

URZĄD WOJEWÓDZKI W SZCZECINIE
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
Polskiej Akademii Nauk, Oddział w Szczecinie

**MODELOWANIE ORGANIZACJI
I SYSTEMY INFORMATYCZNE
W GOSPODARCE REGIONU**

Szczecin 1993

**MODELOWANIE ORGANIZACJI
I SYSTEMY INFORMATYCZNE
W GOSPODARCE REGIONU**

Praca pod redakcją
Prof. dr hab. Zygmunta DOWGIAŁŁO

Szczecin 1993

Publikacja zawiera referaty i doniesienia przygotowane na ogólnopolską konferencję zorganizowaną przez Urząd Wojewódzki w Szczecinie i Instytut Badań Systemowych PAN, Oddział w Szczecinie

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autorów referatów

Publikacja finansowana ze środków Biura ds. Administracji Publicznej Urzędu Rady Ministrów

ISBN 83 - 85847 - 20 - 0



42846

DRUK ZAKŁAD POLIGRAFICZNY
ul. Ku Stajcu 97, 71-046 SZCZECIN tel. 759-04

SYSTEM MONITORINGU WÓD W UJĘCIU RZECZNYM ORAZ MODELOWANIA MATEMATYCZNEGO ZJAWISK

Zastosowanie wiedzy o zjawiskach fizycznych w gospodarce ma istotne znaczenie i przysparza wymiernych korzyści. Coraz więcej odnotować można przykładów udanych wdrożeń, wypracowanych w polskich instytucjach i pracowniach rozwiązań mimo, że znany jest wszystkim brak dostatecznego ich wyposażenia oraz ochrony pracowników. W pracy przedstawiono treść prac Instytutu Morskiego w Szczecinie, które na trwałe zapisać można w dorobek regionalnej myśli naukowej i technicznej. Szczecińskie jest tak bogate w ilość i formy występowania wód otwartych, że uznać je można za wymarzone miejsce badaczy wód i praktyków. Dowodem tego jest między innymi to, że estuarium Odry z Zalewem i cieśninami są najbardziej rozpoznane i opisane ze wszystkich zakątków kraju. W pracach tych znaczący wkład został wniesiony przez Instytut Morski w Szczecinie, który od 1982 roku odgrywa aktywną rolę. Wspólnym staraniem z Urzędami Wojewódzkim i Morskim w Szczecinie powołano system monitoringu stanów wód ujęcia Odry jako bazy rozpoznawania zjawisk w drodze analiz statystycznych, ale głównie modelowania matematycznego. Po dziesięciu latach prac stworzono pełne podstawy oceny zjawisk z kompleksem modeli, które zostały już skutecznie wykorzystane w szeregu opracowaniach i decyzjach gospodarczych. Badania te były także podstawą do rozwijania myśli naukowej, których wymiernym efektem są prace doktorskie i habilitacyjne.

Zmiana gospodarowania w Polsce ma także swoje odbicie w życiu instytutów i placówek badawczych. Na plus można zaliczyć większe zainteresowanie wymiernymi korzyściami ich prac, oraz nie tylko literaturową jak dotychczas dostępność do ośrodków i badań zagranicznych. Rozwój sieci komputerowych stwarza nowe możliwości takiej wymiany. Niestety minusem tych zmian jest znikoma w porównaniu do potrzeb ilość środków przeznaczanych na rozwój instytutów, aby można sprostać zadaniom oraz dorównać technicznie i naukowo zagranicznym partnerom, a coraz częściej zagranicznej konkurencji. Utrzymanie systemu monitoringu, a przede wszystkim modelowania wymaga dużej wiedzy merytorycznej, znajomości matematyki numerycznej oraz specyficznego rodzaju programowania, a także odpowiedniej ilości i jakości sprzętu, a więc znacznych nakładów, inaczej dorobek ten może być zatracony. Dużym sojusznikiem dla instytutów są urzędy państwowe i samorządy, które mogą prowadzić swą politykę potrzeb z korzyścią dla środowiska naukowego regionu.

Monitoring wód na przykładzie systemu HIMOS dla esturium Odry.

