

# **I. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI**

## **1. Podstawa opracowania**

- Projekt budowlany architektoniczny autor: mgr inż. arch. Joanna Okraska;
- Projekty budowlane branżowe
- Opinia geotechniczna z określeniem warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb niniejszego projektu opracowana przez pracownię geologiczną ADRIUM autor mgr Adrianna Adamusiak z grudnia 2017r.
- Wizja techniczna przeprowadzona w grudniu 2017-12-07
- Mapa d/c projektowych

## **2. Warunki posadowienia**

Na podstawie badań geologicznych stwierdzono **proste warunki gruntowe** nadające się do bezpośredniego posadowienia projektowanego budynku. Zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012r. obiekt zaliczono do **I kategorii geotechnicznej**.

Jak wynika z dokumentacji geotechnicznej w podłożu terenu pod budowę budynku występuje następująca budowa geologiczna:

### **Otwór nr 1 – rzędna 190,60m n.p.m.**

- 0,00 – 0,45 m.p.p.t. – nasyp niekontrolowany (żużel)
- 0,45 – 0,70 m.p.p.t. – piasek drobny zagliniony  $I_D = 0,45$  (II)
- 0,70 – 1,10 m.p.p.t. – glina piaszczysta/piasek drobny  $I_L = 0,40$  (Ia)
- 1,10 – 1,30 m.p.p.t. – glina pylasta zwięzła  $I_L = 0,20$  (Ib)
- 1,30 – 2,00 m.p.p.t. – glina  $I_L = 0,20$  (Ib)
- 2,00 – 2,90 m.p.p.t. – glina pylasta zwięzła  $I_L = 0,20$  (Ib)
- 2,90 – 4,10 m.p.p.t. – glina  $I_L = 0,20$  (Ib)
- 4,10 – 5,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta zwięzła  $I_L = 0,10$  (Ic)

### **Otwór nr 2 – rzędna 191,00m n.p.m.**

- 0,00 – 0,45 m.p.p.t. – nasyp niekontrolowany (żużel)/piasek próchniczy
- 0,45 – 1,20 m.p.p.t. – piasek gliniasty/piasek drobny  $I_L = 0,40$  (Ia)
- 1,20 – 1,60 m.p.p.t. – glina piaszczysta/piasek gliniasty/piasek drobny  $I_L = 0,40$  (Ia)
- 1,60 – 2,00 m.p.p.t. – piasek drobny/glina piaszczysta  $I_D = 0,45$  (II)
- 2,00 – 2,90 m.p.p.t. – glina piaszczysta zwięzła  $I_L = 0,20$  (Ib)
- 2,90 – 4,30 m.p.p.t. – glina piaszczysta zwięzła/glina piaszczysta  $I_L = 0,20$  (Ib)

- 4,30 – 5,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta  $I_L = 0,10$  (Ic)

### Otwór nr 3 – rzędna 191,70m n.p.m.

- 0,00 – 0,70 m.p.p.t. – nasyp niekontrolowany

- 0,70 – 1,30 m.p.p.t. – glina piaszczysta/piasek drobny  $I_L = 0,40$  (Ia)

- 1,30 – 1,60 m.p.p.t. – glina piaszczysta/glina piaszczysta zwięzła  $I_L = 0,40$  (Ia)

- 1,60 – 2,10 m.p.p.t. – piasek gliniasty/glina piaszczysta/piasek/drobny  $I_L = 0,40$  (Ia)

- 2,10 – 3,60 m.p.p.t. – glina zwięzła/glina/piasek drobny  $I_L = 0,20$  (Ib)

- 3,60 – 4,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta  $I_L = 0,20$  (Ib)

- 4,00 – 5,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta zwięzła/glina piaszczysta  $I_L = 0,10$  (Ic)

