

# hydroprojekt

Centralne Biuro Studiów i Projektów  
Budownictwa Wodnego

Nr umowy

02968/PT

Pkt. prelim

3.1, 3.2.

Nr archiwalny

16.104 - C / 87

STADIUM

P.T.

INWESTYCJA  
ZAGADNIENIE

ZBIORNIK WODNY STRYKÓW

OBIEKT  
TEMAT

ELEKTROWNIA WODNA

CZĘŚĆ  
TOM

Cz. hydrotechniczno - budowlana  
oraz wyposażenie mechaniczne.

SKŁADNIK OPRAC.  
nazwa znak

OPIS TECHNICZNY

Imię i nazwisko

Podpis

Data

Mgr inż.  
Marek Mazurkiewicz

1987.VI.

Mgr inż.  
Tadeusz Zyga

1987.VI.

PROJEKTANCI

KALKULATOR

Techn.  
Marian Malinowski

1987.VI.

KLAUZULA NR  
SPRAWDZIŁ

1620/87

Inż. Jerzy Borkowski  
Upr. bud. Nr 377/64 - Łódź, Inż.

87-06-30

KIEROWNIK PRACOWNI

Mgr inż.  
Tadeusz Owczarski

1987.VI.

GENERALNY-GŁÓWNY PROJEKTANT

Mgr inż.  
K. Wójcik

1987.VI.

BIURO KIERUJĄCE

BIURO PROJEKTÓW WODNYCH MELIORACJI  
w Łodzi, ul. Zgierska 231

ZLECENIODAWCA

BIURO PROJEKTÓW WODNYCH MELIORACJI  
w Łodzi, ul. Zgierska 231

## SPIS TREŚCI

<u>1. Wstęp</u>	str. 1
1.1. Podstawa opracowania.	
1.2. Przedmiot opracowania.	
1.3. Cel i zakres opracowania.	
1.4. Dane wyjściowe.	
1.5. Opracowania związane.	
<u>2. Lokalizacja elektrowni</u>	str. 3
<u>3. Rozwiązania technologiczne</u>	str. 3
3.1. Opis rozwiązań.	
3.2. Parametry elektrowni.	
<u>4. Opis rozwiązań hydrotechniczno-budowlanych.</u>	str. 7
4.1. Rozwiązania techniczne budowli przelewowo - spustowej /zewnętrznej/	
4.2. Rozwiązania techniczne pomieszczeń elektrowni /budowle wewnętrzne/.	
4.3. Stropy.	
4.4. Zadaszenie.	
4.5. Schody.	
4.6. Wyposażenie mechaniczne.	
4.7. Montaż wyposażenia.	
4.8. Roboty wykończeniowe.	
<u>5. Wyciąg z obliczeń.</u>	str. 20
<u>6. Wytyczne realizacyjne.</u>	str. 27

## 1. WSTEP

### 1.1. Podstawa opracowania

Podstawą niniejszego projektu jest umowa nr. 02968/PT zawarta między CBS i PBW "Hydroprojekt" w Warszawie, a Biurem Projektów Wodnych Melioracji w Łodzi. Opracowanie zawiera tematy z pkt. preliminarza 3.1 i 3.2 jako integralnie związane ze sobą. Osobne opracowanie stanowi część elektryczna, pkt.prel. 3.3.

### 1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest budowla przelewowo - spustowa przy zbiorniku wodnym w Strykowie oraz wbudowana w nią elektrownia wodna.

### 1.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest Projekt Techniczny Jednostadiowy budowli przelewowo - spustowej i elektrowni wodnej w zakresie rozwiązań hydrotechniczno - budowlanych i wyposażenia mechanicznego.

Projekt obejmuje:

w zakresie rozwiązań hydrotechniczno - budowlanych

- przyczółek budowli
- komorę przelewowo - spustową z częścią wlotową
- pomieszczenia elektrowni z częścią wlotową i układem komunikacyjnym
- pomost eksploatacyjny

w zakresie wyposażenia mechanicznego

- króciec wlotowy i wylotowy z turbiny
- ramę prądnicy i osłonę przekładni pasowej
- układ wody biologicznej
- belki zakładane remontowe
- kratę wlotową
- pokrywę luku montażowego
- klamry, balustrady

- instalację odwodnieniową
- instalację wskazań poziomu wody górnej

Opracowanie nie obejmuje:

w zakresie rozwiązań hydrotechniczno - budowlanych

- sztolni odpływowej
- kanału dopływowego
- ubezpieczeń zapory w rejonie budowli
- pomostu eksploatacyjnego nad wlotami

w zakresie wyposażenia mechanicznego

- elementów turbozespołu dostarczanego przez ZRE w Gdańsku  
/turbina, rama turbiny, przekładnia, prądnica, układ regulacji  
turbiny/
- zamknięcie spustów dennych /króćców stalowych, zasuw i urządzeń  
wyciągowych, projektowanych przez BPWM/
- wyposażenia części wlotowej <sup>spustów/</sup> /klamry włazowe, belki stalowe,  
pokrywy otworów włazowych, uwzględnionych w opracowaniu BPWM/

#### 1.4. Dane wyjściowe

Danymi wyjściowymi do niniejszego projektu są:

w zakresie parametrów elektrowni

- "Koncepcja elektrowni wodnej w Strykowie"- opracowanie wykonane przez CBS i FBW "Hydroprojekt" w Warszawie w 1985 r.

w zakresie rozwiązań budowli przelewowo spustowej i doboru wyposażenia mechanicznego spustów

- "Zbiornik retencyjny Stryków - Budowla przelewowo - spustowa"-  
opracowanie wykonane przez BPWM w Łodzi

w zakresie koncepcji rozwiązania pomieszczeń elektrowni

- "Koncepcja techniczna wbudowania turbozespołu w blok przelewowo - spustowy" - opracowanie wykonane przez CBS i FBW "Hydroprojekt" w 1986 r w ramach umowy 02968/PT pkt. prel. 2.

w zakresie doboru wyposażenia turbinowego

- w/g oferty Zakładu Remontowego Energetyki w Gdańsku.

### 1.5. Opracowania związane

Opracowaniami związanymi z niniejszym są:

"Zbiornik retencyjny Stryków - Budowla przelewowo - spustowa" wykonane przez BFWM w Łodzi.

"Elektrownia wodna Stryków - część elektryczna" CBS i PBW "Hydroprojekt w Warszawie

"Dokumentacja technologiczna i techniczna turbozespołu" - ZRE w Gdańsku

## 2. LOKALIZACJA ELEKTROWNI

Elektrownia wodna w Strykowie została zlokalizowana w przekroju piętrzenia zbiornika. W stosunku do wstępnej koncepcji lokalizacji nastąpiła zmiana polegająca na rezygnacji z budowy osobno stojącej komory stanowiącej budynek elektrowni.

Całe urządzenia elektrowni zostały wbudowane w komorę przelewowo - spustową. wykonanie tego wymagało powiększenia wymiarów budowli przelewowo - spustowej w planie do 4,25 x 8,43 m. Wykonano to nie zmieniając położenia osi podłużnej budowli/ osi sztolni/ i ściany od strony zapory. Nie zmieniła się zatem odległość budowli od korony zapory. Zmieniono natomiast rodzaj dojazdu do budowli, zastępując pomost żelbetowy budowlą przyczółkową, posadowioną na sztolni odprowadzającej. Łączna szerokość dojazdu wynosi 2,75 m. Przyczółek oraz budowla przelewowo - spustowa umieszczone są w skarpie odwodnej zapory, wystając z niej na tyle, żeby woda miała swobodny dostęp do całej części przelewowej. Przewidziano szczelne połączenie budowli z płytami ubezpieczenia zapory.