Systemy monitoringu mają zasadniczo spełniać następujące zadania:

- ewidencję parametrów fizycznych zjawisk w maksymalnie szerokim zakresie i stopniu dokładności pomiarów,
- rozpoznanie i ocenę występujących zjawisk i ich zmian w ramach badanego systemu,
- dostarczanie danych do weryfikacji różnego rodzaju modeli matematycznych i fizycznych, oraz danych stanowiących warunki brzegowe i początkowe modeli,
- posiadanie dostatecznie długich ciągów obserwacyjnych dla analiz statystycznych, dla prowadzenia modelowania stochastycznego i

prognostycznego, oraz oceny wpływu poszczególnych zjawisk.

Systemy monitoringu mogą być okresowe lub długoterminowe, z prowadzeniem pomiarów okazjonalnie lub z rejestracją dyskretną (o zadanym czasie) lub ciąglą. Najbardziej pożądaną formą jest długoterminowy monitoring z ciąglą rejestracją danych, uzupełnianą w miarę potrzeb i możliwości pomiarami dyskretnymi oraz sporadycznymi (np. sondaże).

System takiego rodzaju został uruchomiony w Instytucie Morskim w Szczecinie w latach 1982-1984 przy pomocy i współpracy Wydziału Gospodarki Wodnej i Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Szczecinie oraz Urzędu Morskiego w Szczecinie. Jest on do tej pory - w miarę aktualnych możliwości - modernizowany i uzupełniany, a także rozbudowywany przez dodawanie nowych stacji pomiarowych i rodzajów parametrów fizycznych podlegających pomiarom. System ten nosi nazwę HIMOS i dotyczy wielkości Hydrologicznych i Meteorologicznych Odry Szczecińskiej.

Aktualnie w systemie HIMOS pracuje 21 stacji pomiarowych o ciągłej rejestracji stanów wód, które umieszczono w najbardziej newralgicznych miejscach ujęcia (rys. 1). Stacje są w większości mechaniczne, a tylko trzy posiadają elektroniczne urządzenia rejestracji. Na trzech stacjach mierzone są w sposób ciąglý także prędkości i kierunki wiatrów: w Policach na jednym a w Bielinku i Świnoujściu na dwóch poziomach wysokości. W Świnoujściu stacja jest rozbudowana dodatkowo o rejestratory kierunków ruchu wody i zasolenia umieszczone także na dwóch poziomach głębokości.

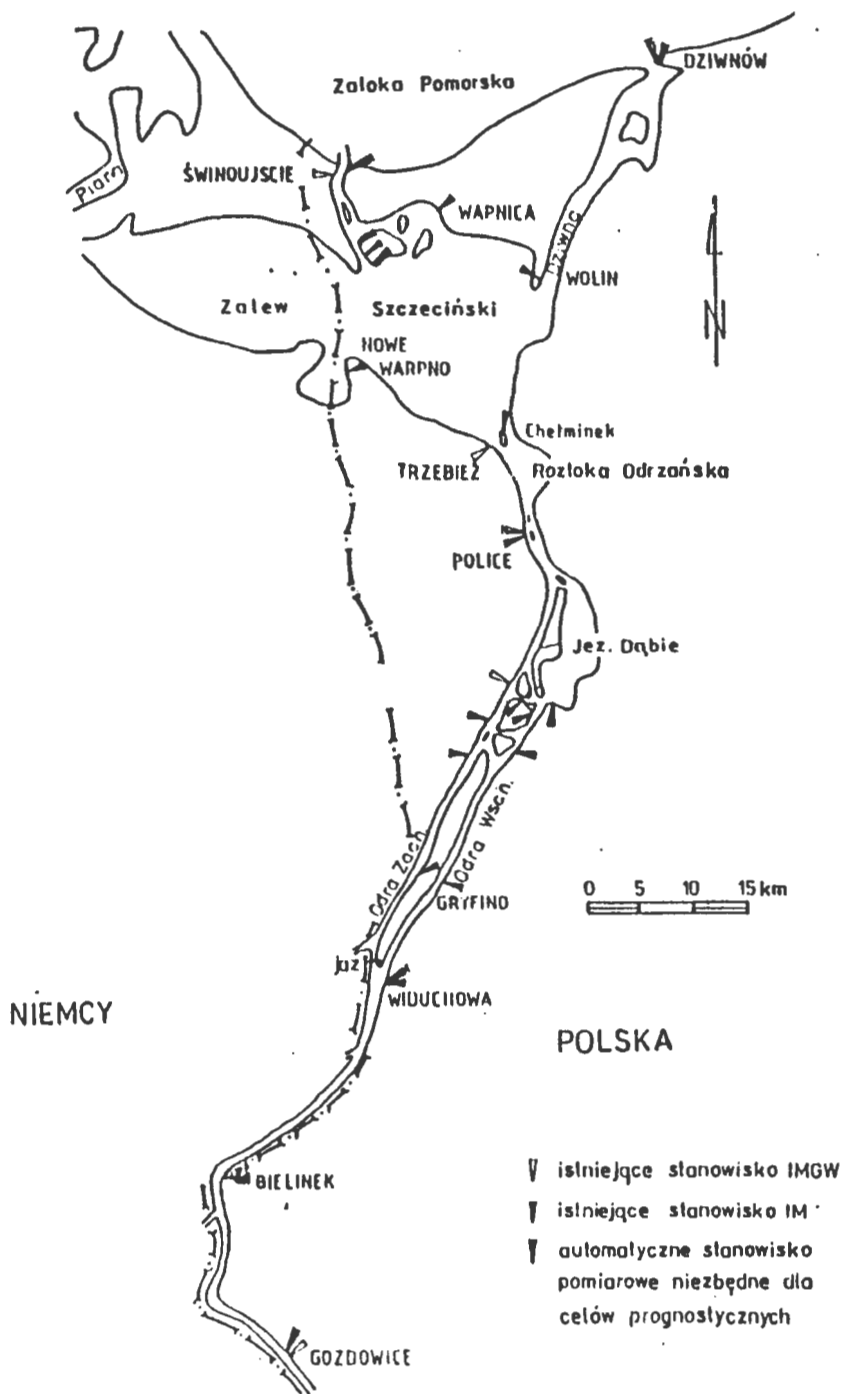
Oprócz ciągłych pomiarów w systemie HIMOS ewidencjonowane są także pomiary dyskretnie ze stacji IMGW, jakie są zlokalizowane w tym regionie, oraz pomiary okazjonalne przepływów, rozkładów prędkości i sondaży dna, które wykonywane są przez własną ekipę badawczą w opar-