### Otwór nr 4 – rzędna 192,20m n.p.m.

- 0,00 – 1,00 m.p.p.t. – nasyp niekontrolowany

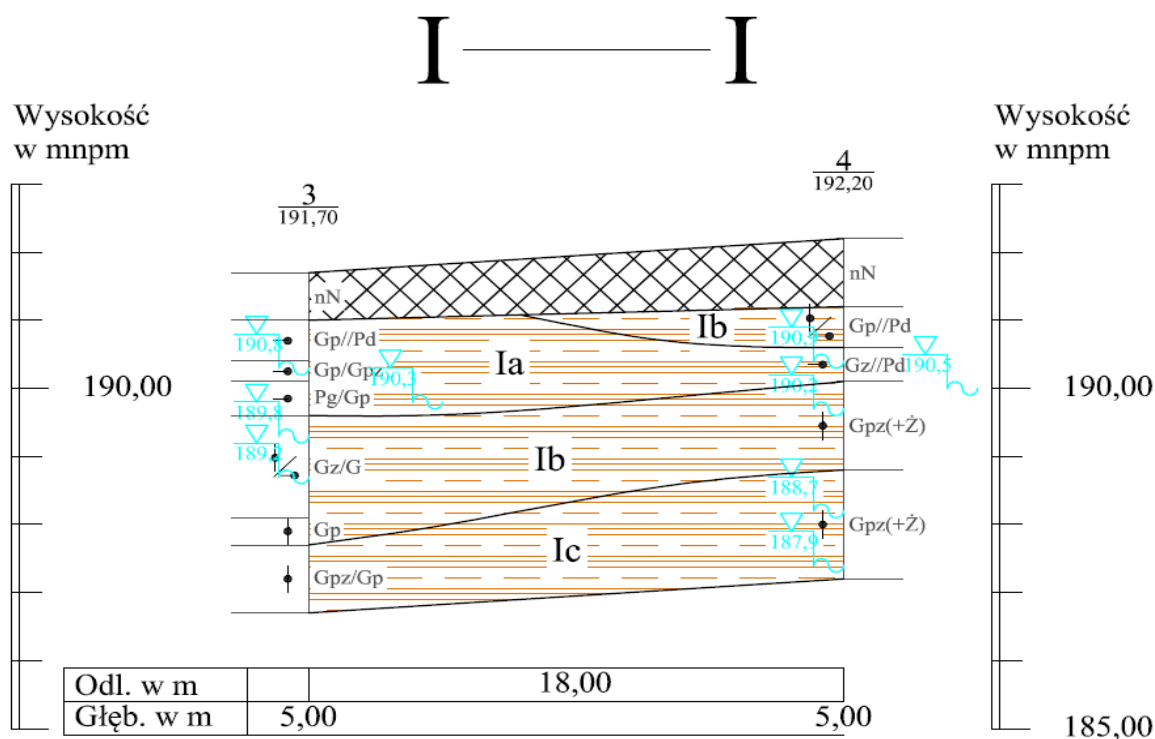
- 1,00 – 1,60 m.p.p.t. – glina piaszczysta/piasek drobny  $I_L = 0,20$  (Ib)

- 1,60 – 2,10 m.p.p.t. – glina zwięzła/piasek drobny  $I_L = 0,40$  (Ia)

- 2,10 – 3,40 m.p.p.t. – glina piaszczysta zwięzła  $I_L = 0,20$  (Ib)

- 3,40 – 5,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta zwięzła (+żwir)  $I_L = 0,10$  (Ic)

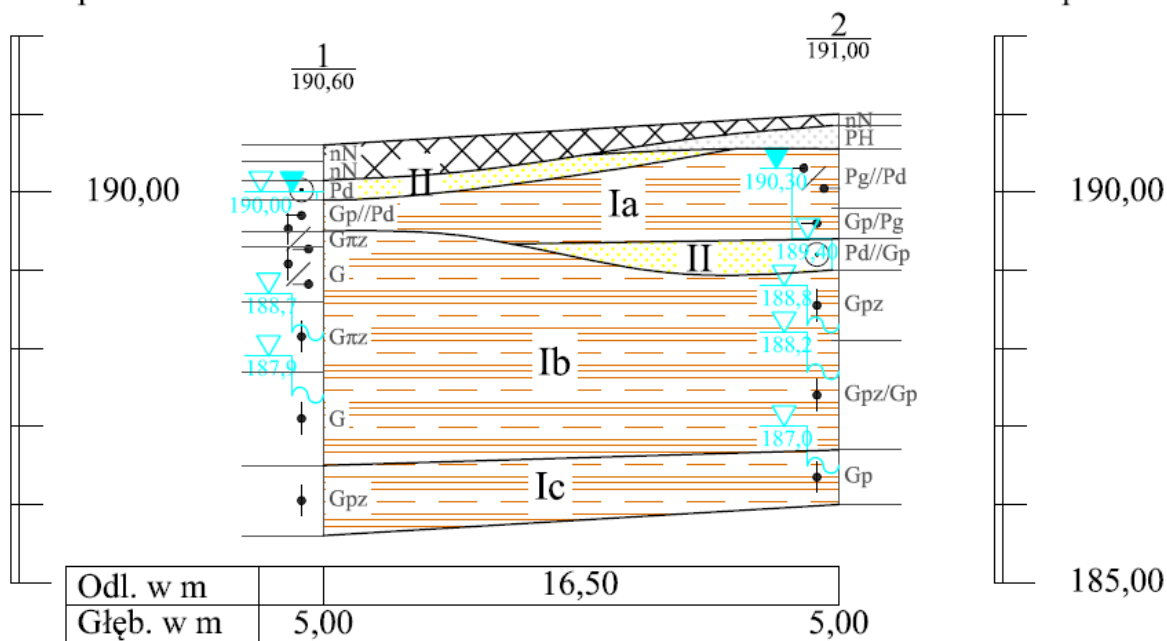
Przekroje geotechniczne:



