

KAZIMIERZ A. SALEWICZ

TOMASZ TERLIKOWSKI

INSTYTUT GEOFIZYKI PAN

WARSZAWA

ANALIZA DZIAŁANIA SYSTEMU ZBIORNIKÓW GOCZAŁKOWICE - KASKADA SOŁY
W OKRESIE NIŻÓWKI 1983 - 84

Streszczenie: W pracy przedstawiono analizę działania zbiorników retencyjnych systemu zaopatrzenia w wodę GOP w okresie niżówki z lat 1983-84. W oparciu o dane historyczne i wyniki przeprowadzonej symulacji sterowania rozdziałem zasobów wodnych zgodnie z obowiązującymi regułami decyzyjnymi przedstawiono ocenę jakościową działania zbiorników, podano źródła przyczyn wystąpienia trudności w pracy zbiorników, sformułowano propozycje usprawnienia i modyfikacji metod oraz organizacji procesu sterowania operacyjnego systemem.

1. Wprowadzenie.

Od szeregu lat w ramach Kierunku 05 Programu Rządowego PR-7 prowadzone są różnorodne badania mające na celu uruchomienie zintegrowanego systemu zarządzania i sterowania gospodarką wodną na obszarze tzw. aglomeracji miejsko - przemysłowej. Zakres terytorialny systemu oraz klasyfikacja zadań dla jego funkcjonowania omówione zostały w II Redakcji pracy pt.: "Opracowanie generalnej koncepcji systemu", którą przedstawił zespół Hydroprojektu Warszawa w roku 1978. Zgodnie z ujęciem problemu zawartym w cytowanym "Opracowaniu generalnej koncepcji ...", w strukturze systemu wodno-gospodarczego wyróżniono między innymi podsystem kształtowania i ochrony zasobów wodnych. Najważniejszym elementem tego podsystemu jest układ zbiorników retencyjnych Goczałkowice - Kaskada Soły, którego głównym zadaniem jest zaopatrzenie w wodę aglomeracji miejsko - przemysłowych Bielska, Rybnickiego Okręgu Przemysłowego, Katowic oraz szeregu innych użytkowników. Problem opracowania metod sterowania rozdziałem zasobów wodnych tego układu zbiorników od szeregu już lat jest przedmiotem zainteresowania różnych specjalistów, o czym świadczą na przykład prace Gabrysia (1971), Kindlera (1974), Latarnika i Wojciechowskiego (1979), Słoty (1975), Słoty i innych (1978), Fillimowskiego i Dońca (1983), Kalinowskiego, Salewicza i Terlikowskiego (1979), Salewicza i Terlikowskiego (1981), Salewicza (1982).

W ramach Kierunku 05 Programu Rządowego PR-7 prowadzone są badania nad opracowaniem wielowarstwowej struktury układu sterowania rozdziałem zasobów wodnych w omawianym systemie zbiorników (patrz Salewicz i Terlikowski (1981), Salewicz i inni (1983) oraz (1984)).

Sterowanie rozdziałem zasobów wodnych systemu zbiorników Goczałkowice - Kaskada Soły odbywa się aktualnie w oparciu o zasady przedstawione w pracach Hydroprojektu Kraków z roku 1981 i 1983 (patrz bibliografia). Zasady te uzupełnione zostały o opracowany w latach 1983-84 sposób prowadzenia rozdziału zasobów w warunkach silnego deficytu (załączniki do "Raportu o aktualnym stanie zapasów wody w zlewniach rzek Wisły, Soły, Brynicy, Przemyszy" z dnia 13 marca 1984 r., przedłożonego władzom państwowym przez naczelnego dyrektora Wojewódzkiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Katowicach).

Do chwili obecnej, to jest do dnia pisania niniejszej pracy, nie zapadły ostateczne i wiążące decyzje o utworzeniu organizacji zarządzającej i sterującej gospodarką wodną w regionie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. W związku z tym nie został też dokonany wybór zasad, zgodnie z którymi podejmowane będą operacyjne decyzje o rozdziale zasobów wodnych w omawianym systemie; nie została też ustalona informacyjna i kompetencyjna struktura organów zarządzania i sterowania.

Stąd rzeczą niezmiernie ważną jest przeprowadzenie analizy, jak działały zbiorniki retencyjne systemu podczas długo trwającego okresu występowania niskich i bardzo niskich dopływów do zbiorników.

Pozwoli to na sformułowanie:

- (i) - wniosków odnośnie do cech, jakie powinny charakteryzować reguły decyzyjne sterowania zbiornikami, aby chronić system przed skutkami długotrwałych niżówek;
- (ii) - propozycji usprawnienia procesów przetwarzania i gromadzenia informacji wykorzystywanych przy podejmowaniu decyzji w procesie sterowania operacyjnego;
- (iii) - propozycji organizacji procesów podejmowania decyzji przy sterowaniu rozdziałem zasobów wodnych.

