

Janusz FILIPOWSKI

Jerzy GRELA

Aleksander KRUSZEWSKI

Henryk SŁOTA

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Oddział Kraków

OPERACYJNY SYSTEM OSŁONY HYDROLOGICZNEJ W DORZECZU GÓRNEJ WISŁY

Streszczenie. Artykuł jest syntezą podejmowanych w IMGW Kraków w ramach PR-7 działań zmierzających do udoskonalenia operacyjnej służby hydrologicznej w dorzeczu górnej Wisły. Działania te polegają na automatyzacji prac rutynowych i szerokim stosowaniu systemów informatycznych, na bazie krajowego sprzętu obliczeniowego. Omówiono strukturę systemu i poszczególne jego elementy, a także problematykę związaną z problemem wdrażania.

1. Wstęp

Tematyka udoskonalania i automatyzacji zbierania i przetwarzania informacji w ramach osłony hydrologicznej dorzecza górnej Wisły była dotąd przedmiotem kilku publikacji omawiających odrębnie poszczególne tematy tego procesu [1,2]. W niniejszym artykule podjęta została próba bardziej kompleksowego podejścia do problemu, związana z koniecznością operacyjnej realizacji pełnego "ciągu technologicznego", rozpoczynającego się zebraniem i zgromadzeniem aktualnej informacji o stanie dorzecza i jego obiektów poprzez jej wstępną obróbkę, opracowanie prognoz, aż do wypracowania propozycji w zakresie gospodarowania zasobami wodnymi w ramach określonych systemów. Zautomatyzowanie tego procesu technologicznego stało się możliwe z chwilą utworzenia z początkiem lat 80-tych własnego ośrodka obliczeniowego opartego na minikomputerze MERA-400 i mikrokomputerach PSPD-90. Prowadzone równolegle w PR-7 prace naukowo-badawcze dotyczące tzw. Systemu

Hydrologii Operacyjnej (SHO) i Systemu Sterowania Falą Powodziową (SSFP), a także rozpoczęte w ramach prac własnych studia nad założeniami Systemu Meteorologii Operacyjnej (SMO), doprowadziły aktualnie do etapu stopniowego wdrażania tych systemów do codziennej rutynowej pracy.

2. Powiązania funkcjonalne pomiędzy elementami systemu

Prace badawczo-wdrożeniowe nad poszczególnymi systemami informatycznymi prowadzone były w ramach różnych tematów badawczych realizowanych w różnych okresach czasu i przez różne zespoły wykonawców. W związku z tym nie uniknięto zrozumięcia w tych okolicznościach pewnych niespójności pomiędzy poszczególnymi systemami. Obowiązywało bowiem uzgodnienie w zakresie środków obliczeniowych oraz założenie, że podstawą wszelkiego przetwarzania będzie zbiór informacji hydrologicznych pochodzących z obszaru dorzecza Górnej Wisły, gromadzony codziennie w bazie Systemu Hydrologii Operacyjnej. Z tych względów wszelkie działania integracyjne, prowadzone od roku w IMGW w Krakowie, koncentrują się głównie na dobudowie bądź udoskonalaniu niezbędnych powiązań umożliwiających swobodny dostęp do informacji oraz jej zorganizowany przepływ pomiędzy wyodrębnionymi modułami programowymi: SHO, SSFP i SMO.

Prócz wymienionych systemów o wybitnie operacyjnym charakterze, system osłony hydrologicznej związany jest off-line z innymi systemami informatycznymi opracowanymi i wdrażanymi w Oddziale w ramach innych prac badawczych. W szczególności wykorzystuje się System Hydrologii Historycznej (w zakresie aktualizacji krzywych konsumpcyjnych profili wodowskazowych) oraz System Informatyczny o Powodziach (w zakresie aktualizacji danych o zagrożeniach i stratach powodziowych).

Docelową strukturę systemu, obejmującą przetwarzanie, prognozowanie i wypracowywanie propozycji sterowania, przedstawiono schematycznie na rys.1. Pewne elementy tego systemu, będące aktualnie w fazie założeń koncepcyjnych (głównie zbieranie i gromadzenie informacji meteorologicznej), oznaczono na schemacie linią przerwana. Nie wyklucza się, że zakres informacji związanych z meteorologią spowoduje konieczność przetwarzania na drodze maszynowej cyfrowej.