## 3. Rozwiązania technologiczne

### 3.1. Opis rozwiązań

Zaprojektowana budowla łączy funkcję budowli przelewowo - spustowej i elektrowni wodnej. Budowla składa się z dwu komór umie-

szczonych jedna w drugiej. Komora zewnętrzna /A/ jest budowlą przelewowo - spustową. Ma kształt prostopadłościanu bez pokrywy. Ściany komory /A2/ tworzą stały przelew o koronie na rzędnej 57,50 mnpm i tylko na ścianie czołowej od strony zbiornika znajdują się 2 ujęcia wody do spustów /A1/ i jedno dla elektrowni /B1/. Na szerokości ujęć wody nie ma przelewu powierzchniowego, gdyż ściany komory podwyższone są do rzędnej 58,68 mnpm. Do wysokości tej wyciągnięte są również filary wlotów. Spusty dennie utworzone są przez dwa króćce stalowe o średnicy  $\varnothing$  1000 mm zabudowane w ścianie czołowej i zamykane zasuwami typowymi kanalizacyjnymi. Przed zasuwami umieszczono zamknięcia remontowe w formie belek zakładanych /7/ we wnęki w filarach./6/. Zasuwę otwierane są przy pomocy kolumnienek /2/ usytuowanych na pomoście /5/. Z pomostu przewidziano zejście na poziom zasuw po klamrach włazowych /4/ poprzez włazy w pomoście /5/.

Odpływ wody z niecki komory przelewowo - spustowej /A3/ odbywa się sztolnią z prefabrykatów żelbetowych /A4/ o przekroju wewnętrznym 2,5 x 2,5 m. Próg sztolni znajduje się 0,5 m ponad dnem komory.

Elektrownia wodna została umieszczona w budowlu wewnętrznej /B/, wstawionej w komorę przelewowo - spustową. Obie komory mają częściowo wspólną ścianę w rejonie ujęcia wody do spustów i elektrowni. /A1,B1/.

Budowla wewnętrzna posiada trzy poziomy eksploatacyjne:

- poziom posadowienia turbiny na rzędnej 54,35 mnpm
- poziom pomieszczeń dla urządzeń elektrycznych na rzędnej 55,90.
- poziom montażowy i komunikacyjny na rzędnej 53,68 mnpm./B6/.

Dwa pierwsze poziomy służą wyłącznie elektrowni, natomiast poziom trzeci stanowi strop nad prawie całą budowlą przelewowo - spustową, zastępując przewidywany uprzednio pomost komunikacyjny dla obsługi zamknięć spustów i stanowiąc jednocześnie poziom

obsługi elektrowni w zakresie obsługi montażu i eksploatacji elektrowni.

Komunikacja między poziomem trzecim, a drugim odbywa się klatką schodową z zadaszeniem /B5/, natomiast między poziomem drugim a pierwszym po drabinie wjazdowej. /18/.

Montaż urządzeń elektrowni odbywać się będzie przy pomocy dźwigu samojazdnego ustawionego na koronie zapory poprzez luk montażowy w stropie /B4/. Luk zamykany będzie pokrywą o konstrukcji stalowej ocieplanej /15/.

Elektrownia wyposażona jest w jeden turbozespół z turbiną /12/ typu Banki 400 x 820 i prądnicą asynchroniczną o mocy 11kW /silnik asynchroniczny typu Sf 180 L8/ /13/. Turbina z prądnicą połączone są przekładnią pasową o przełożeniu 1:5. Turbina umieszczona jest na poziomie 54,35 mnpm, w szybie turbinowym/B2/, natomiast prądnica w pomieszczeniu elektrycznym /B3/, na żelbetowym fundamencie i na ramie o regulowanej wysokości./13.2/.

Turbozespół współpracuje z siecią niskiego napięcia i sterowany jest od poziomu wody górnej, tzn w ten sposób, aby przez turbozespół przechodził przepływ równy dopływowi do zbiornika z zachowaniem stałego poziomu piętrzenia zbliżonego do poziomu NPP. W chwili awaryjnego wyłączenia turbozespołu, może rozpocząć pracę przelew i utrzymany zostanie ciągły odpływ wody do dolnego stanowiska. Elektrownia została jednak wyposażona w instalację awaryjnego zrzutu wody biologicznej /14/, uruchamianej ręcznie po wyłączeniu turbozespołu. Instalacja przystosowana jest do zabudowy automatycznego uruchamiania w chwili wyłączenia turbozespołu.

Załączanie turbozespołu do sieci po awaryjnym odstawieniu następować będzie ręcznie. Sygnał o wyłączeniu turbozespołu przeniesiony może być do mieszkania służbowego. Wstępnie przewidziano umieszczenie świetlnego sygnału wyłączenia turbozespołu na kons-

trukcji zadaszenia tak, aby był widziany z daleka. Pracownik uruchamiający ręcznie turbozespół, zamknie przepustnicę zaporową /14.3/ na instalacji wody biologicznej.

Instalacja wody biologicznej została umieszczona na wspornikowym stropie, na poziomie pomieszczeń elektrycznych.

Pobór wody biologicznej nastąpi z króćca dolotowego turbiny /12.1/ tzn. z miejsca zabezpieczonego kratą gęstą przed napływem zanieczyszczeń. Krata /11.1/ opuszczana jest w prowadnicach /11.2/ z ceownika z poziomu stropu górnego. Nie przewidziano na wlocie do turbiny zamknięcia awaryjnego, wychodząc z założenia, że przy niewielkim przełyku turbiny wyposażonej w dzieloną łopatkę kierowniczą, istnieje całkowita pewność zamknięcia przynajmniej jednej jej części. W takiej sytuacji odcięcie dopływu wody do turbiny możliwe jest przy pomocy belek remontowych zakładanych we wnękach na wlocie /6/.

Zrzut wody biologicznej nastąpi w narożniku między budowlą zewnętrzną a wewnętrzną.

Na tym samym wsporniku stropu co instalację wody biologicznej, umieszczono końcówkę do podłączenia wskaźnika poziomu wody górnej /22/ oraz końcówkę instalacji odwadniającej elektrowni /21/. Obie końcówki mają zawory obsługiwane ręcznie z pomostu zabezpieczonego barierką.

W pomieszczeniu na rzędnej 55,90 mnpm /B3/, oprócz prądnicy umieszczone będą pozostałe urządzenia elektryczne / patrz część elektryczna/. Do obsługi prądnicy /montaż, demontaż/ umieszczono pod stropem belki stalowe, na których podwieszone może być zblocze. Ciężar montażowy prądnicy wynosi 155 kg.

Transport turbiny /12/ z ramą /12.2/ i króćcami /12.1, 12.3/ na miejsce wbudowania odbywać się będzie poprzez luk montażowy /B4/. Pomieszczenie turbiny /B2/ może być na poziomie 55,90 mnpm przekrywane częściowo pomostem drewnianym co umož-

liwi opuszczenie na niego innego wyposażenia /prądnicą, szafy/ i przesunięcia ich w poziomie na miejsce wbudowania.