Sądzymy, że przedstawiana przez nas analiza rzeczywistej sytuacji umożliwi nie tylko lepsze zrozumienie problematyki sterowania zbiornikami, ale pomoże zaproponować i zorganizować efektywną strukturę sterowania systemem zbiorników Goczałkowice - Kaskada Soły.

2. Zasady dokonywania rozdziału zasobów wodnych

Zgodnie z obowiązującymi zasadami dokonywania rozdziału zasobów wodnych decyzje o wielkościach przerzutów wody do jej odbiorców oraz o wielkościach zrzutów ze zbiorników zależą jedynie od wielkości zapasu wody znajdującej się w zbiornikach w chwili podejmowania decyzji. Obowiązująca instrukcja sterowania wyróżnia trzy zasadnicze stany systemu:

- (1) - kiedy zapas wody w zbiornikach przekracza 100 mln. m³.
Wówczas wyrównany odpływ z Kaskady Soły i Goczałkowic,

łącznie z odpływem ze zlewni Soły poniżej zbiornika w Czańcu wynosi $18 \text{ m}^3/\text{s}$.

- (ii) - gdy zapas wody we wszystkich zbiornikach jest mniejszy od 100 mln. m^3 i większy od 50 mln. m^3 . Przyjmuje się, że wyrównany odpływ z Kaskady Soły i Goczałkowic, łącznie z odpływem ze zlewni Soły poniżej zbiornika w Czańcu wynosi $15,4 \text{ m}^3/\text{s}$.
- (iii) - kiedy zapas wody w zbiornikach jest mniejszy od 50 mln. m^3 . Dla tego stanu opracowano (uzupełniając pierwotną formę "Instrukcji gospodarki wodą ...") znacznie bardziej szczegółowe zasady dokonywania rozdziału zasobów, przy czym decyzje o zasilaniu odbiorców uzależniono nie tylko od wielkości zapasu wody w zbiornikach, ale również i od czasu, w związku z czym przy tej samej wielkości zapasu wody w zbiornikach różne mogą być wielkości zasilania odbiorców. Należy dodać, że w pewnych okresach czasu działania według tych awaryjnych reguł postępowania rozpoczyna się już wtedy, gdy zapas wody w zbiornikach jest mniejszy od 55 mln. m^3 .

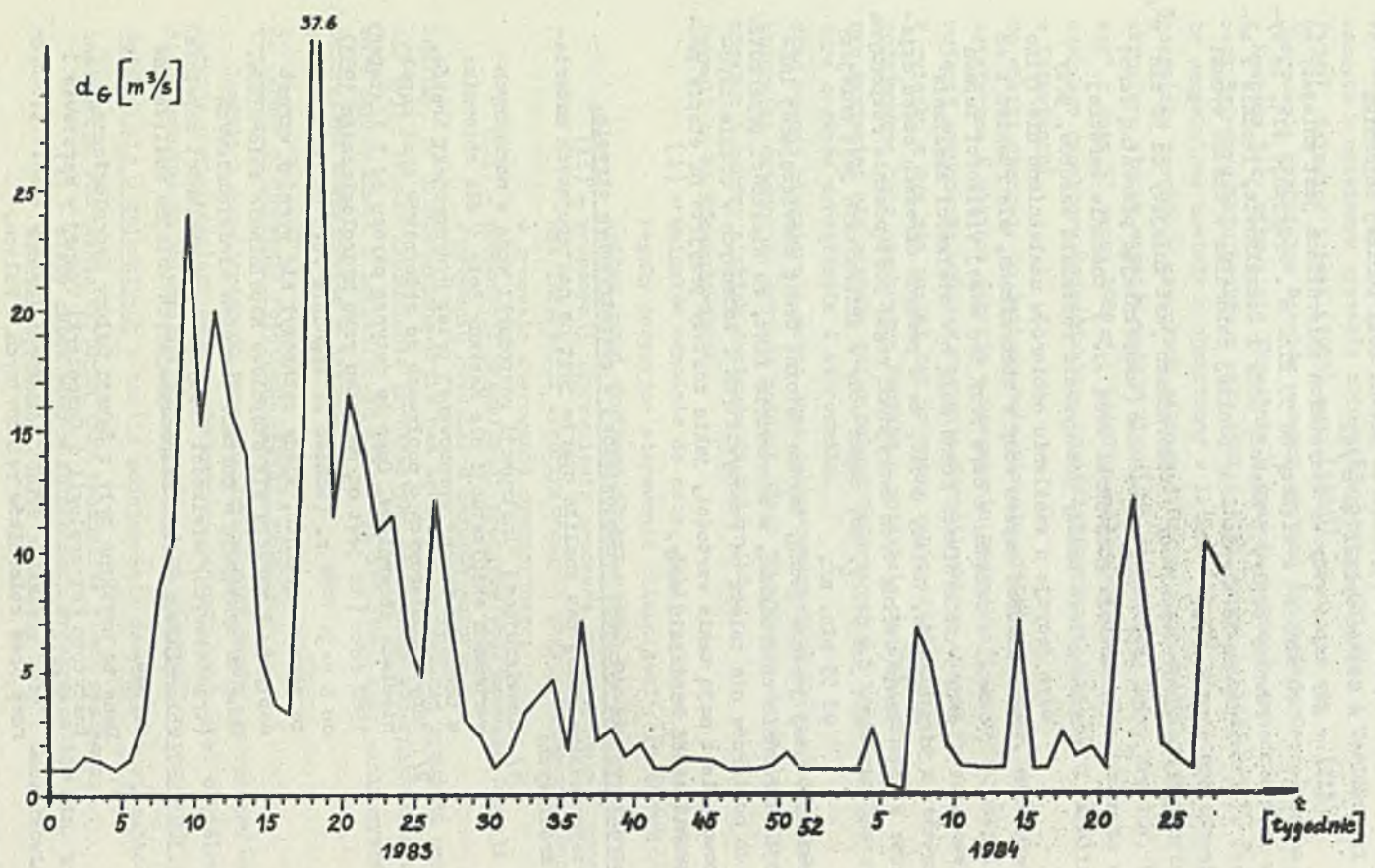
Podkreślamy tutaj jeszcze jedną, bardzo istotną cechę obowiązującej instrukcji sterowania zbiornikami, a mianowicie fakt, że wielkości przerzutów wody do odbiorców nie zależą od rzeczywistych i zmiennych w czasie zapotrzebowań, lecz mają takie wartości, jakie zostały przyjęte na etapie projektowania zasad rozdziału wody.

