

**ROBERT SZCZEPANEK, WŁODZIMIERZ BANACH, WIESŁAW GADEK,
MAREK BODZIONY, ELŻBIETA JAROSIŃSKA, MARTA CEBULSKA**

ZLEWNIA SOŁY – PRZYKŁAD RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA SYSTEMÓW MONITORINGU HYDROMETEOROLOGICZNEGO

Abstrakt: W artykule przedstawiono genezę oraz historię powstania trzech systemów monitoringu hydrometeorologicznego zlokalizowanych w obszarze zlewni Soły. Systemy te są tworzone i zarządzane przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie, Politechnikę Krakowską oraz Starostwo Powiatowe w Żywcu. Wszystkie z prezentowanych systemów są aktualnie w pełni zautomatyzowane. System Starostwa Powiatowego, który powstał jako ostatni, stanowi uzupełnienie, nie zaś zdublowanie już istniejących systemów. Pozwoliło to bardziej racjonalnie wykorzystać środki dostępne na jego budowę. Dzięki ścisłej współpracy udało się doprowadzić do zintegrowania systemów Starostwa oraz PK. Przedstawiono korzyści jakie uzyskano w wyniku prowadzenia wspólnych działań.

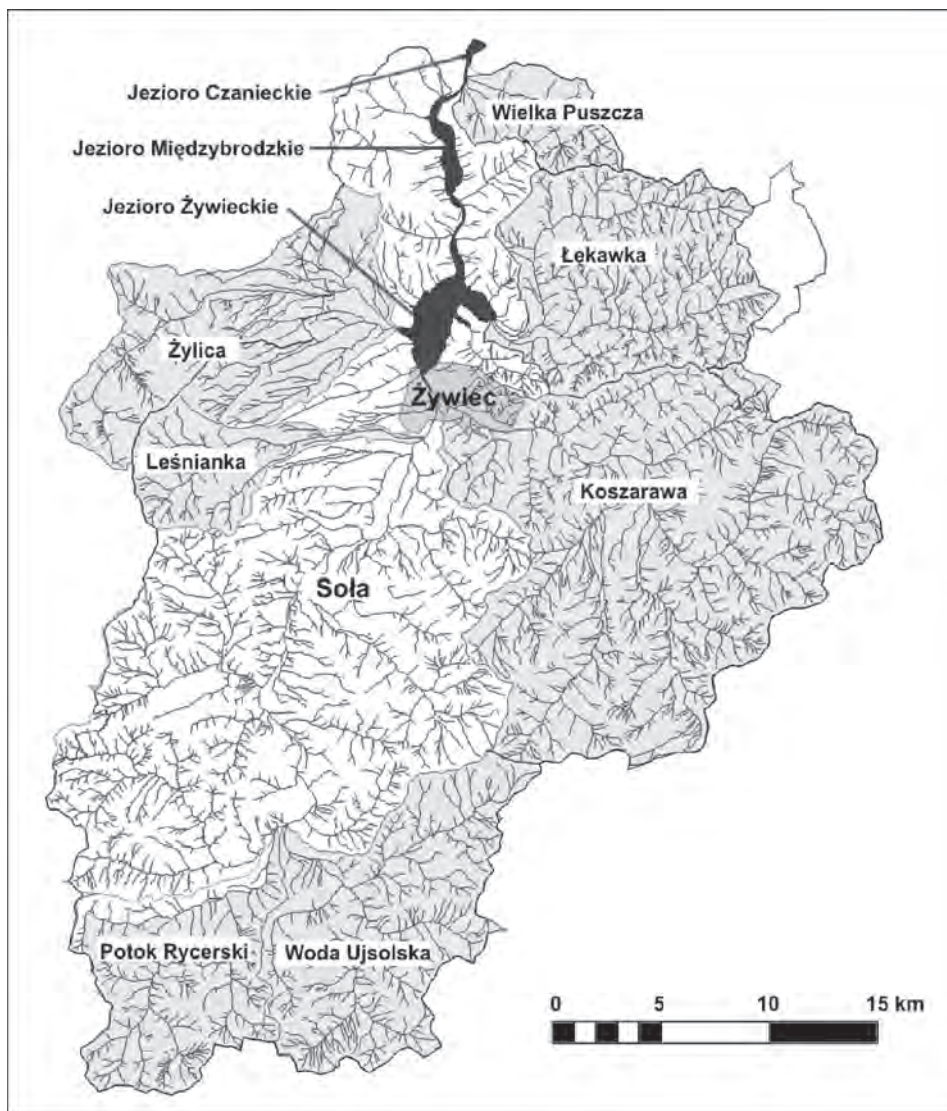
Słowa kluczowe: automatyczny monitoring hydrometeorologiczny, zlewnia góraska, integracja.