Ciągiem komunikacyjnym dla dochodzącej obsługi jest: korona zapory, przyczółek /A5/, strop nakrywający budowlę /B6/, klatka schodowa z zadaszeniem /B5/ i drabinka stalowa /18/ służąca do zejścia na poziom turbiny. Pomieszczenia elektrowni /B2, B3/ zamykane są drzwiami na dolnym podejściu schodów.

Oświetlenie pomieszczeń stanowią okna umieszczone pod stropem i oszkłone podwójnymi luksferami.

### 3.2. Parametry elektrowni

Elektrownia wyposażona jest w jeden turbosespół składający się z :

- turbiny typu Banki  $\varnothing$  400 x 820

- prądnicy asynchronicznej /silnik asynchr. Sf 130 LB/

- regulatora RTBA - 2

- koła pasowego  $\varnothing$  1000/ $\varnothing$ 220 z pasem 2S2DT 88/6568

Moc instalowana elektrowni	$N_i$	- 11 kw
Produkcja energii /średnio w roku/	$E_{\text{śrr}}$	- 52 tys kWh
Przełyk elektrowni	$Q_i$	- 0,5 m <sup>3</sup> /s
Spad elektrowni	H	- 3,2 m
Ilość obrotów turbiny	nt	- 166
Ilość obrotów prądnicy	np	- 750

## 4. OPIS ROZWIĄZAŃ HYDROTECHNICZNO - BUDOWLANYCH

### 4.1. Rozwiązania techniczne budowli przelewowo - spustowej

Rozwiązania techniczne budowli przelewowo - spustowej w zakresie rodzaju przelewów i spustów oraz sposobu obsługi zamknięć spustów i napowietrzania przelewów przyjęto w/g rozwiązań BPWM w Łodzi. Zmieniono rozwiązania zamknięć remontowych i wnęk dla tych zamknięć oraz sposób poboru powietrza do rur napowietrzających. Starano się również zachować podobny system zbrojenia płyty fundamentowej i ścian zewnętrznych.

Zrezygnowano z umieszczania na koronie przelewów bariery ochronnej. Jako zabezpieczenie przed dostaniem się niepożądanych pływaków w rejon przelewów wprowadzić należy zakaz wstępu na budowlę przelewowo - spustową poprzez ustawienie bramki otwieranej na krawędzi korony zapory, przed wejściem na przyczółek. Na użytkowniku zbiornika ciąży obowiązek niedopuszczenia kąpiących się w pobliżu przelewów. Budowla przelewowo - spustowa /A/ ma wymiar w planie 425 x 843 cm z wysuniętą w kierunku zbiornika częścią wlotową /A1/ o wymiarach 145 x 505 cm. Budowla tkwi częściowo w nasypie zapory i połączona jest z ubezpieczeniami powierzchniowymi skarp zapory. Dla zmniejszenia wyporu budowli przewidziano zastosowanie szczelnych ubezpieczeń skarp zapory płytami betonowymi. Budowla przelewowo - spustowa /A/ i pomieszczenia elektrowni /B/ wykonane będą z betonu klasy B 17,5, zbrojonego stalą klasy A I St3SX.

#### 4.2. Rozwiązania techniczne pomieszczeń elektrowni

Elektrownia wodna została umieszczona w budowli wewnętrznej /B/, wstawionej w środek komory przelewowo - spustowej /A/ w ten sposób, że część ściany czołowej w miejscu ujęcia wody do spustów i dla elektrowni stanowi jednocześnie ścianę budowli wewnętrznej.

Budowla wewnętrzna zawieszona jest na dwu filarach na ścianie czołowej budowli zewnętrznej oraz oparta na dwu słupach o przekroju kołowym. Dla stężenia budowli wewnętrznej z zewnętrzną zastosowano dodatkowo 2 belki rozporowe umieszczone na poziomie 55,90 mnpm oraz 3 belki rozporowe umieszczone na poziomie 57,00. Stężenie obu budowli stanowią również trzy płyty poziome: strop pod turbiną, strop pod urządzeniami elektrycznymi i strop nakrywający obie budowle /B6/. Pomieszczenia elektrowni składają się z czterech wyodrębnionych części:

1. część wlotowa umieszczona obok spustów dennych /B1/
2. szyb turbiny /B2/

3. pomieszczenia urządzeń elektrycznych /B3/

4. klatka schodowa z zadaszeniem /B5/

Wstawienie pomieszczeń elektrowni do budowli przelewowo - spustowej zmniejsza ogólną ilość betonów, ogranicza roboty do jednego dołu fundamentowego i poprawia warunki eksploatacyjne elektrowni. Tylko ściana przylegająca do części wlotowej stanowiąca część budowli zewnętrznej, znajduje się pod stałym parciem wody. Pozostałe ściany praktycznie tylko w bardzo krótkim <sup>wodą/</sup>procentcie czasu w roku mogą być moczone przelewającą się przez przelewy. Szyb turbinowy może być wówczas podtapiany wodą od dołu. Szczelność pomieszczenia turbinowego będzie zachowana przez obetonowanie króćca wylotowego i szczelność obudowy turbiny. Przy przepływach wielkich, rzędu przepływu kontrolnego  $Q_{1\%}$ , poziom wody w studni przepadowej może osiągnąć rzędną 56,30mnpm.

Strop i ściany szybu turbinowego przyjęto o grubości 20 cm, natomiast strop i ściany pomieszczenia urządzeń elektrycznych o grubości 15 cm. Całość konstrukcji ścian i stropów wykonana jest z żelbetu. Nakrycie budowli stropem aż do krawędzi ścian budowli zewnętrznej chroni ściany przed przemakaniem podczas opadów. Dla odprowadzenia ewentualnych przecieków przez ścianę od strony wlotów oraz opadów dostających się po klatce schodowej z boków zadaszenia, przewidziano kanalik odpływowy wzdłuż ściany zewnętrznej i nachylenie stropu w kierunku odpływu. Przez kratkę ściekową i rurę spustową woda odpływa do zbiornika wyrównawczego i będzie wypompowywana pompą włączaną ręcznie przez obsługę w miarę napełniania się zbiornika.

#### Stropy

Stropy tak jak cała budowla wykonane będą z betonu klasy B 17,5, zbrojonego stalą klasy A-I, St 3 SX.

Strop na rzędnej 58,68 przykrywający budowlę, ma grubość 12 cm. Strop opiera się na ścianach budowli i belkach o wysokości 25 cm

i szerokości 20 cm. Na stropie ułożona jest warstwa izolacyjna na grubości 4 cm z asfaltu lanego z wypełniaczem z kruszywa.

Dopuszczalne obciążenie użytkowe stropu wynosi  $4,0 \text{ kN/m}^2$ . Strop na rzędnej 55,90 mnpm, jest stropem w pomieszczeniach technologicznych. Obciążony jest generatorem wraz z fundamentem, rozdzielnią elektryczną i podręcznymi narzędziami. Dopuszczalne obciążenie użytkowe stropu wynosi  $4,5 \text{ kN/m}^2$ .

Strop powiązany jest monolitycznie z otaczającymi go ścianami budowli, a opiera się na ścianach i dwu belkach, z których jedna ma przekrój 20 x 20 cm, a skrajna 25 x 25 cm.

