

PLANOWANY ZAKRES ZADANIA

Pn. Kompleksowe badania modelowe, matematyczne i fizyczne dla inwestycji pn. Ochrona przed wodami powodziowymi dolnego odcinka Wisły od Włocławka do jej ujścia do zatoki – stopień wodny poniżej Włocławka

Spis treści

1. ZAŁOŻENIA DO MODELOWANIA	2
2. PROGRAM BADAŃ	2
2.1 Etap I – zgromadzenie danych terenowych niezbędnych do budowy i kalibracji modelu przestrzennego, fizycznego i matematycznego.....	2
2.1.1 Wykonanie pomiarów batymetryczno-tachimetrycznych.	2
2.1.2 Wykonanie pomiarów prędkości przepływu wody.	2
2.1.3 Wykonanie pomiaru rzędnej zwierciadła wody	3
2.1.4 Prezentacja wyników Etapu I.....	3
2.2 Etap II analiza warunków hydrodynamicznych, wykorzystując modele fizyczny i numeryczny, w sytuacji braku zabudowy hydrotechnicznej (przed rozpoczęciem inwestycji);.....	3
2.2.1 Budowa i kalibracja modelu fizycznego (hydraulicznego).....	3
2.2.2 Budowa modelu matematycznego.....	3
2.3 Etap III analiza warunków hydrodynamicznych w warunkach zabudowy hydrotechnicznej wykorzystując modele fizyczne i numeryczne.	4
2.3.1 Badania na modelu przestrzennym stopnia wodnego	4
2.3.2 Badania na modelu wycinkowym jazu	5
2.3.3 Badania na modelu śluzy	6
2.3.4 Badania modelowe przepławek technicznych	6
2.3.5 Badania modelowe kanału obejścia	7
2.4 Prezentacja wyników badań na modelach fizycznych i numerycznych wykonanych w ramach Etapów II i III	7
3. DODATKOWE OBOWIĄZKI WYKONAWCY	8
4. MATERIAŁY WYJŚCIOWE	8

1. ZAŁOŻENIA DO MODELOWANIA

Celem badań modelowych jest optymalizacja warunków pracy elementów projektowanego stopnia wodnego na Wiśle poniżej Włocławka.

Badaniami modelowymi należy objąć obszar bezpośredniego oddziaływania inwestycji, tj. obszar międzywala od km 704,38 do km 712 wzdłuż kilometrażu rzeki Wisły, obszar kanału obejścia (przepławki w formie rzeki seminaturalnej), wszystkie planowane budowle w osi stopnia (km 706,380) wraz z zamknięciami, oraz stanowisko dolne z uwzględnieniem Zielonej Kępy.

Badania należy przeprowadzić na modelach matematycznych (numerycznych) i fizycznych (hydraulicznych). Program badań związanych z etapowaniem budowy i przepływem wód budowlanych będzie możliwy do sformułowania po określeniu przez generalnego wykonawcę zakresu i harmonogramu budowy.

2. PROGRAM BADAŃ

Badania należy realizować w trzech etapach:

Etap I zgromadzenie danych terenowych niezbędnych do budowy i kalibracji modeli przestrzennych, fizycznego i numerycznego, stopnia wodnego (2 miesiące od podpisania umowy);

Etap II analiza warunków hydrodynamicznych, wykorzystując modele fizyczny i numeryczny, w sytuacji braku zabudowy hydrotechnicznej (6 miesięcy od ukończenia i odebrania Etapu I);

Etap III analiza warunków hydrodynamicznych w warunkach zabudowy hydrotechnicznej wykorzystując modele fizyczne i numeryczne (10 miesięcy od ukończenia i odebrania Etapu II).

Etap I należy zrealizować niezwłocznie po podpisaniu umowy, Etap II należy rozpocząć niezwłocznie po wykonaniu Etapu I, a Etap III - po zakończeniu realizacji Etapu II oraz po zwymiarowaniu przez Zamawiającego kompozycji i poszczególnych elementów stopnia wodnego podlegającego badaniom.