3. Charakterystyka sytuacji hydrologicznej w rozpatrywanym okresie.

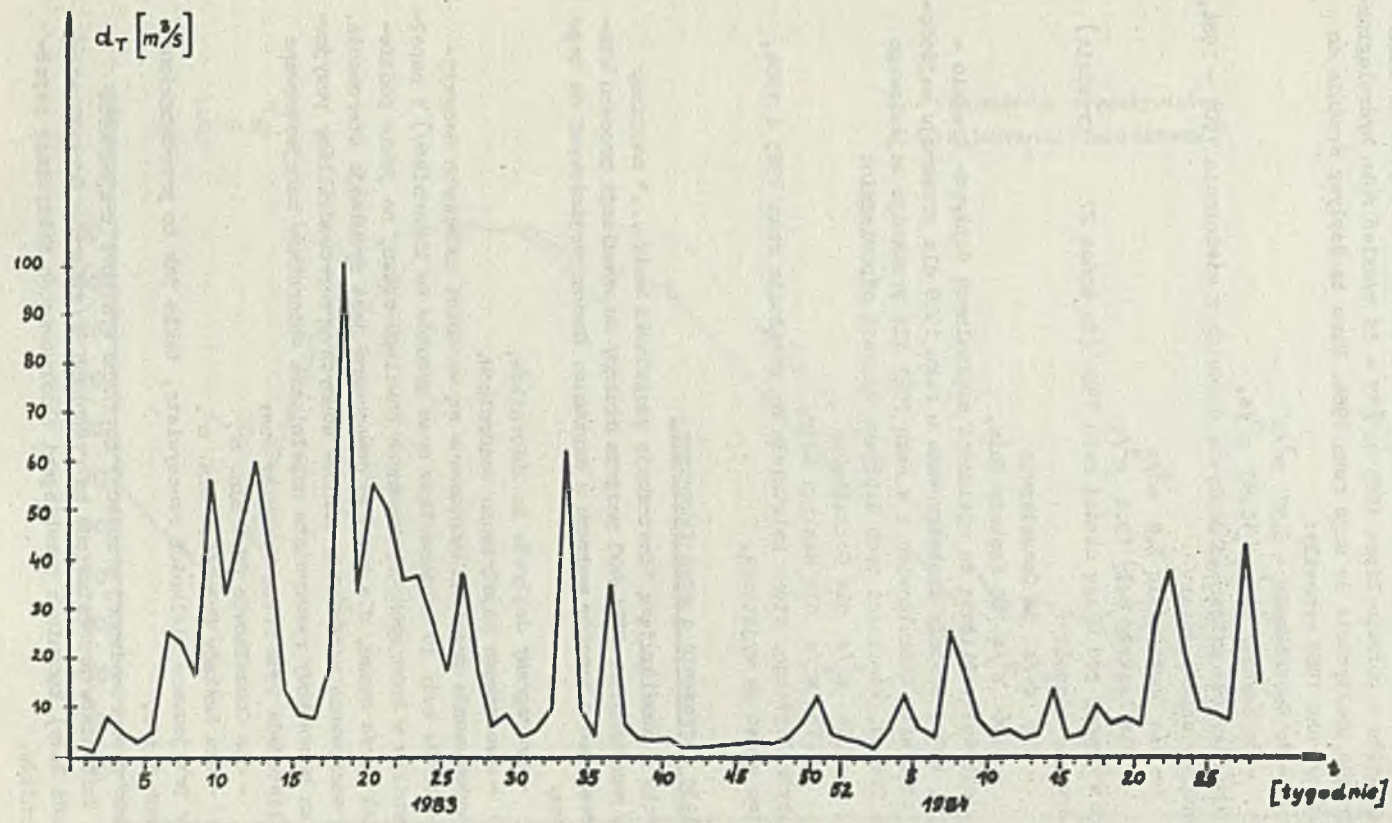
Przeprowadzana przez nas analiza oparta jest na następujących materiałach źródłowych:

- 1/. obowiązującej "Instrukcji gospodarki wodą w normalnych warunkach eksploatacji dla Kaskady Soły i dla zbiornika w Goczałkowicach" opracowanej przez Hydroprojekt Kraków.
 - 2/. danych pomiarowych o dopływach do zbiorników oraz napełnieniach zbiorników. Dane te dotyczą okresu od 1 listopada 1982 roku (to jest od początku roku hydrologicznego 1983) do 8 maja 1984 r. (koniec 27 tygodnia roku hydrologicznego), to jest do momentu, kiedy zaznaczył się wyraźny wzrost dopływów i zaczęło się stopniowe napełnianie zbiorników. Dane te występują w postaci średnich siedmiodniowych (tygodniowych) wielkości dopływów oraz wielkości napełnień zbiorników w dniach rozpoczynających kolejne analizowane okresy.
- Dane te uzyskane były z Sekcji Osłony Hydrologicznej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie i są publikowane w codziennych biuletynach o stanie głównych rzek oraz zbiorników retencyjnych w Polsce.

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono odpowiednio hydrogramy średnich tygodnio-



Rys.1. Dopływy do zbiornika Goczałkowice



Rys. 2. Dopływy do Kaskady Soły

wych dopływów do zbiornika Goczałkowice oraz Kaskady Soły.

Jak widać z tych rysunków, wyraźne obniżenie wielkości dopływów do zbiorników nastąpiło w połowie lipca 1983 r. (37 - 38 tydzień roku hydrologicznego) i trwało praktycznie do maja roku 1984. Mimo to dopływy średnie do zbiorników w roku 1983 wynosiły:

- do Goczałkowic - $6.57 \text{ m}^3/\text{s}$
- do Kaskady Soły - $18.93 \text{ m}^3/\text{s}$,

a więc były niewiele niższe od dopływów średnich z wielolecia 1901 - 1984, które wynosiły odpowiednio:

- dla Goczałkowic $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla Kaskady Soły $19.8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Natomiast w branej pod uwagę części roku 1984 (do końca 27 tygodnia) dopływy średnie wynosiły:

- $2.6 \text{ m}^3/\text{s}$ do Goczałkowic
- $9.96 \text{ m}^3/\text{s}$ do Kaskady Soły,

co jest wielkością zbliżoną do wielkości minimalnych dopływów średnio - rocznych, które zostały zaobserwowane w roku 1928 dla przekroju wejściowego dla zbiornika Goczałkowice i w roku 1921 dla przekroju wejściowego zbiornika Tresna. Wielkości tych dopływów wynoszą odpowiednio:

- $2.24 \text{ m}^3/\text{s}$ dla Goczałkowic
- $7.78 \text{ m}^3/\text{s}$ dla Kaskady Soły.

Sytuację hydrologiczną, która zaistniała na przełomie roku 1983 i 1984, można zatem uznać za wyjątkową.

4. Symulacja sterowania a stan faktyczny.

W oparciu o obowiązującą "Instrukcję gospodarki wodą ..." napisany został na minikomputer MERA-400 program służący do symulacji procesu sterowania rozdziałem zasobów wodnych w systemie. Danymi wejściowymi do tego programu są:

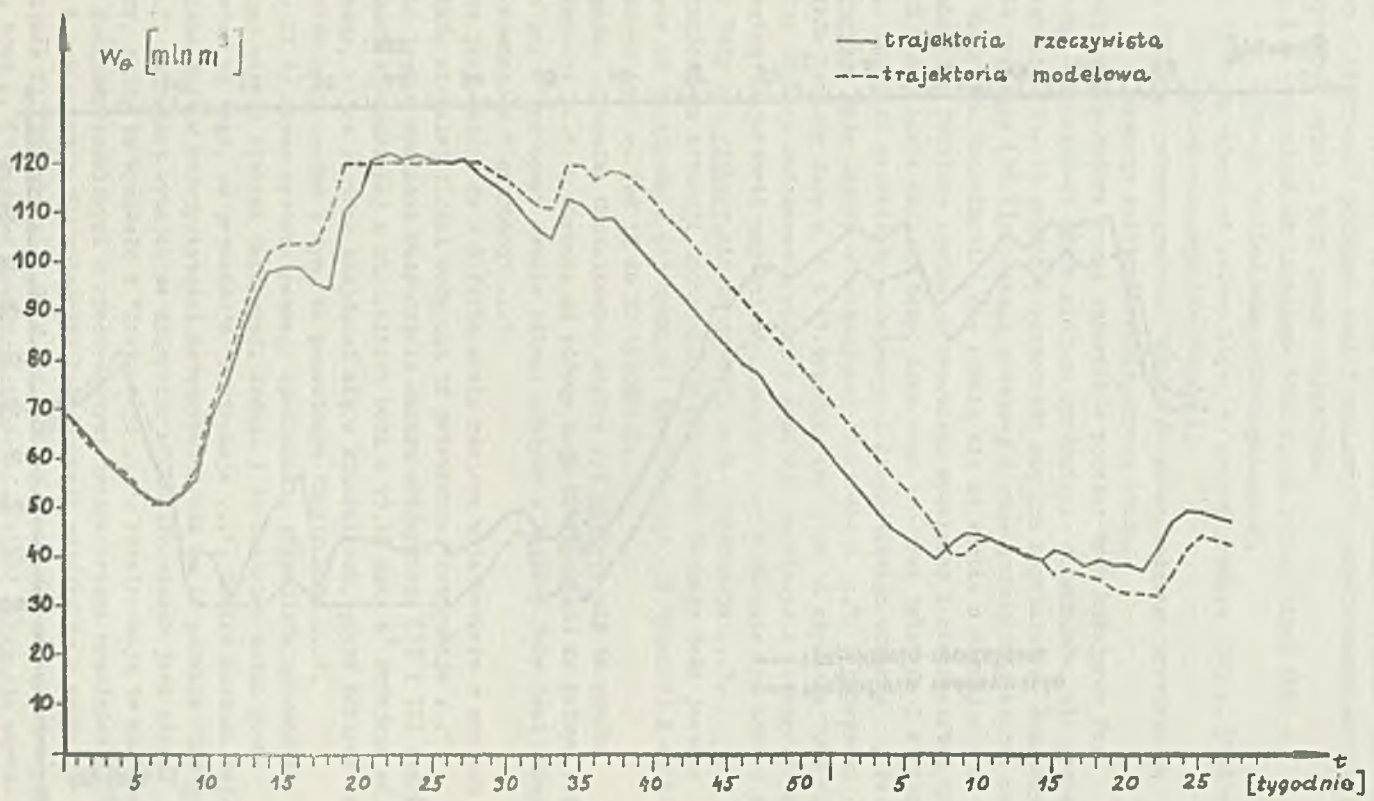
- hydrogramy dopływów do zbiorników,
- początkowe napełnienia zbiorników.

W czasie wykonywania programu wyznaczane są wartości zmiennych decyzyjnych (przerzutów wody do użytkowników oraz zrzutów ze zbiorników) i napełnień zbiorników w kolejnych, dyskretnych chwilach czasu, na jakie podzielony został okres czasu, dla którego dokonywana jest symulacja sterowania. Symulację sterowania rozdziałem zasobów wodnych przeprowadziliśmy przyjmując za stan początkowy rzeczywiste napełnienia zbiorników zarejestrowane w dniu 1 listopada 1982 roku. Wynosiły one:

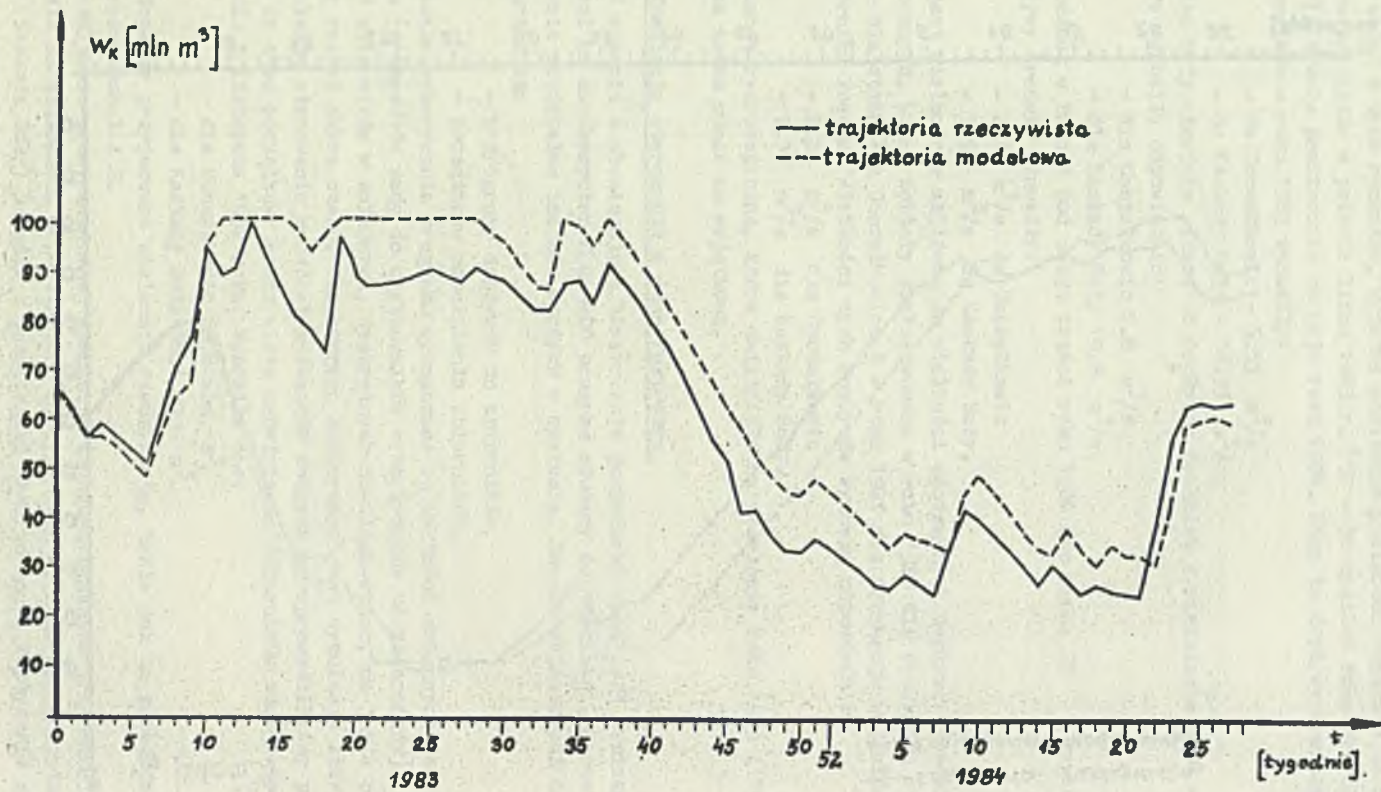
- dla Goczałkowic 69.6 mln. m^3 ,
- dla Kaskady Soły 66.1 mln. m^3 .

