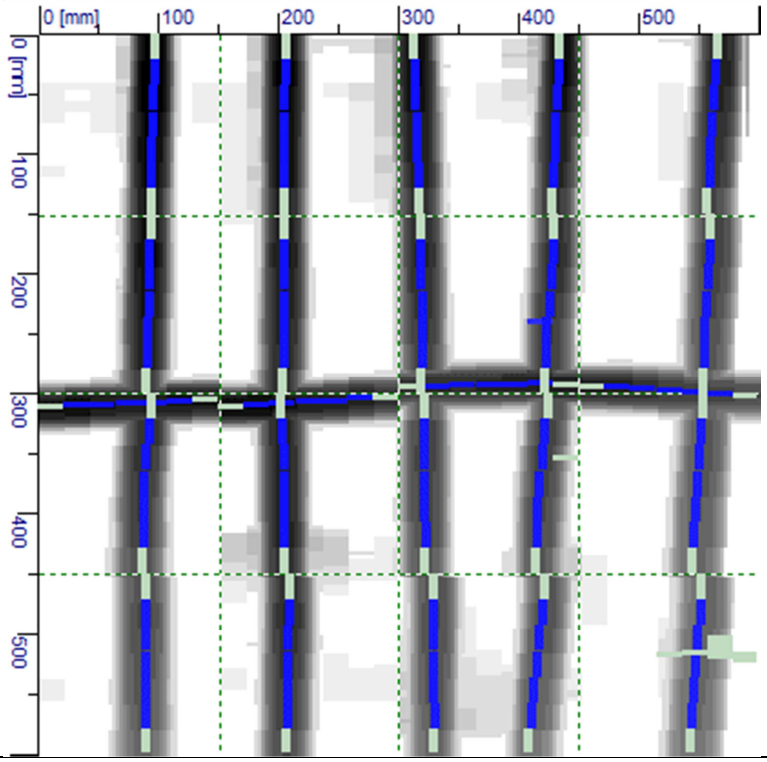


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (176):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

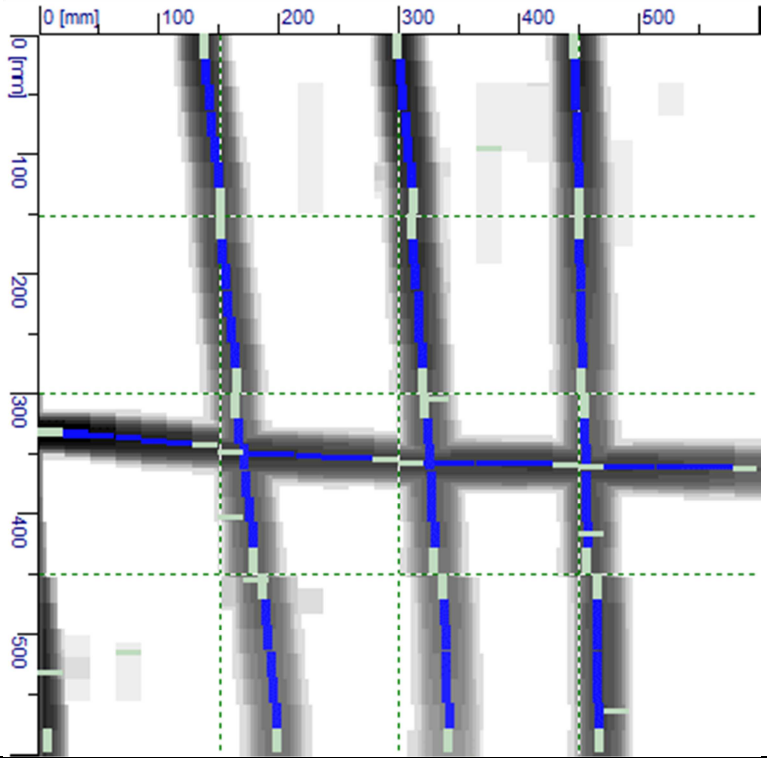


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (177):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

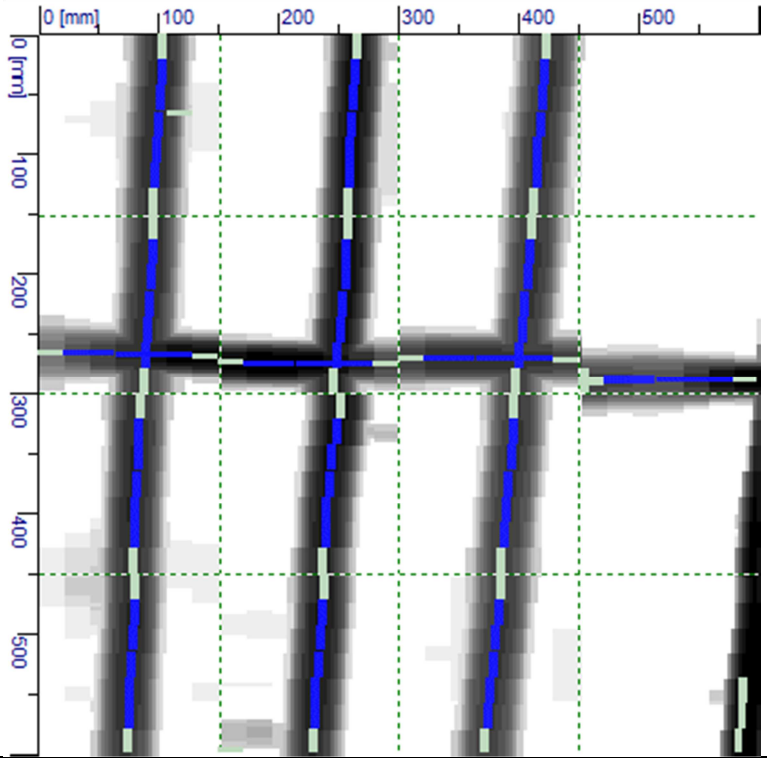


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (178):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

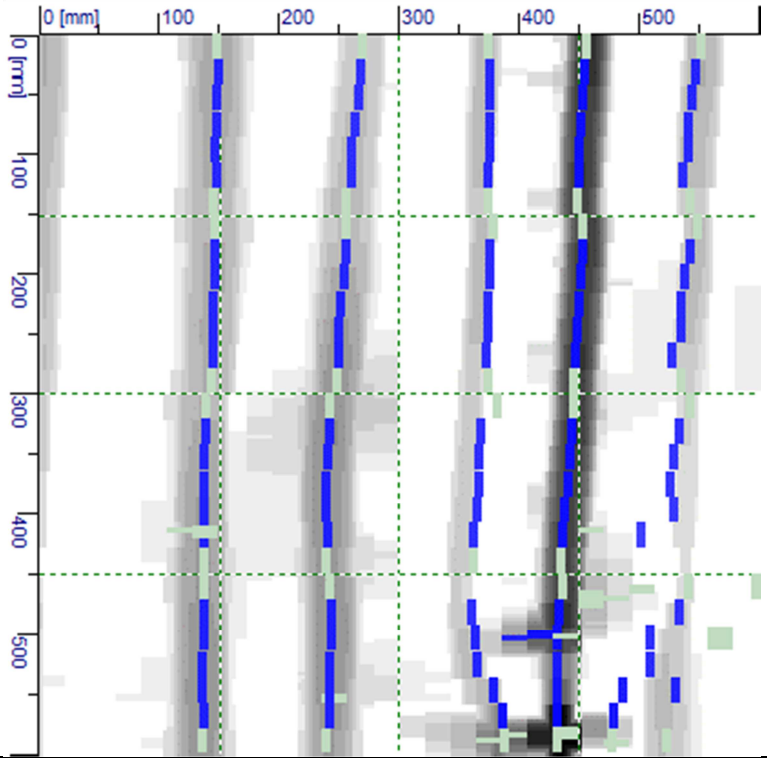


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (179):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