1. Wstęp

Ostatnie lata zaowocowały uruchomieniem w Polsce wielu nowoczesnych systemów monitoringu hydrometeorologicznego. W przeciwieństwie jednak do wcześniej tworzonych, ich właścicielami nie jest ani służba hydrometeorologiczna (IMGW) ani jednostki badawczo-naukowe (uczelnie wyższe, instytucje branżowe). Są to systemy tworzone przez samorządy lokalne lub firmy prywatne. W artykule opisaliśmy nasze doświadczenia związane z uczestnictwem w zadaniu, którego celem była próba zintegrowania trzech systemów hydrometeorologicznych w zlewni Soły.

2. Charakterystyka zlewni Soły

Rzeka Soła jest prawobrzeżnym dopływem Wisły. Soła wypływa z południowego skłonu Beskidu Śląskiego na wysokości 720 m n.p.m. i uchodzi do Wisły na wysokości 227 m n.p.m. Powierzchnia zlewni wynosi 1390 km², zaś długość cieków głównego 88,9 km. W źródłowym odcinku zlewni przeważają tereny



Ryc. 1. Sieć rzeczna w zlewni Soły do przekroju zapory w Czańcu
 Fig.1. Hydrography of Soła River watershed to Czaniec Dam cross-section

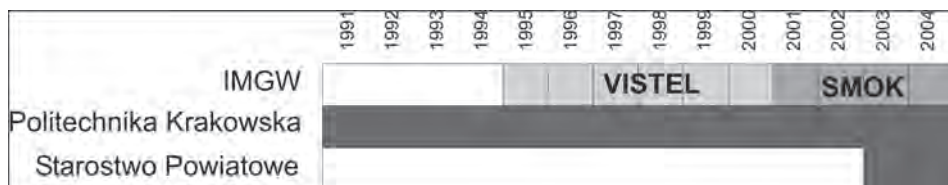
o wysokim stopniu zalesienia i zachowanej naturalnej szacie roślinnej. Z biegiem Soły zauważa się wpływ działalności antropogenicznej przejawiający się zurbanizowaniem terenu i rozwojem ośrodków miejsko-przemysłowych. Do ważniejszych dopływów Soły (ryc. 1) należą: Koszarawa (258 km² pow. zlewni), Woda Ujsolska (105 km²), Lękawka (101 km²), Leśnianka (38 km²).

W części źródłowej zlewni Soły wydzielono region klimatu górskiego, w części środkowej region klimatu pogórza karpackiego, a obszar ujściowy to region klimatu kotlin podgórskich. Średni opad roczny w zlewni wynosi od 800 mm przy ujściu Soły do Wisły do około 1200 mm w odcinku źródłowym. Średnia roczna temperatura powietrza w zlewni Soły waha się od około 8°C w pobliżu ujścia do około 4°C w obszarze źródłowym. Najniższą temperaturę powietrza zanotowano na stacji w Żywcu w lutym 1929 roku i wynosiła ona -40,6°C (Niedźwiedz, Obrębska-Starkłowa 1991).

Zlewnia Soły należy do obszarów o najwyższych wskaźnikach zagrożenia powodziowego w kraju. Na jej terenie występują wszystkie rodzaje zagrożeń typowych dla zlewni górskich (Nachlik 2001). Przyczyną wezbrań na Sole są trwające zwykle kilka dni deszcze rozlewne, występujące najczęściej w miesiącach letnich. Spośród dwunastu największych wezbrań XX wieku na Sole w przekroju Żywiec, aż 4 można zakwalifikować jako katastrofalne (o przepływie maksymalnym powyżej 775 m³/s). W samym tylko okresie 1961–1997 na żywiecczyźnie wystąpiły 2 wezbrania katastrofalnie wielkie, 1 wielkie, 15 średnio wielkich i 17 zwyczajnych (Nachlik 2001). Sprawny system monitoringu hydrometeorologicznego w zlewni Soły jest zatem kluczowym elementem mogącym usprawnić system ostrzeżeń przeciwpowodziowych.

2.1. Państwowy system monitoringu hydrometeorologicznego zlewni Soły (IMGW)

Podstawowy system monitoringu zlewni rzeki Soły jest prowadzony przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie. W 1995 r. IMGW oddział w Krakowie wdrożył w dorzeczu Górnej Wisły pionierski w skali kraju automatyczny system monitoringu VISTEL. Po powodzi w 1997 r. IMGW wykorzystując pożyczkę Banku Światowego przystąpił do realizacji zadania o nazwie Systemu Monitoringu i Osfony Kraju (SMOK), będącego rozbudowanym systemem monitoringu hydrometeorologicznego o zasięgu ogólnokrajowym. W ramach tego projektu unowocześniane są m.in. posterunki telemetryczne systemu VISTEL oraz budowane nowe posterunki automatyczne.



