

UŻYCIE TECHNIK GIS DO SZACOWANIA ZASOBÓW WÓD POWIERZCHNIOWYCH W SKALI KRAJU

THE USE OF GIS TECHNIQUES FOR COUNTRYWIDE ASSESSMENT OF SURFACE WATER RESOURCES

Małgorzata Barszczyńska, Paweł Madej, Danuta Kubacka

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Krakowie

Słowa kluczowe: dane przestrzenne, analizy przestrzenne, zasoby wodne Polski, współczynnik odpływu jednostkowego

Keywords: spatial data, spatial analysis, water resources in Poland, unit runoff coefficient

Wstęp

Polska z zasobami odnawialnymi wód na poziomie ok. 1600 m³/mieszkańca/rok i wskaźnikiem wykorzystania zasobów wodnych¹ bliskim 20% jest, na tle Europy, krajem stosunkowo ubogim w wodę (por. EEA, 2007). Dwudziestoprocentowy wskaźnik wykorzystania zasobów wodnych jest granicą od której kraj jest klasyfikowany jako zagrożony deficytem, a zatem zasoby wodne w Polsce powinny być traktowane jako zasób wrażliwy, zwłaszcza w perspektywie zmian klimatu mogących skutkować zmianami ilościowymi oraz zmianami rozkładu przestrzennego i czasowego zasobów wodnych. Stąd zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi zostało włączone jako jeden z wątków do projektu „Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo (zmiany, skutki i sposoby ich ograniczenia, wnioski dla nauki, praktyki inżynierskiej i planowania gospodarczego)”, projekt o akronimie KLIMAT, umowa nr POIG.01.03.01-14-011/08-00. W artykule przedstawiono wyniki prac w tym projekcie.

Wody powierzchniowe są podstawowym źródłem zaspokojenia potrzeb wodnych ludzi i gospodarki, a zrównoważone gospodarowanie tymi zasobami wymaga ich znajomości. Dla analiz w skali kraju potrzebna jest reprezentacja zasobów wodnych umożliwiająca wykonanie analiz pozwalających sklasyfikować obszar Polski ze względu na zagrożenie deficytem wody. Dane o zasobach powinny być łatwo przekładalne do różnych reprezentacji obszarowych. Należy też wziąć pod uwagę możliwość przygotowania projekcji przyszłych zasobów, uwzględniającej wariantowe scenariusze zmian klimatu.

¹ Wskaźnik wykorzystania zasobów wodnych to wyrażony w procentach stosunek poborów wody do jej zasobów odnawialnych.

Poniżej przedstawiono rozwiązanie sformułowanego wyżej problemu koncentrując się na obliczeniu wskaźników ilustrujących obecne zasoby wód powierzchniowych.

Procedura określania zasobów wód powierzchniowych

Zasoby wód powierzchniowych to głównie wody płynące w ciekach powierzchniowych, a ich stan ilościowy jest monitorowany w oparciu o sieć pomiarową Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej prowadzonej przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Publikowane w Polsce informacje dotyczące tych zasobów odnoszą się zwykle bądź do zasobów w konkretnych przekrojach w rzekach, podając charakterystyki statystyczne przepływów na wodowskazach, bądź do zasobów dużych zlewni lub dorzeczy (por. GUS, 2009). Okazjonalnie wydawane są publikacje ilustrujące rozkład obszarowy zasobów wód powierzchniowych najczęściej w postaci współczynników odpływu jednostkowego. Ten sposób obrazowania zasobów można spotkać w atlasach hydrologicznych, w których odpływy jednostkowe przedstawiane są w postaci izolinii (por. IGiPZ PAN, 1994; IMGW, 1987). Mówiąc o zasobach wodnych danego obszaru można rozróżnić zasoby własne, to jest zasoby pochodzące z opadu na tym obszarze, oraz zasoby pochodzące z dopływu z obszarów sąsiednich, nazywane tu umownie zasobami transgranicznymi. Znajomość udziału obu rodzajów zasobów w zasobach całkowitych obszaru jest o tyle istotna, iż oceniając zasoby wodne danego obszaru musimy być świadomi na ile jest on samowystarczalny jeśli idzie o wodę (IMGW, 1996). Wody dopływające z obszarów sąsiednich mogą być zanieczyszczone, a ich gospodarcze wykorzystanie problematyczne lub kosztowne. Ponadto ich wielkość zależy od wykorzystania zasobów wodnych na obszarach położonych hydrograficznie powyżej (straty bezzwrotne, przerzuty wody). Stąd bardziej szczegółowe analizy wodno-gospodarcze prowadzi się w obszarach hydrograficznych.