Kształt prętów zbrojeniowych zapewnia odpowiednie przewiązanie go ze ścianami, do których jest częściowo podwieszony. Górnej powierzchni stropu należy nadać spadek w kierunku komory turbinowej i ściany odwodnej w celu umożliwienia odpływu ewentualnych przecieków wody.

Strop pod turbiną jest płytą kwadratową o wymiarach 185 x 185 cm, utwierdzoną na obwodzie. Płyta oparta jest na ścianie i słupie oraz podwieszona do trzech ścian. Wpływie znajduje się otwór, przez który przechodzi króciec wylotowy turbiny. Obciążenie płyty stanowi turbina oraz wypór wody, który w razie wystąpienia przepływu kontrolnego osiągnie wartość  $-3,5 \text{ N/cm}^2$ .

Rama turbiny osadzona jest o 3 cm niżej od rzędnej stropu, co wymaga odpowiedniego obniżenia pod nią stropu. Zagłębienie przyjęto szersze o 10 cm od ramy w celu umożliwienia dokręcenia śrub kotwiących ramę.

Koło pasowe /12.5/ wymaga również wykonania odpowiedniego zagłębienia w płycie. Ze względu na to, że grubość płyty pod kołem pasowym wynosiłaby mniej niż 10 cm, zabetonowana zostanie wanna stalowa /12.4/ zapewniająca odpowiedni gabaryt dla koła pasowego.

Ze względów montażowych, betonowanie stropu należy przepro-

wadzić w dwóch fazach. Faza pierwsza obejmuje strop o grubości 20 cm wraz z wanną pod kołem pasowym. Po zabetonowaniu fazy pierwszej należy ustawić śruby kotwiące ramę, podbetonować je, następnie ustawić na nich ramę wraz z turbiną i króćcem wylotowym. Po zamontowaniu turbiny zabetonować drugą fazę.

#### 4.3. Zadaszenie /17/

Nad zejściem do pomieszczeń elektrowni /B2, B3/ z poziomu 58,68 mnpm, zaprojektowano daszek na słupkach /17/, chroniący schody /16/ prowadzące do wnętrza przed opadami atmosferycznymi. Zadaszenie zaprojektowano w konstrukcji stalowej, przykrytej blachą fałdową. Cztery słupki z  $L 60 \times 60 \times 6$  należy przyspawać do marek zabetonowanych podczas wykonywania ścianek żelbetowych wokół klatki schodowej. Do słupków przyspawany zostanie ruszt z  $I 50$ , będących jednocześnie podstawą do mocowania blachy fałdowej, jako pokrycia dachu. Boki i przód zadaszenia będą również osłonięte blachą mocowaną śrubami samogwintującymi  $M 6 \times 25$  do  $I 50$  lub  $\# 50 \times 10$ . Łączenie blach fałdowych między sobą - blachowkrętami. Wszystkie elementy konstrukcji stalowej /za wyjątkiem blach fałdowych, które mają wykończenie fabryczne/ zabezpieczyć farbą miniową i malować farbą ftalową ogólnego stosowania kolor J.zielony.

Powierzchnia zadaszenia wynosi  $7,44 \text{ m}^2$ .

#### 4.4. Schody /16/

Schody /16/ łączą poziom stropu 58,68 mnpm z poziomem pomieszczeń elektrycznych na rzędnej 55,90 mnpm. Służą jako służbowe zejście dla dochodzącej obsługi elektrowni. Schody wykonane są w konstrukcji stalowej. Zlokalizowane są w szczycie budowli wewnętrznej. Wielkość dysponowanego miejsca umożliwia zainstalowanie schodów zabiegowych o szerokości biegu 80 cm i wysokości stopnia 20 cm. Wejście na schody nie jest zamykane. Osłonięte jest jedynie murkiem o wysokości 40 cm i ażurowym

zadaszeniem. Poniżej schodów zainstalowano podest, z którego prowadzą drzwi do pomieszczenia urządzeń elektrycznych.

#### 4.5. Wyposażenie mechaniczne

Wyposażenie mechaniczne elektrowni składa się z następujących elementów:

- turbina typu Banki 400 x 820 /12/
- rama turbiny /12.2/
- króciec wlotowy /12.1/
- króciec wylotowy /12.3/
- przekładnia pasowa z kołami pasowymi /12.5, 13.1/, z osłoną przekładni pasowej /13.3/ i wanną stalową pod kołem pasowym o średnicy  $\varnothing$  1000
- instalacja wody biologicznej /14/
- belki zakładane z prowadnicami /6, 7/
- krata wlotowa z prowadnicami /11.1, 11.2/
- drobne elementy wyposażenia/klamry włączowe, drabinki, balustrady, rama prądnicy, instalacja odwodnienia, instalacja wskazań poziomu wody górnej i inne/

Poniżej opisano elementy wyposażenia mechanicznego objęte niniejszym projektem.

##### Króciec wlotowy /12.1/

Króciec wlotowy jest konstrukcją stalową wykonaną z blachy grubości 8 mm znajdującą się między prowadnicami kraty wlotowej, a wlotem do turbiny. Wykonany jest w formie ostrosłupa czterościennego o przekroju 900 x 874 mm na wlocie i przekroju 334 x 374 na dolocie do turbiny. Wlot króćca zabetonowany jest w ścianie piętrzącej, natomiast wylot króćca ma połączenie kołnierzowe z korpusem zapory. Króciec wlotowy przedstawiony jest na Rys 13.

Na króćcu wlotowym wspawana została rura  $\varnothing$  300 ze stożkiem przejściowym na  $\varnothing$  200 do połączenia z rurą służącą do poboru

wody dla instalacji wody biologicznej. ]

#### Króciec wylotowy /12.3/

Króciec wylotowy jest konstrukcją stalową wykonaną z blach grubości 6 mm. Wysokość króćca wynosi 740 mm, a przekrój jest prostokątny o wymiarach 640 x 362 mm. Na górnej krawędzi króćca znajduje się kołnierz przykręcany do odpowiedniego kołnierza na korpusie turbiny. Dolna krawędź i boczne płaszczyzny usztywnione są płaskownikami. Króciec wylotowy zabetonowany będzie w stropie żelbetowym szybu turbinowego. Króciec wylotowy przedstawiony jest na Rys 14.

#### Rama pod prądnice /13.2/

Oś prądnicy usytuowana jest na rzędnej 57,05 mnpm. Prądnica umieszczona jest w pomieszczeniu urządzeń elektrycznych ze stropem na rzędnej 55,90 mnpm. Wysokość prądnicy od stopy łąp do osi wynosi 180 mm. Dla wyrównania wysokości zaprojektowano fundament żelbetowy o przekroju 60 x 60 cm i wysokości 67 cm, w formie skrzyni o grubości ścianek 15 cm, wypełnionej gruboziarnistym piaskiem.

Bezpośrednią podstawą prądnicy jest konstrukcja stalowa rozwiązana w sposób umożliwiający regulację naciągu pasa.

