

**ADAPTACJA I DOSTOSOWANIE ZASOBU
BAZY DANYCH OBIEKTÓW TOPOGRAFICZNYCH
NA POTRZEBY WYKONANIA MAPY PODZIAŁU
HYDROGRAFICZNEGO POLSKI W SKALI 1:10 000**

ADAPTING AND USING OF THE TOPOGRAPHIC OBJECTS
DATEBASE FOR DEVELOPMENT
OF HYDROGRAPHIC MAP OF POLAND AT 1:10 000 SCALE

Michał Olszar, Jaromir Borzuchowski

MGGP S.A. Oddział Kraków

Słowa kluczowe: mapa hydrograficzna, zlewnia elementarna, kody hydrograficzne, linie wododziałowe, odcinki cieków wyróżnionych, węzły hydrograficzne
Keywords: hydrographic map, elementary basin, hydrographic codes, watershed lines, river segments, hydrographic nodes

Wprowadzenie

Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 (MPHP10) to kompleksowy system informacji przestrzennej zawierający aktualny obraz sieci hydrograficznej oraz podział hydrograficzny obszaru Rzeczypospolitej Polskiej. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 jest kompatybilnym rozwinięciem i uszczegółowieniem Mapy Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:50 000. (Chormański i in., 2012). Działania podjęte na szczeblu centralnym przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej doprowadziły do opracowania mapy w skali bazowej pozwalającej MPHP10 stać się referencją dla wszelkich działań podejmowanych w gospodarce wodnej. W niniejszym artykule zostały przedstawione zabiegi techniczne pozwalające dostosować klasy wodne Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) do wymogów zasobu MPHP10 zawierającego referencyjne dane hydrograficzne. Zamierzeniem autorów nie jest pomniejszanie znaczenia BDOT, ale propozycja udoskonalenia klas wodnych widzianych przez pryzmat hydrografii.

Geometria jezior i odcinków cieków z BDOT, a także cyfrowy model terenu stanowią dane wejściowe do opracowania MPHP10. Dokładność skali opracowania – 1:10 000, wynika ze skali BDOT. Trudność z adaptacją tego zasobu w zakresie klas wodnych do wymogów MPHP10 polega między innymi na odmiennej strukturze modelu danych obu zbiorów.

Klasa wód powierzchniowych PKWO_A występująca w BDOT, w bazie MPHP10 posiada aż trzy klasy odpowiadające: jeziora (jeziora wyróżnione), jez_n (jeziora niewyróżnione), rzeki_s (rzeki szerokie). W zakresie klas liniowych reprezentujących sieć rzeczną w obu zasobach występują po dwie klasy: SWML_L (odcinki rowów melioracyjnych), SWRK_L (odcinki cieków) w BDOT oraz rzeki_o (odcinki cieków wyróżnionych), rzeki_n (odcinki cieków niewyróżnionych) w MPHP10. Klasy MPHP10 cechuje całkowita odmiennosc treści atrybutowej i inne zasady przyporządkowania obiektów liniowych do klas. Oznacza to, że wśród cieków wyróżnionych mogą znajdować się obiekty zarówno z klasy SWML_L, jak i SWRK_L. Decydującym czynnikiem wyróżnienia odcinków jest zlewnia elementarna, będąca najmniejszą jednostką podziału hydrograficznego. Odcinki nieposiadające zlewni elementarnej zasilają warstwę rzeki_n.

W obecnym kształcie baza BDOT ma ściśle określony model danych, w tym stopień rozdzielczości, szczegółowości danych (bliski dotychczasowej mapie topograficznej 1:10 000) (Buczek i in., 2011). Sama transformacja modelu danych w celu unifikacji zasobów jest niewystarczająca, wymaga dodatkowo uporządkowania danych poprzez ponowną klasyfikację obiektów. Należało równolegle zapewnić możliwość transformacji danych MPHP10 do modelu zgodnego z INSPIRE. W tym celu po zakończeniu prac edycyjnych dokonano harmonizacji danych do modelu MPHP10 – INSPIRE.

Modyfikacja klas wodnych BDOT na potrzeby MPHP10 wprowadza niepożądaną niejednorodność danych w zasobach. W zakresie klas wodnych BDOT, w obecnym stanie, nie może stanowić danych referencyjnych dla gospodarki wodnej, gdyż nie spełnia określonych wymagań typowych dla danych hydrograficznych. Wytyczne techniczne TBD (GUGiK, 2008) nie precyzują dostatecznych instrukcji obowiązujących podczas pozyskiwania danych, dlatego geometria BDOT, jako stan wejściowy do opracowania MPHP10, podlegała modyfikacjom i uzupełnieniom.