W prezentowanej pracy przyjęto rozwiązanie oparte o wyznaczenie współczynników odpływu jednostkowego. Pokazują one zasoby własne obszaru, tj. zasoby pochodzące z opadu na tym obszarze. Za podstawę określania zasobów wód powierzchniowych Polski przyjęto dane pomiarowe z sieci wodowskazowej IMGW przyjmując jako okres referencyjny dwudziestolecie 1971-1990². W założonej procedurze obliczeniowej każdy z wodowskazów reprezentował zlewnię różnicową pomiędzy nim a wodowskazami zlokalizowanymi hydrograficznie powyżej. Współczynnik odpływu jednostkowego był wyliczany przez podzielenie przyrostu zasobu przez przyrost zlewni i przypisywany do zlewni różnicowej. Problem obszarów nieopomiarowanych rozwiązano przypisując takim zlewniom lub ich fragmentom wartości odpływu jednostkowego z podobnych zlewni sąsiednich. Zaszła również potrzeba wyeliminowania części zlewni różnicowych ze względu na ich niewielką powierzchnię w stosunku do zlewni powyżej, co powoduje, iż wpływ dokładności określenia przepływu wody na wodowskazie może być decydujący dla wyniku obliczeń odpływu jednostkowego. Również problemy związane z antropopresją były powodem eliminacji niektórych zlewni różnicowych. Wszystkie ww. problemy opisano bliżej w następnym rozdziale.

² Powodem wyboru tego okresu referencyjnego była potrzeba uzyskania zgodności z założeniami przyjętymi dla regionalnego modelu klimatycznego RegCM, którego wyniki będą wykorzystane przy określaniu przewidywanych zmian zasobów wód powierzchniowych Polski.

Opisana wyżej procedura umożliwia określenie współczynników odpływu jednostkowego przypisanych do zlewni różnicowych dla obszaru całego kraju. Ponieważ obszary zlewni różnicowych nie zawsze mają jednorodny charakter fizycznogeograficzny przyjęto procedurę uśrednienia i zmiany reprezentacji przestrzennej wyników. Wartości współczynników odpływu jednostkowego zostały przeliczone i uśrednione dla mezoregionów fizycznogeograficznych wg Kondrackiego (por. Kondracki, 2002). Uzyskane współczynniki zostały następnie przeliczone z reprezentacji poligonowej do regularnej siatki (grid). Te dwie reprezentacje są podstawowym rezultatem pozwalającym określać zasoby własne i transgraniczne dla dowolnego obszaru Polski. Umożliwiają one łatwe przypisanie zasobów własnych do różnych podziałów obszarowych np. administracyjnych czy hydrograficznych przy wykorzystaniu narzędzi GIS. Reprezentacja w postaci regularnej siatki pozwala ponadto na sumowanie zasobów w oparciu o numeryczny model terenu, który jest podstawą do wyznaczenia granicy zlewni i uzyskanie w efekcie zasobów całkowitych wód powierzchniowych w zadanym obszarze, uwzględniających zarówno zasoby z opadu nad danym obszarem, jak i zasoby transgraniczne z dopływu z obszarów sąsiednich. Zasób transgraniczny jest w tym przypadku obliczany przez zsumowanie zasobów własnych z oczek siatki, z których woda spływa do oczka (lub oczek) reprezentującego ciek wpływający do rozpatrywanego obszaru.

Dla określenia zasobów transgranicznych przydatnym zasobem danych numerycznych jest również Mapa Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP)³. Pozwala ona na alternatywny wobec opisanego wyżej sposób określania zasobów dopływających z zewnątrz do danego obszaru. MPHP zawiera ok. 30 000 zlewni elementarnych o identyfikatorach uporządkowanych hydrograficznie. Przypisanie im zasobów własnych pozwala na łatwe określenie zasobów transgranicznych wybranych obszarów przez sumowanie zasobów zlewni elementarnych położonych hydrograficznie powyżej zlewni zawierającej odcinek cieku wpływający do interesującego nas obszaru.