3. System Hydrologii Operacyjnej

System ten zaprojektowano i wykonano w celu możliwie maksymalnego zautomatyzowania codziennej, rutynowej pracy Pracowni Prognoz Hydrologicznych, szczególnie w zakresie gromadzenia i wstępnej obróbki informacji pochodzących z posterunków wodowskazowych, opadowych, klimatologicznych, wód gruntowych oraz zbiorników. Swym zasięgiem system obejmuje obszar górnej Wisły do przekroju Zawichost. Obszar ten podlega służbie hydrometeorologicznej IMGW Oddział Kraków, z wyjątkiem zlewni Małej Wisły i Przemysy podlegających Oddziałowi w Katowicach.

Do najważniejszych funkcji Systemu Hydrologii Operacyjnej należy:

- przyjmowanie sformalizowanych depeesz ze stacji zbiorczych drogą teleksową,
- sprawdzanie formalnej strony przekazywanych depeesz,
- bieżące tworzenie zbioru roboczego aktualnych danych,
- dokonywanie zgrubnej analizy merytorycznej poprawności danych,
- tworzenie wyjściowego zbioru informacji dla etapu przetwarzania,
- opracowywanie zestawień nie wymagających przetwarzania,
- przekazywanie komunikatów użytkownikom,
- druk sprawozdania z przebiegu przetwarzania.

Dokładniejszy opis procesu przyjmowania i analizy depeesz, gromadzenia informacji w bazie SHO, a także szereg danych eksploatacyjnych pochodzących z okresu uruchamiania, zamieszczono w referacie [3]. Dla ogólnej informacji warto natomiast podać, że w SHO gromadzi się dane z ostatnich 16 dni, natomiast aktualizacja bazy następuje w warunkach normalnych raz na dobę, w okresach powodziowych co 3 godziny.

Programy użytkowe, zbudowane na bazie oprogramowania podstawowego SHO, pozwalają na formułowanie komunikatów, redagowanie depeesz do użytkowników i drukowanie zestawień. Nie stanowią one oczywiście zamkniętego zespołu programów i procedur. W najbliższym czasie należy się spodziewać znacznego rozwoju w tej dziedzinie, wynikającego z bieżących potrzeb Pracowni Prognoz Hydrologicznych, a także wymagań użytkowników.

4. System Sterowania Falą Powodziową

Podjęcie prac nad tym systemem podyktowane było z jednej strony potrzebą zwiększenia efektywności działania służby hydrologicznej w okresach powodziowych, z drugiej istniejącymi możliwościami wspomagania decydenta (jakim jest Regionalny Ośrodek Dyspozycyjno - Informacyjny przy ODSK Kraków) w zakresie wypracowywania propozycji decyzji o odpływach ze zbiorników i informowania o przewidywanych skutkach tych decyzji. Pierwszy etap tworzenia tego systemu obejmuje dorzecze Wisły od przekroju Pustynia po przekrój Szczucin, natomiast obiektami sterowania są zbiorniki zlokalizowane na Sole, Rabie i Dolnym Dunajcu.

Do najistotniejszych funkcji Systemu Sterowania Falą Powodziową należą :

- aktualizacja operacyjnego zbioru informacji umożliwiających uruchomienie systemu,
- formułowanie prognoz hydrogramów przepływów na najbliższe 48 godzin w wybranych przekrojach wejściowych systemu na podstawie m.in. ilościowej prognozy opadu,
- wybór i uruchamianie modeli sterowania zbiornikami,
- określanie dopuszczalnego zbioru wariantów sterowania obiektami systemu,
- analiza pracy obiektów sterowania oraz skutków sterowania (strat powodziowych),
- dostarczanie decydentowi zbioru informacji umożliwiających podjęcie ostatecznej decyzji o odpływach ze zbiorników,
- opracowanie ostatecznej prognozy transformacji fali z uwzględnieniem podjętych decyzji,
- wysyłanie komunikatów specjalnych,
- archiwizacja prognoz i wariantów sterowań w celu doskonalenia parametrów modeli,
- druk sprawozdania z przebiegu przetwarzania.