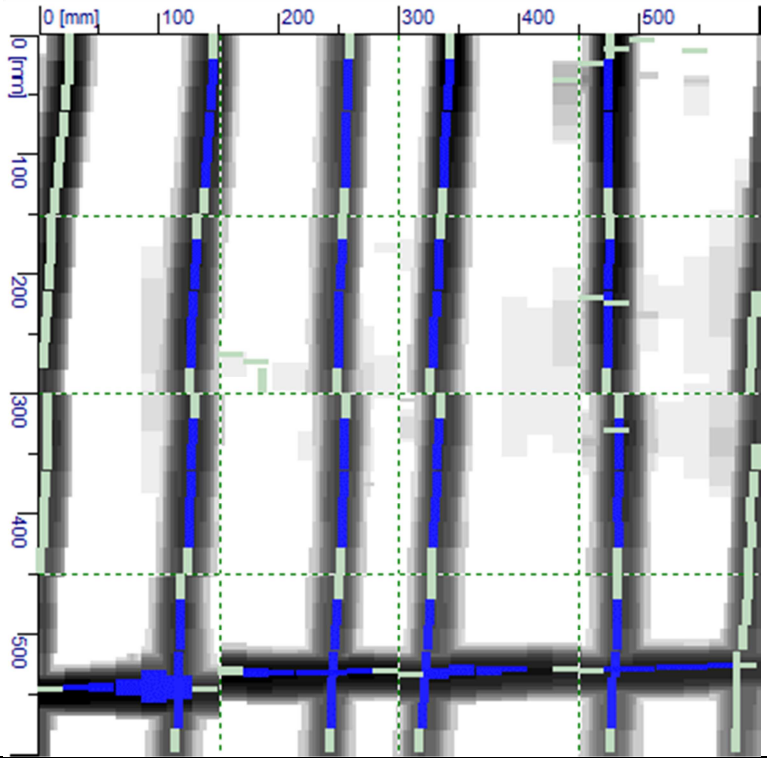


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (180):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

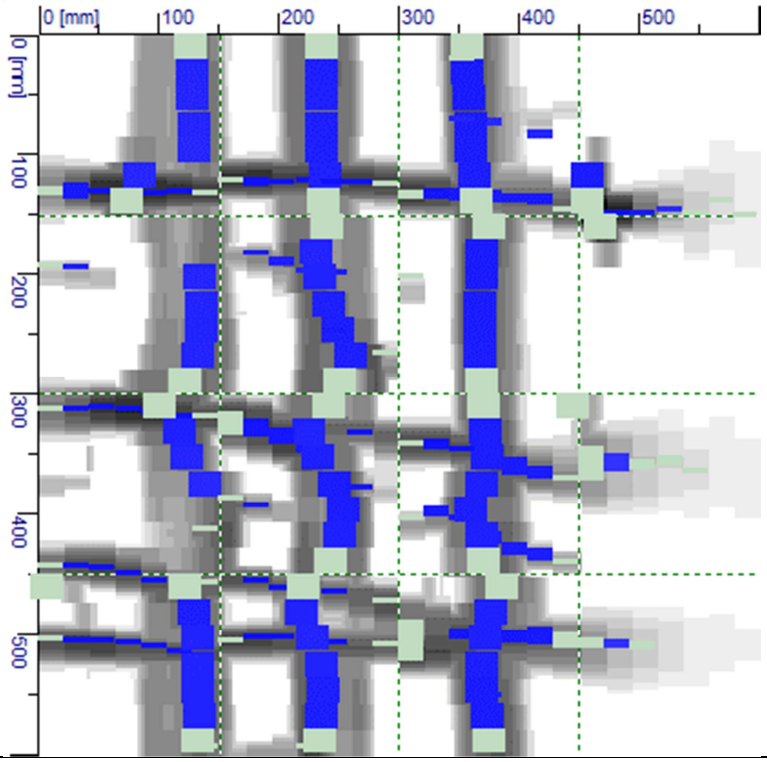


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (181):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

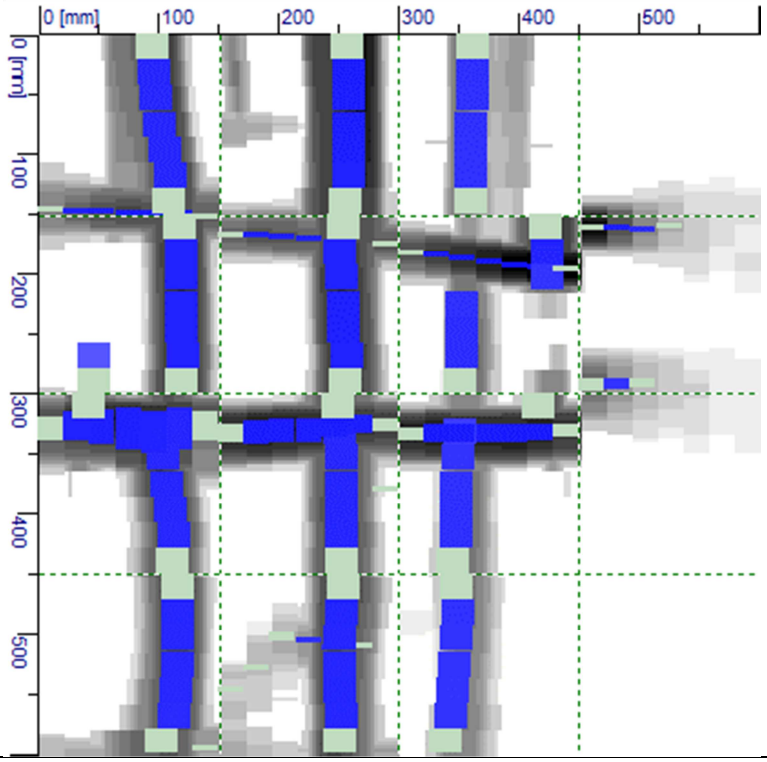


RODZAJ STROPU:
belka żelbetowa

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: 3×Ø12/14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (182):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