W następnym rozdziale opisano proces realizacji opisanej wyżej procedury określania zasobów wód powierzchniowych Polski, przedstawiono problemy napotkane przy określaniu współczynników odpływu jednostkowego oraz zaprezentowano wyniki obliczeń.

Obliczenia zasobów wód powierzchniowych Polski

Wyznaczenie wskaźników zasobów wodnych w zlewniach różnicowych

Obliczenia charakterystyk zasobów wód powierzchniowych Polski oparto na danych z Centralnej Bazy Danych Historycznych (CBDH) IMGW. Przeanalizowano metadane z CBDH dla około 1260 przekrojów wodowskazowych i wybrano 530 posterunków posiadających pełne ciągi danych o przepływach z okresu 1971-1990. Dla każdego z 530 przekrojów wodowskazowych obliczono następujące charakterystyki:

- przepływ średni z wielolecia 1971-1990 (SSQ) – liczony jako średnia arytmetyczna ze średnich przepływów miesięcznych;

³ Mapę MPHP w skali 1:50 000 opracowano w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej w latach 1997- 2003 na zlecenie Ministerstwa Środowiska, ostatnią aktualizację wykonano w 2007 r. na zlecenie Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej; <http://www.kzgw.gov.pl/Rastrowa-Mapa-Podzialu-Hydrograficznego-Polski.html>.

- przepływy średnie dla czterech pór roku w dwudziestoleciu 1971-1990 – liczone jako średnie arytmetyczne ze średnich przepływów miesięcznych (zima: grudzień, styczeń, luty; wiosna: marzec, kwiecień, maj; lato: czerwiec, lipiec, sierpień; jesień: wrzesień, październik, listopad).

Dla ustalonego zestawu wodowskazów przygotowano warstwę poligonów zlewni różnicowych, czyli obszarów obejmujących powierzchnie zlewni pomiędzy poszczególnymi przekrojami wodowskazowymi. Rysunek 1 obrazuje rozkład przestrzenny wybranych wodowskazów.

Korzystając z zależności hydrograficznych zapisanych w sieci rzecznej, która jest elementem Mapy Podziału Hydrograficznego Polski, obliczono zasoby własne zlewni różnicowych, czyli poszczególnym poligonom przypisano zasób wynikający z różnicy zasobów na wejściach i wyjściu z obszaru. Współczynnik odpływu jednostkowego wyliczono przez podzielenie przyrostu zasobu, tj. odpowiedniej charakterystyki na wodowskazach, przez przyrost zlewni, czyli wielkość zlewni różnicowej.

Uzyskana warstwa nie pokrywała całego obszaru Polski. Dodatkowo niektóre współczynniki odpływu jednostkowego budziły wątpliwości. Stąd konieczna była, opisana niżej, weryfikacja i uzupełnienie ww. wskaźników zasobów wodnych.

Problemy związane z wykorzystaniem danych o przepływach

Analiza mapy na rysunku 1 pokazuje, że dla ok. 17 tys. km², co stanowi ok. 5,5% powierzchni Polski, brak jest pomiarów wodowskazowych z przyjętego okresu obliczeniowego. Jest to głównie obszar na północy – zlewnie rzek Przymorza oraz rzek wpadających do Zalewu Wiślanego, a także niewielkie obszary zlewni rzek odprowadzających wody do zlewni poza granicami Polski. W obszarach tych należało określić zasób jednostkowy w inny sposób. W opisywanej pracy obszarom, gdzie występował brak danych z pomiarów, przypisano współczynnik odpływu jednostkowego z sąsiednich zlewni różnicowych, na podstawie analizy przebiegu sieci hydrograficznej i warunków fizycznogeograficznych. Przy wyborze „podobnych” zlewni różnicowych korzystano również z danych o opadach zgromadzonych w CBDH.