ciu o posiadane w Instytucie sprzęt i statek. Większość sondaży Odry, sieci ujęcia, cieśnin i Zalewu pochodzi z archiwum Urzędu Morskiego bądź z Rejonowego Zarządu Gospodarki Wodnej w Szczecinie.

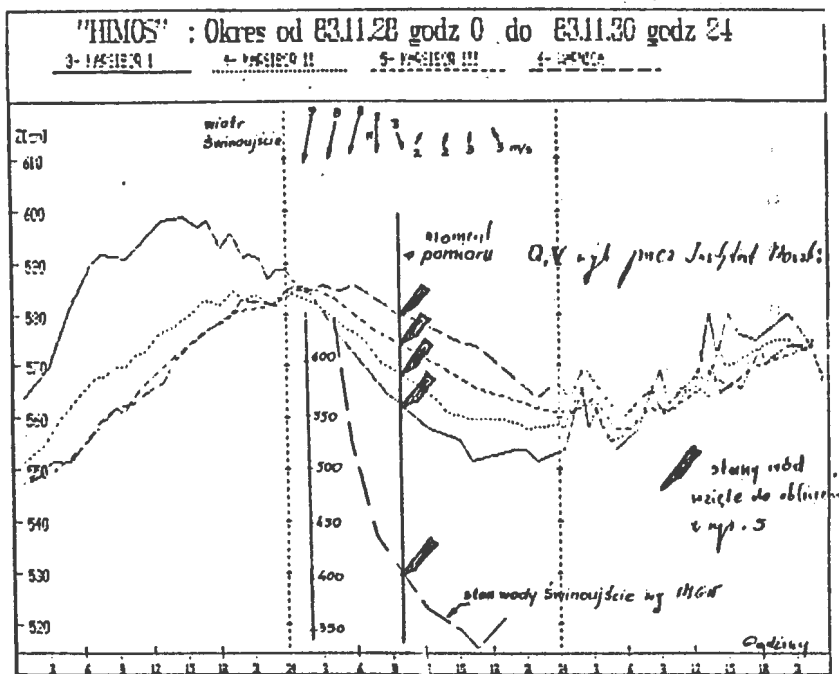
Wszystkie z wymienionych danych są wprowadzone ręcznie lub digitizerem do komputerowych baz danych, których struktury są ściśle dopasowane do bezpośredniego wykorzystania przez oprogramowanie statystyczno-zestawieniowe (por. rys. 2a), a przede wszystkim przez modele matematyczne. Struktury te jak i bogate już oprogramowanie zostały w całości wykonane w Instytucie Morskim.