2.1 Etap I – zgromadzenie danych terenowych niezbędnych do budowy i kalibracji modelu przestrzennego, fizycznego i matematycznego, stopnia wodnego

2.1.1 Wykonanie pomiarów batymetryczno-tachimetrycznych.

Pomiary należy wykonać w przekrojach batymetryczno-tachimetrycznych na odcinku od 704,38 do 712 km. Odległość pomiędzy przekrojami batymetryczno-tachimetrycznymi nie może być większa niż 100 m.

2.1.2 Wykonanie pomiarów prędkości przepływu wody.

Pomiary prędkości wody należy wykonać w przekrojach pomiarowych znajdujących się na odcinku od km 704,38 do km 712 oddalonych od siebie o nie więcej niż 500 m.

Pomiary prędkości przepływu należy wykonać w kilku profilach batymetrycznych przekroju, na co najmniej kilku głębokościach w każdym profilu pionowym. Rekomendowany jest pomiar urządzeniem typu ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler).

Prace terenowe należy uzupełnić o pobór próbek rumowiska w przekrojach gdzie będą wykonywane pomiary prędkości wody.

2.1.3 Wykonanie pomiaru rzędnej zwierciadła wody

Pomiar rzędnej zwierciadła wody należy wykonać w przekrojach w których będą wykonane przekroje batymetryczne.

2.1.4 Prezentacja wyników Etapu I

W raporcie podsumowującym realizację Etapu I należy przedstawić co najmniej:

- opis sposobu rejestracji danych,
- opis zebranych danych,
- wyznaczenie błędu pomiarowego dla poszczególnych danych,
- przedstawienie graficzne wyników pomiarów dla poszczególnych danych,
- przygotować CD zawierające dane pomiarowe w formacie do odczytu przez standardowe programy MS Office.

Uwagi ogólne:

- Wszystkie pomiary należy wykonać w warunkach stacjonarnych (lub zbliżonych do stacjonarnych) w krótkim okresie czasu.
- Przed przystąpieniem do wykonania pomiarów należy przedstawić opis i plan badań, który będzie podlegał zatwierdzeniu przez Zamawiającego.

2.2 Etap II analiza warunków hydrodynamicznych, wykorzystując modele fizyczny i numeryczny, w sytuacji braku zabudowy hydrotechnicznej (przed rozpoczęciem inwestycji);

Budowane modele przestrzenne (hydrauliczny i numeryczny) mają za zadanie odwzorowanie sytuacji przed rozpoczęciem inwestycji. Korzystając z danych zgromadzonych w Etapie I należy dokonać kalibracji obu modeli. Raporty z kalibracji modeli podlegać będą zatwierdzeniu przez Zamawiającego.

2.2.1 Budowa i kalibracja modelu fizycznego (hydraulicznego)

Model hydrauliczny należy wykonać bezwzględnie w skali geometrycznej nieskażonej, co najmniej 1:60.

Prezentacja wyników

- opis techniczny zbudowanego modelu hydraulicznego (w tym m.in. wskazanie obliczeń skalowania modelu),
- opis i specyfikacja techniczna stosowanych urządzeń pomiarowych,
- określenie błędów pomiarowych urządzeń pomiarowych,
- porównanie wyników pomierzonych prędkości przepływów i pomierzonych stanów wody na modelu hydraulicznym z pomierzonymi w Etapie I prędkości przepływu i stanami wody.

2.2.2 Budowa modelu matematycznego

Model matematyczny musi zapewnić możliwość wykonania obliczeń w trzech wymiarach (X, Y, Z). Sposób dyskretyzacji obszaru w pionie musi umożliwić odwzorowanie struktury pionowej prądów.

Prezentacja wyników:

- opis wykorzystywanych modeli numerycznych,
- obliczenia cyrkulacji prądowych w obszarze analizy,
- określenie błędów obliczeniowych wynikających z niedoskonałości stosowanego modelu numerycznego,
- porównanie wyników obliczonych prędkości przepływów i stanów wody z pomierzonymi w Etapie I prędkościami przepływu i stanami wody.

2.3 Etap III analiza warunków hydrodynamicznych w warunkach zabudowy hydrotechnicznej wykorzystując modele fizyczne i numeryczne.

Realizacja Etapu III obejmuje budowę modeli w warunkach obecności planowanego stopnia wodnego.