Drugą trudnością przy ustalaniu zasobu własnego obszaru był fakt, że pomiarów wodowskazowych dokonuje się także w miejscach o zniekształconym przez antropopresję reżimie hydrologicznym. Działalność człowieka w zakresie regulacji rzek, zabudowy poprzecznej (stopnie, jazy, zbiorniki), użytkowanie wody w celach komunalnych, przemysłowych i in. powoduje znaczne zaburzenia w naturalnym reżimie hydrologicznym, a zatem dokonane obliczenia obciążone są niepewnością co do ich rzeczywistej wielkości. Informacje o występujących zakłóceniach reżimu hydrologicznego są zgromadzone w metadanych CBDH o posterunkach pomiarowych. Trudno natomiast uzyskać dane o wielkości tych zakłóceń. W Polsce nie istnieje jednolicie gromadzona informacja o użytkowaniu wody. Dane takie w istotny sposób poprawiłyby jakość informacji przydatnej do obliczeń zasobów wód powierzchniowych. Przy omawianej pracy skorzystano z informacji o dużych międzyzlewniowych przerzutach wody i zbiornikach retencyjnych (Opracowanie analizy presji, 2007) oraz zebrano informacje o napełnianiu zbiorników w okresie 1971-1990. Na tej podstawie określono, w których przypadkach ww. użytkowanie wody mogło mieć znaczący wpływ na wielkość przepływu. W efekcie dokonano kilku zmian wielkości przepływów, a część posterunków pozostających pod wpływem antropopresji pominięto.

Wyeliminowano również pomiary z części posterunków, dla których zlewnie różnicowe były zbyt małe i dokładność wyznaczania wielkości przepływu szacowana na ok. 10% mo-

głaby mieć zbyt duży udział w obliczonym zasobie własnym dla takich obszarów, a w skrajnych przypadkach znacznie go zniekształcić.

Ostatecznie do ustalenia wartości odpływu jednostkowego użyto danych z 425 posterunków wodowskazowych.

Wyniki obliczeń

Opisane wyżej korekty i uzupełnienia procedury obliczania współczynnika odpływu jednostkowego pozwoliły na częściowe przynajmniej wyeliminowanie błędów wynikających z zaburzeń naturalnego reżimu hydrologicznego i dokładności określania wielkości przepływu oraz na uzyskanie wyników dla całego obszaru Polski. Wyniki obliczeń ilustruje mapa na rysunku 2.

Zlewnie różnicowe nie zawsze są dobrą reprezentacją obszarową wskaźników zasobów jednostkowych. Wartość odpływu, zmierzona w profilu wodowskazowym, została tu uśredniona mechanicznie w całej zlewni. Daje to obraz uproszczony, ponieważ odpływ w obrębie zlewni jest zróżnicowany, a granica zlewni niekoniecznie jest granicą zmiany wartości odpływu jednostkowego (Dynowska, 1973). Odpływ mierzony w punkcie jest wynikiem procesów zachodzących na powierzchni, wielkość odpływu zależy od środowiska geograficznego, a czynniki lokalne mogą mieć duży wpływ na wartości odpływu (Byczkowski, 1999). Zlewnia różnicowa może obejmować obszary o różnym charakterze (np. obszary węzłów różnych rzek, przecinanie regionów fizycznogeograficznych zlewniami różnicowymi), dlatego opracowano alternatywny rozkład przestrzenny współczynników spływu jednostkowego. Obliczone wcześniej wartości odpływu jednostkowego w zlewniach różnicowych przeliczono na współczynniki dotyczące regionów fizycznogeograficznych. Do obliczeń wykorzystano warstwę numeryczną mezoregionów fizycznogeograficznych wg Kondrackiego wykonaną na Uniwersytecie im. Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie⁴. W trakcie realizacji pracy została ona dopasowana do warstwy MPHP, która ma większą dokładność. Dostosowanie wykonane zostało na podstawie szczegółowych opisów oraz map zamieszczonych w (Kondracki, 2002).