Za dopływy przyjmowano wielkości rzeczywiste, takie jak to przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

W rezultacie przeprowadzonej symulacji uzyskano wynikowe trajektorie napełnień zbiorników przedstawione na rysunkach 3 (zbiornik Goczałkowice) i 4 (Kaskada Soły) łącznie z przebiegami obserwowanych faktycznie napełnień zbiorników.



Rys. 3. Zbiornik Goczałkowice



Rys. 4. Kaskada Soły

Porównanie rzeczywistych przebiegów napełnień zbiorników z obliczonymi przebiegami ich napełnień (poniekąd wzorcowymi) stanowić będzie (wraz z materiałem o dopływach) podstawę naszej analizy. W rozpatrywanym okresie czasu wyróżnić można 3 fazy pracy zbiorników:

- fazę I - trwającą od listopada 1982 r. do połowy lipca 1983 r. (37-38 tydzień roku hydrologicznego),
- fazę II - trwającą od połowy lipca do połowy grudnia 1983 r. (7-8 tydzień roku hydrologicznego),
- fazę III - od połowy grudnia 1983 r. do końca, będącego przedmiotem naszego zainteresowania, okresu czasu.

Przeanalizujemy pokrótce pracę zbiorników podczas tych kolejnych faz.

W fazie I początkowo miało miejsce opróżnianie zbiorników, ale począwszy od 6 tygodnia (6 - 12 grudnia) rozpoczęło się ich napełnianie. Zauważyliśmy, że do 14 tygodnia (31.I) przebiegi modelowy i rzeczywisty trajektorii napełnienia zbiornika Goczałkowice nie różnią się od siebie o więcej niż o ok. 4 mln. m³. Podobnie zgodne są przebiegi modelowej i rzeczywistej trajektorii napełnienia Kaskady Soły, lecz stan ten trwa tylko do 3 stycznia 1983 r.. Zgodność przebiegów modelowego i rzeczywistego oznacza, że przeszeregane były zasady obowiązującej "Instrukcji ...". W przypadku zbiorników Kaskady Soły w 10 i 11 tygodniu (od 3 do 16 stycznia 1983 r.) nastąpiło znaczne zwiększenie różnicy pomiędzy modelowym i rzeczywistym przebiegiem trajektorii napełnienia, mianowicie: w okresie tym odpływ z Kaskady Soły był większy, niż to przewidywała "Instrukcja ...".

Do analogicznych sytuacji dochodziło w przypadku Kaskady Soły jeszcze w okresie od 30 stycznia (13 tydzień) do 27 lutego (17 tydzień) i od 5 do 26 marca 1983 r. (od 19 do 22 tygodnia).

W przypadku zbiornika Goczałkowice odpływ był większy, niż to wynika z "Instrukcji ..." w okresie od połowy maja (28 tydzień) do połowy lipca, podczas gdy w tym samym czasie bilans odpływu z Kaskady Soły jest mniejszy od zakładanego w "Instrukcji ...".

Widoczne jest zatem, że w I fazie miało miejsce wydatkowanie z systemu zbiorników większej ilości wody, niż to przewiduje "Instrukcja ...".