# II — II

Wysokość  
w mnpm

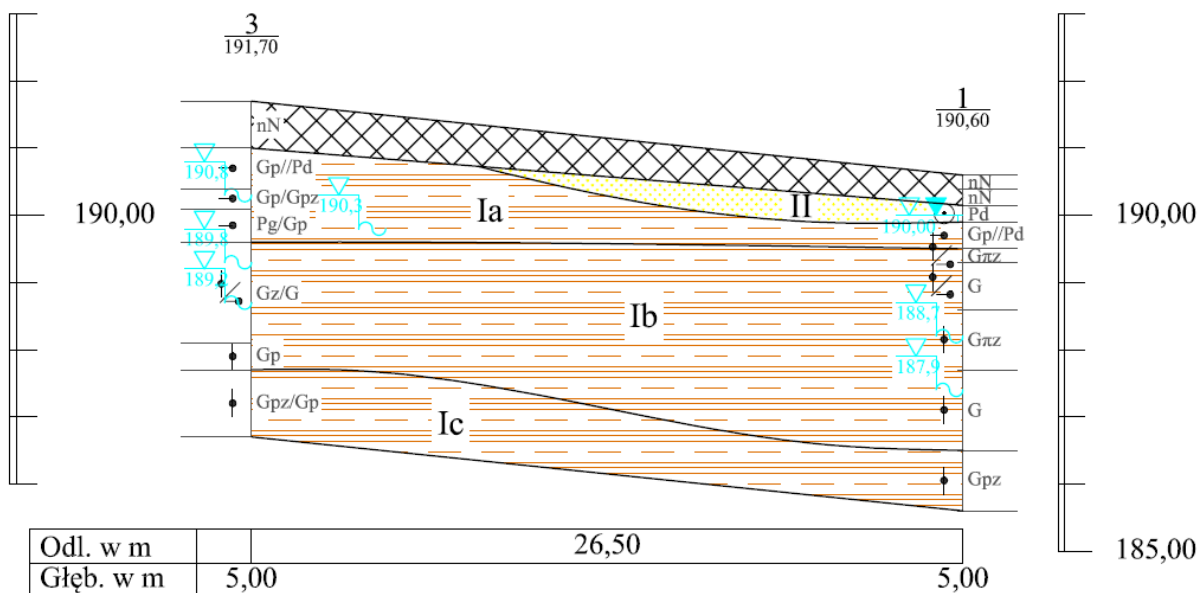
Wysokość  
w mnpm

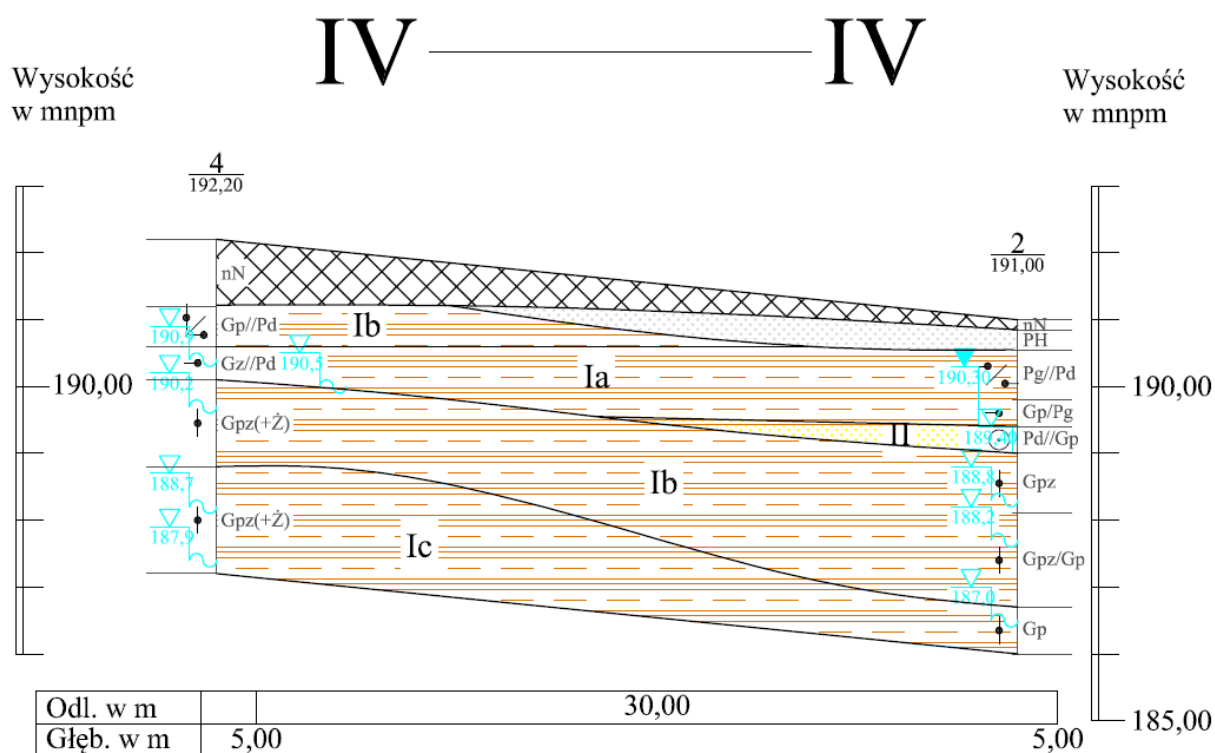


# III — III

Wysokość  
w mnpm

Wysokość  
w mnpm





**Przyjęto następujące rzędne posadowienia:**

- poziom posadzki parteru +/- 0,00 = 192,85m n.p.m.
- poziom spodu ław fundamentowych od - 3,35 = 189,50 m n.p.m.  
do - 1,25 = 191,60 m n.p.m.
- poziom spodu chudego betonu od - 3,45 = 189,40 m n.p.m.  
do - 1,35 = 191,50 m n.p.m.

W badanym podłożu stwierdzono występowanie gruntów nośnych nadających się do bezpośredniego posadowienia budynku.

W trakcie badań terenowych wykonanych w grudniu 2017r., stwierdzono występowanie zwierciadła wody gruntowej o charakterze swobodnym i napiętym, które stabilizowało się na głębokości 0,6 – 0,7m p.p.t.. Zaobserwowano również pojedyncze, ale intensywne sączenia wody w gruntach spoistych na głębokości 0,9 – 4,3m p.p.t. Zwierciadło wody ma charakter okresowy, a jego poziom jest silnie związany z warunkami pogodowymi, co również dotyczy sączeń.

Bezpośrednie posadowienie ław i stóp fundamentowych sali gimnastycznej przyjęto na głębokości -3,35m p.p.p. tj. na rzędnej 189,50m n.p.m, Projektowane posadowienie