Konstrukcja składa się z trzech ram. Rama nr 3, najniższa, przytwierdzona jest na stałe do fundamentu 4 - ma śrubami M14. Rama ta wykonana jest z  $\angle 100$ . Na ramie tej umieszczona jest rama nr 2 z  $\angle 120 \times 80 \times 8$ , która może być utwierdzona 4-ma śrubami  $\phi 14$  do ramy nr 3 w trzech położeniach - centralnie i z przesunięciem w prawo lub w lewo o 70 mm. Na ramie nr 2 przymocowana jest ukośna prowadnica z  $\angle 50 \times 50 \times 5$ , po której przesuwac się może odwrotnie ustawiona prowadnica z  $\angle 50 \times 50 \times 5$  przytwierdzona do ramy nr 1. W prowadnicy ramy nr 2 nawiercone jest 13 otworów  $\phi 15$  co 35,3 mm, a w prowadnicy ramy nr 1

4 otwory  $\varnothing 15$  co 70,6 mm. Daje to możliwość łączenia ramy nr 2 i nr 1 8-ma śrubami  $\varnothing 14$  w 5-ciu wzajemnie przesuniętych położeniach i umożliwia regulację odległości osi prądnicy od osi turbiny o  $\pm 1$  cm. W przypadku konieczności większych regulacji zaleca się stosowanie ramy nr 3 o większej wysokości. Przy regulacji naciągu pasa stosować można śruby naciągowe zakładane w otwory w poprzeczkach 3 i 7.

Dla ułatwienia regulacji i obsługi montażu prądnicy zaprojektowano pod stropem 2 I z otworami na podwieszenie wielokrążka.

#### Oskona przekładni pasowej / 13.3/

Oskona przekładni pasowej wykonana jest z blachy gr 1,0 mm, usztywnionej konstrukcją z L 40x40x4 i I 40. Oskona wykonana jest tak, aby umożliwić przesunięcia osi prądnicy podczas regulacji naciągu pasa. Oskona przykręcana będzie do kątowników przyspawanych do kotw umieszczonych w betonie w otworach wierconych po "przymierzeniu" oskony.

#### Układ instalacji wody biologicznej /14/

Układ instalacji wody biologicznej składa się z rurociągu  $\varnothing 200$  mm, poprowadzonego od króćca wlotowego turbiny ponad wspornikiem stropu na rzędnej 55,90 mnpm z wylotem za ścianą szczytową szybu turbinowego. Na rurociągu zainstalowane zostały 2 kolanka kołnierzowe D 200 /14.1/, przepustnica zaporowa /14.3/ nr. kat 497 typu Rd /z napędem ręcznym/ i łącznik wyrównawczy kołnierzowy nr kat 912 /14.4/. Przepustnica zaporowa uruchamiana będzie ręcznie, jeśli wyłączenie turbiny nastąpiło wtedy, kiedy zwierciadło wody w zbiorniku znajduje się poniżej progu przelewowego. Wydatek instalacji zapewnia przepływ rzędu  $0,10 - 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ , tzn w granicach średnich niskich przepływów.

Przepustnica może być ustawiona tylko w dwu położeniach - zamknięcia lub otwarcia. Istnieje możliwość przystosowania

przepustnicy do automatycznego jej otwierania w chwili zamknięcia obu łopatek kierowniczych turbiny. Na ramieniu dźwigni przepustnicy zainstalowany będzie ciężar, uruchamiający klapę przepustnicy po automatycznym zwolnieniu zapadki.

Zamykanie przepustnicy odbywać się będzie ręcznie przez obrót ramienia dźwigni z ciężarem. Łącznik wyrównawczy umożliwia demontaż instalacji. Sposób i umieszczenie instalacji przedstawiono na rysunku 5.

#### Belki zakładane /7/

Na wlotach do spustów dennych i na ujęciu wody dla elektrowni zaprojektowano zamknięcia remontowe. Przewidziano zastosowanie zamknięć typowych w formie belek zakładanych w/g KB4-7.15/4/.

Światło zamknięcia  $L = 1100 \text{ mm}$

Długość belki  $A = 1290 \text{ mm}$

Grubość belki  $B = 80 \text{ mm}$

Wysokość belki  $h = 200 \text{ mm}$

Ciężar belki 29,05 KG

Ilość belek 20

Belki zakładane będą we wnękach w filarach wlotowych /6/.

Wnęki okute będą 2-ma  $L 120 \times 80 \times 8$  oraz płaskownikiem  $100 \times 8$ . Okucia osadzone będą w deskowaniach w trakcie betonowania filarów. Do zakładania i wyjmowania belek używane będą 2 chwytaki widlaste typowe o oznaczeniu MH-ZR-2-4500. Belki zakładane i chwytak widlasty przedstawiono na rys 15.

#### Krata wlotowa /11/

Na wlocie do turbiny zastosowano typową kratę w/g rys MH-KU-1 o wysokości  $H = 1500 \text{ mm}$  i rozstawie prętów 20 mm. /11.1/

Szerokość kraty wynosi  $A = 1164 \text{ mm}$ . Krata opuszczana będzie w prowadnicach z  $\text{I } 100$  /11.2/. Rozstaw ceowników wynosi

L = 1200. Prowadnice umieszczono z niewielkim pochyleniem w deskowaniach, przy betonowaniu filarów wlotowych. !

Szyb kraty wlotowej chronioną będzie ścianą o grubości 20 cm zapobiegającą przedostawaniu się zanieczyszczeń pływających. Szyb kraty wlotowej nakrywany będzie od góry pomostem z belek drewnianych. W szybie umieszczono drabinkę żelazową, umożliwiającą zejście na poziom 55,55 mnpm, tuż nad krawędź kraty. W szybie kraty wlotowej, z boku prowadnicy umieszczono ujęcie wody do wskaźnika poziomu wody górnej /22/. Do czyszczenia kraty przewidziano typowy zgarniacz zanieczyszczeń o oznaczeniu MH-KU-2 4500. Kratę wlotową i zgarniacz zanieczyszczeń przedstawiono na rys 16.

#### Pokrywa luku montażowego /15/

Pokrywa luku montażowego wykonana została z elementów stalowych, wypełnienia ocieplającego z desek i pokrycia z blachy falistej. Pokrywa podnoszona będzie dźwigiem i przestawiana na zapórę lub strop budowli przelewowo-spustowej. W szybie turbinowym przewidziano ustawianie pośredniego stropu na rzędnej 55,90, tzn na poziomie pomieszczeń urządzeń elektrycznych. Strop ten układany będzie z belek o grubości 50 mm i służyć będzie do przejmowania urządzeń technologicznych montowanych w pomieszczeniu urządzeń elektrycznych /prądnica, szafy rozdzielni elektrycznej, armatura do instalacji wody biologicznej itp/.

#### Klamry włazowe /19/ i drabinki /18/

Klamry włazowe zainstalowane będą w szybie kraty wlotowej. Przewidziano 9 sztuk klamer z prętów  $\varnothing 20$  osadzonych co 30 cm w płaskownikach 40 x 8.

Drabinka stalowa /18/ o 4 stopniach umieszczona będzie na zejściu z poziomu 55,90 mnpm do szybu turbinowego. Szczeble wykonane będą z prętów  $\varnothing 20$  osadzonych w płaskownikach 40 x 3.

### Balustrady /20/

Budowla wyposażona będzie w następujące balustrady:

- balustrada typowa mostowa o wysokości 110 cm /20.1/
- brama wejściowa dwuskrzydłowa o szerokości 2,5 m /20.3/
- balustrada na wsporniku stropu /20.2/

Balustrada mostowa umieszczona będzie na przyczółku budowli oraz na stropie eksploatacyjnym.