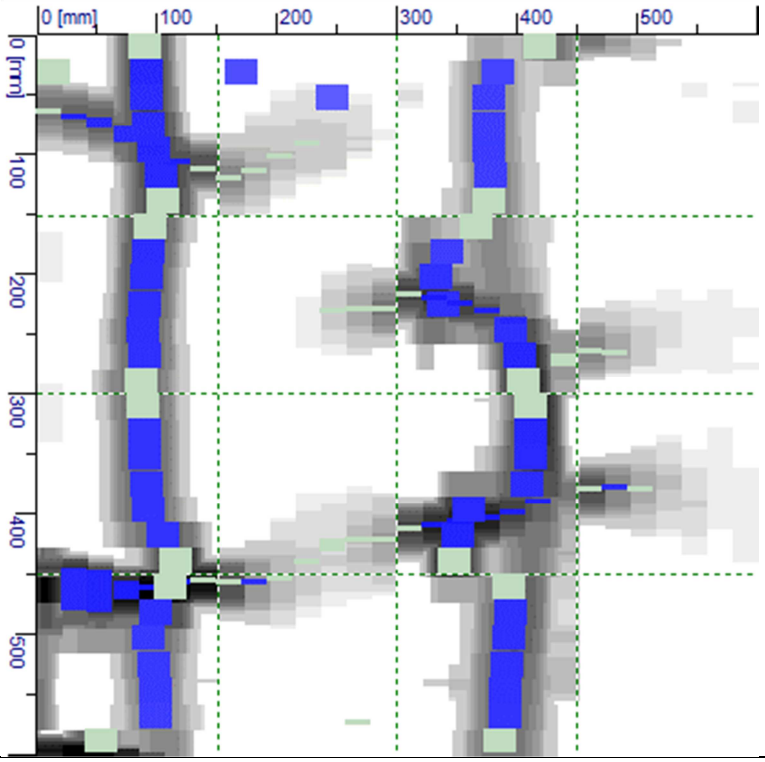


RODZAJ STROPU:
belka żelbetowa

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: 3×Ø12/14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (183):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

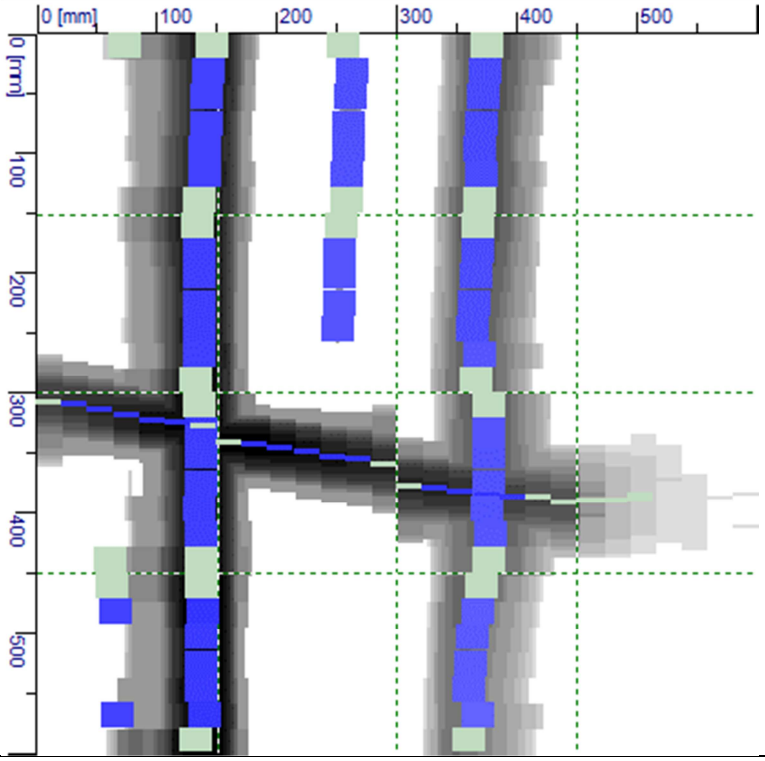


RODZAJ STROPU:
belka żelbetowa

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: 2/3×Ø12/14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (184):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ STROPU HOLU

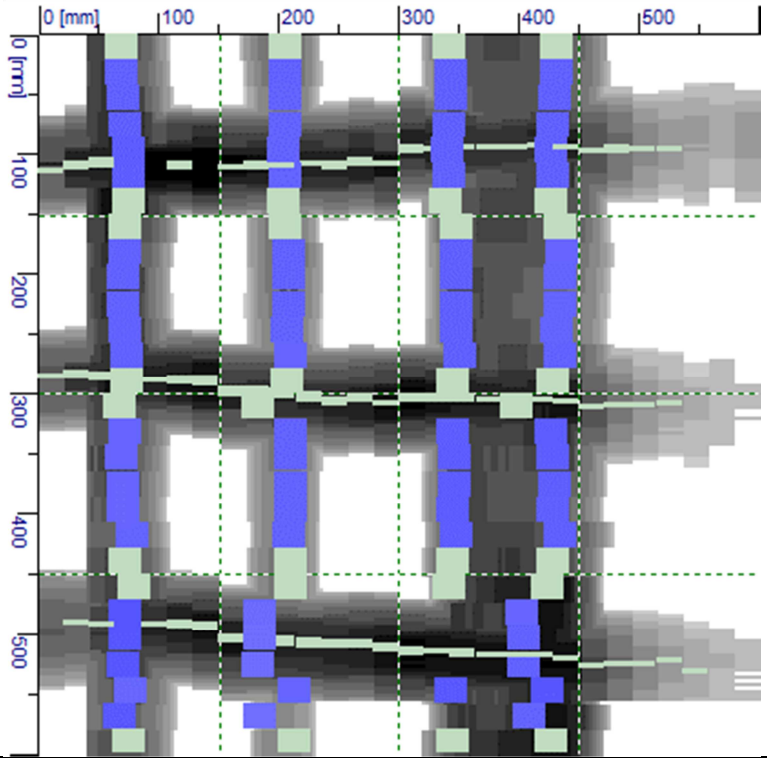


RODZAJ STROPU:
belka żelbetowa

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: 2×Ø12/14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (185):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI SŁUPA

