

ROLA LOKALNYCH SYSTEMÓW MONITORINGU W ZARZĄDZANIU KRYZYSOWYM

THE ROLE OF LOCAL MONITORING SYSTEMS IN CRISIS MANAGEMENT

Robert Szczepanek

Zakład Hydrologii, Politechnika Krakowska

Słowa kluczowe: monitoring hydrometeorologiczny, INSPIRE, GIS, interoperacyjność
Keywords: hydrometeorological monitoring, INSPIRE, GIS, interoperability

Wprowadzenie

Kłęski żywiołowe zdarzały się zawsze, lecz z czasem zmieniało się ich postrzeżenie. Początkowo były zdarzeniami nierozdzielnie związanymi z egzystencją człowieka i jako takie traktowane były jak coś zupełnie naturalnego i oczywistego. Wiadomo było że co jakiś czas okoliczna rzeka wylewa, a huragany na wybrzeżach oceanów od czasu do czasu niosą zniszczenie i śmierć. Było to oczywiste, ludzie nie starali się z tym walczyć a raczej nauczyli się z tym żyć.

Problem pojawił się dopiero w dobie szybkiego rozwoju technicznego i ekspansji osadnictwa. Oczekiwania ludzi w zakresie zapewnienia im bezpieczeństwa stały się niewspółmiernie wysokie wobec możliwości – i to możliwości w każdym zakresie – począwszy od samego poznania istoty obserwowanych i modelowanych zjawisk, gdyż np. częstotliwość występowania ekstremalnych kłesk żywiołowych jest znacząco mniejsza niż czas systematycznego ich monitorowania i analizowania, skończywszy na możliwościach czysto technicznych i finansowych.

Pomimo dostępności coraz doskonalszych narzędzi i metod, jedno z zadań państwa w zakresie zarządzania kryzysowego – zapewnienie bezpieczeństwa obywateli – staje się coraz trudniejsze do zrealizowania. Coraz większą rolę zaczynają odgrywać niższe szczeble organizacji państwa. Aby lokalne służby kryzysowe mogły skutecznie działać potrzebują nie tylko systemów monitoringu działających w skali kraju, ale również systemów działających w skali zagrożeń lokalnych i mogących w łatwy sposób integrować się z systemami wyższych szczebli. Integracja systemów różnych szczebli wymaga spełnienia m.in.: wymogu ich wzajemnej interoperacyjności, co w chwili obecnej wydaje się być najtrudniejszym zadaniem do zrealizowania.

Lokalne systemy monitoringu hydrometeorologicznego

Po powodzi w roku 1997 wiele samorządów lokalnych przystąpiło samodzielnie lub w ramach projektów międzynarodowych do realizacji lokalnych systemów monitoringu hydrometeorologicznego. Władze samorządowe, będąc najbliższą ofiarą klęsk żywiołowych, musiały podjąć działania zmierzające do szybkiego i skutecznego rozwiązania problemów z tym związanych, w tym także poprawy bezpieczeństwa w przypadku ponownych klęsk. Zbiegło się to w czasie z modernizacją przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej krajowego systemu monitoringu hydrometeorologicznego. W wielu przypadkach lokalne systemy monitoringu zaprojektowano w taki sposób, aby stanowiły one uzupełnienie, a nie zdublowanie sieci stacji telemetrycznych IMGW.