W wyniku tego w momencie rozpoczęcia okresu niżówkowego (II i III faza) ilość wody zgromadzonej w zbiornikach była o 19,16 mln. m³ mniejsza od ilości wody, która powinna znajdować się w zbiornikach, gdyby odpływy ze zbiorników były zgodne z tym, co przewiduje "Instrukcja ...".

Faza II to okres systematycznego opróżniania zbiorników spowodowany w głównej mierze niskimi dopływami. Jednak i tu dostrzec można pewne odstępstwa od tego, co przewiduje "Instrukcja ...", bowiem Kaskada Soły opróżniana jest w rzeczywistości intensywniej, niż na to pozwala "Instrukcja ...", natomiast wydatek ze zbiornika w Goczałkowicach jest nieco mniejszy, niżby to wynikało z "Instrukcji ...". Potwierdzają to wielkości różnic pomiędzy modelowymi a rzeczywistymi trajektoriami napełnień zbiorników. I tak w przypadku zbiornika Goczałkowice różnica ta w momencie rozpoczęcia II fazy wynosiła 8,42 mln. m³ (38 tydzień), natomiast w połowie grudnia 1983 r. (7 tydzień roku hydrologicznego 1984) osiągnęła wartość

zrowna. Dla Kaskady Soły różnica ta początkowo wynosiła 9.04 mln. m³, następnie w 46 tygodniu (połowa września 1983 r.) osiągnęła wartość największą: 17.1 mln. m³, aby w momencie zakończenia II fazy sterowania osiągnąć wartość 7.9 mln. m³.

Trzecia wreszcie faza sterowania zbiornikami to okres najtrudniejszy, bowiem wielkość zapasu wody zgromadzonej w zbiornikach jest bardzo mała. Spowodowało to z jednej strony rygorystyczne przestrzeganie zasad "Instrukcji ..." opracowanych na tę awaryjną sytuację, z drugiej zaś strony - - nieuniknione dość znaczne ograniczenie wielkości zasilania odbiorców. Nie dysponowaliśmy niestety danymi o wielkościach zapotrzebowań użytkowników na wodę, stopniu pokrycia tych zapotrzebowań oraz oszacowaniami strat wynikających z powodu niezaspokojenia potrzeb wodnych. Dane takie nie są gromadzone, a tym samym nie mogą być analizowane, co uniemożliwia uzyskanie pełnego i jednoznacznego obrazu stanu gospodarki wodnej w rejonie Górnego Śląska.

Ponieważ obowiązujące zasady dokonywania rozdziału zasobów wodnych systemu w sposób jednoznaczny wiążą wielkość zasilania odbiorców z wielkością zapasu wody zgromadzonej w zbiornikach, stąd oceniamy, że w okresie najniższych stanów zbiorników łączny z nich pobór wody nie przekraczał 11 m³/s.

Naszym zdaniem ta cała niekorzystna dla użytkowników wody w systemie sytuacja powstała w wyniku nałożenia się na siebie trzech następujących przyczyn:

- nietypowej (choć nie niemożliwej do zaistnienia) sytuacji hydrologicznej;
- nieprzestrzegania zasad obowiązującej "Instrukcji...", co było szczególnie widoczne w I i II fazie analizowanego cyklu pracy zbiorników;
- cech strukturalnych obowiązującej "Instrukcji gospodarowania wodą ...", która uzależnia wielkość przerzutów wody do odbiorców jedynie od napełnienia zbiorników, bez uwzględniania innych, możliwych do uzyskania i wykorzystania w procesie decyzyjnym, towarzyszącym sterowaniu rozdziałem zasobów wodnych, szczegółowych informacji charakteryzujących historyczne dopływy do zbiorników, aktualny stan hydrologii zlewni, prognozy dopływów itp. Ponadto decyzje o przerzutach wody do odbiorców powinny być podejmowane w oparciu o dane o faktycznych i prognozowanych wielkościach zapotrzebowań użytkowników na wodę oraz o stratach ponoszonych przez użytkowników.

Przyczyna, która umożliwiła zaistnienie tak fatalnego zbiegu okoliczności, leży, naszym zdaniem, w istniejącej strukturze organizacyjnej gospodarki wodnej.

5. Wnioski:

Zasadniczy wniosek sprowadza się do postulatu o konieczności dokonania zmian strukturalnych w procesach decyzyjnych związanych z gospodarką wodną w tym regionie, czyli utworzenia jednolitego organu zarządzania i sterowania pracą całego systemu wodnego na obszarze GOP.

Towarzyszyć temu jednak musi utworzenie odpowiednich struktur przygotowywania decyzji w sterowaniu operacyjnym rozdziałem zasobów, co łączy się ze:

- stworzeniem zautomatyzowanego systemu zbierania i weryfikacji napływających na bieżąco danych hydrologicznych, informacji o stanach zbiorników, o wielkościach przerzutów wody do odbiorców, oraz systemu opracowywania prognoz hydrologicznych;
- utworzeniem banku danych historycznych charakteryzujących hydrologię omawianego regionu;
- utworzeniem odpowiedniego systemu rejestracji i prognozowania wielkości zapotrzebowań użytkowników na wodę oraz ewidencji strat powstałych w wyniku braku wody;
- podejmowaniem decyzji w oparciu o dobrze przygotowane, obszerne i wiarygodne informacje charakteryzujące stan sterowanego systemu;
- zastosowaniem bardziej elastycznych i wykorzystujących większe ilości informacji metod podejmowania decyzji o wielkościach zasilania odbiorców i zrzutach ze zbiorników.