Ryc. 2. Ewolucja automatycznych systemów monitoringu hydrometeorologicznego w zlewni rzeki Soły.

Fig. 2. Evolution of automatic hydrometeorological monitoring systems in Soła River watershed.

2.2. Badawczy system monitoringu hydrometeorologicznego zlewni potoku Wielka Puszcza (Politechnika Krakowska)

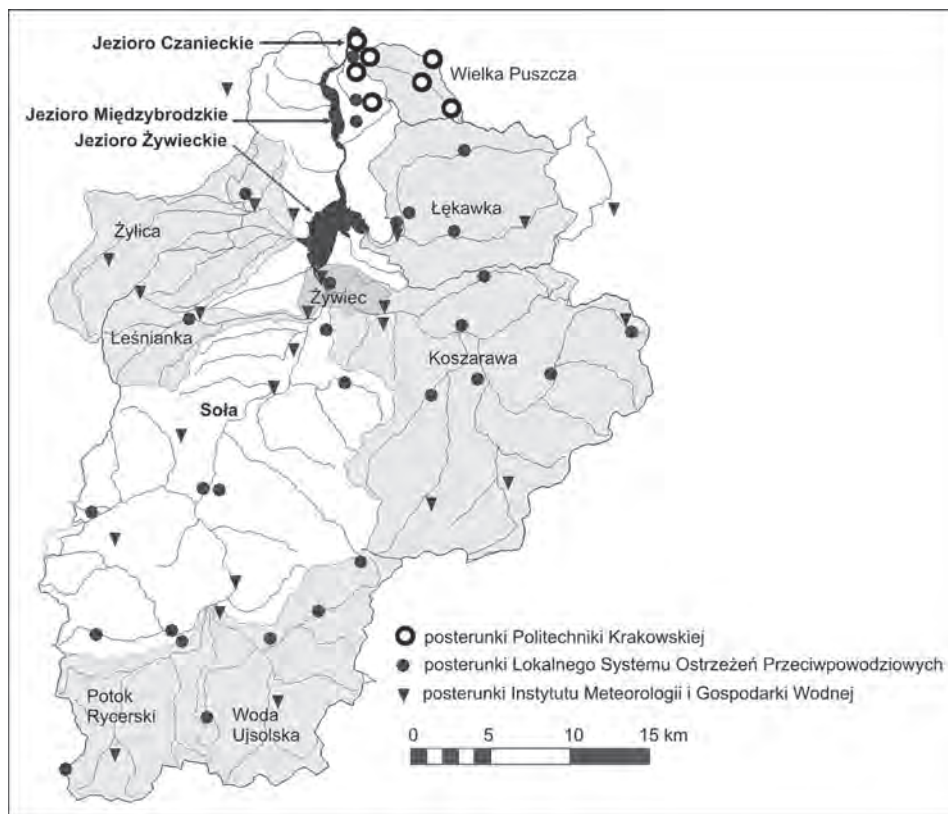
Potok Wielka Puszcza jest prawobrzeżnym dopływem Soły. Zlewnia potoku jest od 1971 r. zlewnią eksperymentalno-badawczą Instytutu Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej. Prace badawcze prowadzone na terenie zlewni mają na celu pozyskiwanie informacji o procesach i zjawiskach zachodzących w zlewniach górskich. Wyniki obserwacji wykorzystywane są głównie do rozwijania i weryfikacji modeli matematycznych. Od 1993 roku oprócz prac badawczych w zlewni prowadzone są również ćwiczenia terenowe z hydrologii dla studentów Wydziału Inżynierii Środowiska PK.

Pierwsze posterunki do pomiaru wysokości opadu i stanu wody zainstalowano w zlewni w 1973 r., opierając się na standardowych urządzeniach do pomiarów terminowych (łata wodowskazowa, deszczomierz Hellmanna) oraz aparaturze samopiszącej (limnigraf, pluwiograf). Jednakże system ten nie pozwalał na odzwierciedlenie pełnej dynamiki zmian zachodzących w zlewni. Dlatego, w 1991 r. rozpoczęto instalację automatycznego systemu pomiarowego, który miał na celu ciągłe i automatyczne gromadzenie danych hydrometeorologicznych (Więzik i in. 1995). Struktura systemu została opracowana w Instytucie Inżynierii i Gospodarki Wodnej PK. Wszystkie prace instalacyjne zostały wykonane przez pracowników Zakładu Hydrologii. Siedem automatycznych posterunków pomiarowych może rejestrować z rozdzielczością czasową 10 minut m.in. wysokość opadu, stan wody, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność powietrza, temperaturę powietrza, prędkość i kierunek wiatru, wielkość promieniowania rozproszonego i odbitego.