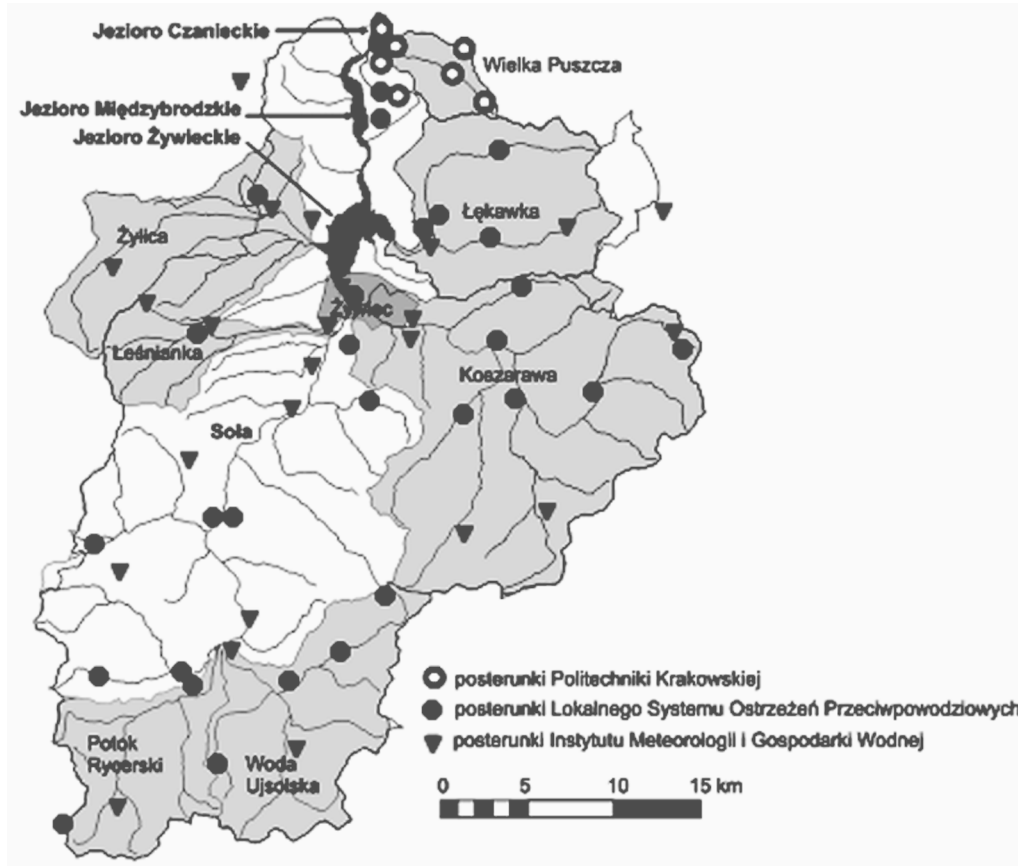
Lokalne systemy monitoringu zaczęły powstawać w ramach inicjatyw samorządowych. Uznano, że nie wszystkie problemy da się rozwiązać centralnie. Systemy lokalne umożliwiają monitorowanie zjawisk w odpowiedniej skali oraz lepsze dostosowanie systemu do warunków panujących na danym obszarze. Nawet w dzisiejszych czasach gwałtownego rozwoju technik obliczeniowych, zakładając odpowiednią gęstość sieci pomiarowej, trudno byłoby monitorować zjawiska hydrometeorologiczne z rozdzielczością przestrzenną kilku kilometrów w skali całego kraju. Osobnym problemem są uwarunkowania lokalne. To samo zjawisko (np. opad burzowy) może mieć zupełnie inną wagę w zależności od obszaru wystąpienia. Opad burzowy w górach (duże spadki terenu, wąskie doliny, bardzo słaba przepuszczalność podłoża) może spowodować gwałtowne powodzie, podczas gdy taki sam opad na pojezierzu nie spowoduje praktycznie żadnych skutków.

Zagadnienie lokalnych systemów monitoringu zostanie przedstawione na przykładzie trzech wybranych systemów monitoringu hydrometeorologicznego. Problemy pojawiające się przy integracji automatycznych systemów monitoringu wydają się mieć charakter uniwersalny, więc zaprezentowane wnioski można równie dobrze odnieść np. do monitoringu jakości wód, czy też monitoringu natężenia ruchu drogowego.

Przykład 1. W gminie Brzesko (www.brzesko.pl) zrealizowano automatyczny monitoring hydrometeorologiczny zlewni rzeki Uszwicy oraz zainstalowano system syren alarmowych. Informacje z systemu monitoringu gromadzone są w centrum zarządzania kryzysowego, lecz dane o aktualnej sytuacji hydrometeorologicznej nie są udostępniane publicznie, np. na stronie internetowej. Gromadzone dane wykorzystywane są jedynie dla potrzeb wewnętrznych służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo.

Przykład 2. Powiat kłodzki (www.powiat.klodzko.pl) poszedł nieco dalej przy realizacji Lokalnego Systemu Osłony Przeciwpowodziowej. W skład automatycznego systemu monitoringu wchodzi 19 posterunków hydrometrycznych oraz 20 posterunków opadowych (rys. 1). Na stronie internetowej, zrealizowanej specjalnie dla potrzeb systemu, prezentowane są aktualne dane pomiarowe z wybranych posterunków, wykresy wyników pomiarów oraz mapy okolic stacji (rys. 2). W przypadku posterunków wodowskazowych zaznaczone są krytyczne wartości stanów – stan ostrzegawczy, stan alarmowy oraz maksymalny stan zaobserwowany na wodowskazie. Ma to istotne znaczenie nie tylko dla osób pracujących w służbach kryzysowych, ale również dla mieszkańców, którzy na bieżąco mogą śledzić rozwój zagrożenia na ich terenie. Takie rozwiązanie spełnia zatem postulat powszechnej dostępności danych.

