

HYDROLOGICZNE PODSTAWY MONITORINGU WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Elżbieta Kupczyk, Tadeusz Biernat, Tadeusz Ciupa

Kupczyk E., Biernat T., Ciupa T., 1993: *Hydrologiczne podstawy monitoringu wód powierzchniowych (Hydrological background of surface water monitoring)*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, nr 1, s. 23–27. Kieleckie Towarzystwo Naukowe. Kielce.

Zarys treści: W opracowaniu przedstawione zostały zadania monitoringu wód powierzchniowych, w tym funkcje pomocnicze, jakie powinien spełniać wobec ośrodków decyzyjnych, zarządzających zasobami wodnymi regionu. Wykazano, że opracowanie projektu monitoringu wód powierzchniowych powinno poprzedzić rozpoznanie warunków hydrologicznych cieków i zbiorników w regionie. Przedstawiono listę parametrów hydrologicznych i hydrodynamicznych występujących w stosowanych dotychczas operacyjnych modelach jakości wody.

Elżbieta Kupczyk, Tadeusz Biernat, Tadeusz Ciupa, Instytut Geografii, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, ul. M. Konopnickiej 21, 25–406 Kielce.

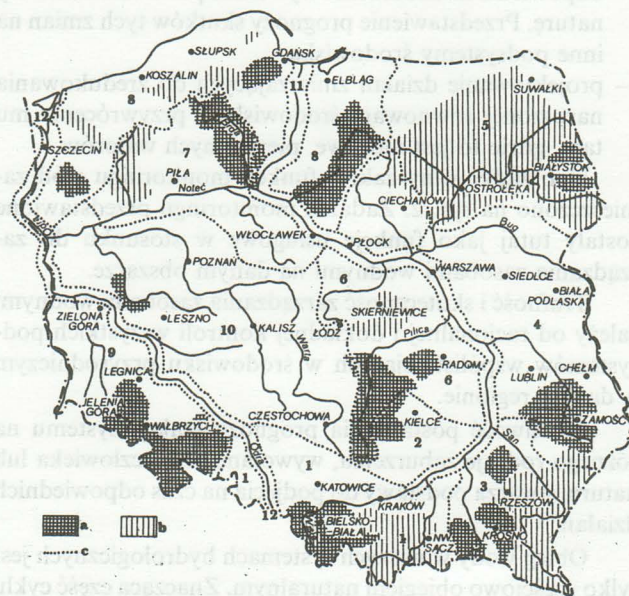
1. WPROWADZENIE

Obecny, alarmujący stan środowiska przyrodniczego naszego kraju, wymaga wielokierunkowych działań, zmierzających do zahamowania tempa zużywania zasobów przyrody oraz ustalenia zasad gospodarowania naturalnymi zasobami Ziemi.

W roku 1980 Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody i jej Zasobów (IUCN) na zlecenie i z pomocą Programu Środowiskowego Narodów Zjednoczonych (UNEP) opracowała i wydała dokument, który zawiera wytyczne polityki ochrony przyrody w skali światowej — *World Conservation Strategy* [Kozłowski 1991].

W Polsce, w ostatnich dziesięcioleciach, opracowano kilka strategicznych planów gospodarki i ochrony zasobów wodnych. W programach z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych uwaga skupiona była na problemach ilości wody. Dopiero *Kompleksowy program gospodarki wodnej do roku 1990* [Urz. Ochr. Środ. i Gosp. Wodn. 1984] oraz *Kompleksowy program zagospodarowania i wykorzystania Wisły oraz zasobów wodnych kraju* [Kozłowski 1991] były planami kompleksowych działań, mających na celu także ochronę czystości wód płynących.

Na rysunku 1 zamieszczono mapę obrazującą rozmieszczenie zlewni chronionych na tle wydzielonych regionów wodnogospodarczych, (wg założeń planu przestrzennego zagospodarowania kraju do roku 1995) Komitetu Planowania przy Radzie Ministrów z 1985 r. [Kozłowski



Rys. 1. Projekt rozmieszczenia zlewni chronionych (wg założeń planu przestrzennego zagospodarowania kraju z roku 1985, Kozłowski 1991).

a — zlewnie rzek wymagające szczególnej ochrony jakości wód w I etapie, b — w II etapie, c — regiony wodnogospodarcze

1991]. W planie tym górna część dorzecza Nidy i Kamiennej znalazły się na liście zlewni chronionych w pierwszej kolejności. Cały obszar dorzecza Nidy i dorzecza Kamiennej

należały do jednego regionu wodnogospodarczego. Program ten nie jest realizowany ze względu na kryzys gospodarczy.