Całkowita długość cieków objętych systemem przekracza 300 km, na której przekroje oddalone są od siebie od 20 do 300m (średnio 100m). Dla potrzeb modelowania wytworzono szereg udogodnień i dokonano transformacji danych, dzięki którym uzyskano bardzo dużą szybkość dostępu z zachowaniem dużej dokładności odwzorowania. W trakcie prac nad ewidencją pomiarów doprowadzono także do jednoznacznego ustalenia poziomów odniesienia stacji pomiarowych. Wszystkie są zaniwelowane w oparciu o istniejącą sieć reperów geodezyjnych. Podobnie i przekroje posiadają dowiązanie geodezyjne, a także geograficzne z podaniem kąta zorientowania. Przykład ekspozycji danych geometrycznych podano na rys. 2b.

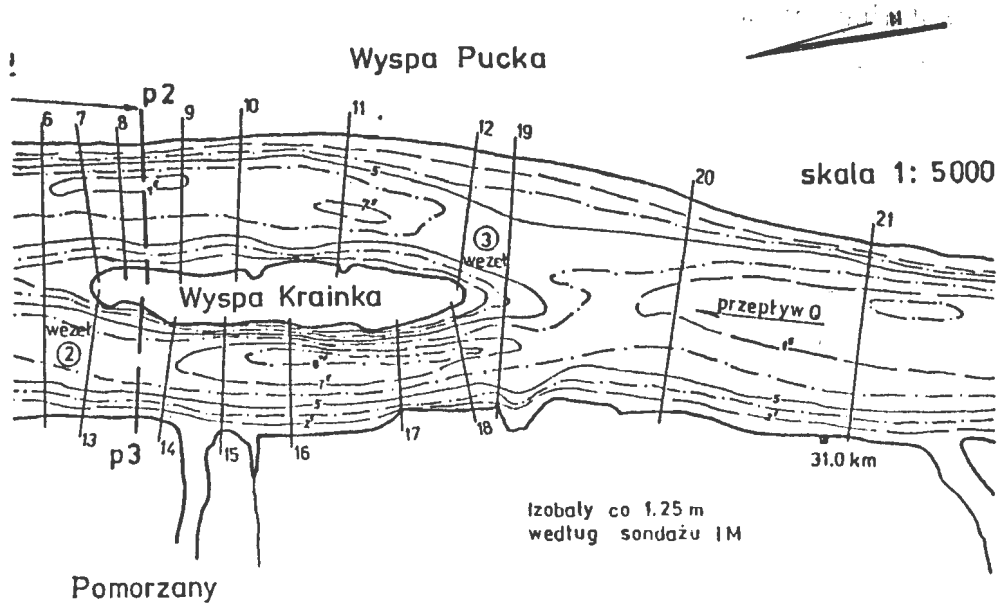
W Instytucie Morskim przy współpracy pracowni gdańskiej rozpoczęto również prace nad monitoringiem brzegów Morza Bałtyckiego i morskich wód wewnętrznych na rzecz Urzędów Morskich w Szczecinie i Gdańsku. Jednakże ze względu na duże koszty prace te po pierwszej serii sondaży zostały odłożone.



Rys. 1. Umieszczenie stacji pomiarowych systemu HIMOS.



Rys. 2.a. Hydrogramy stanów zarejestrowane w dniach 28+30.11.83.