Do uzyskania współczynników odpływu jednostkowego dla mezoregionów użyto procedury obliczania statystyk strefowych z oprogramowania ArcGIS v.9.3 firmy ESRI. Statystyka strefowa jest funkcją służącą do wyliczania statystyk rastrów typu dyskretnego w obrębie określonego obszaru w innej warstwie cyfrowej. Dla każdego obszaru wyliczane są statystyki na podstawie wartości pikseli rastra wejściowego. Wartości wyliczonych statystyk, w tym interesująca nas tutaj wartość średnia, dołączane są do tabeli atrybutów warstwy wyjściowej. W ten sposób, po uprzednim przekształceniu warstwy obrazującej wartość współczynnika odpływu jednostkowego w zlewniach różnicowych do postaci rastrowej, dokonano przypisania wielkości odpływu jednostkowego do 328 poligonów reprezentujących mezoregiony fizycznogeograficzne. Rezultaty opisanych wyżej obliczeń ilustruje mapa na rysunku 3.

Uzyskane rezultaty są zbieżne z wykonanymi wcześniej dla Polski analizami (por. atlasy: IGiPZ PAN, 1994; IMGW, 1987), choć zakres zmienności wartości współczynnika odpływu jest nieco obcięty z obu stron, w stosunku do współczynników z atlasów, i mniej dokładnie odwzorowana jest jego zmienność obszarowa. Niezgodności wynikają z faktu, że w

⁴ Warstwa pochodzi z serwera UMCS <http://geografia.kampus.umcs.lublin.pl/moodle/>

opisywanym tu przypadku obliczenia uśredniano dla stosunkowo dużych obszarów (zlewnia różnicowa, mezoregion) co przyczyniło się do „spłaszczenia” wyników. Natomiast dla przyjętej w opracowaniu szczegółowości oszacowania, uzyskany zakres i rozkład przestrzenny zmienności współczynnika odpływu jednostkowego nie budzi większych wątpliwości.

Przedstawione na rysunkach 1 i 2 współczynniki odpływu jednostkowego to podstawowy wskaźnik umożliwiający wyznaczanie zasobów własnych i całkowitych dla dowolnych obszarów naszego kraju. Wysoka wartość odpływu jednostkowego na danym obszarze wskazuje, że obszar ten jest obficie zaopatrywany z opadu, wobec czego najprawdopodobniej nie jest istotne czy jest on dodatkowo zasilany wodami płynącymi. Zsumowanie wskaźników odpływu jednostkowego dla obszaru, czyli wyznaczenie zasobu własnego, może pokazać, że z punktu widzenia potrzeb wodnych jest to obszar samowystarczalny. Jeśli wskaźnik ten spada, informacja jaki jest dopływ z obszarów położonych hydrograficznie powyżej staje się istotna, zwłaszcza na obszarach o gęstym zaludnieniu i znacznej aktywności gospodarczej wymagającej wody. Wtedy informacja o zasobach całkowitych obszaru jest kluczowa dla oceny czy obszar ten jest potencjalnie deficytowy. Poniżej pokazano przykład wyznaczenia zasobów całkowitych dla wybranej zlewni.

Obliczone wartości współczynnika odpływu jednostkowego zostały użyte do określenia zasobu całkowitego dla scalonych części wód powierzchniowych⁵ w zlewni Tanwi. Zastosowano obliczenia statystyki strefowej dla poligonów części wód oraz regularnej siatki (grid) ze współczynnikami odpływu jednostkowego uzyskując zasoby własne scalonych części wód. Następnie korzystając z uporządkowania hydrograficznego scalonych części wód obliczono ich zasoby całkowite. Uzyskany wynik przedstawiono na rysunku 4 porównując zasoby własne i zasoby całkowite w zlewni Tanwi w rozbiciu na scalone części wód. Dla 3 scalonych części wód zlokalizowanych wzdłuż Tanwi, posiadających zlewnię powyżej, widać narastającą różnicę między zasobami własnymi a zasobami całkowitymi.

Dla tego samego obszaru obliczono zasób całkowity z wykorzystaniem narzędzi modelowania hydrologicznego z oprogramowania ArcGIS v.9.3 firmy ESRI. W obliczeniach użyto numerycznego modelu terenu o rozdzielczości 250 m. Na jego podstawie, wskazując punkt zamykający zlewnię utworzono obszar, z którego woda spływa do tego punktu. Następnie obliczono wartość zasobu całkowitego przy wykorzystaniu statystyki strefowej oraz regularnej siatki ze współczynnikami odpływu jednostkowego. Uzyskany wynik dla ujścia Tanwi był zbliżony z wcześniejszym, obliczonym na podstawie zlewni wyznaczonej w MPHP.