wypadnie w warstwie gruntów spoistych (glin, glin pylastych, glin piaszczystych i piasków gliniastych) w stanie twardoplastycznym o stopniu plastyczności  $I_L=0,20$ .

Posadowienie ław części budynku z salami lekcyjnymi przyjęto na głębokości od -3,35m tj. na rzędnej 189,50m n.p.m do -1,25m tj. na rzędnej 191,60m n.p. Projektowane posadowienie wypadnie w warstwie gruntów słabonośnych (Ia). Grunty te należy wymienić, do poziomu gruntów nośnych (Ib) na piasek średni stabilizowany cementem zagęszczony mechanicznie warstwami do stopnia zagęszczenia  $I_s=0,97$ . Obszar występowania gruntów podlegających wymianie zaznaczono na rzutach konstrukcyjnych fundamentów z wyłączeniem obszaru w bezpośrednim sąsiedztwie budynku istniejącego. Proces wymiany gruntów powinien odbywać się stopniowo i etapami pod ławami dochodzącymi prostopadle do budynku istniejącego tak aby nie dopuścić do uszkodzenia (awarii) tego budynku. Po wykonaniu i zabetonowaniu stóp i ław pod salą gimnastyczną i częścią przeznaczoną na sale lekcyjne, można przystąpić do  **ręcznego**  odkopywania ław budynku istniejącego dzieląc ten proces również na etapy, nie jednorazowo cały wykop. Etapy kolejnych wykopów powinny nie przekraczać ~3m, po wykonaniu takiego wykopu należy zabetonować ławę wystawiając pręty zbrojeniowe pod kolejny odcinek ław.