Geometria odcinków cieków

W obecnych realiach, na potrzeby wykonania MPHP10 klasy SWML_L oraz SWRK_L w ramach przetworzenia przygotowawczego łączy się ze sobą. Z powstającego w ten sposób zbioru selekcjonuje się odcinki cieków podlegające wyróżnieniu (rzeki_o). Odcinki cieków niewyróżnionych stanowiące tło mapy zasilają klasę rzeki_n. Trudność na tym etapie objawia się na poprawnym zdefiniowaniu źródeł, przebiegu, ujścia cieku, co jako problem stanowi oddzielne zagadnienie. Rozbieżności w tym obszarze wymagają działań systemowych eliminujących, z dostępnych zasobów państwowych, informacje błędne. Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych (PRNG), opisujący geometrię cieków BDOT, w wielu przypadkach nie odzwierciedla lokalnie obowiązujących przebiegów. Uzgodnienie PRNG w zakresie przebiegów i nazewnictwa cieków z zarządcami cieków jednoznacznie ujednoliciłoby informację obowiązującą na szczeblu centralnym, czyniąc ją przy okazji bogatszą o nazwy lokalne i zwyczajowo przyjęte.

Na uwagę zasługuje odmienny sposób segmentacji odcinków występujących w bazie MPHP10 i BDOT. Liczba odcinków klasy rzeki_o determinowana jest wyłącznie przez wartość atrybutową i geometrię tej klasy. Geometria klasy rzeki_n nie ma żadnego wpływu na dzielenie się obiektów klasy rzeki_o. Segmenty obiektów klas SWRK_L i SWML_L wynikają z realizacji reguły topologicznej uniemożliwiającej by koniec dowolnego odcinka dotykał

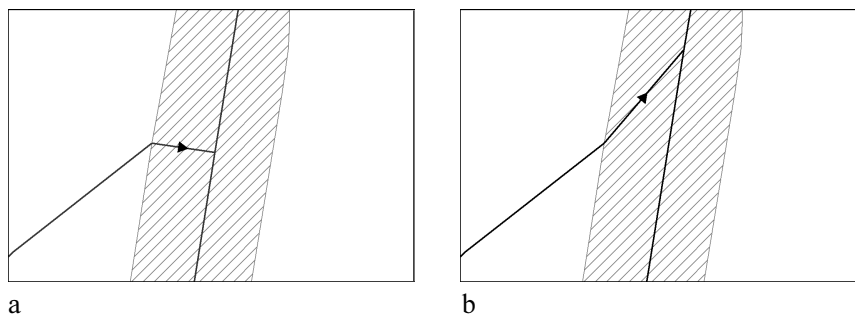
środku linii innego odcinka. Klasa SWML_L powoduje segmentację SWRK_L, która jest nadrzędna wobec tej pierwszej.

W zakresie sztucznych połączeń cieków i osi geometrycznych występujących w BDOT i MPHP10 zauważalna jest diametralna różnica w definiowaniu tych odcinków. Oś geometryczna zachowuje geometryczną ciągłość cieku w obszarze występującego na biegu danego cieku jeziora czy też rzeki szerokiej. W hydrografii oś odzwierciedla najbardziej prawdopodobny przebieg cieku z uwzględnieniem założonej dynamiki wody w korycie rzeki. Stany niżówkowe, odsłaniające dno koryta lub jeziora, w hydrografii nie determinują przebiegu osi geometrycznej rzeki, ponieważ od jej kształtu i sposobu prowadzenia zależy matematyczna długość przekładająca się na kilometrą rzeki. Geometria BDOT jest kartograficznym odwzorowaniem stanu na konkretny czas opracowania ortofotomapy, a klasy wodne stanowią jedynie niewielki wycinek całości. Hydrograf swą uwagę koncentruje wyłącznie na klasach wodnych i posługuje się subiektywną oceną uwzględniając także aspekty związane z meteorologią i hydrologią.

Wartości atrybutów X_RODZAJ_R: OG (oś geometryczna) oraz SL (sztuczny łącznik) występujące w modelu danych BDOT nie mogły zostać przejęte do klasy rzeki_o ze względu na odmienne reguły ich zastosowania, a przede wszystkim z uwagi na występujące w modelu danych MPHP10 alternatywne wartości atrybutu rodzaju odcinka (rzeczywisty, umowny, antropogeniczny). Dostosowanie modelu MPHP10 do BDOT poprzez ujednoczenie wartości domeny rodzaj było niemożliwe, ponieważ każdy z wymienionych w hydrografii ma swoje znaczenie i wiąże się z kształtem zlewni elementarnych.