Korzystając z opisanych wyżej sposobów obliczania i przekształcania danych dotyczących współczynnika odpływu jednostkowego można obliczać zasoby np. dla obszarów województw, innych regionów fizycznogeograficznych lub zlewni bilansowych.

Podsumowanie

Opisana procedura określania współczynników odpływu jednostkowego i ich dalszego przetwarzania pokazuje możliwości stosunkowo szybkiego oszacowania zasobów wodnych w skali kraju. Uzyskane rezultaty są zbliżone z wykonanymi wcześniej dla Polski analizami,

⁵ Pojęcie części wód jako podstawowej jednostki planistycznej w gospodarowaniu wodami wprowadziła Ramowa Dyrektywa Wodna Unii Europejskiej 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. (Dz.U. UE L.00.327.1, 22.12.2000).

jakkolwiek zakres zmienności wartości współczynnika odpływu jest nieco obcięty w stosunku do współczynników z atlasów i mniej dokładnie odwzorowana jest jego zmienność obszarowa. Powodem jest niewątpliwie fakt, że obliczenia uśredniano dla stosunkowo dużych obszarów (zlewnia różnicowa, mezoregion). Tym niemniej wydaje się uprawnione wykorzystanie tak uzyskanych danych do analiz w skali kraju. Celem takich analiz jest wskazanie obszarów potencjalnie deficytowych lub bilansowanie wodnogospodarcze w skali makro. Należy jednak pamiętać, że uzyskane rezultaty mają charakter ogólny i bardziej szczegółowe analizy wymagać będą dokładniejszych danych.

Doświadczenia zdobyte przy obliczaniu charakterystyk obszarowych zasobów wodnych pokazują potencjał systemów informacji przestrzennej w rozwiązywaniu tego rodzaju zadań. Wykorzystanie narzędzi GIS pozwala na łatwe przeliczanie rezultatów do różnych podziałów obszarowych, a dostępne w ArcGIS narzędzia analiz hydrologicznych można stosować do obliczania dopływu do dowolnego punktu. W efekcie, przy znajomości współczynników odpływu jednostkowego, użycie technologii GIS pozwala na obliczenia zasobów własnych i całkowitych dla dowolnego obszaru.

W dalszej perspektywie planowane jest oszacowanie potencjalnych zmian zasobów wód powierzchniowych Polski poprzez wykorzystanie wyników symulacji zmian klimatu pochodzących z regionalnego modelu klimatycznego RegCM (por. Elguindi N. i in., 2007). W tym kontekście warto wspomnieć że rozbudowany zestaw filtrów importowych w ArcGIS, w szczególności możliwość importowania plików NetCDF⁶, ułatwia wykorzystanie w analizach przestrzennych rezultatów obliczeń wykonywanych innymi narzędziami.

Literatura

- Byczkowski A., 1999: Hydrologia, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Dynowska I., 1973: Problematyka opracowań map odpływu, Folia Geographica, Series Geographica-Physica, vol.VII, PAN Oddział w Krakowie, Komisja Nauk Geograficznych.
- European Environment Agency (EEA), 2007: Europe's environment. The fourth assessment; European Environment Agency, Copenhagen.
- Elguindi N., Bi X., Giorgi F., Nagarajan B., Pal J., Solmon F., Rauscher S., Zakey A., 2007: RegCM Version 3.1 User's Guide, Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy.
- GUS, 2009: Ochrona środowiska 2009: Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- IGiPZ PAN, 1994: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Atlas zasobów walorów i zagrożeń środowiska geograficznego Polski, Agencja Reklamowo-Wydawnicza A.Grzegorzcyk, Warszawa.
- IMGW, 1996: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Stan i wykorzystanie zasobów wód powierzchniowych Polski, Materiały Badawcze, Seria: Gospodarka i Ochrona wód, nr 20, Warszawa.
- IMGW, 1987: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Atlas hydrologiczny Polski, tom I, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Kondracki J., 2002: Geografia regionalna Polski, Wyd. 3 uzup., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych dla potrzeb opracowania programów działań i planów gospodarowania wodami. Raport końcowy, 2007: Maszynopis w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowym Instytucie Geologicznym, Instytucie Ochrony Środowiska.
- Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. (Dz.U. UE L.00.327.1, 22.12.2000).