Należy zwrócić szczególną uwagę na poziom posadowienia istniejącego budynku nie doprowadzając do jego podkopania lub naruszenia gruntów w poziomie posadowienia, w przypadku innego poziomu posadowienia niż założony w projekcie należy skontaktować się z projektantem.

*Przed przystąpieniem do prac fundamentowych należy potwierdzić stan i rodzaj gruntów w poziomie posadowienia wpisem do dziennika budowy przez uprawnionego geologa. Na etapie wykonywania wykopów pod fundamenty, oraz wymiany gruntów, zaleca się stały nadzór uprawnionego geologa na budowie.*

*Po wykonaniu wykopów fundamentowych kierownictwo budowy i nadzór inwestorski zobowiązane są do sprawdzenia stanu i rodzaju gruntów w poziomie posadowienia oraz porównania z wynikami wstępnego rozpoznania geotechnicznego. W przypadku znacznych różnic w porównaniu do opinii geotechnicznej należy skontaktować się z projektantem.*

### **3. Budynek istniejący**

#### **3.1 Opis konstrukcji z oceną stanu technicznego**

Układ konstrukcyjny budynku tradycyjny z ścianami murowanymi z cegły pełnej ceramicznej. Na ścianach podłużnych oparto strop gęstożebrowy typu Teriva, stanowiący jednocześnie stropodach. Pokrycie dachu papą. Ławy wylewane betonowe.

Nie zauważono nadmiernych ugięć stropów, pęknięć lub zarysowań ścian świadczących o przeciążeniu stanów granicznych poszczególnych elementów. Stan techniczny konstrukcji budynku ocenia się na dobry nadający się do planowanej rozbudowy w zakresie objętym niniejszym projektem.

#### **3.2 Opis projektowanych zmian**

##### **NADPROŻA**

W związku z nowym układem funkcjonalnym w ścianie istniejącej sali gimnastycznej projektuje się dwa otwory okienne. Nad otworami wykonać nadproża stalowe ze stali profilowej S235 (St3S) z dwuteowników IPE140. Belki stalowe zespawać i osadzać parami po dwie podkuwając projektowane nadproże do połowy ściany, po zamontowaniu, podbiciu dokładnie zaprawą i uzyskaniu pełnej wytrzymałości betonu, należy to samo wykonać z drugiej strony ściany. Nadproża należy wykonać w odstępie kilku dni, nie jednorazowo oba otwory. Strop w miejscu wykonywanego nadproża należy podstemplować. Przed wykonaniem nadproży stalowych w ścianach nośnych, najpierw należy wykonać miejscowe замуrowania otworów z cegły ceramicznej pełnej kl. 20MPa na zaprawie cem.-wap. M5 na pełną grubość istniejącej ściany. Po wykonaniu nadproży i uzupełnieniu otworów przystąpić do wycinania nowych otworów okiennych, nie uszkadzając przy tym filarka międzyokiennego.

Z uwagi na brak możliwości inwentaryzacji konstrukcji stropodachu w części nad salą gimnastyczną i możliwość powstania worka śnieżnego nie wyklucza się wzmocnienia konstrukcji stropodachu pod wymagane obciążenia. Na etapie budowy po wykonaniu otworu rewizyjnego w połaci dachowej lub ścianie szczytowej należy wezwać projektanta konstrukcji. Po przeprowadzeniu wizji lokalnej projektant zadecyduje o dalszych pracach.

W przypadku stwierdzenia złego stanu technicznego obecnie niewidocznych elementów konstrukcyjnych, lub gdy stan istniejących elementów konstrukcyjnych budzi wątpliwości co do ich stanu należy skontaktować się z projektantem – do decyzji kierownika budowy.