2. ZADANIA MONITORINGU WÓD.

Koncepcja monitoringu regionalnego promowana w Europie przez UNESCO [Stytcher 1988] zyskała w Polsce pod koniec lat osiemdziesiątych duże zainteresowanie [Błaszczak, Górski i in. 1990, Zieliński, Gromiec 1989]. Samo pojęcie „monitoring” (ang.), oznacza kontrolę, ale także system sygnalizacyjno-ostrzegawczy. Jednak idea monitoringu regionalnego realizowana obecnie na świecie, zarówno w stosunku do wód, jak i innych elementów środowiska przyrodniczego, ma zakres znacznie szerszy niż sama kontrola stanu środowiska.

Zadania monitoringu regionalnego w odniesieniu do wód powierzchniowych i podziemnych można uporządkować w następujący sposób:

- zbieranie, przekazywanie i przetwarzanie informacji o stanie środowiska,
- kontrola procesów zachodzących w środowisku wodnym i innych podsystemach środowiska przyrodniczego, związanych z obiegiem wody. Identyfikacja stanów awaryjnych i katastrofalnych oraz przekazywanie tej informacji do ośrodków decyzyjnych,
- stworzenie systemu informacji ułatwiającej podejmowanie decyzji w sprawie doraźnej interwencji w stan środowiska, czy też dla planów gospodarki przestrzennej,
- opracowanie prognoz długoterminowych zmian danego elementu, np. w obrębie wód powierzchniowych, jako odpowiedzi na zaburzenia wywołane przez człowieka czy naturę. Przedstawienie prognozy skutków tych zmian na inne podsystemy środowiska,
- projektowanie działań zmierzających do zredukowania naruszonej równowagi środowiska i przywrócenie mu tam, gdzie to jest możliwe, pierwotnych walorów.

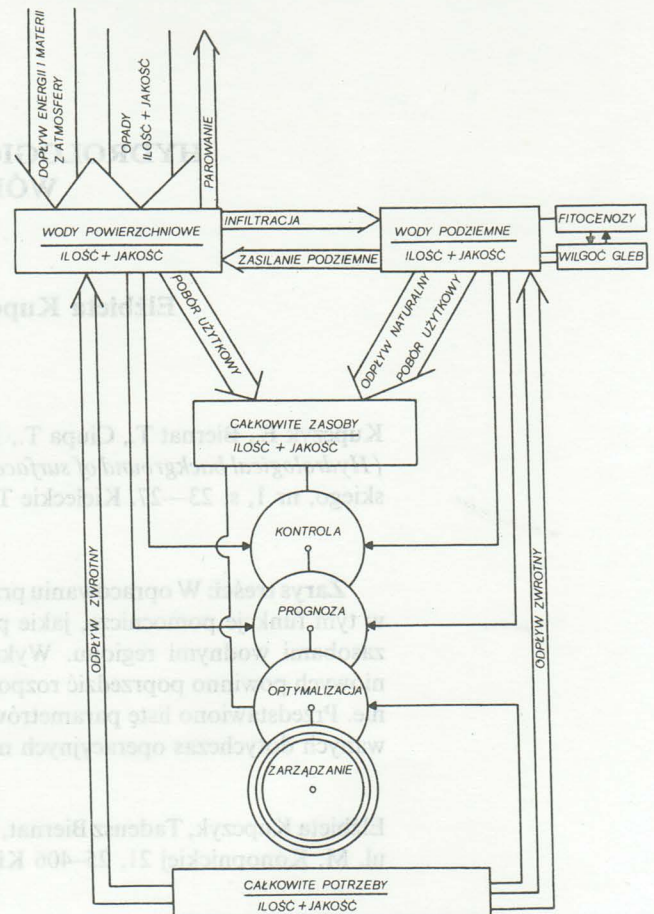
Uporządkowany zakres funkcji monitoringu wód zamieszczono na rys. 2. Zadania monitoringu przedstawione zostały tutaj jako funkcje usługowe w stosunku do zarządzania zasobami wodnymi na danym obszarze.