Przykład 3. System Ostrzegania Przed Powodziami Powiatu Żywieckiego obejmuje swoim zasięgiem dorzecze rzeki Soły do kaskady zbiorników Tresna-Porąbka-Czaniec (rys. 4).

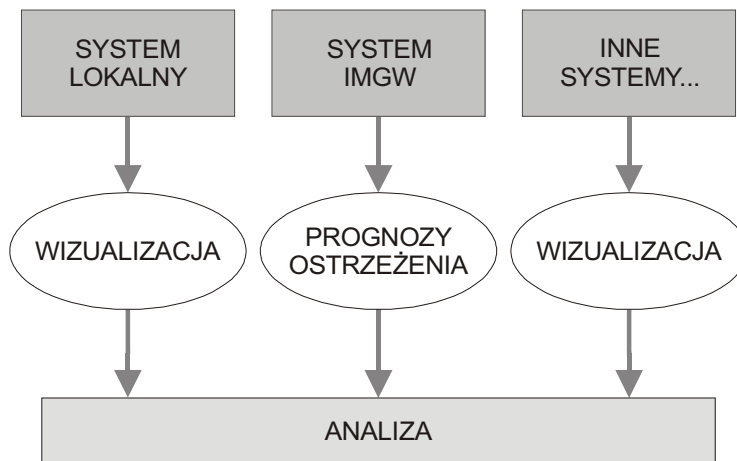


Rys. 4. Schemat rozmieszczenia posterunków pomiarowych Lokalnego Systemu Ostrzeżeń Przeciwpowodziowych Powiatu Żywieckiego

System zbudowano jako połączenie trzech automatycznych systemów monitoringu: lokalnego, systemu starostwa powiatowego, systemu IMGW oraz systemu monitoringu Zakładu Hydrologii Politechniki Krakowskiej. Ponieważ system powiatowy był realizowany najpóźniej, w jego projektowaniu uczestniczyli przedstawiciele PK oraz IMGW. W swojej funkcjonalności system jest zbliżony do rozwiązania z Kłodzka. Autorzy poszli tutaj jednak dalej udostępniając dane ze wszystkich posterunków. Dodatkowo możliwe jest przeglądanie pomiarów historycznych (rys. 3).

Aktualne wykorzystanie lokalnych systemów monitoringu w zarządzaniu kryzysowym

Lokalne systemy monitoringu hydrometeorologicznego są na bieżąco wykorzystywane dla potrzeb zarządzania kryzysowego oraz sukcesywnie doskonalone. Z ich funkcjonowa-



Rys. 5. Aktualny schemat przepływu informacji związanych z monitorowaniem hydrometeorologicznym dla potrzeb zarządzania kryzysowego

niem jest jednak związanych kilka problemów. Najważniejszy z nich dotyczy **braku integracji** z systemami wyższych poziomów wykorzystywanymi dla potrzeb zarządzania kryzysowego. Schemat ideowy kilku systemów pracujących równolegle, ale nie posiadających praktycznie punktów styczności przedstawiono na rysunku 5.

Prz próbie w praktycznego wykorzystania danych obejmujących ten sam obszar, ale pochodzących z różnych źródeł pojawia się problem „szumu informacyjnego”. W przypadku sprzecznych informacji napływających z różnych źródeł, to użytkownik systemu musi zdecydować które ze źródeł uznać za bardziej wiarygodne. Pomocą w integracji różnorodnych danych mogłyby być specjalistyczne systemy analityczne, lecz na tym polu jest jeszcze bardzo wiele do zrobienia. Pojawiają się co prawda pierwsze rozwiązania integrujące dane z wielu źródeł, ale nie działają one jeszcze na poziomie analitycznym. Przykładem integracji na poziomie prezentacji może być Web Map Service (OpenGIS, 2006). Standard ten umożliwia jednoczesną wizualizację map rastrowych i wektorowych pochodzących z różnych źródeł.

Informacje pochodzące z różnych źródeł są więc najczęściej analizowane przez samych pracowników samorządowych. Stwarza to dodatkowe trudności związane z interpretacją danych i wyników analiz, gdyż nie zawsze pracownicy odpowiedzialni za zarządzanie kryzysowe są merytorycznie przygotowani do takich zadań.

Kolejnym problemem jest duże **zróżnicowanie skal** danych przestrzennych, gdyż dane posiadają bardzo różny poziom szczegółowości. Prognozy meteorologiczne IMGW będące efektem pracy modeli mezoskalowych, takich jak COSMO-LM czy też ALADIN, dostarczają informacji **co** może się wydarzyć na danym obszarze, ale nie dostarczają szczegółowych informacji **gdzie**. Rozdzielczość przestrzenna tych modeli jest rzędu 14 km. Trwają prace nad modelem ALADIN2, który posiadał będzie znacznie większą rozdzielczość, ale nie jest on jeszcze wykorzystywany w praktyce operacyjnej.