⁶ Wyniki modelu RegCM będą w formacie NetCDF (ang. Network Common Data Form), który jest szeroko stosowany w pracach naukowych do przechowywania danych wielowymiarowych, w tym danych meteorologicznych i klimatycznych.

Abstract

The article presents the experience in the assessment of Polish surface water resources. The described results are based on the project entitled „The influence of climate changes on environment, economy and society” with the acronym KLIMAT (Project No. POIG.01.03.01-14-011/08-00). The main problem considered in the paper is the preparation of spatial representation of surface water resources adequate for analysis allowing classification of the area of Poland according to water shortage hazards. Data about water resources should be easily transformable into different spatial representations.

The calculation of Poland's surface water resources is based on data on water flows at water gauges and it was chosen in this project to present them in the form of unit runoff coefficients.

The paper describes the main problems related to the calculation of unit runoff coefficients, such as lack of measurements in some areas of Poland and lack of data about the water use affecting hydrological regime of rivers. An example of possible use of the unit runoff coefficient for the assessment of water resources in the selected area was also presented. Water resources were assessed separately as internal resources coming from precipitation in the selected area, and resources coming from the inflow from adjacent areas.

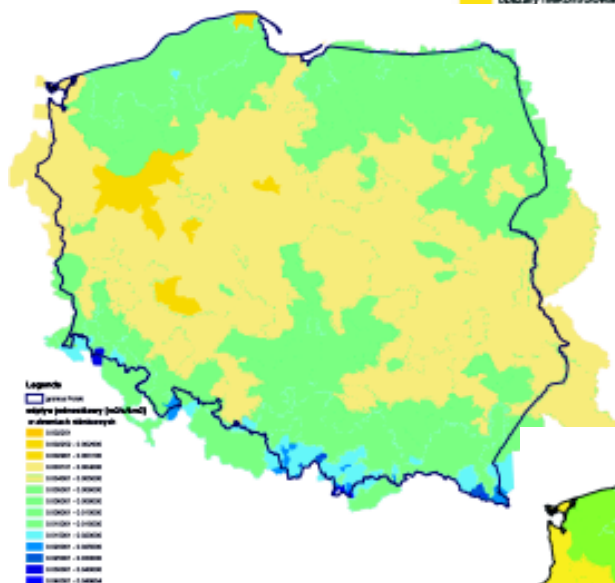
Possibilities of the use of GIS supported by ESRI ArcGIS software 9.3 version are presented. The areas of GIS use concern mainly changes in spatial representation of the analysed phenomenon, including recalculation of water resources characteristics and the use of hydrological modelling procedures.

mgr Małgorzata Barszczyńska
malgorzata.barszczynska@imgw.pl
tel. +48 12 639 82 14