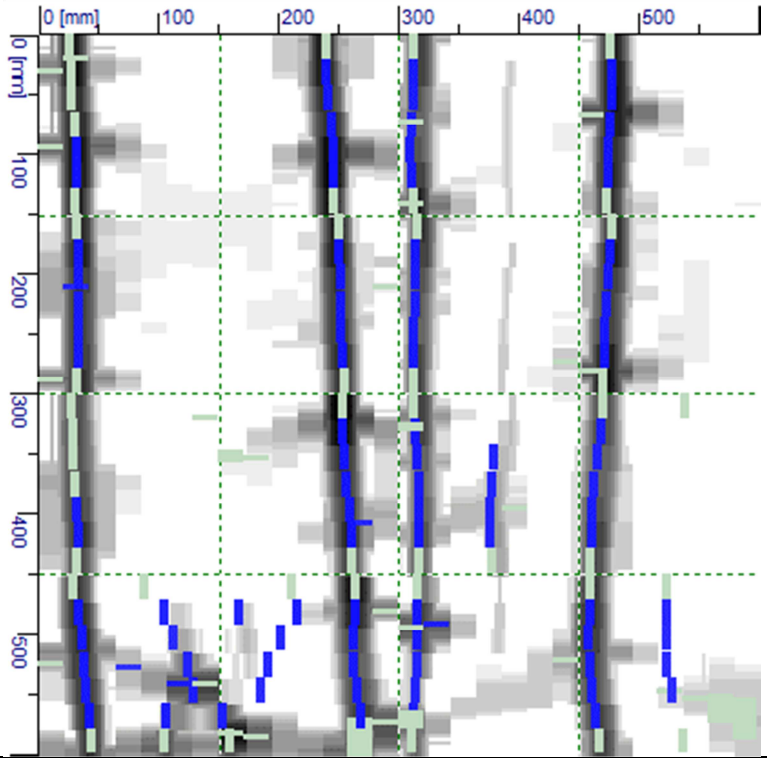


RODZAJ ELEMENTU:
słup żelbetowy

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: 4×Ø20 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (190):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ PŁYTY STROPOWEJ

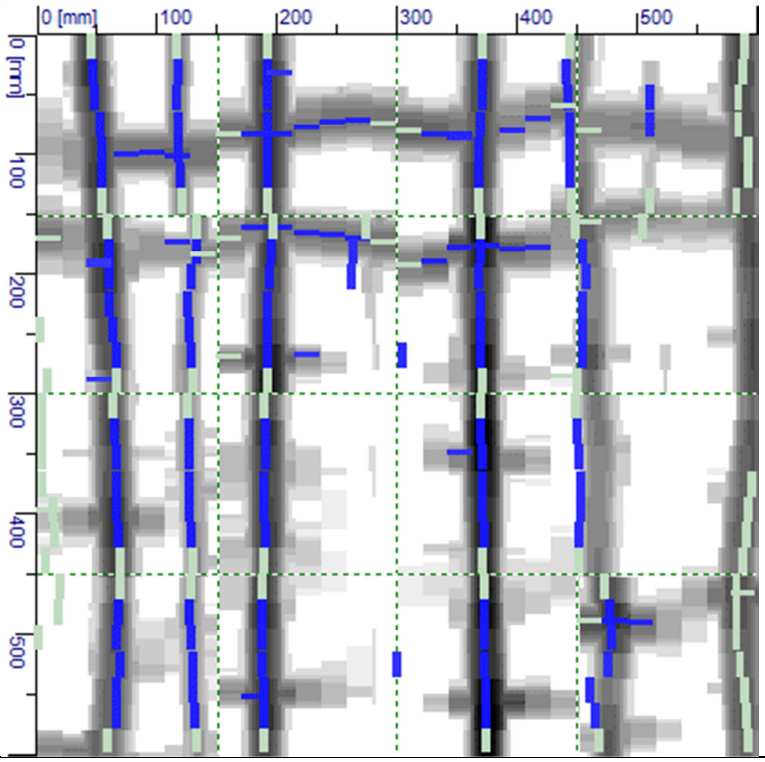


RODZAJ ELEMENTU:
strop skrzynkowy

UKŁAD ZBROJENIA:
brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (191):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ PŁYTY STROPOWEJ