Trafność i skuteczność zarządzania zasobami wodnymi zależy od racjonalnej i dokładnej kontroli wszystkich podsystemów współistniejących w środowisku przyrodniczym w danym regionie.

Możliwość postawienia prognozy reakcji systemu na różnego rodzaju zaburzenia, wywołane przez człowieka lub naturę, stwarza podstawy do podjęcia na czas odpowiednich działań.

Obieg wody w naszych systemach hydrologicznych jest tylko częściowo obiegiem naturalnym. Znacząca część cyklu krążenia wody jest wymuszona. Najczęstsze zniekształcenia to pobór wód gruntowych i głębinowych, a następnie ich odpływ zwrotny do koryt rzecznych.

Optymalne wykorzystanie zasobów musi być kompromisem pomiędzy wzrastającymi potrzebami przemysłu, rolnictwa, potrzebami społecznymi, a ochroną naturalnych zasobów przed degradacją w sensie ilościowym i jakościowym. Zarządzanie zasobami wodnymi z zachowaniem stanu równowagi środowiska wodnego, a więc kształtowanie



Rys. 2. Schemat ideowy monitoringu wód powierzchniowych.

tego kompromisu, zawiera zespół decyzji, które nie mogą być podejmowane na wycucie. Procedury monitoringu powinny stwarzać racjonalne podstawy do podejmowania takich decyzji.

W schemacie na rys. 2 chcieliśmy także podkreślić wzajemne związki pomiędzy częścią atmosferyczną środowiska, warstwą glebową, roślinnością oraz integralny charakter środowiska wodnego wyrażony ścisłymi związkami pomiędzy wodami powierzchniowymi i podziemnymi.

Istotne jest także, aby w systemie kontrolnym monitoringu wód, w sposobie gromadzenia informacji i analizach reakcji systemów zlewni rzecznych, traktować łącznie problemy ilości i jakości.

3. ROLA BADAŃ HYDROLOGICZNYCH W OPRACOWANIU PROJEKTU MONITORINGU WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Koncepcja monitoringu powinna uwzględniać specyfikę systemu rzeczno i cały kompleks warunków hydrologicznych regionu. Konieczne są więc badania wyprzedzające opracowanie projektu monitoringu, pozwalające określić istotę powiązań poszczególnych podsystemów środowiska, charakterystyki hydrologiczne, a zwłaszcza hydrodynamiczne rzek, oraz rozpoznać rodzaj zaburzeń (ilościowych i jakościowych), jakim ulegają systemy wodne na danym obszarze. Podstawą takiej identyfikacji, oprócz badań terenowych, musi być bank danych historycznych z zakresu ilości i jakości

wód. Analiza takiego materiału historycznego pozwoli ustalić listę parametrów kontrolnych, określić miejsce punktów kontroli jakości i częstość próbowań.

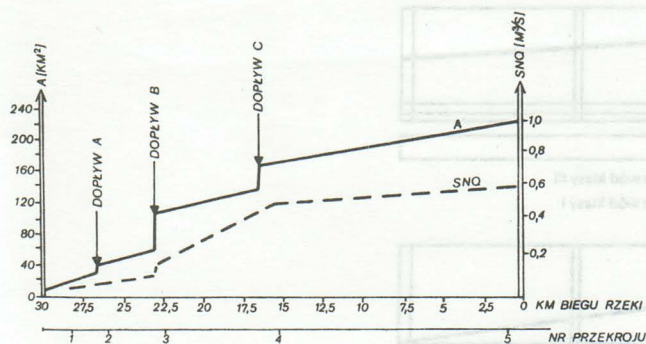
Elementem wyjściowym każdego projektu kontroli i ochrony wód jest znajomość charakterystyk hydrologicznych danej zlewni lub dorzecza. Szczegółowa charakterystyka hydrologiczna powinna zawierać:

— krzywą natężenia przepływu wzdłuż biegu rzeki, przy przepływie średnim niskim (SNQ), który według obowiązujących obecnie zasad opracowanych w IMGW [Stachy i in. 1991] uważany jest za przepływ miarodajny. Konieczne jest także ustalenie aktualnych krzywych zależności stan—przepływ w całym zakresie zmienności przepływów w profilach kontrolnych rzeki;