SSFP posiada własną operacyjną bazę danych, zawierającą zbiory niezbędnych aktualnych informacji hydrologicznych z systemu rzeczywistego (przepływy i stany zbiorników), zbiory robocze i parametry modeli, wy-

nikowe zbiory prognoz i sterowań oraz zbiorów informacji o zagrożeniu powodziowym dorzecza górnej Wisły. Aktualizacja bazy danych następuje w okresie powodzi w przedziałach trzygodzinnych, w warunkach normalnych raz na dobę. Poza tym doraźnie, w okresach międzypowodziowych, aktualizować się będzie parametry dla modeli transformacji fali w korytach rzecznych oraz zbiory zagrożeń i strat powodziowych, a także krzywe konsumpcyjne. Taka organizacja aktualizacji operacyjnej bazy danych pozwala na rozpoczęcie przetwarzania programów powodziowych w dowolnym momencie.

Organizację bazy danych oraz programy obsługi opracował Instytut Automatyki Politechniki Warszawskiej. Szczegółowy opis organizacyjny zawiera praca [6], natomiast przewidywaną w warunkach powodziowych zawartość bazy praca [7].

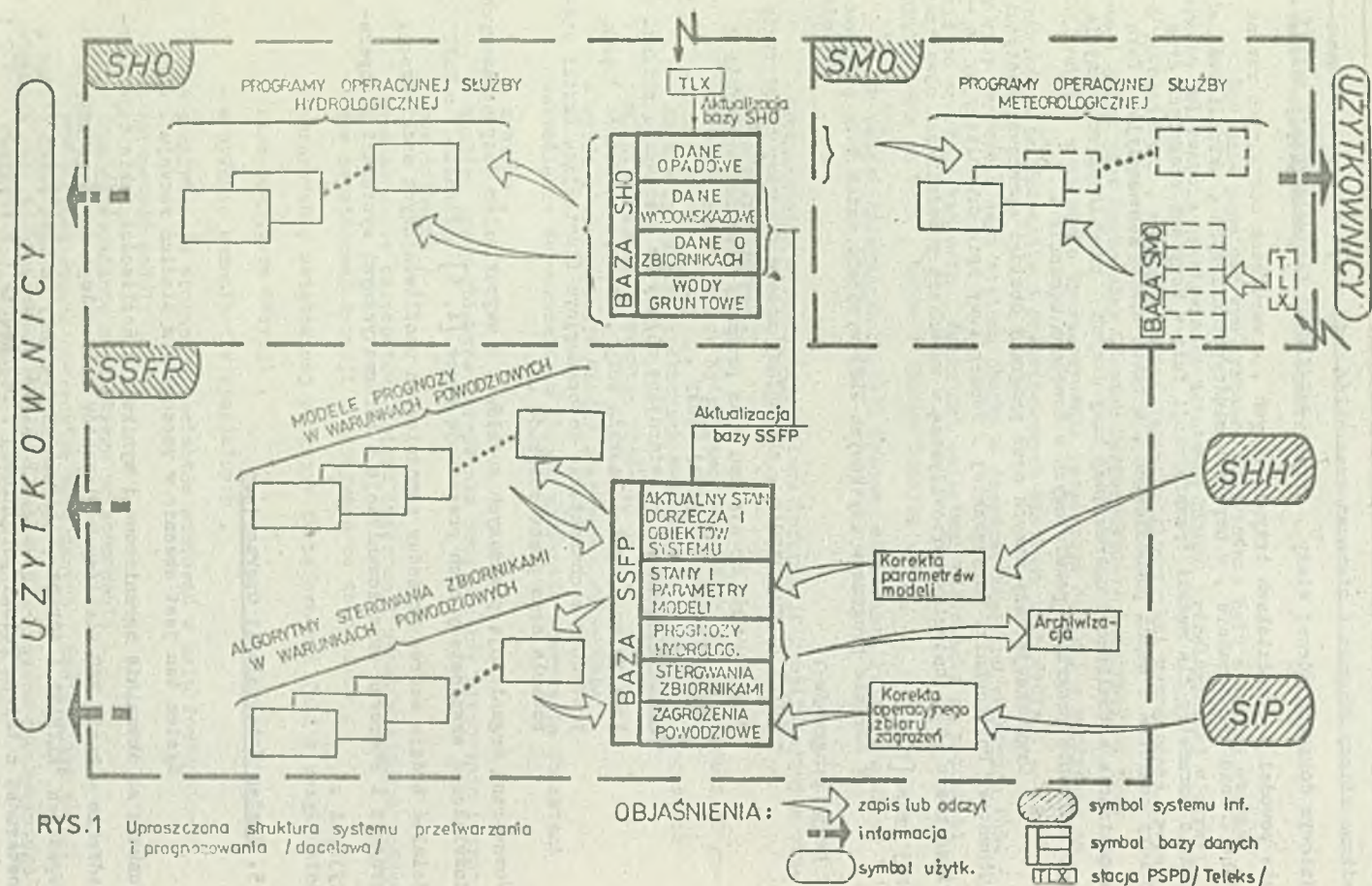
W obrębie programów użytkowych SSFP wyróżnić można dwie podstawowe grupy programów:

- moduł prognozowania, obejmujący modele prognozy hydrogramów dopływu wody do systemu oraz prognozy transformacji fali w obrębie dorzecza górnej Wisły,
- moduł sterowania, zawierający algorytmy sterowania zbiornikami retencyjnymi (Kaskada Soły, Dobczyce, Rośnów) oraz procedury o charakterze informacyjnym ilustrujące skutki sterowania oraz pracę obiektów.

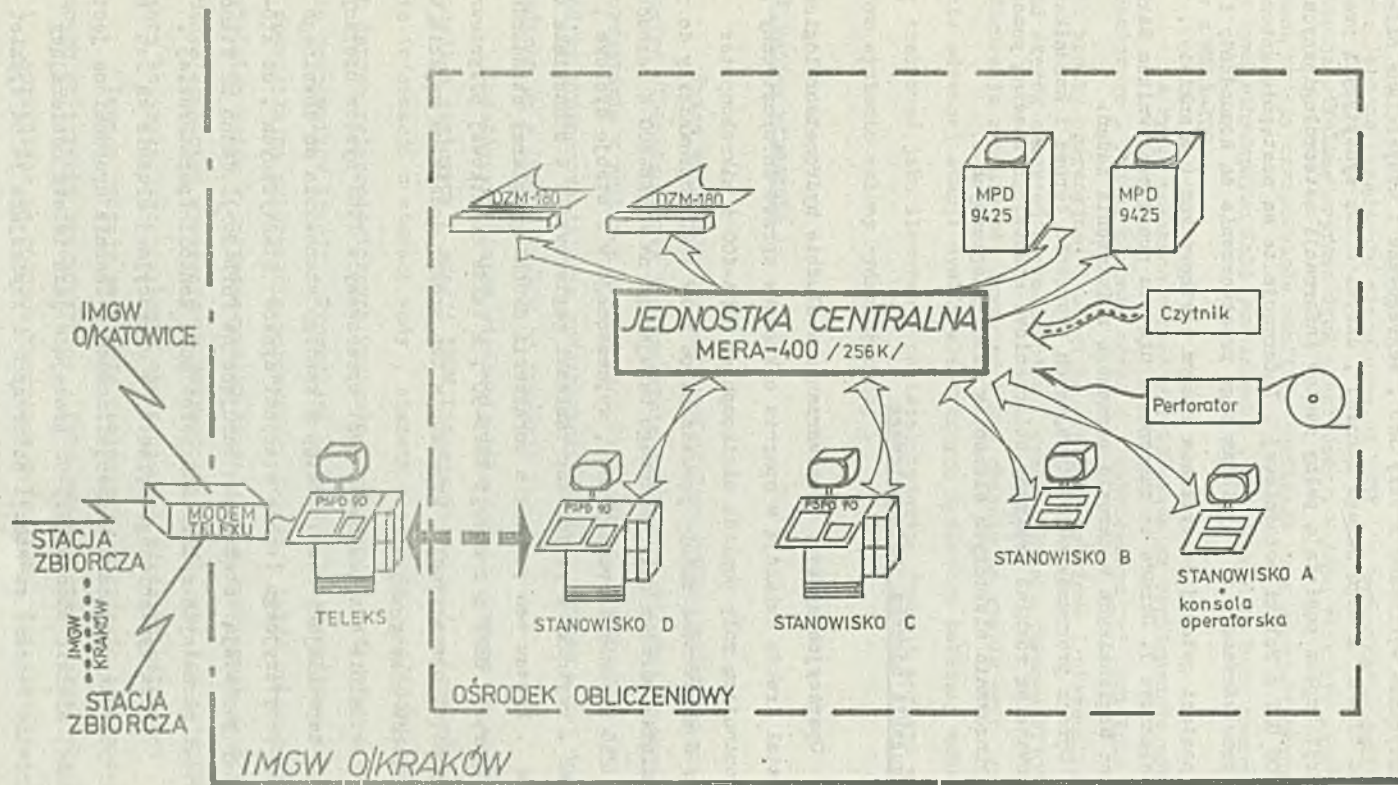
Wewnętrzna organizację powyższych modułów, z uwypukleniem dotychczasowych doświadczeń eksploatacyjnych prezentują prace [4, 5]. Ponadto, w SSFP działać będzie szereg procedur pomocniczych umożliwiających archiwizację prognoz i sterowań oraz komunikację z informatycznymi systemami nieoperacyjnymi.