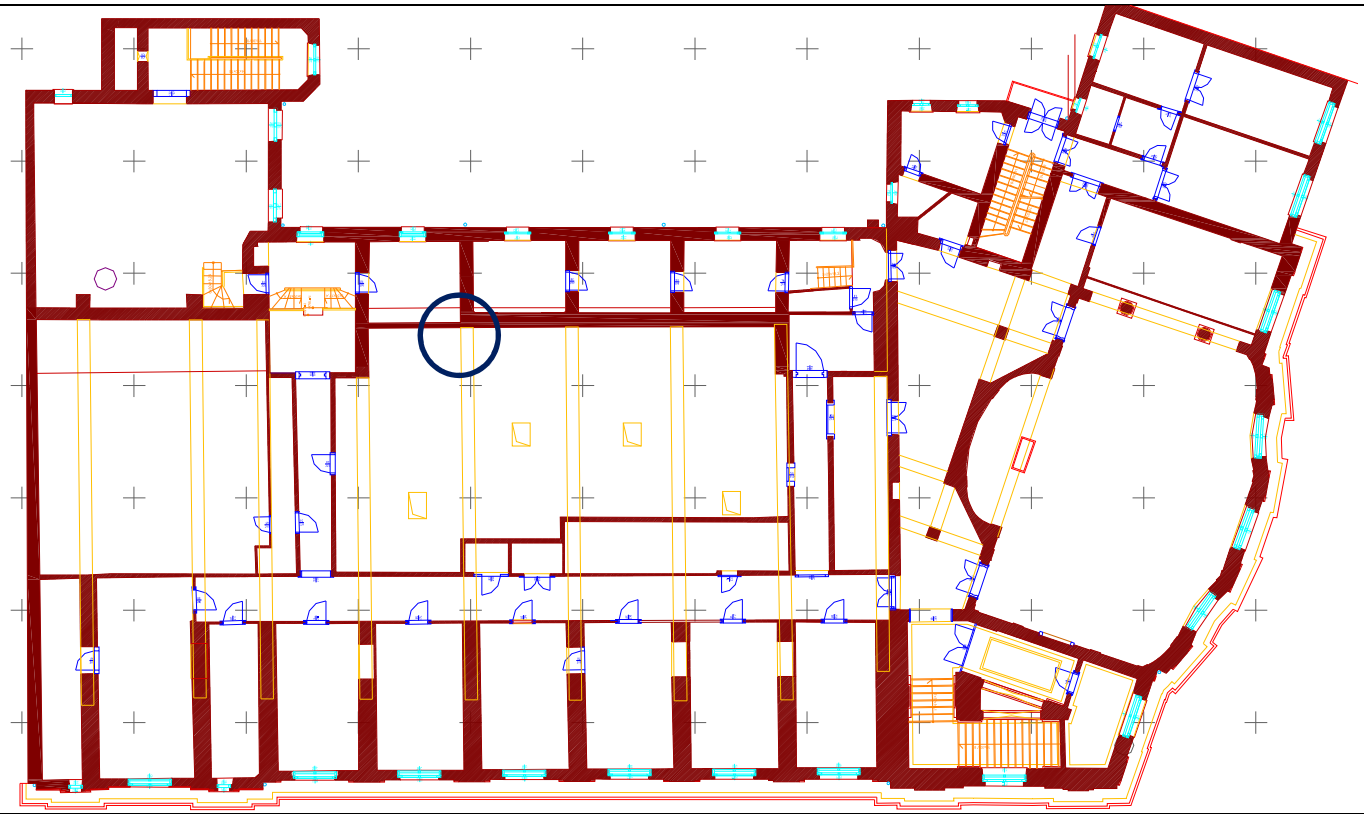


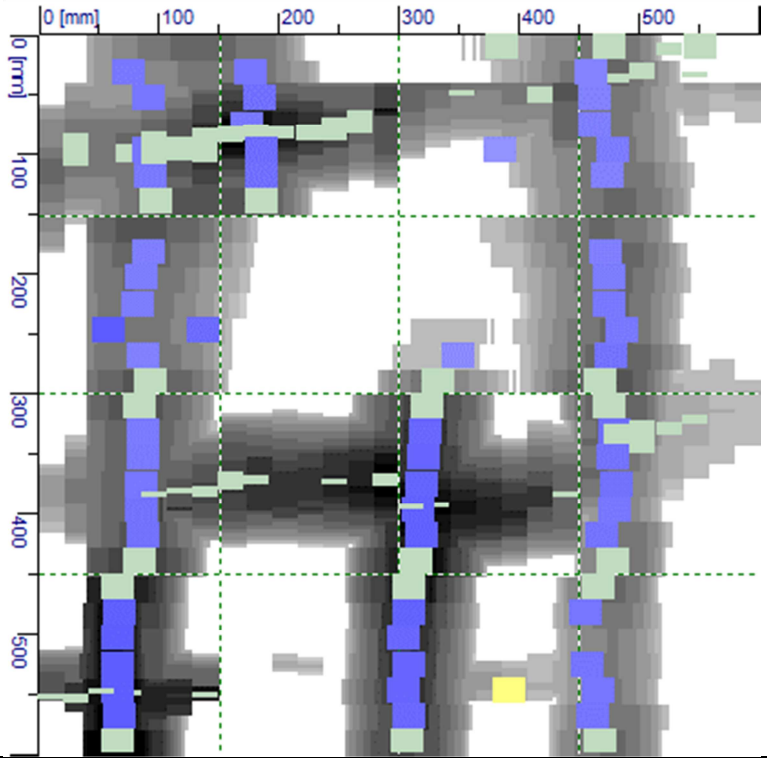
RODZAJ ELEMENTU:
strop skrzynkowy

UKŁAD ZBROJENIA:
brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (192):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ DŹWIGARA