Przy zejściu z korony zapory na przyczółek należy umieścić dwuskrzydłową bramę o wysokości balustrady na zaporze.

Na wsporniku stropu przewidziano umieszczenie balustrady chroniącej pracownika obsługującego instalację wody biologicznej /20.2/

### Instalacja odwodnienia pomieszczeń /21/

Zródłem przecieków wody do pomieszczeń elektrowni mogą być:

- przecieki przez ścianę piętrzącą w rejonie części wlotowej budowli
- przecieki przez uszczelniacze konstrukcji turbiny
- wody z opadów z rejonu klatki schodowej
- przecieki przez ściany elektrowni przy wysokich stanach wody w budowli przelewowo - spustowej.

Wszystkie przecieki będą odprowadzane do zbiornika przecieków zlokalizowanego pod króćcem wlotowym turbiny. Pojemność zbiornika wynosi  $0,35 \text{ m}^3$ . W zbiorniku zlokalizowano stanowisko pompy wirowej typu P-A /21.1/ produkcji Zabrzeńskiej Fabryki Maszyn Górniczych w Zabrzu. Pompa uruchamiana będzie w miarę potrzeby przez pracownika obsługującego elektrownię. Woda wypompowywana będzie giętkim węzem nasadzonym na króciec pompy i na króciec instalacji wylotowej /21.2/. Instalacja wylotowa składa się z rur  $\varnothing 50 \text{ mm}$  z zaworem klinowym i kolanami. Wylot z instalacji znajduje się w pobliżu wylotu z instalacji wody biologicznej.

#### Instalacja wskazań poziomu wody górnej /22/

Pobór wody do instalacji wskazań poziomu wody górnej umieszczono w szybie kraty wlotowej we wnęce obok prowadnicy kraty. Rura o średnicy  $D=50$  mm przechodzi przez ścianę, gdzie w pomieszczeniu urządzeń elektrycznych znajduje się zasuwa klinowa. Poza zasuwą zabudowane zostanie urządzenie wskaźnikowe.

#### 4.7. Montaż wyposażenia

Część wyposażenia osadzona i montowana będzie w trakcie wykonywania konstrukcji żelbetowej budowli, a część wyposażenia montowana będzie po zakończeniu podstawowych robót betonowych lub osadzona w betonach wtórnych.

Bezpośrednio w trakcie wykonywania podstawowych robót betonowych osadzone będą:

- elementy instalacji wody biologicznej /14/
- prowadnice belek zakładanych /6/
- prowadnice kraty wlotowej /11.2/
- uchwyty klamer włazowych /19/
- elementy instalacji odwodnienia /21/
- elementy instalacji poziomu wody górnej /22/
- blachy /marki/ do osadzenia balustrad i konstrukcji zadania
- śruby kotwiące do przymocowania ramy turbiny /12.2/ i ramy prądnicy /13.2/

W betonach wtórnych umieszczone zostaną:

- króciec wlotowy turbiny /12.1/
- króciec wylotowy turbiny /12.3/ z wanną pod kołem pasowym.

W otworach wierconych osadzone będą kotwy mocujące osłonę przekładni pasowej /13.3/

W betonach pozostawić należy otwory na:

- przepuszczenie winioburowych rur napowietrzających
- przepuszczenie kabli elektrycznych

- osadzenie kratki i rury spustowej do odwodnienia pomieszczeń urządzeń elektrycznych

#### 4.7. Roboty wykończeniowe

Izolacja i zabezpieczenie stropu na poziomie 53,63 wykonane zostaną w formie warstwy asfaltobetonu o grubości 4 cm, ułożonej na warstwie papy. Podłoże pod papę zagruntować abizolem, a papę ułożyć na lepiku. Krawędzie stropu obrabić blacharką. Przewidziano ułożenie stropu ze spadkiem 1 % w kierunku podłużnych krawędzi stropu.

Posadzki. Posadzka w pomieszczeniu urządzeń elektrycznych wykonana zostanie z płytek terakotowych z cokolikami. Na wspornikowym stropie oraz w pomieszczeniu turbinowym nie przewidziano wykończenia posadzki poza zatarciem betonu na gładko.

Ściany. Wszystkie wewnętrzne ściany elektrowni malowane będą na biało dwukrotnie farbą emulsyjną, po uprzednim zagruntowaniu betonu rzadkim roztworem farby emulsyjnej.

Okna. W pomieszczeniu urządzeń elektrycznych znajdują się trzy świetliki - dwa o wymiarach 44 x 107 cm, a trzecie 44 x 44 cm. Okna wypełnione są luksferami dwuczęściowymi 200 x 200 x 70 mm. Jedno okno o wymiarach 44 x 44 cm znajduje się na podeście schodowym. Wszystkie okna znajdują się pod stropem z pośrednim dopływem światła między krawędzią przelewu a stropem. Okna nie są otwierane.

Wentylacja pomieszczeń elektrowni odbywać się będzie poprzez kratkę wentylacyjną w drzwiach prowadzących na podest i w drzwiach do przestrzeni podschodowej.

Drzwi. W pomieszczeniu elektrowni zainstalowano dwie sztuki drzwi drewnianych wewnętrznych jednoskrzydłowych o świetle 70 cm. Drzwi obite będą obustronnie blachą stalową o grubości 0,75 mm

## 5. WYCIAG Z OBLICZEN

### 5.1. Obliczenia hydrauliczne

#### Światło przelewu

Zmiana budowli przelewowej wywołana wbudowaniem elektrowni, pociągnie za sobą zmiany długości przelewu w poszczególnych ścianach. W ścianie czołowej przelew zmniejszy się o 0,6 m, w ścianach bocznych przelewy zwiększą się o 0,7 m, w ścianie tylnej przelew zwiększy się o 0,9 m. Przyjmując że zwiększenie długości światła przelewu na ścianie tylnej nie zwiększy wydatku przelewu na tej ścianie, bo ograniczeniem jest zdolność przepustowa napływu wzdłuż ściany tylnej, - można uznać, że ogólny wydatek przelewu został utrzymany przy zachowaniu zakładanych napiętrzeń.

Przy przepływie kontrolnym  $Q_{1\%}$  -napięcie do 58,08 mnpm

Przy przepływie miarodajnym  $Q_{3\%}$  " do 58,00 mnpm

#### Napełnienie budowli przelewowo - spustowej

Wysokość napełnienia budowli przelewowo - spustowej zależy od przepustowości odbiornika tj. koryta cieku i spustu dennego.

#### Dane wyjściowe

Przekrój spustu dennego 2,50 x 2,50 m

Spadek podłużny spustu  $i = 0,5 \%$

Długość spustu  $L = 13,0$  m

Przepływ średni roczny  $Q_{sr} = 0,42 \text{ m}^3/\text{s}$

Przepływ miarodajny  $Q_m = 14,9 \text{ m}^3/\text{s}$

Przepływ kontrolny  $Q_k = 18,4 \text{ m}^3/\text{s}$

Poziom zwierciadła wody  $Q_{1\%}$  w dolnym stanowisku - 55,90 mnpm

#### Wynik obliczeń

Rzędna zwierciadła wody w budowli przelewowo-spustowej przy przepływie  $Q_k$  wynosi 56,30 mnpm.