5. System Meteorologii Operacyjnej



System ten jest obecnie w początkowym stadium rozwoju. Jego funkcje są aktualnie ograniczone i wynikają z możliwości, jakie daje zgromadzenie w bazie SHO niektórych elementów meteorologicznych zawartych w depeszach "KLIMAT" i "OPAD", podawanych dwa razy na dobę przez stacje i posterunki z terenu Polski południowej. Depesze te (z terminem 06 GMT)



RYS.1 Uproszczona struktura systemu przetwarzania i prognozowania / docelowa/



RYS. 2 Ideowy schemat konfiguracji sprzętu obliczeniowego dla celów przetwarzania w służbie operacyjnej IMGW O/KRAKÓW

 połączenie on-line
 połączenie off-line

są automatycznie wybierane z bazy SHO , segregowane i uzupełniane off-line depeszami "SYNOP" z tego samego terminu , dzięki czemu synoptycy i pracownicy Sekcji Depesz posiadają pełny zestaw informacji meteorologicznych z godziny 06 GMT z Polski południowej . Informacje te są następnie automatycznie przetwarzane , a wynikiem tego przetworzenia są komunikaty i depesze w postaci gotowej do wysłania różnym użytkownikom (blankiety , taśmki teleksowe). Skraca to znacznie i ułatwia pracę pracownikom Zakładu Prognoz Regionalnych w okresie porannego spiętrzenia zadań .

Oprócz programów automatyzujących tworzenie depesz i komunikatów eksploatowane są również programy obliczeniowe stanowiące znaczną pomoc przy promozowaniu niektórych elementów meteorologicznych .

6. Wyposażenie ośrodka obliczeniowego

Operacyjne systemy przetwarzania w służbie hydrometeorologicznej IMGW Oddział Kraków działają w oparciu o krajowy sprzęt informatyczny , w którym dominującą rolę posiada minikomputer KERA-400 i mikrokomputer PSPD-90 . Konsekwentne zakupy prowadzone od roku 1980 doprowadziły do powstania załączka ośrodka obliczeniowego bazującego na KERZE-400 o rozbudowanej do 256 K pamięci operacyjnej , wyposażonego w 2 stacje dyskowe , 2 drukarki , czytniki i perforator taśmki papierowej i 4 stanowiska operatorskie . Zestaw ten powstał z połączenia dwóch egzemplarzy standardowej konfiguracji MERY i 2 stacji PSPD-90 , a także dodatkowej półprzewodnikowej pamięci operacyjnej . Uzyskano w ten sposób dodatkowe wejście w postaci dysków elastycznych .

Aktualnie eksploatowany jest opracowany w IIUJ system operacyjny KOM3P , zapewniający m.in. dostęp z każdego stanowiska do dowolnego urządzenia peryferyjnego (poza stacjami dysków elastycznych , do których dostęp posiadają stanowiska bazujące na PSPD-90). Jedno ze stanowisk oprócz normalnych możliwości pełni rolę konsoli operatorskiej .

Oprócz wymienionego sprzętu w operacyjnej służbie są lub będą wykorzystywane urządzenia specjalizowane . Obecnie uruchomiona jest w codziennej służbie stacja PSPD-90 pracująca jako teleks odbierający sformalizowane depesze ze stacji zbiorczych i zapisująca je na dyskiet -

kach . Jest to urządzenie niezależne od MERY , a komunikacja pomiędzy nimi następuje off-line poprzez dysk elastyczny . W roku bieżącym uruchomione zostaną cztery czarno-białe monitory graficzne oraz specjalizowany analogowy symulator spływu fali powodziowej . Urządzenia te będą pracować on-line z MERA-400 .