W lokalnych systemach monitoringu nie bez znaczenia jest również **element czasu**. Przy gwałtownych zjawiskach lokalnych takich jak np. powodzie opadowe w obszarach górskich, czasy koncentracji fal powodziowych jest to kilka godzin. Dane z monitoringu groma-

dzone raz na dobę są więc w takim przypadku mało przydatne. Niezbędne jest gromadzenie danych co godzinę, a nawet częściej. Tylko najbardziej aktualne dane skonfrontowane z prognozami umożliwiają bowiem podejmowanie optymalnych decyzji z odpowiednim wyprzedzeniem.

Jedną z największych bolączek systemów monitoringu jest całkowity **brak ich interoperacyjności**. Żaden z zaprezentowanych lokalnych systemów monitoringu nie zapewnia w chwili obecnej bezpośredniej wymiany danych z innymi systemami, z systemem IMGW włącznie. Każdy z nich był realizowany pod nadzorem IMGW, ale zostały wykonane i są obsługiwane przez różne firmy stosujące własne standardy. Niestety nie udało się dotychczas wypracować jednolitych standardów w tym zakresie.

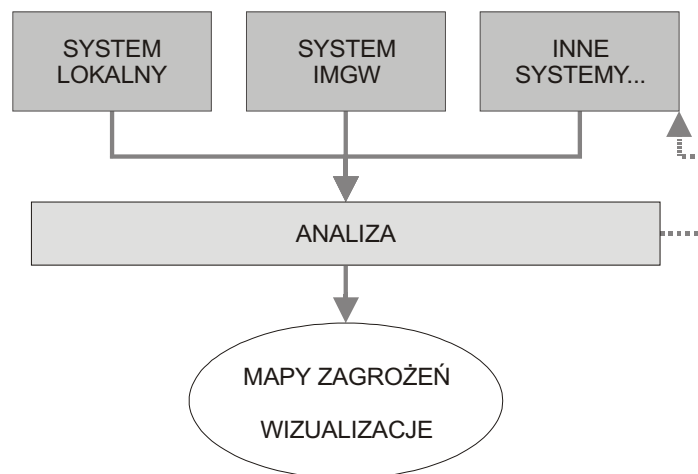
Ostatnim, choć nie najmniej istotnym problemem, jest **ograniczenie w dostępie do danych**, w szczególności tych gromadzonych centralnie. Podatnicy polscy i europejscy powinni mieć wolny dostęp do danych przestrzennych zgromadzonych za ich pieniądze. Taki jest główny wydźwięk petycji (<http://publicgeodata.org/>) będącej polemiką z niektórymi proponowanymi w ramach dyrektywy INSPIRE rozwiązaniami i skierowaną do jej architektów. W Polsce dyskusja na temat opłat za dostęp do danych jest ciągle aktualna i wzbudza wiele emocji. Z jednej strony stawiane są racje instytucji zajmujących się gromadzeniem i opracowywaniem danych, które w całości lub częściowo są finansowane z budżetu państwa. Z drugiej strony stawiane są racje natury pragmatycznej nakazujące wielokrotne wykorzystanie danych za które już raz zapłacono. W większości bowiem przypadków płatnikiem końcowym i tak są podatnicy, nawet jeśli prace na jakimś etapie są realizowane przez firmy komercyjne. Z pieniędzy publicznych płacimy więc nierzadko kilkakrotnie za te same dane lub co gorsza, dane ze względu na swoją cenę pozostają niewykorzystane „w szafach”.

Jak lokalne systemy monitoringu mogą być wykorzystywane?

Zintegrowanie danych pochodzących z różnych źródeł stwarza zupełnie nowe możliwości (Szczepanek, 2001). Dotychczasowy model pracy wielu systemów rozproszonych należałoby zastąpić modelem integrującym systemy na poziomie wymiany danych i wyników analiz oraz udostępniania usług (rys.6).