— rozpoznanie reżimu hydrologicznego rzeki, a zwłaszcza zmienności przepływów, wielkości przepływów ekstremalnie niskich (o danym okresie powtarzalności), czasu trwania niżówek i sezonu ich występowania,

— krzywą przyrostu dorzecza, która spełnia ważną funkcję informacyjną w przypadkach istotnych obciążeń zanieczyszczeniami obszarowymi,

— informacje o zmianach temperatury wody wzdłuż profilu podłużnego rzeki w różnych sezonach. Dane te można nanieść na schematyczny rysunek koryta rzeki z zaznaczonymi wzdłuż jej biegu miejscami głównych dopływów, przykład którego przedstawiono na rys. 3.

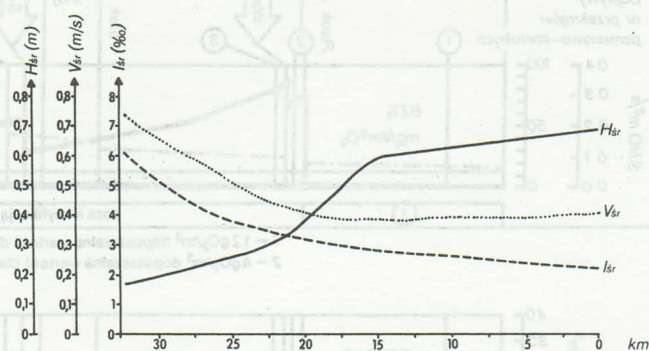


Rys. 3. Schemat profilu hydrologicznego rzeki.

W celu określenia przebiegu procesów fizyko- i biochemicznych w rzece, potrzebna jest informacja o prędkości przepływu wody w warunkach SNQ, a także ekstremalnych, na poszczególnych jej odcinkach. Wielkości te ustala się często w oparciu o łatwe do określenia charakterystyki koryta (spadek, głębokość). Jednak informacja o prędkości dynamicznej na ogół nie wystarcza do analizy rzeczywistych prędkości przemieszczania się zanieczyszczeń. Należałoby więc przeprowadzić badania prędkości rzeczywistej, przynajmniej na odcinkach rzek o szczególnym znaczeniu. Ustalone charakterystyki hydrodynamiczne nanosi się na profil podłużny rzeki (przykład na rys. 4).

Krzywe prędkości przepływu (przy SNQ i przepływach ekstremalnych) potrzebne są do obliczenia czasu przepływu wody, a także substancji wprowadzanych do wody wzdłuż rozpatrywanego odcinka rzeki.

Krzywe średnich głębokości wody przy przepływie SNQ służą do określania średniej powierzchni napowietrzenia oraz do ustalenia współczynników intensywności poboru tlenu z atmosfery.



Rys. 4. Schematyczny rysunek profilu hydrodynamicznego rzeki.

Linia spadków koryta wnosi informację pomocniczą w obliczeniu średniej prędkości dynamicznej w przypadku braku pomiarów prędkości przepływu.

Ostatecznie, w projekcie monitoringu jakości wód powierzchniowych, podstawą ustalenia listy parametrów kontrolnych wyznaczenia profili pomiarowo-kontrolnych i częstości pobierania prób, jest profil hydrochemiczny rzeki, sporządzony na podstawie wyników badań wyprzedzających samą fazę projektu. Na profil hydrochemiczny rzeki naniesione są źródła zrzutów punktowych z zaznaczeniem substancji chemicznych i biologicznych wprowadzanych do cieków, obciążeń obszarowych oraz przebiegu procesów samooczyszczenia na tle charakterystyk hydrodynamicznych rzeki. Przykład tego rodzaju profilu dla rzeki Pałeczniczy [za Głowiak i in. 1985] zamieszczono na rys. 5.

