INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
FUNDUSZ SPÓJNOŚCI

Projekt nr POIS.07.02.00-00—029/13
„Modernizacja toru wodnego Świnoujście-Szczecin do głębokości 12,5 m – prace przygotowawcze" współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Umowa o dofinansowanie POIS.07.02.00-00-029/13-00.

„TEORETYCZNY (MATEMATYCZNY) MODEL TORU WODNEGO ŚWINOUJŚCIE-SZCZECIN".

„Modernizacja toru wodnego Świnoujście-Szczecin do głębokości 12,5 m – prace przygotowawcze"

ZLECENIODAWCA:

URZĄD MORSKI w SZCZECINIE
Plac Batorego 4
70-207 Szczecin

WYKONAWCA:

Europrojekt Gdańsk S.A.
ul. Nadwiślańska 55
80-680 Gdańsk

oraz

Akademia Morska w Szczecinie

AUTOR OPRACOWANIA:

AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE

INSTYTUT INŻYNIERII RUCHU MORSKIEGO

CENTRUM INŻYNIERII RUCHU MORSKIEGO

CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE ANALIZY RYZYKA EKSPLOATACJI STATKÓW

Praca naukowo-badawcza pod kierunkiem:
prof. dr hab. inż. kpt.ż.w. Stanisława Gucmy *prof. dr hab. inż. kpt. ż.w. Stanisław Gucma*

MODEL MATEMATYCZNY TORU WODNEGO ŚWINOUJŚCIE-SZCZECIN

Pod kierunkiem
prof. dr hab. inż. kpt.ż.w. Stanisława Gucmy

Wykonawcy:

mgr inż. Rafał Gralak
dr inż. st.of. Maciej Gucma
dr hab. inż. st.of. Paweł Zalewski, prof. nadzw. AM w Szczecinie

MODEL MATEMATYCZNY TORU WODNEGO ŚWINOUJŚCIE-SZCZECIN

Model matematyczny toru wodnego Świnoujście-Szczecin – stan istniejący

Trójwymiarowy model geometryczny akwenu badań powstał w oparciu o dostarczone przez zleceniodawcę wektorowe bazy danych, które zostały opracowane i autoryzowane przez Urząd Morski w Szczecinie. Zakres danych źródłowych obejmował:

- model pseudo rastrowy w postaci prostokątnej, regularnej siatki sondaży toru wodnego Świnoujście-Szczecin wraz z wybranymi domiarami do brzegu, o maksymalnej rozdzielczości 2x2m, przekazanej w postaci plików tekstowych zawierających koordynaty XYZ pojedynczych sondowań, dla poszczególnych odcinków drogi wodnej;
- linię osi toru wodnego w postaci cyfrowej wraz z obowiązującą podziałką kilometrażu;
- linię brzegową akwenu badań, z kotą o wartości 0.

Wszystkie otrzymane bazy danych były spójne, odwzorowane w układzie współrzędnych UTM strefa 33N oraz układzie odniesienia WGS 84. Wartości odciętej OX, rzędnej OY oraz koty OZ wyrażono w układzie metrycznym.

W procesie modelowania akwenu badań wykorzystano oprogramowanie pracujące w środowisku CAD, Autodesk Civil 3D v 2014. Podobne oprogramowanie w różnych wersjach jest obecnie wykorzystywane przez zleceniodawcę.

W celu poprawnego zamodelowania trójwymiarowego modelu geometrycznego akwenu badań konieczne było odpowiednie przygotowanie surowych danych, otrzymanych w ramach wykonywanej pracy badawczej. Prace podzielono na 3 etapy: optymalizacji bazy sondaży, aktualizacji i optymalizacji modelu linii brzegowej oraz tworzenia siatki ukształtowania dna akwenu badań.

Etap pierwszy polegał na scaleniu wszystkich otrzymanych fragmentów sondowań dla poszczególnych odcinków toru wodnego, z jednoczesnym wyłączeniem duplikowanych punktów o jednakowych współrzędnych. Defragmentacja źródłowej bazy danych podyktowana była kompleksową specyfiką pracy badawczej tj. konieczności opracowania dostępnego akwenu żeglownego dla całego toru wodnego Świnoujście-Szczecin, z wyłączeniem odcinka 0,0 km - 5,3 km. Operowanie na modelu jednobryłowym charakteryzuje się niskim poziomem błędów i zniekształceń. Defragmentację wykonano z użyciem autorskiego oprogramowania.

W drugim etapie dokonano aktualizacji modelu linii brzegowej akwenu badań w miejscach istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa nawigacji. Wybrane obszary poddane zostały modyfikacjom, które objęły dodanie lub usunięcie wierzchołków polilinii w oparciu o nowsze dane, będące w posiadaniu Akademii Morskiej w Szczecinie. Etap zakończono optymalizacją parametrów linii brzegowej pod kątem triangulacji.

Trzeci etap polegał na scaleniu wcześniej przygotowanych i zoptymalizowanych modeli w jeden kompletny trójwymiarowy model geometryczny akwenu badań. Dokonano tego poprzez triangulację zaimportowanej chmury punktów oraz współrzędnych punktów linii brzegowej, otrzymując na wyjściu geometryczną siatkę trójkątów tzw. powierzchnię TIN (*ang. Triangular Irregular Network*).

Na tak przygotowany aktualny, trójwymiarowy model akwenu naniesiono dwuwymiarowy model osi toru wodnego przekazany przez zleceniodawcę. Podziałka kilometrażu została zmodyfikowana geometrycznie w stosunku do oryginalnego, nieregularnego podziału historycznego i obecnie odzwierciedla wiarygodne, rzeczywiste odległości. Przebieg geometryczny osi toru na tym etapie nie został zmieniony.

Model matematyczny toru wodnego Świnoujście-Szczecin – stan po modernizacji

Do zamodelowanej bazy danych stanu istniejącego zaimplementowano model dostępnego akwenu żeglownego będącego przedmiotem opracowania. Model zawiera 2 składowe w postaci dwuwymiarowych polilinii: zamkniętej wyznaczającej przebieg izobaty 12,5 m oraz otwartych dla izobaty 10,5 m. Przebieg granic dla dostępnych akwenów żeglugowych wyznaczono na podstawie wyników badań prowadzonych metodą probabilistyczno – deterministyczną CIRM oraz metodą symulacyjną.