Celem badań jest poszukiwanie optymalnego rozwiązania zabudowy stopniem wodnym. Analizie należy poddać kompozycję stopnia oraz jego elementów, tj. śluzy, jazu, przepławek. Każde z zagadnień należy analizować zarówno na modelu fizycznym jak i matematycznym. Należy przyjąć zasadę, że pierwszą koncepcję przedstawioną przez projektanta należy odwzorować na obu modelach. Model matematyczny należy wykorzystywać do wstępnej oceny kolejnych wariantów proponowanych przez projektanta, tak aby na modelu fizycznym prowadzić badania wyłącznie dla wybranych wariantów (max. 2 warianty). Model fizyczny będzie służył potwierdzeniu słuszności wyboru rozwiązania.

2.3.1 Badania na modelu przestrzennym stopnia wodnego**2.3.1.1 *Badania na modelu hydraulicznym z zabudową***

Punktem wyjścia jest model wykonany w ramach Etapu II, tj. model bez zabudowy, który należy uzupełnić o pełną kompozycję stopnia.

A. *Badania dla warunków batymetrycznych projektowanych bezpośrednio po zakończeniu budowy* muszą obejmować:

- analizę cyrkulacji prądowych dla przepływów SNQ, SSQ, Qinst. el., Qp10%, Qp1%, Qp0,1% i Qp0,02%;
- określenie wydatku śluzy pracującej jako urządzenie upustowe dla przepływów Qp10%, Qp1%, Qp0,1% i Qp0,02%;
- określenie wydatku elektrowni wodnej w warunkach przepływu Qp10%, Qp1%, Qp0,1% i Qp0,02%;
- określenie wydatku całego stopnia w warunkach przepływu Qp10%, Qp1%, Qp0,1% i Qp0,02%;
- analizę rozmyć na odcinku z dnem rozmywalnym;
- analizę przejścia lodu przez stopień.

B. *Badania dla prognozowanych warunków batymetrycznych występujących po 10-cio letnim okresie eksploatacji stopnia*

Badania wpływu stopnia na hydrodynamikę w warunkach wystąpienia erozji dna w obszarze 1 km poniżej osi stopnia po 10-cio letnim okresie eksploatacji należy przeprowadzić dla przepływów SNQ, SSQ, Qinst. el., Qp10%, Qp1%, Qp0,1% i Qp0,02%.

Prace muszą objąć:

- analizę cyrkulacji prądowych
- analizę erozji na odcinku z dnem rozmywalnym.

2.3.1.2 *Badania na modelu matematycznym z zabudową*

Zakres badania analogiczny jak dla 2.3.1.1- A i B

2.3.2 Badania na modelu wycinkowym jazu

2.3.2.1 *Badania jazu na modelu hydraulicznym*

Należy wykonać model w skali nieskażonej 1:25 lub większej obejmujący 2 przęsła jazu (tj. układ 0.5 ś - f - ś - f - 0.5 ś, gdzie f – filar, ś – światło jazu). Elementem modelu będzie także odcinek kanału hydraulicznego ze szkła.

Badania należy wykonać przy trzech podstawowych poziomach piętrzenia : Min. PP.; NPP; i Max. PP, dla następujących przypadków położenia zamknięć :

- próg bez zamknięć (przepływ nad progiem od 0 do 13000m³/s),
- zamknięcie podnoszone skokowo co 1,0 m nad próg (wypływ spod segmentu),
- kłapa opuszczona, min. 5 położzeń do całkowitego opuszczenia (przepływ nad kłapą).

Ponadto badania należy przeprowadzić dla przepływów SNQ, SSQ, Qinst. el., Qp10%, Qp1%, Qp0,1% i Qp0,02%. Muszą one objąć:

- przepływy ponad całkowicie opuszczonymi kłapami, gdzie warstwa przelewającej się wody zmienia się od zera do Max. P.P. ,
- przepływ nad progiem bez zamknięć,
- badanie rozkładu ciśnień na powierzchni progu, niecki wypadowej i zamknięć
- badanie erozji poniżej dna umocnionego,
- badanie przejścia lodu przez jaz,
- badanie napowietrzenia przestrzeni pod zamknięciem (ważne ze względu na wydatek i możliwość wywołania drgań zamknięć podczas manewrowania),
- pomiar układu zwierciadła wody wzdłuż przekroju jazu,
- pomiar rozkładu prędkości wzdłuż przekroju jazu.