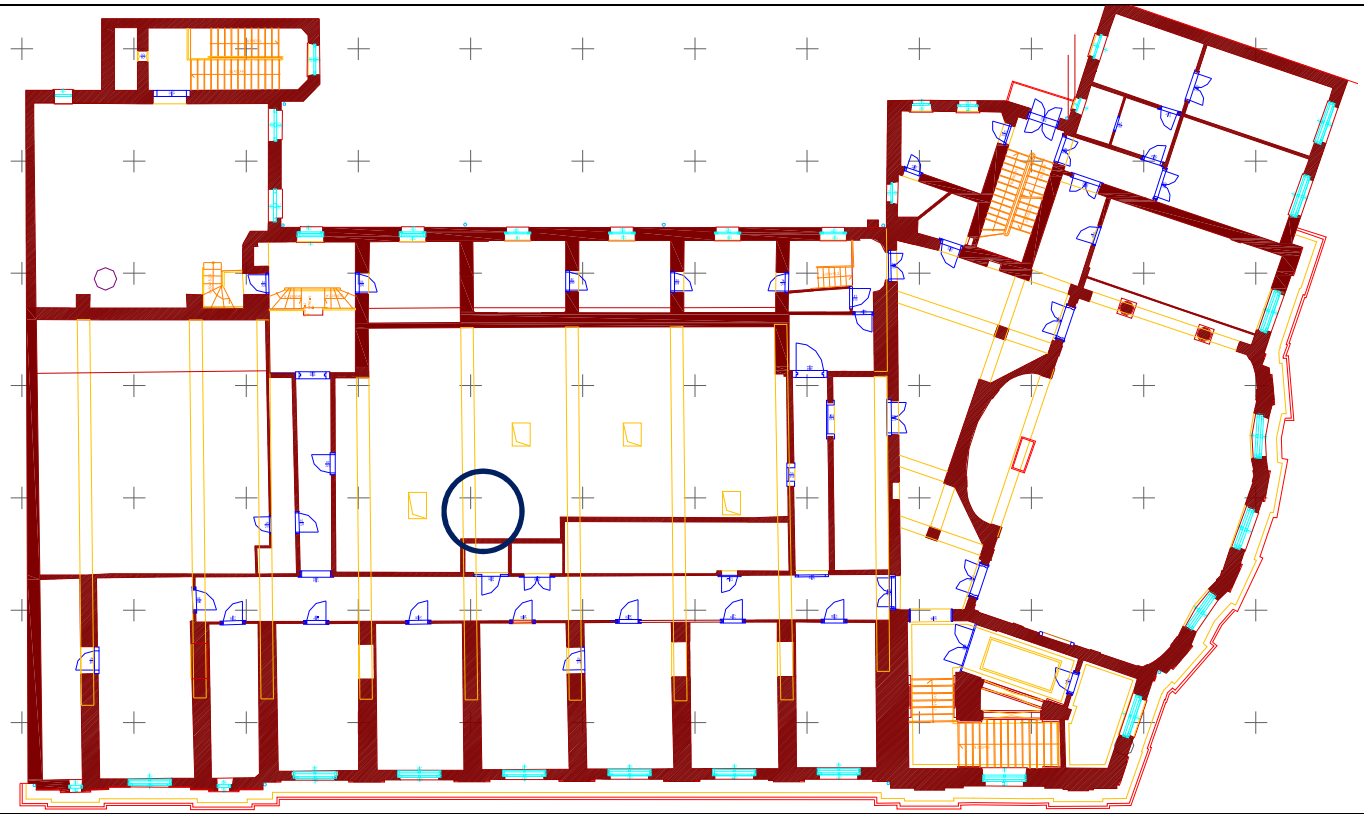


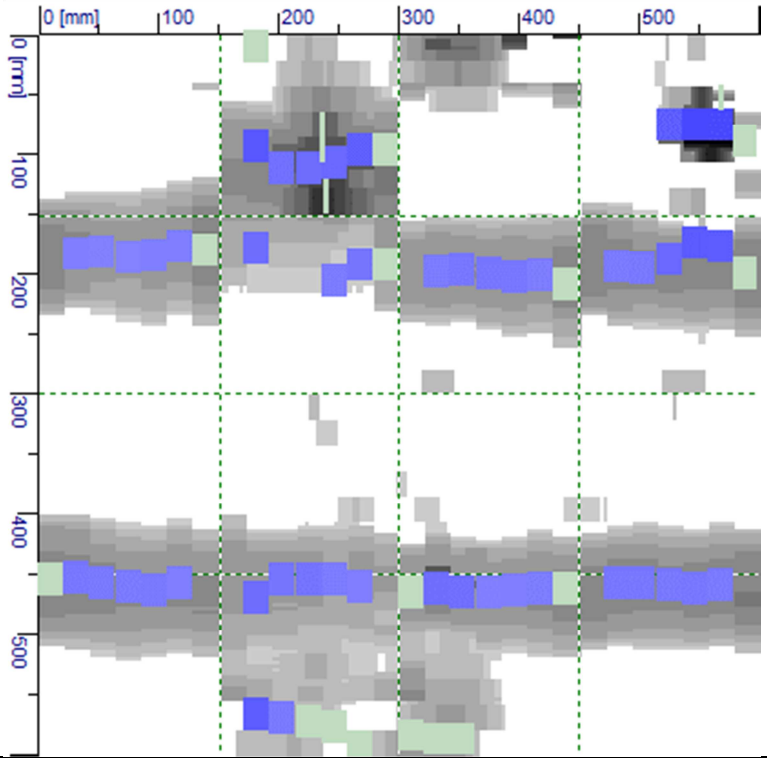
RODZAJ ELEMENTU:
węzeł łuku żelbetowego

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie podłużne (górne): 3 pręty Ø28 mm
- zbrojenie poprzeczne: brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (187):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI GÓRNEJ PŁYTY STROPOWEJ



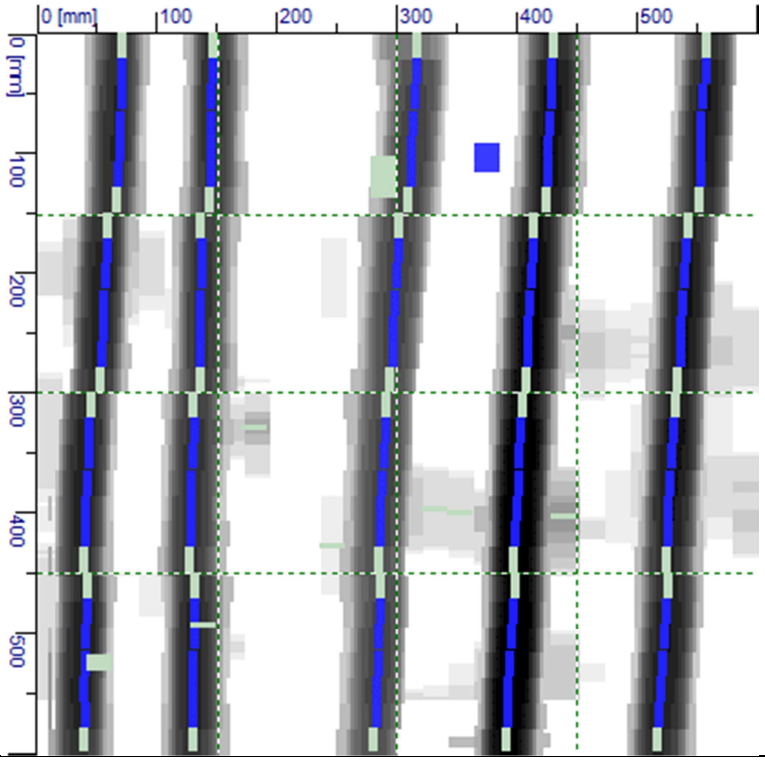


RODZAJ ELEMENTU:
strop skrzynkowy

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie między żebrami

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (199):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ PŁYTY STROPOWEJ

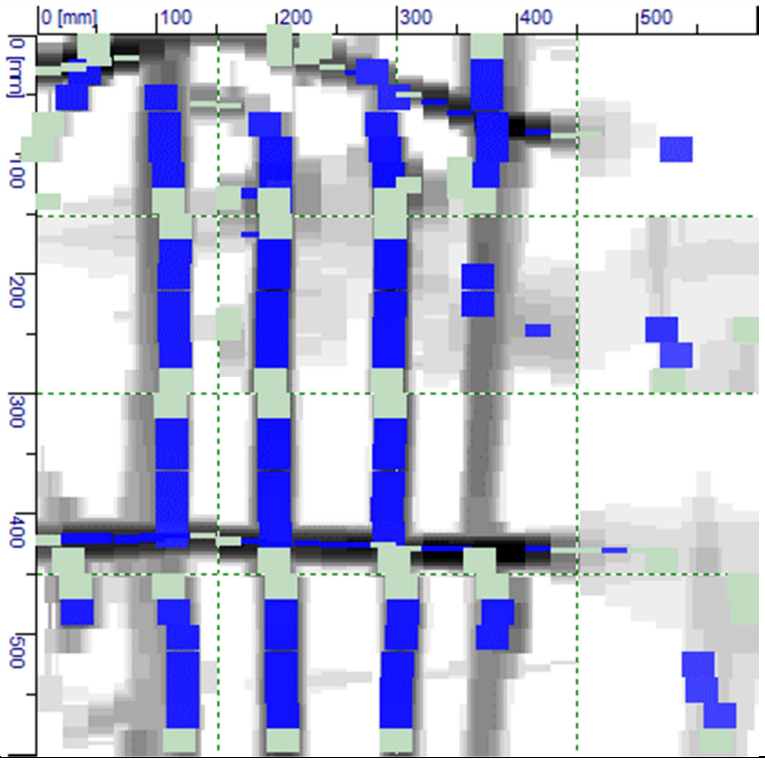


RODZAJ STROPU:
płyta jednokierunko zbrojona

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: Ø8/10 mm co 100 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (200):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI DOLNEJ BELKI STROPOWEJ

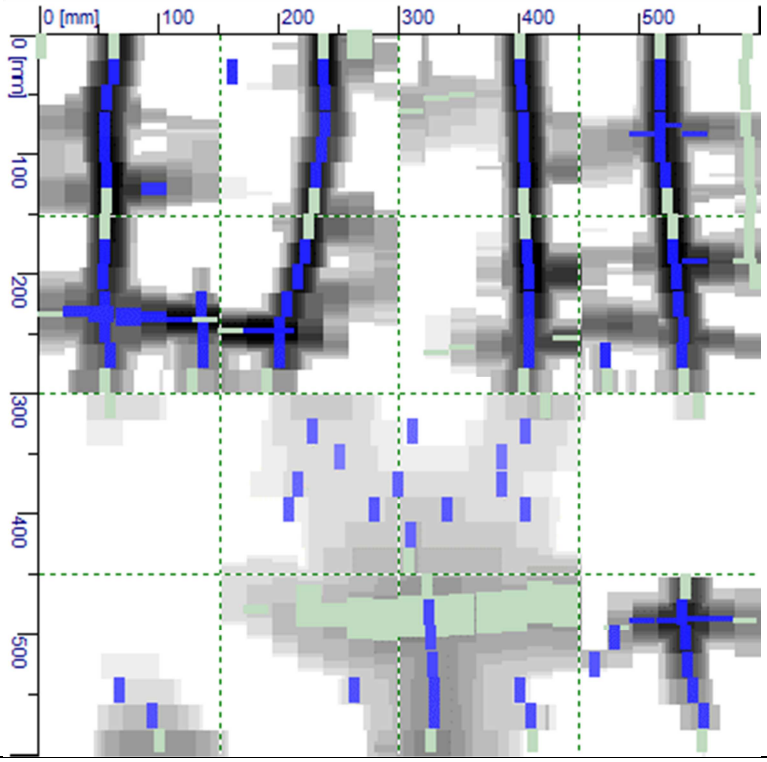


RODZAJ STROPU:
belka żelbetowa

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: 3/4×Ø12/14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (203):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI CZOŁOWEJ WĘZŁA ŁUK-SŁUP