Urzeczywistnienie tego postulatu z technologicznego punktu widzenia wydaje się możliwe do realizacji w najbliższym czasie. Największe problemy mogą pojawić się w sferze formalno-prawnej oraz organizacyjnej przy wymianie danych pomiędzy instytucjami, które nie są do tego zobligowane regulacjami prawnymi. Problemy natury technicznej wydają się być nie porównanie prostsze. Lokalne systemy monitoringu dzięki swej otwartości coraz częściej są rozbudowywane o narzędzia przetwarzania danych. Tego typu lokalne systemy mogłyby w przyszłości stać się nie tylko źródłem surowych danych, ale również źródłem analiz o zróżnicowanym poziomie szczegółowości. Jakość tych danych i analiz będzie oczywiście zależna od zastosowanych praktyk, ale wyznaczenie i przestrzeganie dobrych praktyk oraz standardów powinno pomóc w wypracowaniu obiektywnych miar ich oceny.

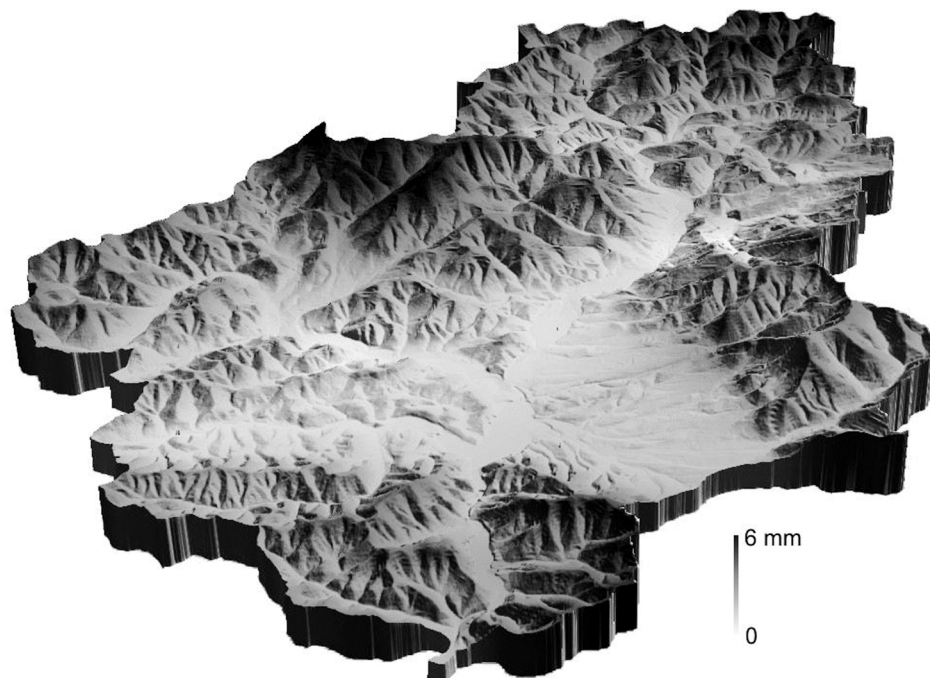
Liczne podmioty są dysponentami coraz większej ilości danych. Dane te niestety wykorzystywane są najczęściej wyłącznie dla potrzeb własnych. Pozytywnym przykładem w tym zakresie jest powiat żywiecki, który na stronach internetowych publikuje pomiary punktowe



Rys. 6. Zmodyfikowany schemat przepływu informacji związanych z monitorowaniem hydrometeorologicznym dla potrzeb zarządzania kryzysowego

z monitoringu hydrometeorologicznego. Dane te mogą być wykorzystywane praktycznie przez każdego odbiorcę i stanowią wartościowy zasób geoinformacyjny aktualizowany co 10 minut. Dzięki nawiązaniu współpracy przez władze powiatu z Politechniką Krakowską trwają prace nad wdrożeniem zaawansowanego systemu wspomagania decyzji dla potrzeb ochrony przeciwpowodziowej opartego na uznanym w kraju i na świecie modelu WISTOO (Ozga-Zielińska i in., 2002). W modelu tym zjawiska i procesy generowane są w postaci map rastrowych i wektorowych wykorzystując dane hydrometeorologiczne pochodzące z posterunków monitoringu lokalnego oraz sieci obserwacyjnej IMGW. System umożliwia np. dynamiczne generowanie map rastrowych obrazujących rozkład opadu atmosferycznego (rys. 7) w oparciu i pomiary punktowe (Szczepanek, 2002), czy też chwilowe wartości splotu powierzchniowego w wybranej chwili czasowej w dowolnym miejscu. Dane zapisywane są w otwartych, udokumentowanych formatach. Aktualnie trwają prace nad rozbudową modułów wymiany danych, a zagadnienie interoperacyjności WISTOO nabiera coraz większego praktycznego znaczenia. Model WISTOO powstał i jest nadal rozwijany przez zespół pracowników Instytutu Inżynierii i Gospodarki Wodnej PK, a jednym z głównych autorów jest dr hab.inż. Wiesław Gądek z Zakładu Hydrologii.