Na rys.2 pokazano schematycznie aktualną konfigurację sprzętu obliczeniowego . Trudno obecnie mówić o ostatecznym jej kształcie dla potrzeb służby operacyjnej z uwagi na problemy lokalowe i niezrealizowany dotąd szereg zamówień u producentów (dyski , stacja taśmowa PT305) . Konfiguracja zmienia się okresowo (np. obecnie na etapie prób jest podłączanie odrębnej stacji dysków elastycznych), dlatego pokazany schemat należy traktować jako ilustrację najistotniejszych funkcji sprzętu w operacyjnym systemie osłony hydrologicznej .

7. Przebieg wdrożenia

Przez wdrożenie operacyjnego systemu osłony hydrologicznej należy rozumieć wielokierunkowe i długoletnie działania etapowe , zmierzające do wykorzystania w praktyce nowych technik zbierania informacji , najnowszej metodyki prognozowania oraz podejmowania decyzji . Prace w tej dziedzinie prowadzone są w IMGW O.Kraków od przeszło roku .

Podstawowym etapem wdrożenia była zmiana systemu przekazywania informacji z etatowych stacji IMGW (Stacje Zbiorcze) . Wprowadzenie kodowania informacji o stanach wody , stanach zbiorników , opadów oraz niektórych danych meteorologicznych wymagało odpowiednich przygotowań oraz szkolenia pracowników Stacji . Prowadzona od początku szczegółowa analiza błędów pozwoliła na zwiększenie poprawności depesz, a także wskazała kierunki niewielkich zmian w przygotowywaniu depeszy oraz programach analizujących. Istotnym elementem wymuszającym poprawność depesz jest ich automatyczna bieżąca kontrola oraz odsyłanie stwierdzonych błędnych meldunków .

Innego rodzaju problemów dostarczyło wdrożenie programów realizujących obliczenia prognostyczne . Były one opracowane przez różnych autorów i sprawdzane na różnych maszynach cyfrowych . Podstawowym zadaniem tego etapu było dostosowanie programów do możliwości obliczeniowych mini -

komputera MERA-400 zainstalowanego w IMGW Kraków . Następne zadania polegały na zmianach fragmentów programów dotyczących wprowadzania danych obserwacyjnych , wprowadzania obliczonych prognoz oraz tworzenia i wykorzystywania zbiorów roboczych . Prace te łączyły się z dostosowywaniem programów do współpracy z bazą Systemu Hydrologii Operacyjnej (dane obserwacyjne) oraz bazą Systemu Sterowania Falą Powodziową (prognozy , zbiory robocze) .

Prace w zakresie uruchamiania programów modułu sterowania prowadzone są równolegle w dwóch ośrodkach : IMGW O.Kraków i Instytucie Automatyki Politechniki Warszawskiej . W Krakowie założona została operacyjna baza danych SSSP oraz uruchomiono większość algorytmów sterowania i procedur informacyjnych . Obecnie prowadzone jest gruntowne testowanie programów obliczeniowych . Ponadto w Instytucie Informatyki trwają prace nad budową specjalizowanego systemu operacyjnego , umożliwiającego obsługę urządzeń zaprojektowanych i wykonanych przez IAPW .

Wszystkie prowadzone prace wdrożeniowe były możliwe do realizacji w chwili uruchomienia własnego ośrodka obliczeniowego . Praktyka wcześniejszych wdrożeń pokazała , że byłoby to niemożliwe przy korzystaniu z "obcych" ośrodków obliczeniowych . Dalsze etapy wdrożenia zmuszają do ciągłej pracy nad dostosowaniem sprzętu oraz konfiguracji minikomputera do coraz większych wymagań systemów operacyjnych . Wykorzystywana do komunikacji ze Stacjami Zbiornymi jedna linia teleksowa już w chwili obecnej znacznie ogranicza zdolności przetwarzania .

8. Podsumowanie

W blisko 10-letnim okresie prac badawczych i wdrożeniowych w zakresie udoskonalania rutynowych funkcji IMGW O.Kraków : udało się doprowadzić do etapu integracji poszczególnych elementów i stopniowego uruchamiania systemu osłony hydrologicznej . Obecnie Oddział jest przygotowany do podjęcia intensywnych działań wdrożeniowych , już z aktywnym udziałem użytkowników . Dotychczasowe efekty uznać należy za pozytywne i umożliwiające podjęcie , na bazie uzyskanych doświadczeń , podobnych działań w innych Oddziałach Instytutu .