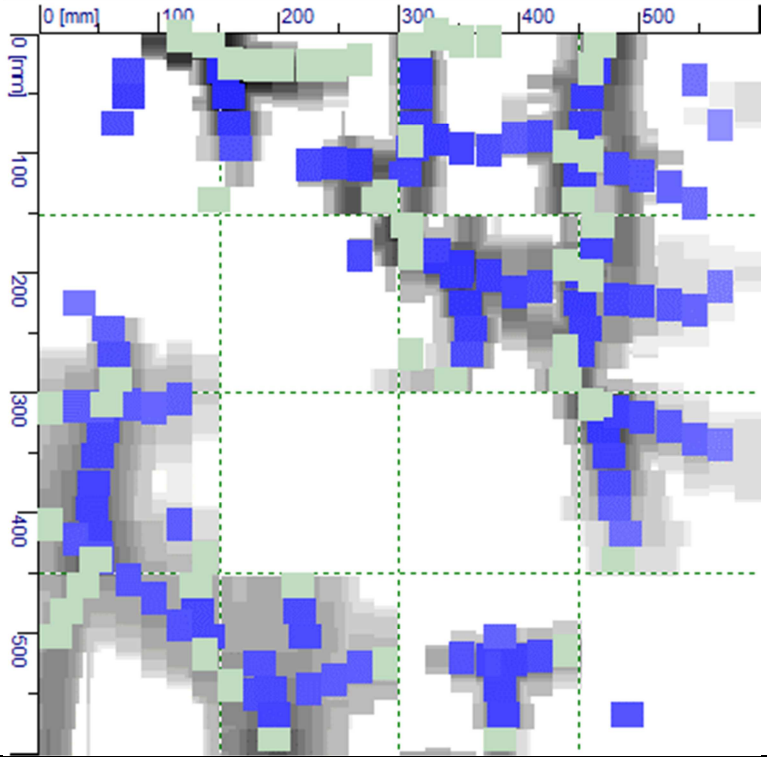


RODZAJ ELEMENTU
węzeł łuk-słup

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie powierzchniowe: 3/4×Ø12/14 mm

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (204):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI BOCZNEJ WĘZŁA ŁUK-SŁUP