#### **4. Budynki projektowane**

##### **4.1. Opis ogólny**

Projektowany obiekt obejmuje dwa budynki stanowiące rozbudowę istniejącej szkoły o halę sportową wraz z zapleczem i sale lekcyjne. Konstrukcja budynku mieszana. Stropodach nad I piętrem płytowy żelbetowy monolityczny, oraz z płyt kanałowych sprężonych, nad parterem płytowy żelbetowy monolityczny, oraz z płyt kanałowych sprężonych. Strop podparty ścianami nośnymi murowanymi grubości 24cm z bloczków silikatowych. Dach nad salą gimnastyczną zaprojektowano jako kratownice płaskie stalowe oparte przegubowo na wieńcach ścian podłużnych w osi 1 i 5. W ścianach zewnętrznych zastosowano wzmocnienia wylewanymi rdzeniami żelbetowymi. Nadproża wylewane żelbetowe i z belek prefabrykowanych typu L-19 o symbolu N/.... Szytywność poprzeczną stanowią słupy główne w ścianach podłużnych sali gimnastycznej, utwierdzone w stopach oraz część z salami lekcyjnymi ze ścianami murowanymi stropem i stropodachem żelbetowym. Szytywność podłużną stanowią ściany murowane gr.24cm. Ławy i stopy fundamentowe wylewane żelbetowe. Pod fundamentami podkład betonowy o grubości minimalnej 10 cm.

##### **4.2 Zastosowane schematy statyczne**

- kratownica dachowa – kratownica płaska podparta przegubowo;
- płyta stropu nad parterem – płyta dwukierunkowo zbrojona ciągła nad podporami;
- płyta stropodachu – płyta dwukierunkowo zbrojona ciągła nad podporami;
- nadproża i żebra – belka jednoprzęsłowa wolnopodparta

Ścisłe schematy statyczne z obciążeniami zestawiono w załączniku II-gim opracowania „Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe konstrukcji”

##### **4.3 Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji**

Przyjęto:

Obciążenie śniegiem wg PN- 80/B-02010/Az1:2006 – 2 strefa

Obciążenie wiatrem wg PN-77/B-02011/Az1:lipiec2009 – 1 strefa

Posadowienie fundamentów wg PN-81/B-03020

Obciążenia użytkowe wg PN – 82/B – 02003

Obciążenia stałe wg PN – 82/B – 02001

Przyjęto następujące wartości obciążeń charakterystycznych do wymiarowania konstrukcji:

- obciążenia stałe dachu hali sportowej –  $1,02\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe stropodachu nad I piętrem –  $0,72\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe od pokrycia dachu nad I piętrem –  $0,41\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe stropu nad parterem –  $1,99\text{kN/m}^2$
- obciążenia użytkowe w salach lekcyjnych stropu nad parterem –  $2,00\text{kN/m}^2$
- obciążenia użytkowe korytarzy stropu nad parterem –  $3,00\text{kN/m}^2$

#### **4.4 Opis szczegółowy**

##### **FUNDAMENTY**

Stopy i ławy z betonu C20/25 (B25), stal zbrojeniowa A-IIIN B500SP#, A-0 St0S Ø. Beton podkładowy klasy C8/10 (B10) gr. min. 10cm. Ze stóp, ław należy wyprowadzić pręty startowe pod projektowane słupy/rdzenie żelbetowe. Ścianki fundamentowe z bloczków betonowych gr. 24cm klasy C16/20 (B20) za zaprawie cementowej M10 (alternatywnie monolityczne wylewane z betonu klasy j.w.). Na ścianach fundamentowych wykonać wieńce żelbetowe z betonu C20/25 (B25) i stali zbrojeniowej A-IIIN B500SP#, zgodnie z rzutem fundamentów. Należy zwrócić uwagę na dozbrojenie wybranych odcinków ław fundamentowych. Izolacja przeciwwilgociowa – malowanie powłokowe emulsjami bitumicznymi np. Dysperbitem lub Abizolem R+P. W osi I, i 13 przed wykonaniem fundamentów należy sprawdzić poziom posadowienia istniejącej ławy. W przypadku innego poziomu niż przyjęty w projekcie należy skontaktować się z projektantem. Patrz również punkt 2 warunki posadowienia.

##### **ŚCIANY KONSTRUKCYJNE**

Ściany zewnętrzne z bloczków silikatowych Silka E24 o grubości 24cm kl.20MPa na zaprawie firmowej na cienkie spoiny. W ścianach wykonać słupy, rdzenie i wieńce żelbetowe z betonu C20/25 (B25) i stali zbrojeniowej A-IIIN B500SP#. Izolacje oraz oblicowanie ścian wg projektu architektury.