Rys. 2.b. Batymetria Odry Zachodniej w okolicy wyspy Krańka

HIMOS - systemy modelowania matematycznego

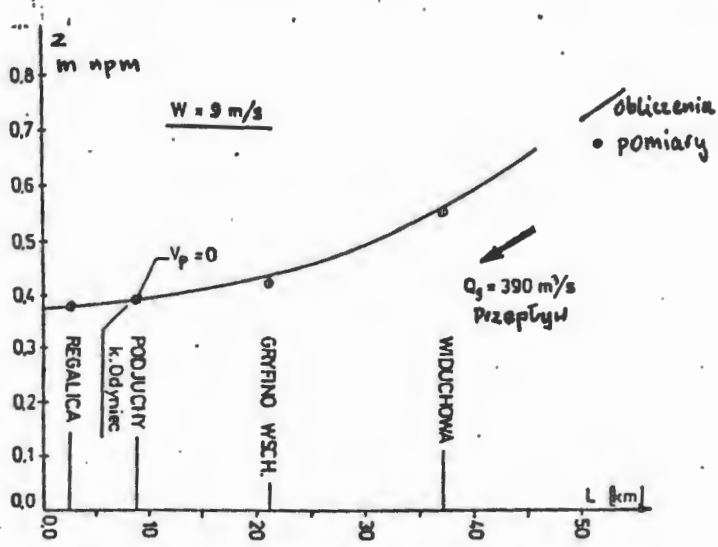
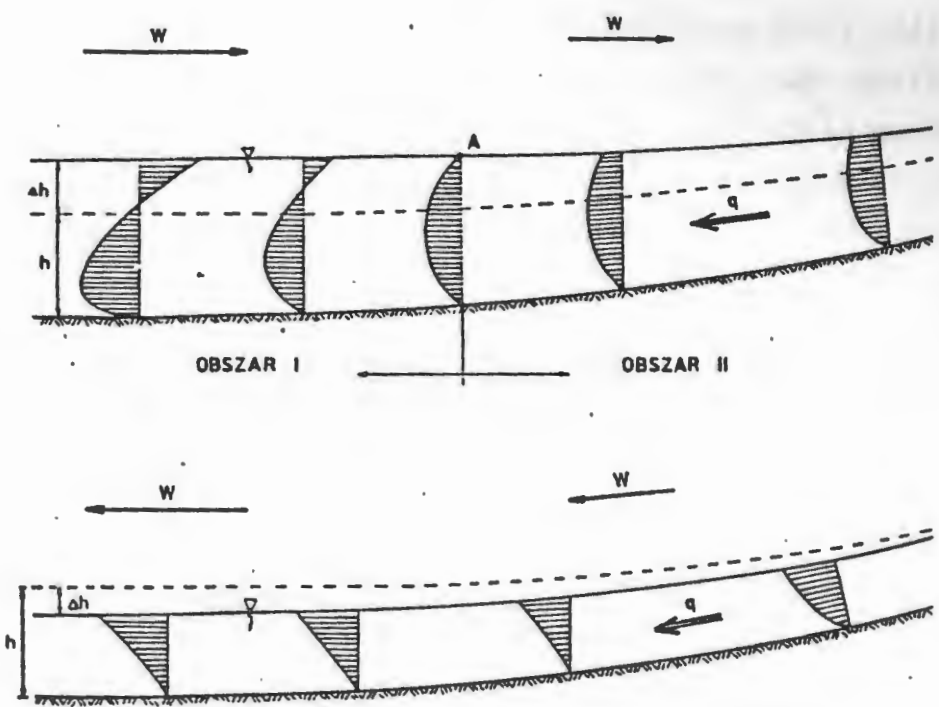
Wyróżnić można trzy podstawowe rodzaje modelowania:

- fizyczne, gdzie odpowiedzi poszukuje się w pomiarach rzeczywistych, przy czym zjawisko rozpatrywane jest w modelu rzeczywistym lub o zmniejszonej skali,
- statystyczne, w którym odpowiedź uzyskuje się jako najbardziej prawdopodobną na podstawie dotychczas zaobserwowanych przypadków,
- matematycznym, którego wynik powstaje z obliczeń równań opisujących zachowanie się zjawiska (równania bilansu, stanu i ruchu).

Za najbardziej trafne i najmniej kosztowne (zwłaszcza w dłuższym okresie) analizy uznaje się modelowanie matematyczne i takie dominuje w większości ośrodków badawczych. Prace nad takim modelowaniem w Instytucie Morskim w Szczecinie rozpoczęto wraz z uruchomieniem systemu monitoringu. W pierwszym okresie dotyczyły one jednowymiarowego modelowania ruchu wód w podanej sieci ujęcia Odry. W trakcie prac rozpoczęto także analizy dodatkowych czynników zewnętrznych mających wpływ na hydrodynamikę, do których jako najistotniejsze należy zaliczyć:

- bezpośrednie oraz pośrednie oddziaływanie wiatru (napływ/odpływ wód morskich),
- wpływ zmiennego pola ciśnień atmosferycznych,
- kumulacja fali w obszarach polderowych oraz wpływ zlewni.