Podczas prac nad koncepcją systemu monitoringu Starostwa Powiatowego w Żywcu (opisanego w dalszej części) zdecydowano wspólnie o potrzebie ścisłej współpracy oraz integracji systemu Politechniki Krakowskiej z nowo tworzoną systemem (ryc. 3). Obecnie (2004 r.) w miejsce tych dwóch autonomicznych systemów monitoringu funkcjonuje jeden wspólny system.

2.3. Lokalny System Ostrzeżeń Przeciwpowodziowych (LSOP) zlewni Soły (Starostwo Powiatowe w Żywcu)

Zmiany ustrojowe państwa, których konsekwencją jest między innymi nowa struktura administracyjna kraju, przeniosły część zadań związanych z ochroną przeciwpowodziową na szczebel powiatów i gmin. Struktury samorządowe na poziomie regionalnym i lokalnym, w odpowiedzialny sposób muszą zidentyfikować poziom i zakres zagrożenia powodziowego, a następnie zorganizować właściwe przedsięwzięcia ochronne, w tym system ostrzeżeń przed powodzią. Pojawia się zatem problem wykorzystania i dostosowania istniejących systemów monitoringu hydrometeorologicznego do realizacji zadań przez podmioty nie związane bezpośrednio z IMGW. Dotyczy to w szczególności zlewni górskich, gdzie czas koncentracji odpływu powodziowego jest bardzo krótki, a charakterystyki fizjograficzne zlewni utrudniają modelowanie matematyczne, przede wszystkim ze względu na duże



Ryc. 3. Lokalizacja automatycznych posterunków monitoringu hydrometeorologicznego IMGW, LSOP oraz systemu PK.

Fig. 3. Location of automatic hydrometeorological monitoring stations of Institute of Meteorology and Water Management, County of Żywiec and Cracow University of Technology.

zróznicowanie przestrzenne opadu atmosferycznego. Dlatego też główny nacisk przy tworzeniu tej sieci położono na lokalizację posterunków opadowych.

W ramach realizacji Komponentu B.4 „Projektu Likwidacji Skutków Powodzi” finansowanego z pożyczki Banku Światowego (Szczepanek 2001) zaprojektowano i wykonano Lokalny System Ostrzeżeń Przeciwpowodziowych (LSOP) w powiecie żywieckim. W fazie planistycznej w dokumencie „Lokalny plan ograniczenia skutków powodzi i profilaktyki przeciwpowodziowej dla Powiatu Żywieckiego” (Nachlik 2001) autorstwa pracowników Instytutu Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej, dokonano przestrzennej analizy zagrożenia powodziowego oraz skonfrontowano uzyskane wyniki z rozmieszczeniem istniejących i planowanych do wdrożenia w ramach systemu SMOK posterunków hydrometeorologicznych. Wspólnie z IMGW oddział w Krakowie przyjęto założenie, że LSOP będzie stanowił

uzupełnienie systemu krajowego, nie zaś całkowicie odrębny system monitoringu (ryc. 3). Przy projektowaniu LSOP wykorzystano informacje o planowanych do realizacji przez IMGW posterunkach oraz przyjętych standardach technicznych. Projekt LSOP dostosowano do tych wymagań.