Istniejąca infrastruktura techniczna umożliwia realizację wielu zadań. Sukcesywnie budowane są łącza szerokopasmowe do transmisji dużych pakietów danych. Poprawę skuteczności istniejących rozwiązań można uzyskać przez lepsze wykorzystanie dostępnych już mocy obliczeniowych i infrastruktury teleinformatycznej. Modelowanie procesów przyrodniczych jest zadaniem czasochłonnym i wymagającym dużych mocy obliczeniowych. Paradoksalnie jednak, wraz ze wzrostem wydajności komputerów wzrasta również procent niewykorzystanych mocy obliczeniowych. Jak duże są to zasoby i jak skutecznie mogą zostać wykorzystane najlepiej widać na przykładzie projektu SETI (www.seti.org), gdzie do analizy sygnałów z radioteleskopów zaangażowano komputery podłączone do internetu. Tego typu przetwarzanie rozproszone nie jest być może najlepszym rozwiązaniem do zastosowania w trakcie działań operacyjnych, ale z powodzeniem może być wykorzystane do prac plani-



Rys. 7. Mapa rastrowa z modelu WISTOO obrazująca przestrzenny rozkład wysokości opadu [mm] w zlewni Soły

stycznych i studialnych. Czy mieszkańcy Krakowa nie użyłoby mocy swoich komputerów do przeliczenia tysięcy hipotetycznych scenariuszy zalania historycznego centrum miasta, czy też obszaru w którym mieszkają, z wykorzystaniem najbardziej zaawansowanych, trójwymiarowych modeli? Czy dla potrzeb zarządzania kryzysowego nie można wykorzystać np. akademickich sieci i centrów komputerowych?

Kolejnym, po infrastrukturze technicznej, ogólnodostępnym zasobem jest wiedza i doświadczenie fachowców pracujących w instytucjach uczestniczących bezpośrednio lub pośrednio w zarządzaniu kryzysowym takich jak, regionalne zarządy gospodarki wodnej, czy też Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Zapomina się czasem o środowiskach naukowych wyższych uczelni (np. Akademii Górniczo-Hutniczej czy też Politechniki Krakowskiej), które na co dzień realizują prace będące fundamentami merytorycznymi ochrony przeciwpowodziowej – począwszy od tworzenia map przez modelowanie zjawisk przyrodniczych, na wizualizacji i analizach GIS kończąc.

Zakładając hipotetycznie wykorzystanie wszystkich wymienionych powyżej zasobów, które dostępne są już teraz, możliwe wydaje się **stworzenie regionalnych centrów analiz zagrożeń**. Umożliwiłyby one nie tylko tworzenie w czasie rzeczywistym scenariuszy rozwoju sytuacji kryzysowych, ale również dokonywanie wiarygodnych analiz dla potrzeb decyzyjnych. Opisany scenariusz wydaje się jednak bardzo hipotetyczny, gdyż w chwili obecnej brak jest dla wielu obszarów nawet najprostrzych analiz, przede wszystkim brak podstaw prawnych do takiego współdziałania.

Stworzenie wydajnego systemu wspomagającego zarządzanie kryzysowe wymaga rozwiązania jeszcze wielu problemów, które wydają się nie być trudne, a mimo to nadal pozostają nierozwiązane. Pierwszy z nich to **brak** w wielu branżach **wspólnych systemów referencyjnych**, np. jednolitej dla wszystkich podmiotów sieci hydrograficznej. Taki zasób absolutnie powinien być publicznie i bezpłatnie dostępny. Brak jednolitych standardów gromadzenia i wymiany danych przestrzennych stanowi kolejne poważne ograniczenie. Branża geodezyjna wydaje się być w tym zakresie najlepiej przygotowana. Kolejnym problemem jest brak bazy metadanych przestrzennych umożliwiającej uzyskanie informacji o dostępnych zasobach. Możliwość powszechnego dostępu do danych również stanowi poważne ograniczenie szybszego rozwoju. Problemy formalne i finansowe związane z pozyskiwaniem danych znacząco utrudniają prowadzenie prac badawczo-wdrożeniowych, powodując tym samym zdecydowanie mniejsze od optymalnego wykorzystanie dostępnych danych.

Wnioski

Skoordynowanie i zestandaryzowanie formatów pozyskiwania, gromadzenia i wymiany danych przestrzennych może znacząco przyspieszyć rozwój i usprawnić wykorzystanie produktów geoinformatycznych. Dzięki standaryzacji dane pochodzące z lokalnych systemów monitoringu mogłyby stanowić istotne źródło szczegółowych danych i analiz.