Na rys. 3 przedstawiono poglądowy schemat, objaśniający istotę oddziaływania wiatru na kształtowanie się stanów i prędkości wzdłuż koryta



a) T_p 1986.07.18. godz. 9^h - 11^m

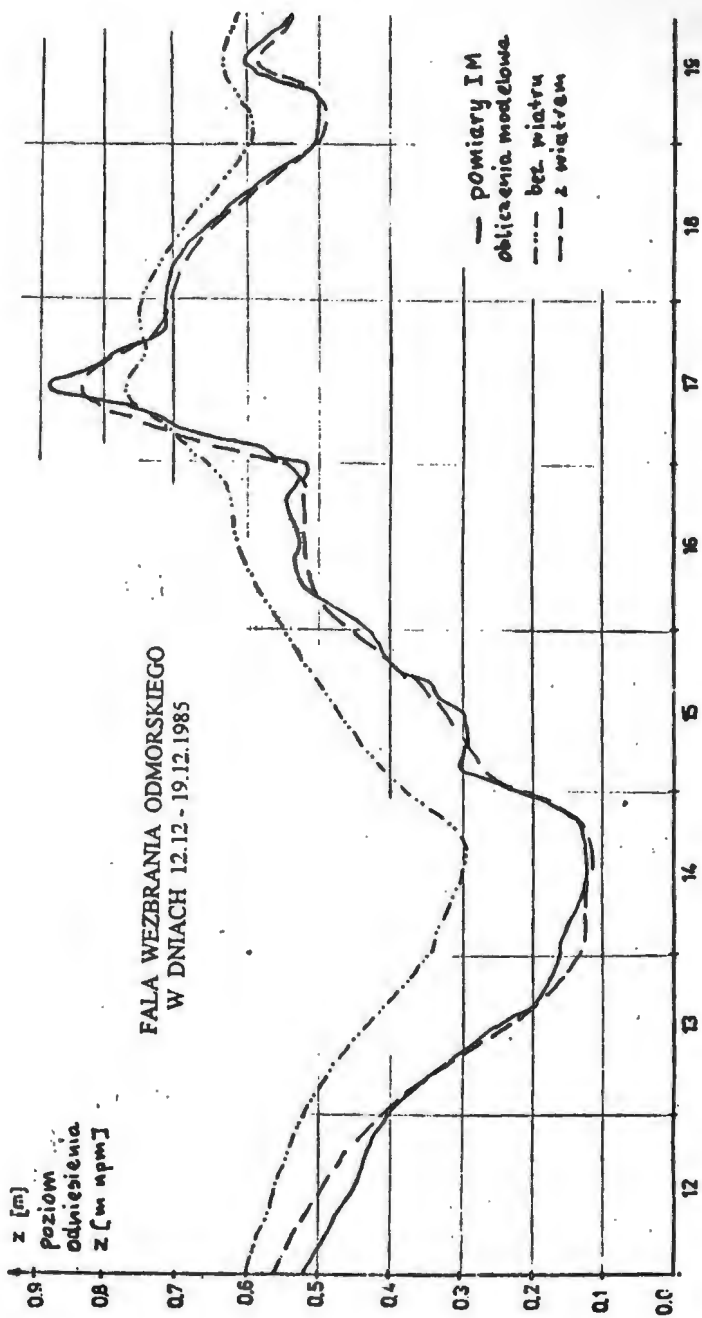
Rys. 3. a) wpływ wiatru na stany wód i rozkłady pionowe prędkości (u góry)
b) jakość aproksymacji modułowej stanów wód (u dołu)

Odry. Dzięki pracom nad tym zagadnieniem wyjaśniono fakt spiętrzeń wód Odry, oraz występowanie przypowierzchniowych prądów wstecznych (I obszar na rys. 3a) - zjawisko tzw. cofki wiatrowej. Analizy te mają zasadnicze znaczenie dla sformułowania rozkładów prędkości, które to wykorzystywane są dalej w modelowaniu rozprzestrzeniania zanieczyszczeń, a także w ocenie stabilności dna i określeniu ruchu rumowiska.

Na podstawie weryfikacji modelu w oparciu o bogate i specjalnie mierzone w tym celu dane oceniono, że uwzględnienie efektów oddziaływania wiatru jest niezbędne w modelowaniu ruchu nieustalonego (fal powodziowych, odmorskich itp). Na rys. 4 przedstawiono jedno z rozwiązań: przebieg stanów wód dla przekroju w Widuchowej w trakcie spiętrzenia spowodowanego wiatrami z kierunków północno-zachodnich, oraz obliczenia wykonane z uwzględnieniem i bez wiatru.