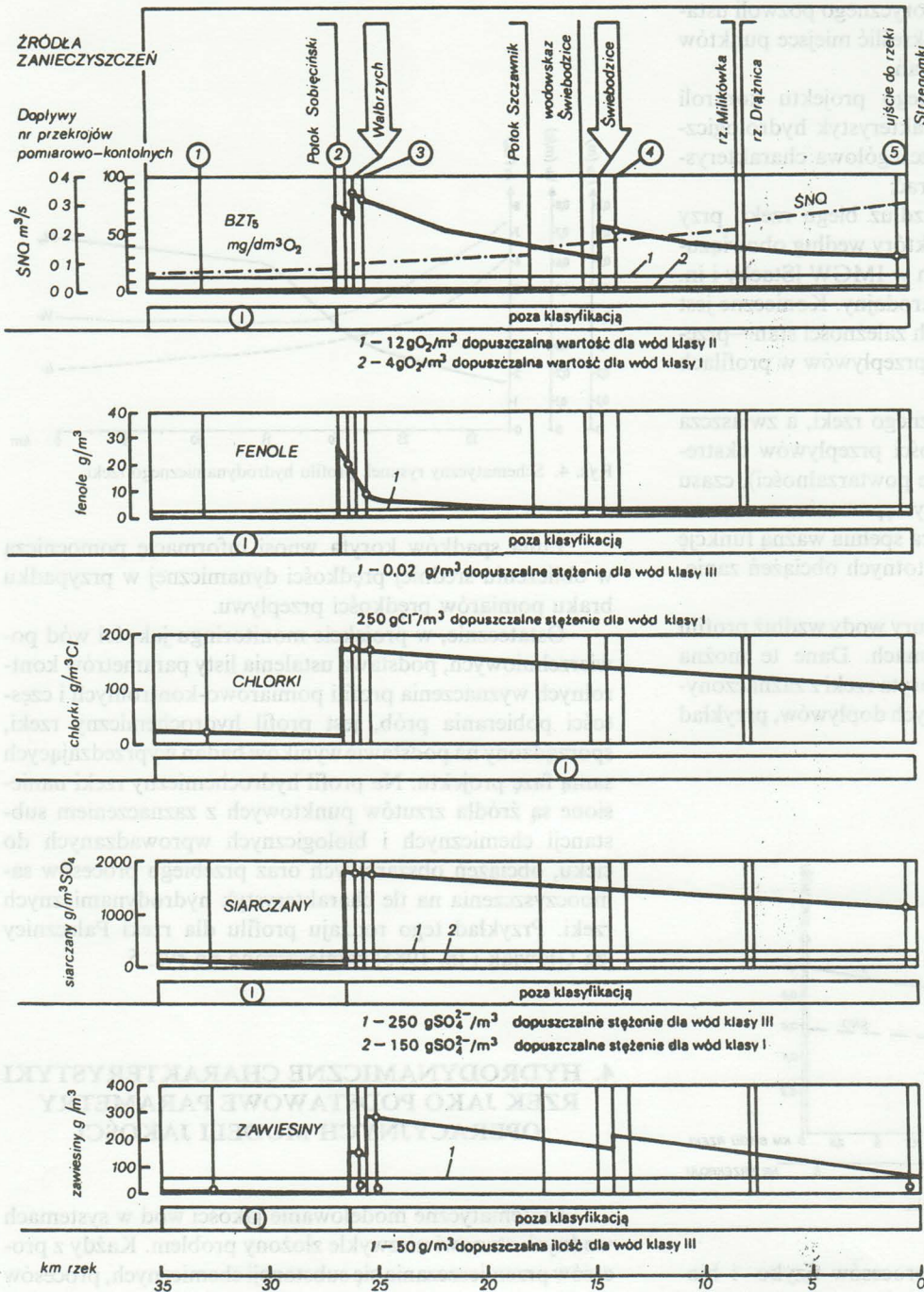
4. HYDRODYNAMICZNE CHARAKTERYSTYKI RZEK JAKO PODSTAWOWE PARAMETRY OPERACYJNYCH MODELI JAKOŚCI

Matematyczne modelowanie jakości wód w systemach wodnych stanowi niezwykle złożony problem. Każdy z procesów przemieszczania się substancji chemicznych, procesów tlenowych i biologicznych przebiega w rzekach z różną intensywnością, w zależności od parametrów hydrodynamicznych odbiornika, składu chemicznego wody, temperatury, warunków biologicznych i wielu innych uwarunkowań. Dla celów praktycznych tworzono więc najczęściej modele procesów jednostkowych, które stanowiły punkt wyjścia do określania charakterystyk zdolności samooczyszczenia się wód płynących. [Głowiak i in. 1985, Jacques, Nihoul 1983].