Przedstawionej wersji systemu cc do zakresu , funkcji i środków

realizacji nie należy traktować jako ostatecznej . System ten powinien być dalej konsekwentnie rozwijany i doskonalony we wszystkich jego elementach . W tym celu przewiduje się w następnej pięcioletce kontynuację prac badawczych i wdrożeniowych . Konieczne będzie m.in. rozpoczęcie równoległej eksploatacji w czasie rzeczywistym proponowanego systemu obok tradycyjnego sposobu organizacji procesu zbierania i prognozowania . Dla uzyskania pełnej niezawodności systemu , praca równoległa winna być prowadzona przez okres nawet kilku lat .

Należy podkreślić , że dotychczasowe osiągnięcia są efektem pracy wielu zespołów z kilku ośrodków naukowych w Polsce . Wśród jednostek współpracujących z IMGW O/Kraków w zakresie realizacji systemu wymienić należy Instytut Automatyki Politechniki Warszawskiej , Instytut Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego , IMGW Warszawa , Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej , a także Krakowską Fabrykę Aparatury Pomiarowej i Zakład Elektronicznej Techniki Obliczeniowej Kraków . Nastąpiła integracja środowisk inżynierów i naukowców z wielu dziedzin (hydrologii , gospodarki wodnej , analizy systemowej , informatyki) dzięki prowadzonej systematycznie roboczej wymianie informacji . Zaangażowanie tych zespołów jest tym bardziej godne uwagi , że często (zwłaszcza w ostatnim okresie) podejmowane być musiały zmusne działania organizacyjno - wdrożeniowe , nie zawsze zaspokajające aspiracje środowiska naukowego .

LITERATURA

- [1] J.Filimowski,E.Łasut : Informatyczny system hydrologii operacyjnej Oddziału IMGW w Krakowie . Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej , Automatyka z 48, Gliwice , 1979.
- [2] H.Śkota,J.Grela,R.Konieczny : Koncepcja systemu sterowania falą powodziową w górnym dorzeczu Wisły . Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej , Automatyka , z 68 , Gliwice 1983 .
- [3] W.Burczyk,M.Doniec,E.Łasut : Podsystem automatyzacji prac w ramach hydrologii operacyjnej na bazie mikrokomputera PSPD-90 i mini-komputera MERA-400 .(mat.konferencyjne).

- [4] A.Kruszewski, J.Żelaziński : Podsystem operacyjnego prognozowania hydrogramów odpływu powodziowego dla dorzecza górnej Wisły (mat.konferencyjne).
- [5] J.Grela, P.Madej, R.Schaefer : Podsystem operacyjnego wypracowywania decyzji o odpływach ze zbiorników górnej Wisły w okresach powodziowych (mat.konferencyjne).
- [6] Raport z realizacji tematu 7.05.08.11. IAPW , maszynopis , 1984 , cz. II : Oprogramowanie przeznaczone do wykorzystania operacyjnego w systemie sterowania falą powodziową .
- [7] Optymalny model sterowania falą powodziową górnej Wisły . PR.7.05.08.08 . IMGW Kraków , maszynopis , 1984.

THE HYDROLOGICAL FORECASTING AND WARNING OPERATIONAL SYSTEM IN THE UPPER VISTULA BASIN

S u m m a r y

The paper synthesizes the efforts taken by the Institute of Meteorology and Water Management in Kraków within the framework of PR-7 activities tending towards improvement of the hydrological operational service in the Upper Vistula basin. These activities base on automation of the works and wide-spread application of the information systems applying the home processing equipment. The structure of the system, its elements and problems of implementing are discussed.

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ В БАСЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВИСЛЫ

Р е з ю м е

Настоящая работа является синтезом предпринимаемых работ в ИМГВ Краков охватываемые программой PR-7 действий имеющих целью усовершенствования операционную гидрологическую службу в бассейне верхней Вислы. Действия эти заключаются в автоматизации рутинных работ и в широком применении информатических систем на основе отечественного оборудования ЭВМ. Оговорены структура системы и отдельные её элементы а также внедрительная проблематика.