Najtańszą i najefektywniejszą drogą do zapewnienia interoperacyjności wydaje się być wolny dostęp do danych przestrzennych.

Nasz kraj już w chwili obecnej dysponuje wartościową infrastrukturą teleinformatyczną. Zgromadzono sporo danych, choć z powodu swojej różnorodności ich efektywne wykorzystanie jest utrudnione. Potencjał intelektualny ośrodków naukowy jest nie do końca wykorzystywany. Podsumowując - posiadane zasoby można wykorzystać znacznie efektywniej.

Dane zgromadzone za środki publiczne powinny być publicznie dostępne. Nie stać nas na niewykorzystywanie raz zgromadzonych danych, gdyż stają się one jedynie źródłem kosztów nie przyczyniając się do redukcji strat związanych z klęskami żywiołowymi.

Literatura

- OGC, 2006: Web Map Service (WMS) Implementation Specification, Open GIS Consortium, Inc. www.open-gis.org.
- Ozga-Zielińska M., Gądek W., Książczyński K., Nachlik E., Szczepanek R., 2002: Mathematical model of rainfall-runoff transformation – WISTOO, Mathematical Models of Large Watershed Hydrology, Ed. V.P.Singh, D.K.Frevert, Water Resources Publications.
- Szczepanek R., 2001: Integracja: klucz do skutecznej ochrony przeciwpowodziowej, *Gospodarka Wodna* 2001/8.
- Szczepanek R., 2002: Czasoprzestrzenna struktura opadu atmosferycznego w zlewni górskiej. Rozprawa doktorska, Politechnika Krakowska, www.robert.szczepanek.pl.

Summary

As automatic measurement systems become available, local governments more often install this kind of equipment on their territory, mainly as a complement to nationwide system. Examples of such local hydrometeorological monitoring systems for flood protection purposes have been recently installed in Żywiec and Kłodzko counties and in Brzesko municipality. Nationwide hydrological monitoring system managed by the Institute of Meteorology and Water Management (IMWM) can not trace fast, local floods, especially in mountains and piedmonts. That is why after the flood in 1997 local governments started to design and implement dedicated systems. Many assumptions undertaken at that time are consistent with the INSPIRE spirit. However, not all of them were implemented.

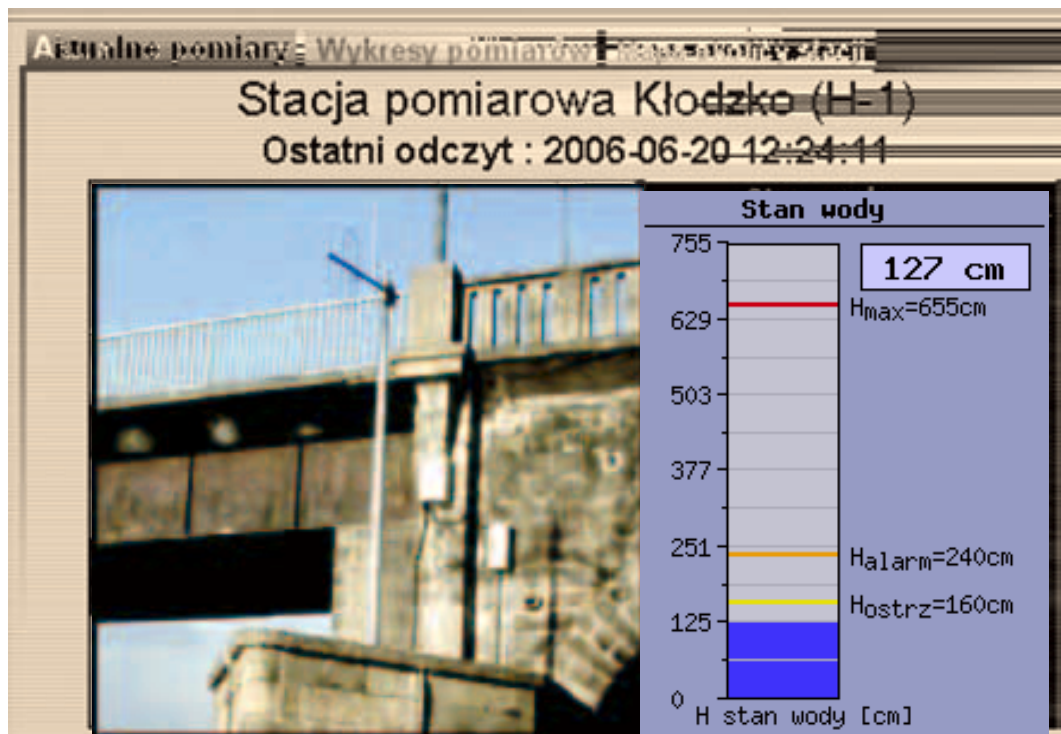
Local systems assuring higher spatial density and measurement frequency were designed as a complement to the nationwide monitoring system of IMWM. Efforts to integrate systems at different levels and with different degree of detail undertaken already at design stage were not completed mainly due to imperfection of formal and legal regulations. An obstacle was not lack of good will but lack of clear legal solutions, resulting in finding temporary and short term solutions. Presently, local monitoring systems could become a valuable source of information, but they do not guarantee indispensable interoperability. On the other hand, to be able to fully use data collected by those systems, continuous supply of data from higher level institutions should be assured. Also this postulate was not fulfilled. A postulate of general access to data was partially met. The data from Żywiec county system were made publicly available on internet web pages from the beginning. The Kłodzko county presents in internet current measurements and the Brzesko commune does not make data available for public. Local governments, unlike IMWM, have no reservations to make available the source data gathered by means of public funds.