2.3.2.2 *Badania jazu na modelu matematycznym*

Model matematyczny musi zapewnić możliwość wykonania obliczeń w trzech wymiarach (X, Y, Z). Sposób dyskretyzacji obszaru w pionie musi umożliwić odwzorowanie struktury pionowej prądów.

Zakres badań jak dla modelu hydraulicznego jazu (2.3.2.1).

2.3.3 Badania na modelu śluzy

2.3.3.1 *Badania śluzy na modelu hydraulicznym*

Model hydrauliczny śluzy należy wykonać w skali 1:20 lub większej. Na modelu należy odwzorować komorę śluzy, głowę górną i dolną wraz z zamknięciami komory i systemu napełniania i opróżniania śluzy. Na modelu należy wykonać:

- badanie sił w cumach,
- badanie czasu napełniania i opróżniania śluzy.

Badania należy przeprowadzić dla zestawu dwie barki plus pchacz pod pełnym ładunkiem.

Konstrukcja modelu powinna uwzględniać możliwość przebudowy systemu napełniania i opróżniania komory śluzy.

2.3.3.2 *Badania śluzy na modelu matematycznym*

Model matematyczny musi zapewnić możliwość wykonania obliczeń w trzech wymiarach (X, Y, Z). Sposób dyskretyzacji obszaru w pionie musi umożliwić odwzorowanie struktury pionowej prądów.

Celem budowy modelu numerycznego jest optymalizacja geometrii oraz hydrodynamiki obiektu.

Kalibrację modelu numerycznego należy przeprowadzić na podstawie wyników pomiarów na modelu hydraulicznym.

2.3.4 Badania modelowe przepławek technicznych

Badaniami należy objąć dwie przepławki techniczne, tj. przepawkę dla ryb jesiotrowatych oraz łososiowatych.

2.3.4.1 *Badania na modelu przepławki dla ryb jesiotrowatych*

A. Badania na modelu hydraulicznym

Model hydrauliczny należy wykonać w skali nieskażonej 1:4 lub większej. Model musi obejmować co najmniej odcinek wlotowy, pierwszą powiększoną komorę, 10 typowych komór oraz odcinek wylotowy.

Badania muszą objąć co najmniej:

- pomiar prędkości w szczelinie,
- pomiar prędkości w komorze,

B. Badania na modelu matematycznym

Model matematyczny musi zapewnić możliwość wykonania obliczeń w trzech wymiarach (X, Y, Z). Sposób dyskretyzacji obszaru w pionie musi umożliwić odwzorowanie struktury pionowej prądów. Należy wykonać model całej przepławki z uwzględnieniem odcinków wlotowego i wylotowego.

Minimalny zakres badań jak dla modelu hydraulicznego przepławki.

2.3.4.2 *Badania na modelu przepławki dla ryb łososiowatych*

A. Badania na modelu hydraulicznym

Model hydrauliczny należy wykonać w skali nieskażonej 1:2 lub większej. Model musi obejmować co najmniej odcinek wlotowy, 10 komór oraz odcinek wylotowy.

Badania muszą objąć co najmniej:

- pomiar prędkości w szczelinie,
- pomiar prędkości w komorze,
- układ strug powierzchniowych i przydennych

B. Badania na modelu matematycznym

Model matematyczny musi zapewnić możliwość wykonania obliczeń w trzech wymiarach (X, Y, Z). Sposób dyskretyzacji obszaru w pionie musi umożliwić odwzorowanie struktury pionowej prądów.

Należy wykonać model całej przepławki z uwzględnieniem odcinków wlotowego i wylotowego.

Minimalny zakres badań jak dla modelu hydraulicznego przepławki.

2.3.5 Badania modelowe kanału obejścia

2.3.5.1 Badania na modelu hydraulicznym

Model hydrauliczny należy wykonać w skali nieskażonej 1:10 lub większej. Model powinien obejmować co najmniej górny odcinek kanału (od wlotu od strony wody górnej) o długości co najmniej 500 m.