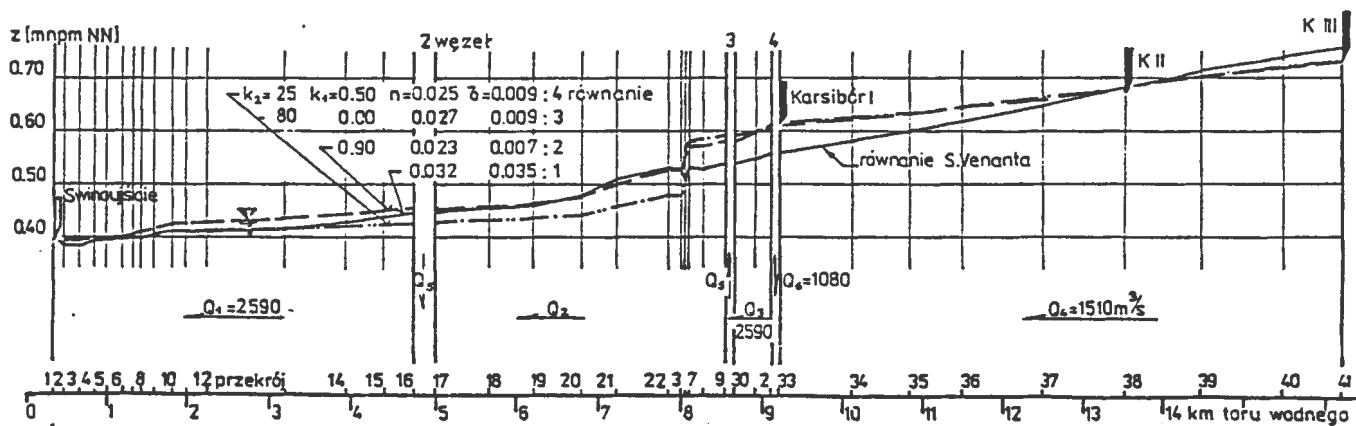
W trakcie rozpoznawania znaczenia oraz stopnia rozwiązania jest zjawisko wpływu zmiennego pola ciśnień atmosferycznych na stany i przepływy wód. Zgodnie z teoretycznymi założeniami, ale także potwierdzanymi w literaturze, efekt ten może być znaczący dla charakterystycznej prędkości przemieszczania się ośrodków niżowych lub wyżowych nad akwenami.

Duże zaawansowanie prac odnotować należy nad ujęciem oddziaływania polderów oraz Międzyodrza na przebieg fal przede wszystkim powodziowych. Sprawne sterowanie polderami oraz systemem irygacyjnym Międzyodrza należy do jednych z ważniejszych zadań w gospodarowaniu środowiskiem wodnym w regionie.



Rys. 4. Pomierzony i obliczony kształt zwierciadła wody dla prz. Widuchowa

Rys. 5. Przelicę stanów wód w zwońce Cieśniny Szwiny



- [] - pomiarzone stany wód (por. rys. 2a.)
 — - — - obliczony kształt zw. wody równaniem dotychczas stosowanych modeli 1-W
 - - - - obliczony kształt zw. wody równaniem modelu Instytutu Morskiego

Oprócz wymienionych zjawisk prace nad modelami matematycznymi skoncentrowane były nad dwoma zasadniczymi dla jakości rozwiązania aspektami:

- ujęcia matematycznego zjawiska ruchu wody, oraz
- odwzorowania numerycznego całości wskazanych dotąd założeń.

W pierwszym aspekcie analizowano na ile powszechnie stosowane równania są w stanie odwzorować ruch i przy jakich uwarunkowaniach należałoby szukać rozwiązań w modelowaniu dwu lub trójwymiarowym. Analiza założeń ruchu burzliwego doprowadziła między innymi do wniosku, że w przypadku zmian geometrii rzek (zweźzania, zakola) należałoby równania powiększyć o dodatkowe człony, które były dotychczas rzadko stosowane, traktowane jako parametry numeryczne i nie posiadały interpretacji fizycznej. Na rysunku 5 przedstawiono ukształtowanie zwierciadeł wody w Cieśninie Świny w rejonie zweźzki, której znaczenie doceniono już na początku wieku. Dalsze prace w tym kierunku pozwolą na dokładniejsze odwzorowanie ruchu jednowymiarowego wód w rzekach. Wyniki tych badań mają zastosowanie we wszystkich rodzajach modelowania jednowymiarowego, jakie prowadzone są w Instytucie Morskim.