Rzędna zwierciadła wody przy  $Q_{sr}$  wynosi 54,10 mnpm

### Filtracja i wypór

Wielkość wyporu obliczono przy założeniu prostoliniowego rozkładu ciśnień wzdłuż linii podziemnego konturu budowli, przyjmując powiększenie pionowych odcinków konturu budowli współczynnikiem  $m=1,6$ .

Całkowita długość drogi filtracji wynosi 31,85 m.

Nie jest spełniony warunek Bligh'a w/g którego minimalna długość podziemnego konturu budowli powinna wynosić:

$$l > c_B \times h = 15,0 \times 3,5 = 52,4 \text{ m}$$

Drogę filtracji policzono do najbliższej od strony DW płyty ubezpieczeniowej z otworami filtracyjnymi. Ze względu na niezachowanie warunku utrzymania minimalnej drogi filtracji, projektanci zbiornika przyjęli przedłużenie o 40 m ubezpieczeń betonowych dna i skarp cieku ułożonych na filtrach odwrotnych.

Wielkość rzędnych obliczonego wyporu wynosi:

- pod przednią krawędzią płyty przed wlotami  $w = 3,30 \text{ m}$
- pod przednią krawędzią dna studni  $w = 3,95 \text{ m}$
- pod tylną krawędzią dna studni  $w = 3,45 \text{ m}$
- pod początkiem spustu  $w = 2,60 \text{ m}$

Podane wielkości wyporu odnoszą się do spodu warstwy wyrównawczej pod budowlą. Z obliczeń wynika, że płyty betonowe na skarpach zapory muszą być płytami szczelnymi, a początkowy odcinek sztolni należy dociążyć.

### 5.2. Obliczenia stateczności budowli

Obliczenie stateczności budowli wykonane zostało dla następujących przypadków:

- 1 - przypadek budowlany
- 2 - przypadek eksploatacyjny

W przypadku budowlanym przyjęto obciążenia całkowite od wykonanej budowli żelbetowej bez wyposażenia i zasypek.

Obciążenie pionowe wynosi 200 t.

Moment utrzymujący względem osi Y przechodzącej po krawędzi budowli od WG wynosi  $M_y = 545,46$  tm, a moment względem osi X przechodzącej po krawędzi budowli od strony turbiny wynosi  $M_x = 791,3$  tm. Położenie środka ciężkości budowli wynosi:

$$x_m = 2,73 \text{ m}, \quad y_m = 3,96 \text{ m}$$

Budowla zachowuje pełną stateczność. Po wykonaniu zasypki korpusem zapory, współczynnik pewności na przesunięcie wynosi  $n = 3,36 > n_{dop} = 1,15$

W przypadku eksploatacyjnym przyjęto całkowite obciążenia od wykonanej konstrukcji żelbetowej. /Pominięto obciążenie od wyposażenia jako nieistotne/. Przyjęto że:

- rzędna zwierciadła wody wokół budowli przelewowo - spustowej wynosi 57,54 mnpm
- jeden otwór budowli jest zamknięty zastawką remontową
- płyty ubezpieczenia są szczelne
- nasyp korpusu wykonany jest z materiału sypanego
- dociążenie spustu dennego nasypem w przyczółku

Uwzględniono obciążenie budowli parciem wody, wyporem i zasypkami.

- Łącznie: - obciążenie pionowe wynosi  $P_{pion} = 53,12$  t
- obciążenie poziome w kierunku DW  $P_{poz} = 6,98$  t
  - moment względem osi Y  $M_y = 91,93$  tm

Srodek działania sił pionowych w stosunku do osi Y wynosi  $x_m = 91,93 : 53,12 = 1,73$  m

Współczynnik pewności na przesunięcie w płaszczyźnie fundamentu wynosi:

$$n = f \times \frac{P_{pion}}{P_{poz}} = 0,45 \times \frac{53,12}{6,98} = 3,42 > n_{dop} = 1,15$$

Zachowana jest również stateczność na obrót budowli.

### 5.3. Obliczenie obciążeń na grunt

Największe obciążenia na grunt występują w przypadku budowlanym. Na krawędzi budowli od strony GW naprężenia na

na grunt wynoszą od  $5,58 \text{ t/m}^2$  do  $4,95 \text{ t/m}^2$ , a na krawędzi od strony DW naprężenia na grunt wynoszą od  $4,68 \text{ t/m}^2$  do  $4,05 \text{ t/m}^2$ . Naprężenia te są znacznie mniejsze od naprężeń dopuszczalnych.

#### 5.4. Obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie

Płyta denna. Przyjęto schemat belki częściowo utwierdzonej o rozpiętości  $l_0 = 3,42 \text{ m}$ . Obciążenie stanowi parcie gruntu  $q = 4,65 \text{ t/m}^2$  zmniejszone obciążeniem własnym płyty  $q_w = 1,25 \text{ t/m}^2$ . Naprężenia w betonie wynoszą:  $\sigma = \pm 9,5 \text{ kg/cm}^2 < 1,5 R_r = 23,25$ . Przyjęto zbrojenie górą  $\emptyset 16$  co  $25 \text{ cm}$  o  $F_z = 8,04 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Dodatkowo zagęszczono zbrojenie prętami  $\emptyset 8$  co  $25 \text{ cm}$ . Zbrojenie rozdzielcze  $\emptyset 6$  co  $12,5 \text{ cm}$ .

#### Sciany boczne

Dla uproszczenia przyjęto, że budowla zewnętrzna stanowi zbiornik podlegający zewnętrznemu parciu wody o wysokości słupa wody na rzędnej przelewu.

Przyjęto max. wielkości współczynników do obliczenia momentów w/g tablic 1 obliczono odpowiadające im wielkości naprężeń

$$\alpha_x = 0,027 \quad \sigma_1 = 5,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha_y = -0,064 \quad \sigma_2 = 15,2 \text{ kg/cm}^2$$

Potrzebne zbrojenie na  $\sigma_2$  wynosi na  $1 \text{ mb}$   $4 \emptyset 16$  o  $F_z = 8,04 \text{ cm}^2$ .

#### 5.5. Obliczenia statyczne stropów

1. Normy i literatura wykorzystane przy obliczaniu stropów

- PN - 84/B - 03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone-  
Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN - 82/B - 02000 Obciążenia budowli - Zasady ustalania wartości
- PN - 82/B - 02001 Obciążenia budowli - Obciążenia stałe
- PN - 82/B - 02003 Obciążenia budowli - Obciążenia zmienne  
technologiczne - Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe
- PN - 80/B - 02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych -

Obciążenie śniegiem.

PN - 75/B - 06250 Beton zwykły

- J. Kobiak, W. Stachurski - Konstrukcje żelbetowe t I
- W. Kledzik, B. Kledzik, A. Kat - Wzory i tablice do projektowania konstrukcji żelbetowych wyd. 1982 r.