W ścianach szczytowych hali sportowej z uwagi na znaczne gabaryty, zaprojektowano usztywniające rdzenie żelbetowe monolityczne z materiałów j.w. o przekroju 30x35cm. Rdzenie doprowadzić do wieńca attykowego na różnych wysokościach zgodnie ze spadkiem dachu.



Ściany konstrukcyjne wzdłuż osi 13 i I na styku z budynkiem istniejącym z bloczków gazobetonowych odmiany 400 na zaprawie cem – wap. M3.

#### ŚCIANY DZIAŁOWE

Ścianki działowe gr. 12cm z bloczków silikatowych lub gazobetonowych na zaprawie firmowej na cienkie spoiny. Pomiedzy wierzchem ścianek a spodem płyty stropodachu należy pozostawić szczelinę ~2-3cm. Ścianki działowe należy wzajemnie przewiązać.

#### STROPODACH NAD I PIĘTREM

Stropodach płytowy żelbetowy monolityczny o grubości 20cm z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIIN B500SP#. Płyta podparta ścianami murowanymi gr.24cm. Wykończenie stropodachu zgodnie z projektem architektury. Wieńce żelbetowe monolityczne z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIIN B500SP#.

W obszarze między osiami B - F x 9 – 13 strop przyjęto z prefabrykowanych żelbetowych wielokanałowych płyt SP gr.20cm typu A7 (REI60) o ciężarze własnym 263kg/m<sup>2</sup>. Kanały o średnicy Ø15,2 cm splotami 7 Ø 12,5. Płyty szerokości 120cm. W spoinach podłużnych między płytami na budowie układać górne zbrojenie podporowe. Beton spoin, nadbetonów i wieńców C20/25 (B25). Płyty kanałowe układać na warstwie zaprawy cementowej M10 grubości 1cm. Transport i montaż płyt prowadzić zgodnie z wytycznymi zawartymi w dokumentacji technicznej sprężonych płyt kanałowych wybranego producenta na etapie wykonawstwa.

#### STROP NAD I PARTEREM

Strop płytowy żelbetowy monolityczny o grubości 20cm z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIIN B500SP#. Płyta podparta ścianami murowanymi gr.24cm. Wieńce żelbetowe monolityczne z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIIN B500SP#.

W obszarze między osiami B - F x 9 – 13 strop przyjęto z prefabrykowanych żelbetowych wielokanałowych płyt SP gr.20cm typu A5 (REI60) o ciężarze własnym 263kg/m<sup>2</sup>. Kanały o średnicy Ø15,2 cm splotami 5 Ø 12,5. Płyty szerokości 120cm. W spoinach podłużnych między płytami na budowie układać górne zbrojenie podporowe. Beton spoin, nadbetonów i wieńców C20/25 (B25). Płyty kanałowe układać na warstwie zaprawy cementowej M10 grubości 1cm. Transport i montaż płyt prowadzić zgodnie z wytycznymi zawartymi w dokumentacji technicznej sprężonych płyt kanałowych wybranego producenta na etapie wykonawstwa.

#### SŁUPY GŁÓWNE SALI GIMNASTYCZNEJ

Słupy usztywniające żelbetowe monolityczne o stałym przekroju 40x50cm przyjęto w ścianach podłużnych w osi 1 i 5 w rozstawie osiowym co 3,94m i 4,34m. Beton

konstrukcyjny C20/25 (B25), stal zbrojeniowa A-IIIIN B500SP#. Oblicowanie i wykończenie słupów zgodnie z projektem architektury.

#### DACH NAD SALĄ GIMNASTYCZNĄ

Dach nad salą gimnastyczną dwuspadowy o nachyleniu 6°, zaprojektowano jako płaskie stalowe dźwigary kratowe ze stali profilowej St3S w rozstawie osiowym co 3,94m. Pasy dolne i górne kratownicy przyjęto z dwuteowników HEA140, krzyżulce z rur kwadratowych RK80x80x5.0z i RK100x100x5.0z.

Kratownice oparte na markach stalowych zabetonowanych w wieńcu w osi 1 i osi 5. W dwóch skrajnych polach oraz wzdłuż ścian podłużnych zaprojektowano stężenia połączeniowe typu „X” z prętów stalowych  $\phi 16$ . Płatwie stalowe z dwuteownika IPE180.