LITERATURA

- [1] Filimowski J., M. Doniec - (1983) - "System informatyczny dla sterowania zasobami wodnymi Śląska" - Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Automatyka, z. 68, Gliwice.
- [2] Gabrys T. - (1971) - "O metodzie planowania gospodarki wodnej na zbiornikach w systemie wodociągowym" - Gospodarka Wodna nr. 10/11.
- [3] Hydroprojekt Kraków - (1981) - "Instrukcja gospodarki wodą w normalnych warunkach eksploatacji dla Kaskady Soły i dla zbiornika w Goaczałowicach - Redakcja II" - Nr. umowy OK-1028/N, Kraków.
- [4] Hydroprojekt Kraków - (1983) - "Instrukcja gospodarki wodą w normalnych warunkach eksploatacji dla Kaskady Soły i dla zbiornika w Goaczałowicach - Aktualizacja" - Nr. umowy OK-1317/N, Kraków.
- [5] Kindler J. - (1974) - "Optymalizacja planu dyspozytorskiego dla zespołu zbiorników w systemie wodno - gospodarczym" - Praca doktorska, Politechnika Warszawska.
- [6] Latarnik M., K. Wojciechowski - (1979) - "Propozycja algorytmu optymalnego rozrządu wody w systemie rzek Małej Wisły - Soły - Skawy" - Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Automatyka, z. 48, Gliwice.
- [7] Malinowski K., K.A. Salewicz, T. Terlikowski - (1979) - "Koncepcja stero-

wania rozrzędem wody w systemie GOP z bieżącym wykorzystaniem optymalizacji" - Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Automatyka, z. 48, Gliwice.

- [8] Salewicz K.A., T. Terlikowski - (1981) - "Układ sterowania rozdziałem wody na bieżąco w systemie wielozbiornikowym" - Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Automatyka, z. 59, Gliwice.
- [9] Salewicz K.A. - (1982) - "Zagadnienia syntezy wielowarstwowych układów sterowania systemami wodnymi" - Praca doktorska, Wydział Elektroniki Politechniki Warszawskiej.
- [10] Salewicz K.A., T. Terlikowski, A. Bogobowicz, A. Kozłowski, J. Strycharczyk - (1983) - "Opracowanie zestawu modeli dla wspomaganie podejmowania decyzji w procesie sterowania operacyjnego w systemie wodno - gospodarczym aglomeracji miejsko - przemysłowej" - Raport Instytutu Geofizyki PAN z prac w temacie PR-7.05.01.23, Warszawa.
- [11] Salewicz K.A., A. Bogobowicz, A. Kozłowski, B. Kijak - (1984) - "Opracowanie komputerowych modeli przetwarzania informacji i wspomaganie podejmowania decyzji przy sterowaniu operacyjnym systemem" - Raport Instytutu Geofizyki PAN z prac w temacie PR-7.05.01.10, Warszawa.
- [12] Słota H. - (1975) - "Optymalne sterowanie systemem wodnym Soła - Mała Wisła" - Praca doktorska, Politechnika Krakowska.
- [13] Słota H., Z. Adamczyk, J. Grela, R. Konieczny, H. Heryan - (1978) - "Konceptcja sterowania istniejącymi i projektowanymi zbiornikami retencyjnymi w podsystemie kształtowania i ochrony zasobów wodnych na obszarze objętym systemem wodno - gospodarczym Śląska - dla stanu rozwoju podsystemu przewidywanego na lata 1980-85" - Opracowanie IMGiW Oddział Kraków.

ANALYSIS OF GOCZALKOWICE-SOŁA CASCADE SYSTEM OF RESERVOIRS OPERATION DURING 1983-84 DROUGHT PERIOD

Summary

The paper provides an analysis of operation of multiplereservoir system supplying water to the Upper Silesia Industrial Region during 1983-84 drought period. The real observed operation of the system is compared with the results of computer simulation of the case system operation following strictly given decision rules. The reasons of observed failures in the system action are indicated and a general qualitative evaluation of results is provided. Finally, proposals of improvement of the system operation organization are formulated.

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ ГОЧАЛКОВИЦЕ-КАСКАД СОЛЫ ДЛЯ ПЕРИОДА НИЗКИХ ПРИТОКОВ В 1983 - 1984 ГГ

Резюме

В статье представлен анализ функционирования водохранилищ системы водоснабжения Промышленного Района Верхней Силезии во время периодов низких притоков в 1983-84 годы. Сравнены исторические данные с результатами имитации управления системой. Представлена качественная оценка работы водохранилищ. Сформулированы предложения по усовершенствованию методов.