Dużo pracy poświęcono na numeryczną reprezentację równań i ich rozwiązania, w której zastosowano najnowsze techniki w tej dziedzinie, jakie mogą być dostępne na komputerach typu PC. Pod tym względem można uznać zastosowane metody w modelach jednowymiarowych za najbardziej wyrafinowane spośród znanych w Polsce. Dowodem są przedstawione dotychczas przykłady obliczeń.

Oprócz badań zjawisk przy pomocy modelowania jednowymiarowego prowadzone są prace nad dwuwymiarowym ujęciem ruchu wód w akwenach takich, jak Jezioro Dąbie i Roztoka Odrzańska, które dotychczas traktowane były w sposób przybliżony. Pracami objęto także Zalew Szcze-

ciński, dzięki czemu możliwe będzie połączenie modeli sieci ujścia Odry z istniejącymi także modelami Cieśnin Świny i Dziwny. Jakkolwiek Zalew doczekał się już kilku modeli dwuwymiarowych, ale nie były one na tyle precyzyjne w odwzorowaniu geometrii (toru wodnego Szczecin-Świnoujście) oraz w reprezentacji równań, aby móc na uzyskiwane wyniki poprawnie zinterpretować. Dlatego też prace Instytutu nacechowane są dużą troską o jakość odwzorowania geometrii, ujęcia ruchu, oraz stosowanych rozwiązań numerycznych. O ile dla modeli jednowymiarowych posiadane są dość bogate zasoby danych dla wykalibrowania wstępnego i dokładnej weryfikacji, to w tym przypadku zachodzi potrzeba uruchomienia dodatkowych pomiarów na akwenach. Dane te powinny obejmować ciągłe pomiary stanów i kierunków ruchu wód, poza tym zbieranie ich na brzegach akwenów nie jest wystarczające. Wymagana byłaby ciągła rejestracja danych elektroniczna z przesyłem radiowym do stacji naziemnych. Inwestycja taka jest dość kosztowna i wymagane byłoby tu współdziałanie kilku ośrodków, które uczestnicząc otrzymywałyby także dane pomiarowe dla własnych prac.

Podsumowanie

System monitorowania HIMOS ma bardzo rozbudowane możliwości, jakie wymagane jest w mocno zróżnicowanym ujęciu Odry, a dzięki zastosowanym rozwiązaniom jest systemem otwartym i z łatwością może być zastosowany dla dowolnej rzeki i ujęcia czy też ich sieci. Z systemem monitorowania ściśle związane jest modelowanie matematyczne ruchu wód, które zostało dokładnie zweryfikowane w wielu szczegółach i może być zastosowane dla praktycznie każdej sieci rzecznej i ujścia. Jakość wyników będzie zależeć wyłącznie od posiadanych danych dla kalibracji modeli oraz warunków ich uruchomienia. Razem sposób ujęcia danych oraz ob-

liczeń ruchu stanowi kompleks, jaki wymaga się od tego typu placówki naukowo-badawczej. Biorąc pod uwagę jego jakość i zdobyte doświadczenie można twierdzić, że Instytut Morski w Szczecinie należy do liczących się placówek tego typu w kraju. Dla dynamicznego rozwoju tego typu prac wymagane jest jednak współdziałanie z innymi placówkami, a także urzędami i samorządami w regionie w ramach ogólnie pojętej polityki kształtowania systemów regionalnych.

Literatura

1. **Buchholz W.:** Wind shear stress influence in river flow. Archiwum Hydrotechniki PAN, z-2 1990,
2. **Buchholz W. i in.:** Monografia Dolnej Odry. Prace IBW PAN, nr 25, Gdańsk 1992
3. **Ewertowski R.:** Mathematical model of the Odra river estuary. Bulletin No 65, PIANC, Brussels 1988
4. **Pacewicz F.:** Model matematyczny przepływów ustalonych w korycie o zmiennej geometrii. Rozpr. doktorska, PS WBiA Szczecin 1990.

IBS

42846