Point measurements from Żywiec county are used i.a. for water cycle modelling. A system of spatial modelling of hydrometeorological processes (WISTOO) developed for several years at Cracow University of Technology enabled for example dynamic generation of raster maps with rainfall and current surface runoff threat. To ensure interoperability of data and systems, development of a common and uniform reference system (i.a. river network) is needed as well as common standards for data exchange.

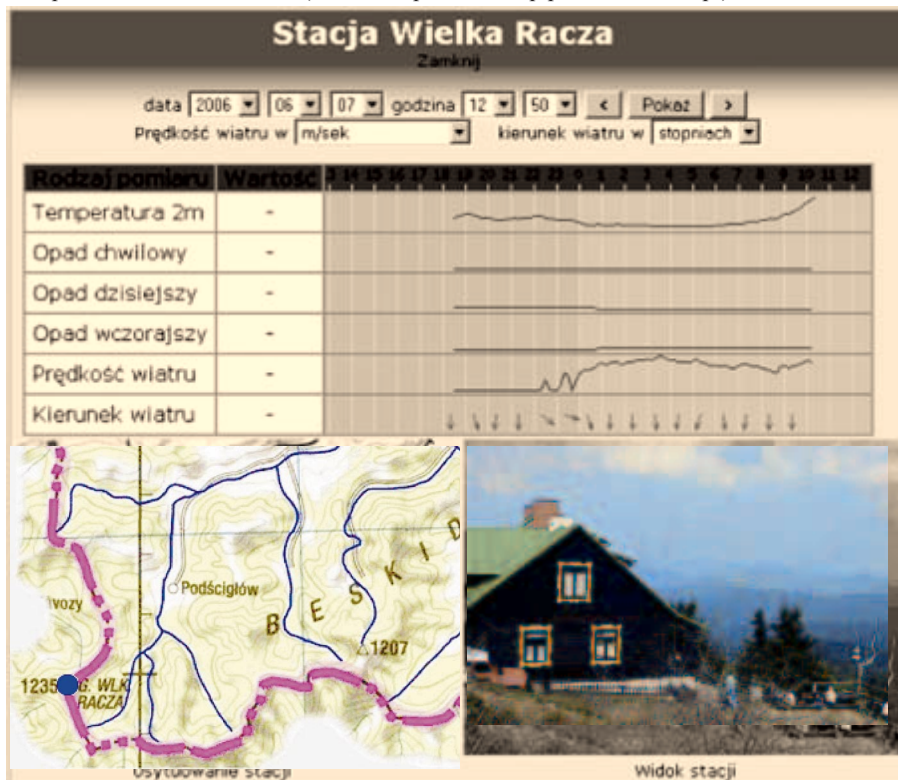
dr inż. Robert Szczepanek
robert.szczepanek@iigw.pl
www.robert.szczepanek.pl
tel. (012) 628 20 80



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia posterunków pomiarowych Lokalnego Systemu Osłony Przeciwpowodzowej Powiatu Kłodzkiego (źródło: <http://www.lsop.powiat.klodzko.pl>)



Rys. 2. Wizualizacja aktualnych danych pomiarowych z posterunku hydrometrycznego w Kłodzku dostępna za pośrednictwem internetu (źródło: <http://www.lsop.powiat.klodzko.pl>)



Rys. 3. Wizualizacja aktualnych danych pomiarowych z posterunku Wielka Racza dostępna za pośrednictwem internetu (źródło: <http://www.traxelektronik.pl/pogoda/zywiec/stacje/>)