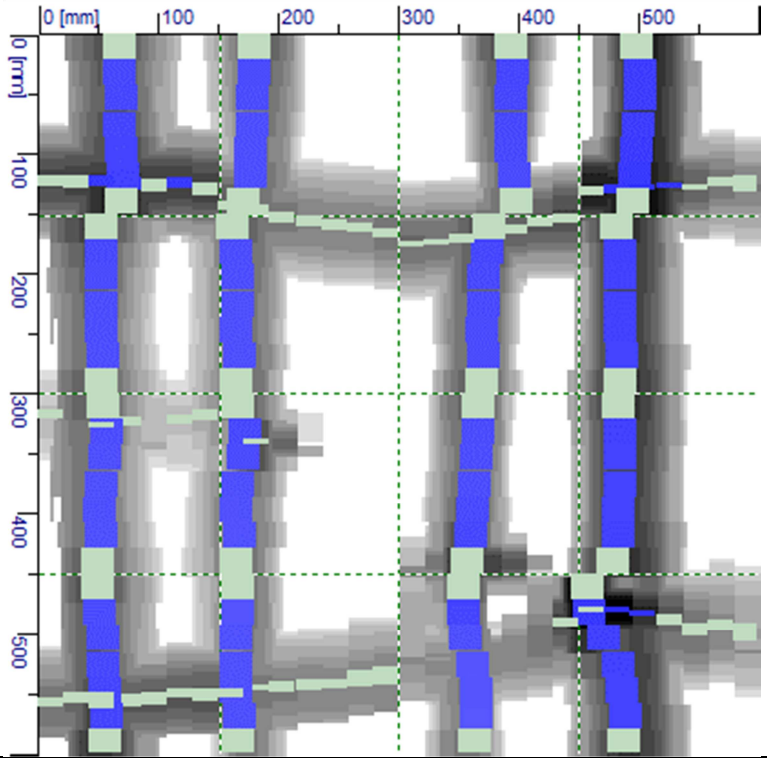


RODZAJ ELEMENTU
węzeł łuk-słup

UKŁAD ZBROJENIA:
brak danych

OCENA STANU TECHNICZNEGO STROPU KRAKOWSKIEJ FILHARMONII
– BADANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

LOKALIZACJA BADANIA (206):
STROP II PIETRA – SKAN POWIERZCHNI CZOŁOEJ SŁUPA PONIŻEJ WĘZŁA



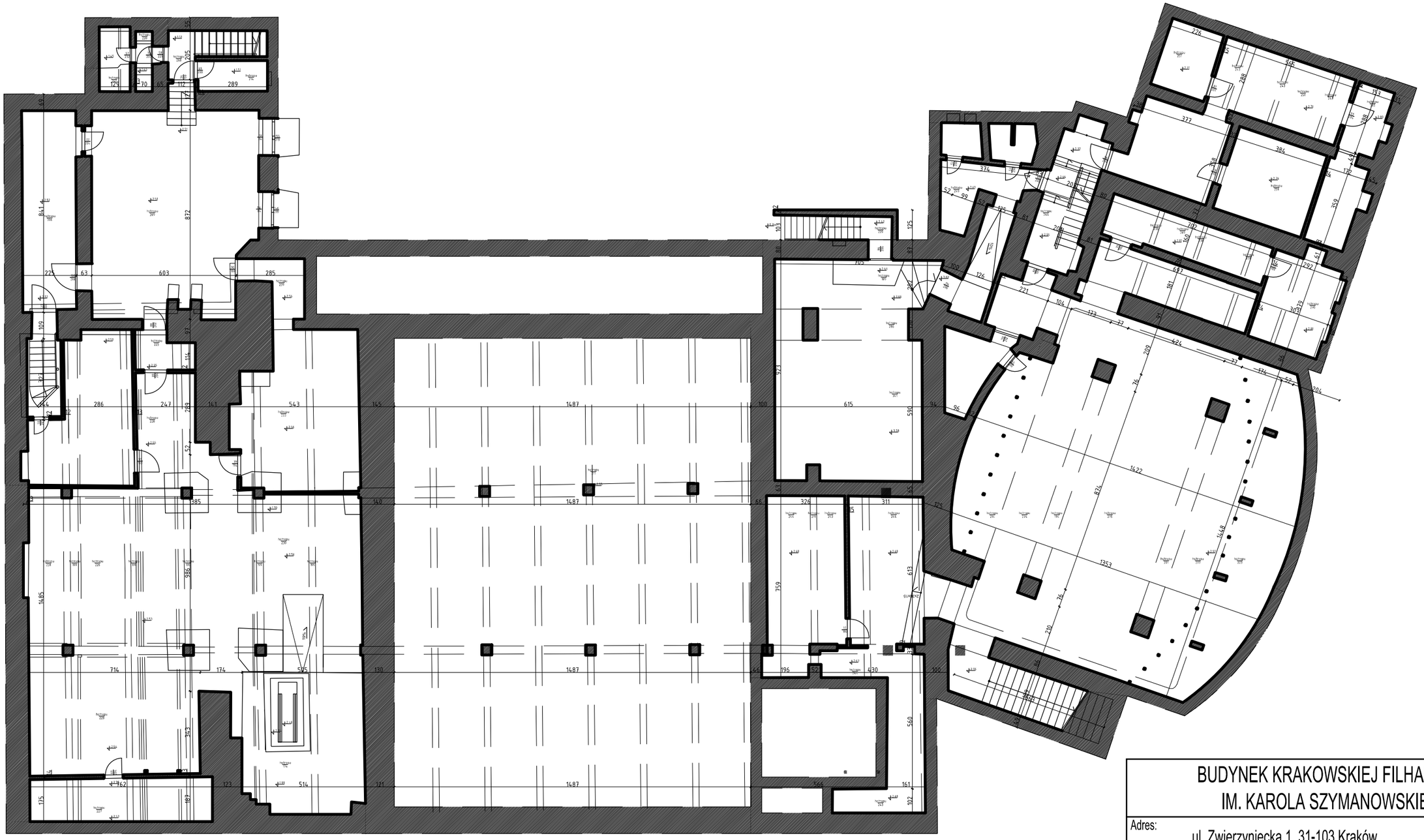
RODZAJ ELEMENTU:
słup żelbetowy

UKŁAD ZBROJENIA:
- zbrojenie dolne: 4×Ø20 mm

ZAŁĄCZNIK 6

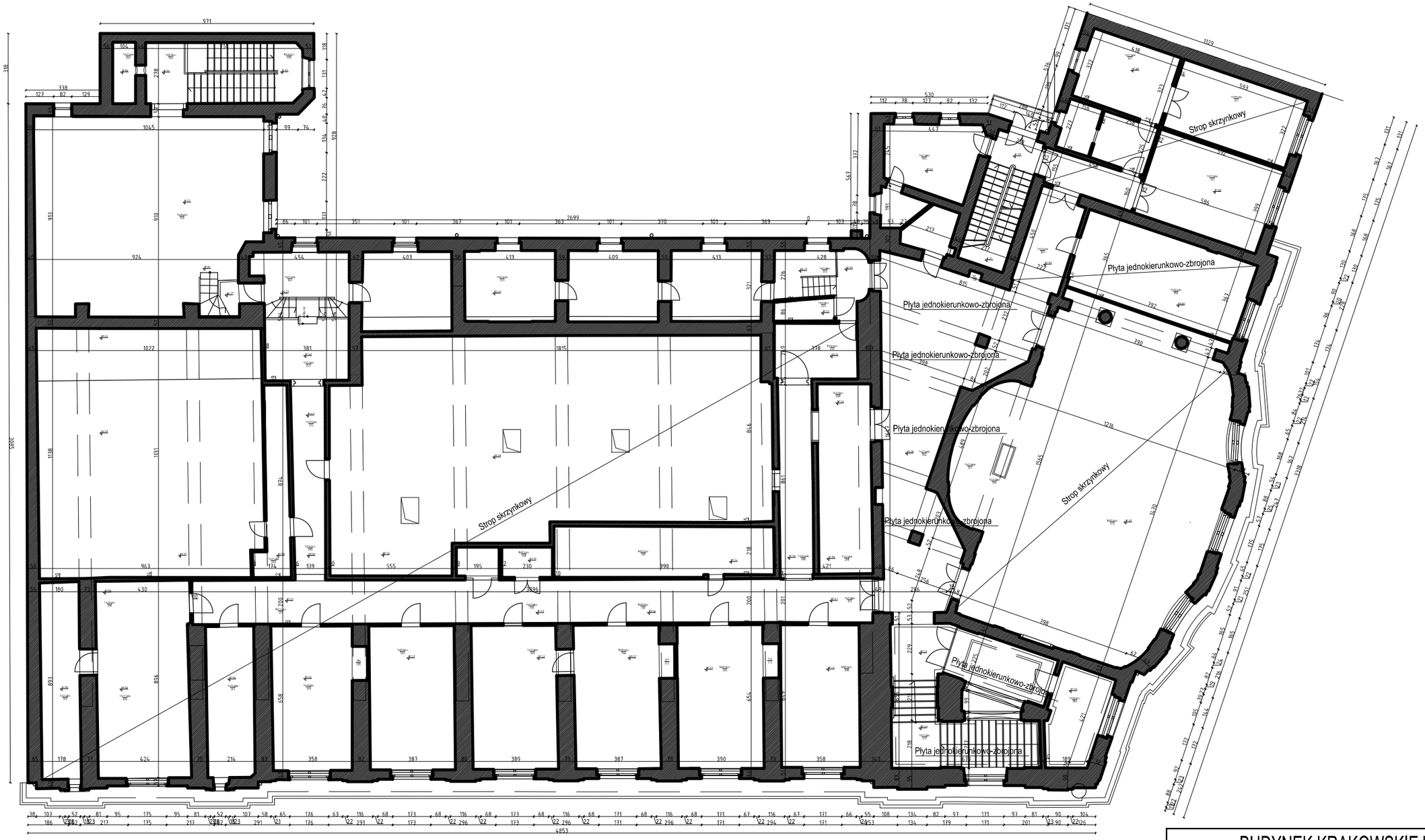
Inwentaryzacja konstrukcyjna

– rzut stropów piwnicy i najwyższej kondygnacji



BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO

Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Inwentaryzacja konstrukcyjna - rzut piwnicy	Załącznik 6



BUDYNEK KRAKOWSKIEJ FILHARMONII IM. KAROLA SZYMANOWSKIEGO

Adres:	ul. Zwierzyniecka 1, 31-103 Kraków	Data: 01.09.2015
Temat:	Ekspertyza geotechniczna i konstrukcyjna dla budynku Filharmonii im. Karola Szymanowskiego w Krakowie	
Opracowanie:	Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, z siedzibą AGH Wydział Górnictwa i Geoinżynierii al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków	
Wykonawcy:	prof. dr hab. inż. Marek Cała, dr inż. Daniel Wałach, dr inż. Piotr Dybeł, mgr inż. Justyna Jaskowska-Lemańska	
Rysunek:	Inwentaryzacja konstrukcyjna - rzut stropów kondygnacji III	Załącznik 6