Badaniami należy objąć co najmniej:

- układ strug powierzchniowych i przydennych,
- rozkłady prędkości w wybranych pionach.

2.3.5.2 Badania na modelu matematycznym

Model matematyczny musi zapewnić możliwość wykonania obliczeń w trzech wymiarach (X, Y, Z). Sposób dyskretyzacji obszaru w pionie musi umożliwić odwzorowanie struktury pionowej prądów.

Modelem matematycznym należy objąć cały kanał obejścia, od wejścia do kanału od strony wody górnej stopnia, aż do wyjścia z kanału obejścia do rzeki. Wyniki modelu hydraulicznego należy wykorzystać do porównania/kalibracji modelu matematycznego. Na modelu matematycznym należy przeanalizować:

- układ strug powierzchniowych i przydennych,
- rozkłady prędkości w wybranych pionach.

2.4 Prezentacja wyników badań na modelach fizycznych i numerycznych wykonanych w ramach Etapów II i III

Prezentacja wyników badań na modelach fizycznych musi objąć:

- opis techniczny modelu,
- obliczenia skalowania modelu,
- dokumentację fotograficzną modelu,
- schematy techniczne modelu,
- opis stosowanej metodyki pracy (badań),
- opis stosowanej aparatury pomiarowej,

- specyfikację techniczną stosowanych urządzeń pomiarowych,
- określenie błędu pomiarowego,
- przedstawienie graficzne wyników pomiarów dla poszczególnych parametrów (rysunki/schematy zawarte w treści raportów należy zaopatrzyć w stosowne legendy i opisy w tym źródła cytowania, w przypadku powoływania się na opracowania innych autorów),
- dane pomiarowe w formie nieprzetworzonej w formacie do odczytu przez standardowe programy MS Office,
- wnioski i zalecenia z przeprowadzonych pomiarów.

Prezentacja wyników badań na modelach numerycznych musi objąć:

- ogólną charakterystykę oprogramowania
- opis modelu matematycznego wraz z opisem warunków początkowych i brzegowych

3. DODATKOWE OBOWIĄZKI WYKONAWCY

W ramach realizacji badań Wykonawca będzie zobowiązany do następujących działań:

- Uczestnictwo w spotkaniach (do 15 spotkań) z konsultantami zewnętrznymi oraz projektowymi, jeżeli wystąpi o nie Zamawiający, celem ewentualnych wyjaśnień dotyczących analiz i opracowań będących **Przedmiotem Umowy**;
- Przygotowywania ewentualnych wyjaśnień dotyczących prac wykonywanych w ramach Etapu I, II i III.
- Przechowywanie powstałych w wyniku realizacji umowy modeli fizycznych w bezpiecznych dla nich warunkach, które pozwolą na ich dalsze wykorzystywanie.

Świadczenia będą realizowane przez Wykonawcę stosownie do zapotrzebowania Zamawiającego od dnia zawarcia Umowy do 24 miesięcy od zakończenia realizacji Etapu III.

4. MATERIAŁY WYJŚCIOWE

- Analiza przystosowania rzeki Wisły na odcinku od Włocławka do ujścia do Zatoki Gdańskiej do kaskady dużej i małej - modelowanie. Hydroprojekt i IMGW, 2017r. (batymetria dna w rejonie SW Siarzewo, rumowisko denne).
- Budowa stopnia na Wiśle poniżej Włocławka. Lokalizacja Siarzewo. Koncepcja Programowo przestrzenna. ENERGA INVEST, 2018r.
- Obliczenia hydrauliczne przepustowości jazu SW Siarzewo - w przygotowaniu
- Prognoza erozji, deformacji koryta Wisły poniżej SW Siarzewo - w trakcie.
- Weryfikacja danych hydrologicznych dla projektowanego stopnia wodnego Siarzewo. dr inż. Piotr Kuźniar, 2019r.
- Weryfikacja kompozycji SW Siarzewo w warunkach przepływów ustalonych i nieustalonych z uwzględnieniem ruchu rumowiska. PROEU, dr inż. Bernard Twaróg, 2019r.