## 2. Wartości obliczeniowe

Materiał - Beton hydrotechniczny, klasa B 17,5 wg PN - 75/B 06250 , W - 6, M - 150

Stal klasy AI - St 3SX

### Obciążenia stałe:

- ciężar własny konstrukcji, - beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony

$$\text{ciężar objętościowy } q = 25 \text{ kN/m}^3$$

- izolacja płyty górnej, - asfalt lany z wypełniaczami z kruszywa, grubości 4 cm

$$\text{ciężar objętościowy } q = 22,5 \text{ kN/m}^3$$

### Obciążenia zmienne

- obciążenie montażowe płyty górnej

$$\bar{q} = 3,9 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie śniegiem strefa I

$$\text{obciążenie jednostkowe } S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie stropu w pomieszczeniach urządzeń elektrycznych

$$\text{fundament } q = 12,9 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{prądnicą } G = 2,5 \text{ kN}$$

- obciążenie stropu pod turbiną,

$$\text{turbina } G = 5,22 \text{ kN}$$

$$\text{wypór wody działający na strop max } w = 35 \text{ kN/m}^2$$

## 3. Wyniki obliczeń statycznych

Obliczenia statyczne dołączono do egzemplarza archiwalnego.

Tutaj omówiono jedynie wyniki obliczeń.

Strop górny na rzędnej 58,68 mnpm

Dopuszczalne obciążenie ruchome/stropu wynosi  $4,0 \text{ kN/m}^2$ .

W obliczeniach uwzględniono ciężar własny konstrukcji / strop o grub 12 cm, plus warstwa izolacyjna 4 cm/, obciążenie ruchome turbiną, która w czasie montażu może być składowana na stropie oraz ludźmi i narzędziami. Uwzględniając użycie małej mechanizacji przyjęto współczynnik dynamiczny  $= 1,5$ . Momenty podporowe płyty liczone dla całkowitego utwierdzenia na podporach, natomiast moment przęsłowy z uwzględnieniem częściowego zamocowania płyty na podporach.

Naprężenia w płycie wynoszą na podporach  $1,1 \text{ MPa}$ , a w przęśle  $0,83 \text{ MPa}$ . Dla tych wartości obliczono ilość zbrojenia. Ze względów konstrukcyjnych płytę zbrojono górą i dołem, przyjmując obliczoną ilość zbrojenia na całej rozpiętości.

Przy dopuszczalnym rozwarciu rys  $a = 0,2 \text{ mm}$  oraz średnicy zbrojenia  $8 \text{ mm}$ , nie jest wymagane sprawdzenie rozwarcia rys.

Belki podpierające płytę mają wymiar  $20 \times 25 \text{ cm}$ . Naprężenia w nich wynoszą  $0,55 \text{ MPa}$  na podporze i  $0,80 \text{ MPa}$  w przęśle.

Dla tych wartości dobrano ilość zbrojenia. Naprężenia ścinające są w całości przenoszone przez beton, a więc ilość i rozstaw strzemion określono z warunków konstrukcyjnych.

#### Strop w pomieszczeniach technologicznych na rzędnej 55,90

Dopuszczalne obciążenie ruchome stropu wynosi  $4,5 \text{ kN/m}^2$ .

Statycznie strop stanowi belkę dwupręsłową, o rozpiętości obliczeniowej przęseł  $l_0 = 1,5 \text{ m}$ . Grubość płyty wynosi  $15 \text{ cm}$ . Strop obciążony jest prądnicą wraz z fundamentem oraz urządzeniami elektrycznymi. Obliczeniowe naprężenia w płycie nad podporą wynoszą  $0,38 \text{ MPa}$ . Jest to wartość wymagająca minimalnej ilości zbrojenia. Ilość zbrojenia zaprojektowano większą od ilości minimalnej, a wynika ona z ogólnych warunków konstrukcyjnych płyty. Płytę zazbrojono górą i dołem dając jednolity rozstaw prętów. Również belki podtrzymujące płytę mają zbro-

jenie wynikające z warunków konstrukcyjnych. Bezpośrednio pod fundamentem prądnicy podwojono ilość zbrojenia w stosunku do wymagań konstrukcyjnych. Przy dopuszczalnym rozwarciu rys  $a = 0,2$  i zbrojeniu prętami  $\emptyset 8$  mm nie jest wymagane sprawdzanie rozwarcia rys. Naprężenia ścinające w belkach są w całości przenoszone przez beton. Ilość i rodzaj strzemion wynika wyłącznie z warunków konstrukcyjnych.

Strop pod turbiną na rzędnej 54,35 mnpm

Grubość stropu wynosi 20 cm. Obciążenie stropu stanowi turbina oraz wypór wody, który przy przepływie kontrolnym może wynosić  $3,5 \text{ N/cm}^2$ . W obliczeniach statycznych wzięto pod uwagę, jako bardziej niekorzystny, schemat uwzględniający ciężar płyty i wypór wody. Statycznie strop jest płytą kwadratową, utwierdzoną na obwodzie, z mocowaniem na króciec wylotowy turbiny.

Obliczone naprężenia w płycie były tak małe, że płytę zbrojono ilością prętów wynikającą z warunków konstrukcyjnych górną i dolną, z uwagi na dwukierunkowy charakter pracy płyty.

Naprężenia ścinające na obwodzie płyty przenoszone są w całości przez beton. Zbrojenie w tym miejscu dano zgodnie z warunkami konstrukcyjnymi.

## 6. WYTYCZNE REALIZACYJNE

1. Beton użyty do budowli ma być betonem hydrotechnicznym i posiadać ma następujące parametry:

Klasa B 17,5 /wg. PN -75/B-06250/

Mrozoodporność M 150

Wodoszczelność W 6

2. Do betonu używać cement hutniczy i dodatki zwiększające urabialność betonu i wodoszczelność.
3. Zbrojenie betonów ze stali klasy A-I St3SX
4. Pod płytą fundamentową budowli należy wykonać warstwę wyrównawczą o grubości 20 cm z betonu klasy B10
5. Realizację budowy prowadzić w następujących fazach

Faza 1. Wykonanie płyty fundamentowej z wypuszczeniem zbrojenia ścian, fundamentu części wlotowej, 2 słupów oraz ścian zbiornika wód przeciekowych. Przygotowanie stanowiska dla pompy odwadniającej w formie zagłębienia o wymiarach 30 x 30 x 16 cm.

Faza 2. Betonowanie ścian zewnętrznych do rzędnej 55,24 mnpm. Betonowanie ścian szybu turbinowego i słupa pod szybem oraz częściowo stropu pod turbinę i drugiego słupa.

Osadzenie rur spustowych, osadzenie pierwszego żelbetowego segmentu spustu/sztolni/ i wanny pod kołem pasowym.

Osadzenie prowadnic krat i belek zakładanych.

Faza 3. Betonowanie ścian zewnętrznych i wewnętrznych do rzędnej 57,04 mnpm, betonowanie filarów wlotowych, betonowanie stropu pod pomieszczeniami urządzeń elektrycznych, betonowanie wszystkich łączników budowli zewnętrznej i wewnętrznej

Faza 4. a/. Betonowanie korony przelewów, ścian części wlotowej i słupów podpierających strop.

b/. Betonowanie stropu eksploatacyjnego

6. W betonowanych elementach budowli osadzić stalowe elementy wyposażenia.

Po zakończeniu zasadniczych robót betonowych przystąpić do montażu turbiny i zabetonować: króciec wlotowy i wylotowy turbiny.

7. Przeprowadzić montaż schodów stalowych i zadaszenia.
8. Przeprowadzić montaż pozostałych elementów wyposażenia mechanicznego i elektrycznego.
9. Wykonać roboty wykończeniowe.