Identyfikacja parametrów tych modeli sprowadza się do ustalenia zależności pomiędzy intensywnością przebiegu procesów, a wartościami mierzalnych charakterystyk fizykochemicznych i hydrodynamicznych. Parametry równań składowych modelu mają więc charakter empiryczny i mogą być wyznaczone na podstawie dużej ilości pomiarów w danej rzece, dla której prowadzi się kalibrację modelu.

Charakterystykami hydrologicznymi, które wchodzi w skład prawie wszystkich modeli jakości są:

— natężenie przepływu przy SNQ, przepływie średnim SQ oraz przepływie ekstremalnie niskim (NNQ),



Rys. 5. Profil hydrochemiczny rzeki Pałeczniczy (wg Głowiaka, i in., 1985).

- średnia prędkość przepływu przy różnym stanie napełnienia koryta,
- parametry szorstkości i kształtu koryta rzecznej.

Wybór właściwego modelu jakości i zastosowanie go, jako modelu operacyjnego w monitoringu środowiska wodnego, wymaga zatem wyprzedzającego rozpoznania cech systemu zlewni rzecznej oraz określenia podstawowych parametrów hydrologicznych i hydrodynamicznych rzeki.

5. PODSUMOWANIE

Przedstawiono rolę i zadania monitoringu wód powierzchniowych, jako narzędzia kontroli stanu środowiska oraz

instrumentu prognozy zachowania się systemu w warunkach antropopresji.

Podkreślono potrzebę uwzględnienia problemów ilości i jakości wody, jak również nierozłącznego ich traktowania w procedurach monitoringu wód powierzchniowych i podziemnych.

Uzasadniono, że zarówno opracowanie samego projektu monitoringu, jak też wybór właściwego modelu funkcjonowania systemu wód powierzchniowych, wymaga wyprzedzających badań hydrologicznych, zwłaszcza z zakresu dynamiki wód oraz oceny ilościowej i jakościowej zasobów wodnych.

6. LITERATURA

- BŁASZCZYK T., GÓRSKI J., HORDEJUK T., PŁOCHNIEWSKI Z., 1990: *Koncepcja monitoringu wód podziemnych*. Przegląd Geologiczny 1: 7-10.
- GŁOWIAK B., KEMPA E., WINNICKI W., 1985: *Podstawy ochrony środowiska*. PWN, Warszawa.
- JACQUES C., NIHOUL J., 1983: *Mathematical model of water quality river management for the Meuse river basin*. Preceedings of the Hamburg Symposium, IAHS Publ. 147.
- KOZŁOWSKI S., 1991: *Gospodarka a środowisko przyrodnicze*. PWN, Warszawa.
- STACHY J., BIERNAT B., BEDNARCZYK Z., CZARNECKA H., DOBRZYŃSKA J., FAL. B., 1991: *Zasady obliczania przepływów średnich niskich rzek polskich*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Warszawa.
- STYTCHER K. J. (red.), 1988: *Water menagement and the geoenvironment*. UNESCO-UNEP, Paris.
- ZIELIŃSKI J., GROMIEC M., 1989: *Koncepcja monitoringu jakości wód*. Gospodarka Wodna 12: 226-231.

Hydrological background of surface water monitoring

SUMMARY

The present alarming state of the natural environment in our region calls for a more through understanding of the processes cooperating in the natural system and a more rational and strict control of all subsystems acting in the ecosystems. The simple collection of data and descriptive methods which have been used in "management" of the environment are not sufficient now.

"Monitoring" is to be desired as a tool to environmental control, system of data collecting and the instrument of ecosystem prediction behaviour, its response to perturbations and alterations induced by man or nature.

In the paper the main tasks of surface water monitoring are presented. It was underlined that quantity and quality problems cannot be considered independently as well that surface water cannot be dissociated from underground water.

The previous works show that predictive understanding of dynamics of the river systems, its hydrological and hydrodynamical characteristics are necessary for developing a water monitoring project for the "management" of water systems.