mgr inż. Paweł Madej
pawel.madej@imgw.pl

mgr inż. Danuta Kubacka
danuta.kubacka@imgw.pl

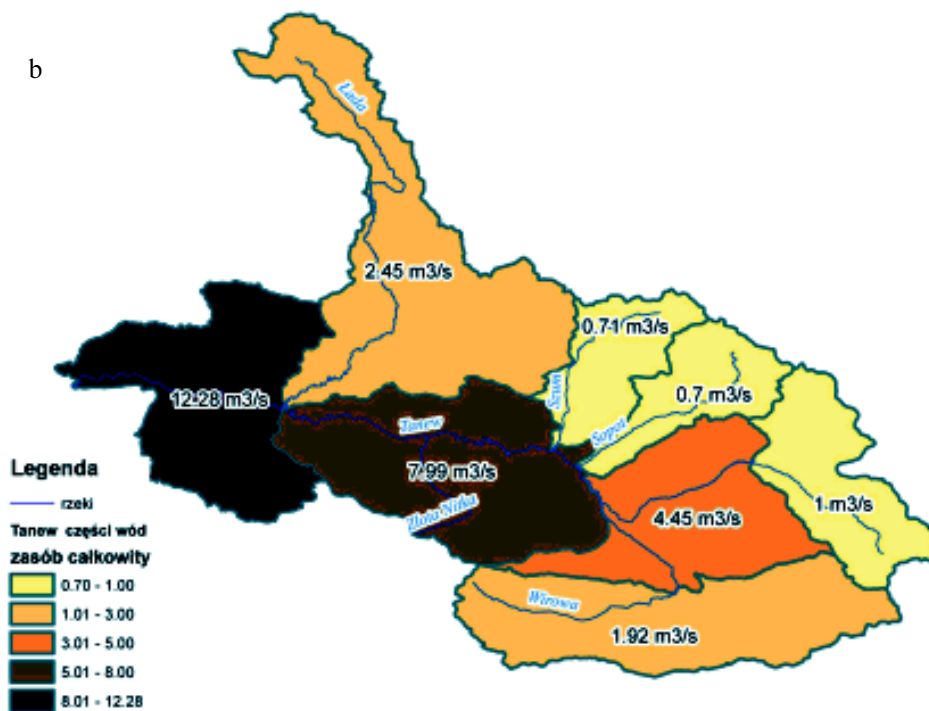
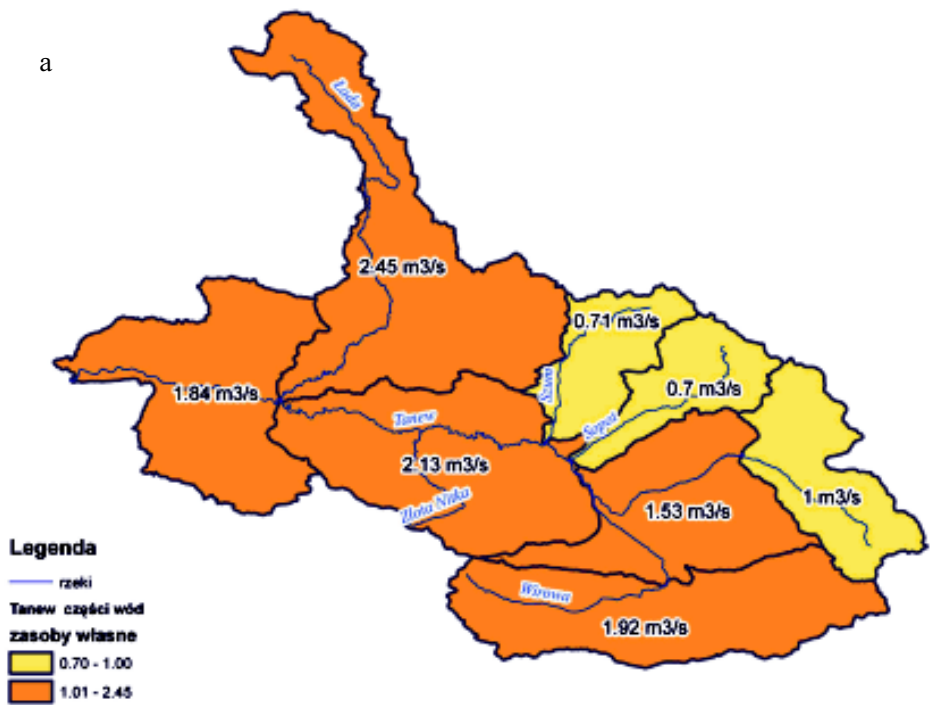
Rys. 1. Mapa rozkładu posterunków wodowskazowych posiadających pełne ciągi przepływów w okresie 1971-1990



Rys. 2. Mapa rozkładu wielkości odpływu jednostkowego w okresie 1971-1990 w wodowskazowych zlewniach różnicowych

Rys. 3. Mapa rozkładu wielkości odpływu jednostkowego w okresie 1971-1990 w mezoregionach fizycznogeograficznych wg Kondrackiego





Rys. 4. Zasoby dla scalonych części wód powierzchniowych w zlewni Tanwi: a – własny, b – całkowity