#### DACH NAD CZĘŚCIĄ Z SALAMI LEKCYJNYMI

Dach dwuspadowy płatwiowo-krokwiowy z drewna litego klasy C24 spadki 5°. Krokwie o przekroju 7x14cm w średnim rozstawie co 90cm. Płatwie 12x14cm w układzie ciągłym minimum 2-przęsłowym. Słupki 12x12cm miecze 12x12cm. Murlata 12x12cm kotwiona do wieńców stalowymi kotwami M12 ze stali profilowej S235 (St3S) w rozstawie nie większym niż 1,50m.

#### PŁYTA PODPOSADZKOWA

Płyta żelbetowa monolityczna grubości 15cm z betonu C12/15 (B15) zbrojona siatkami z prętów #8 o oczku 15x15cm ze stali A-IIIIN. Płytę wylać na uprzednio przygotowanej podsypce piaskowej gr. 30cm zagęszczonej mechanicznie do wskaźnika zagęszczenia  $I_s=0,98$ .

#### ATTYKA

Attyka murowana z bloczków gazobetonowych o grubości 24cm odmiany 400 na zaprawie cem.-wap. M3. Attyka usztywniona rdzeniami żelbetowymi wylewanymi o przekroju 24x24cm z betonu C20/25 (B25), stal zbrojeniowa A-IIIIN B500SP#. Rdzenie w rozstawie osiowym nie przekraczającym 3,00m. Attykę należy zdylatować w odcinkach prostych nie przekraczających 12,0m.

#### SCHODY ZEWNĘTRZNE

Schody żelbetowe płytowe gr.12cm i 14cm wylewane oparte na ścianach murowanych gr.24cm Beton C20/25 (B25), zbrojenie stalą A-IIIIN. Wykończenie wg architektury.

## **5. Przeciwpozarowe wymagania dot. konstrukcji budynków**

Budynek projektowany niski w klasie odporności ogniowej „D”.

Poszczególne elementy budowlane powinny posiadać co najmniej następującą klasę odporności ogniowej:

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku <sup>5)</sup>					
	główna konstrukcja nośna	konstrukcja dachu	strop	ściana zewnętrzna <sup>1), 2)</sup>	ściana wewnętrzna <sup>1)</sup>	przekrycie dachu
1	2	3	4	5	6	7
„D”	R 30	-	RE I 30	E I 30	-	-

Przyjęte ze względów konstrukcyjnych oraz wg Instrukcji ITB 409/2005 „Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową” wymiary elementów żelbetowych i otuliny zbrojenia spełniają wymogi nałożone na obiekt:

- Rdzenie, słupy 24x24cm, 30x35,  $\alpha=0,7$  - wymagana minimalna szerokość słupa 200mm, odległość do środka ciężkości zbrojenia  $a_{\min}=25\text{mm}$  – przyjęto  $a=35\text{mm}$ ,
- Stropodach płytowy żelbetowy – wymagana płyta o grubości 8cm – przyjęto płytę o grubości 20cm
- Nadproża dla belek ciągłych  $b_{\min}=8\text{cm}$ ,  $a_{\min}=25\text{mm}$  – przyjęto żebra  $b=24\text{cm}$  i  $a=35\text{mm}$
- Ściany zewnętrzne, minimalna wymagana grubość bloczków silikatowych 12cm – przyjęto gr.24cm

Dla konstrukcji stalowej dachu nad salą sportową przyjęto zabezpieczenie do R30 poprzez malowanie zestawem farb ognioochronnych – dla potrzeb projektu przyjęto zestaw farb FLAME STAL (dopuszcza się zastosowanie innego producenta pod warunkiem nie gorszych właściwości technicznych):

- pas dolny kratownicy HEA140,  $U/A=252,87\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=500^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{\text{nom}}=0,59\text{mm}$

- pas górny kratownicy HEA140,  $U/A=252,87\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=500^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{\text{nom}}=0,59\text{mm}$

- skratowanie kratownic RK 100x100x5,0Z,  $U/A=208,15\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=550^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{\text{nom}}=0,53\text{mm}$

- skratowanie kratownic RK 80x80x5,0Z,  $U/A=210,42\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=550^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{\text{nom}}=0,53\text{mm}$

- płatwie IPE180,  $U/A=292,05\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=450^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{\text{nom}}=0,79\text{mm}$