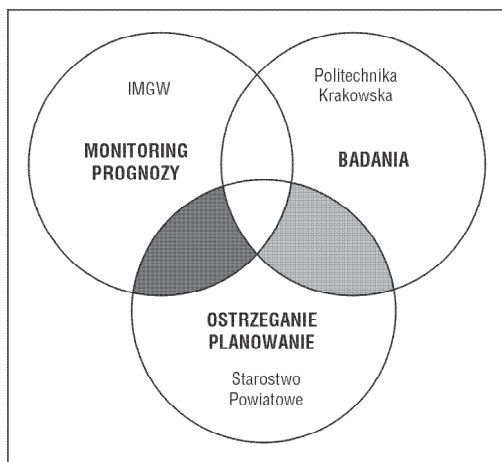
3. Podsumowanie i wnioski

Każdy z zaprezentowanych systemów został stworzony w innym celu (ryc 4). System IMGW jest podstawowym źródłem informacji w zakresie prognoz meteorologicznych, lecz działa w innej skali przestrzennej i czasowej, niż systemy Politechniki Krakowskiej oraz LSOP. Rolą systemów lokalnych jest przetwarzanie informacji hydrometeorologicznych w skalach dostosowanych do skali zagrożeń. Głównym celem stworzenia LSOP było dopasowanie gęstości sieci posterunków opadowych z uwagi na czas ostrzeżeń. Sieć aktualnie (2004) obsługiwana oraz planowana do rozbudowy przez IMGW jest zbyt rzadka dla potrzeb realizacji tego zadania. W przypadku zlewni Soły czas wymagany do przekazania informacji o zagrożeniu powodziowym w oparciu o bieżącą analizę sytuacji hydrometeorologicznej nie może być dłuższy niż 1 godzina. Jeżeli ochronie podlegać ma praktycznie cały obszar zlewni, a nie tylko jego część ujściowa, niezbędne jest zintensyfikowanie prac mające na celu właściwe wykorzystanie gęstych sieci pomiarowych.

Zlewnia Soły jest jednym z pierwszych, jeżeli nie pierwszym w naszym kraju przykładem nawiązania długofalowej współpracy kilku instytucji w zakresie wykorzystania systemów monitoringu hydrometeorologicznego. Do kwietnia 2004 r. nie udało się

zrealizować zapisów umowy o współpracy pomiędzy IMGW a Starostwem Powiatowym w zakładanym zakresie, lecz obydwie strony wykazują duże zainteresowanie dalszą współpracą. Współpracę Starostwa Powiatowego z Politechniką Krakowską, pomimo braku formalnych uzgodnień, możemy uznać – z punktu widzenia PK – za bardzo wartościową i dobrze rokującą na przyszłość. Jest to w dużej mierze zasługą władz Starostwa Powiatowego w Żywcu oraz pracowników Zespołu Zarządzania Kryzysowego funkcjonującego w ramach Starostwa.

Racjonalizacja tworzenia i wykorzystania zintegrowanych systemów monitoringu hydrometeorologicznego na przykładzie powiatu żywieckiego przejawia się w praktyce w:



Ryc. 4. Obszary działań związane z systemami monitoringu hydrometeorologicznego odniesione do współpracujących ze sobą podmiotów.
Fig. 4. Fields of activity related to monitoring systems belonging to cooperating partners.

- skoordynowaniu działań oraz połączeniu sił przy realizacji wielu niekolidujących ze sobą celów (ryc. 4) w ramach jednego obszaru,
- uzupełnieniu, a nie dublowaniu istniejących systemów monitoringu, w dużej części finansowanych z tych samych źródeł - ze środków publicznych,
- uzyskaniu bezpośredniego dostępu do danych pomiarowych,
- uzgodnieniu wspólnych standardów umożliwiających wzajemne wykorzystywanie pomiarów.

LITERATURA:

- Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1991, *Klimat*, [w:] Dynowska I., Maciejewski M. (red.), *Dorzecze górnej Wisły*, PWN, Warszawa–Kraków.
- Nachlik E., 2001, *Lokalny plan ograniczenia skutków powodzi i profilaktyki przeciwpowodziowej Powiatu Żywieckiego*, Kraków.
- Szczepanek R., 2001, *Monitoring hydrometeorologiczny: korzyści i zagrożenia związane z tworzeniem systemów lokalnych*, *Gosp. Wodna*, 8.
- Więzik B., Gądek W., Łabuda P., 1995, *Automatyczny system pomiaru w zlewni potoku Wielka Puszcza*, *Czasop. Techn.*, 3-B, Wyd. Polit. Krakowskiej.

SOŁA WATERSHED: EXAMPLE OF RATIONAL IMPLEMENTATION OF HYDROMETEOROLOGICAL MONITORING SYSTEMS

SUMMARY

Article presents genesis and history of development of three hydrometeorological monitoring systems located in Soła River watershed. The systems are built and maintained by the Institute of Meteorology and Water Management (IMWM) in Cracow, the Cracow University of Technology (CUT) and the County of Żywiec (CoŻ). All systems are now fully automatic. The system of County, the youngest one, is complementary, not duplication of the existing systems. It enabled more rational use of funds available for its construction. Thanks to close cooperation two of those systems (CUT and CoŻ) were integrated. Advantages of joint actions undertaken are presented.

Robert Szczepanek, Włodzimierz Banach, Wiesław Gądek,
Marek Bodziony, Elżbieta Jarosińska, Marta Cebulska
Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej
Politechnika Krakowska
Kraków