Sztuczne połączenie cieków w MPHP10 to odcinek znajdujący się pomiędzy węzłem ujściowym a osią geometryczną recypienta, czego nie uwzględnia zawsze geometria BDOT. Odcinek ten cechuje uproszczona geometria, a także poniższe zasady:

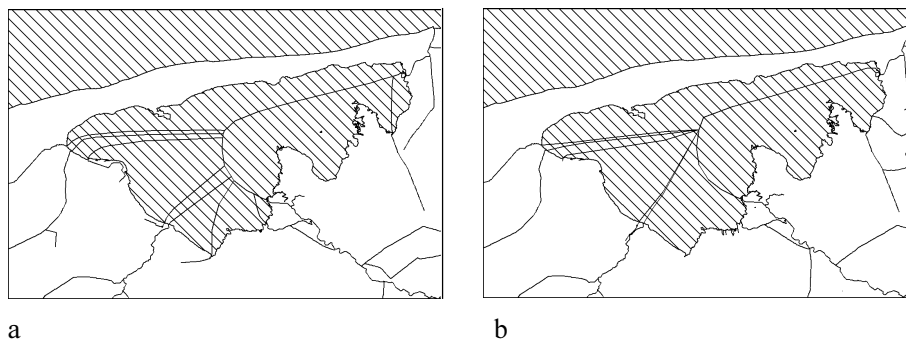
1. Kąt zawarty pomiędzy sztucznym połączeniem cieków a osią recypienta powinien być zbliżony do kąta prostego z zastrzeżeniem jednak, iż kąt zawarty pomiędzy zwrotem sztucznego połączenia, a zwrotem recypienta nie jest kątem wypukłym. Powyższa zasada obowiązuje także w przypadku kiedy łączą się ze sobą dwa sztuczne połączenia cieków (rys. 1a). BDOT w tym zakresie stosuje widoczną dowolność (rys. 1b). To ważne w aspekcie kilometrowania cieków, tak by kilometrą na linii brzożowej rzeki szerokiej był spójny z kilometrą na osi cieku.



Rys 1. Sztuczne połączenie: a – w MPHP10, b – w BDOT

2. Liczba werteksów odcinka stanowiącego sztuczne połączenie cieków musi gwarantować falistość linii. Taka sama zasada dotyczy osi geometrycznych.

3. Odcinki cieków będące sztucznymi połączeniami cieków nie mogą łączyć się w jednym punkcie na osi recipienta (rys. 2).



Rys. 2. Połączenia odcinków: a – w MPHP10, b – w BDOT

Ciągłość i kierunkowość cieków

Z punktu utworzenia ciągłej i kierunkowej sieci rzecznej MPHP10, uwagi wymaga fakt, iż cieki znajdujące się na klasie SWML_L nie są ciągłe. Oznacza to, że wewnątrz klasy PKWO_A wspomniana klasa nie posiada kontynuacji przebiegu. Wyróżnienie cieku pochodzącego z klasy SWML_L możliwe jest po wcześniejszym zapewnieniu spójności sieciowej z pozostałymi odcinkami klasy, przez uzupełnienie brakujących osi geometrycznych czy też sztucznych połączeń cieków (połączenie z ciekiem głównym w obrębie zbiornika lub szerokiej rzeki). Analizy wymaga zdefiniowana w BDOT kierunkowość odcinków, która w szczególności przynosi wymierne zmiany w przypadku geometrii cieków występujących w terenach o małym zróżnicowaniu wysokości terenu. W takich przypadkach najwiarygodniejszym źródłem informacji jest wywiad terenowy, choć z uwagi na kameralność prac podczas opracowania MPHP10 posłużono się dostępnymi materiałami referencyjnymi, a także informacją pochodzącą od ekspertów IMGW-PIB. Klasa, w której poszczególne obiekty odpowiadają ciekom w całości, a poprzez zadaną kolejność wierzchołków linii obligatoryjnie zawiera informację o kierunku spływu wód określana jest jako *route* (rzeki_r). *Route* generuje się w oparciu o kierunki odcinków występujące na klasie rzeki_o. Długość danej rzeki określana jest jako długość *route* tej rzeki pomniejszona o długość sztucznego połączenia cieku, o ile występuje.

Poligonowe reprezentacje wód

Klasyfikacja obiektów zgromadzonych w klasie PKWO_A (wody powierzchniowe w BDOT) jest utrudniona brakiem świadomego zdefiniowania zasięgów jezior i zbiorników w odniesieniu do zasięgu poligonów rzek szerokich (rzek o szerokości większej niż 5 m). Oznacza to w praktyce, iż jeziora i zbiorniki o kształcie rynnowym, znajdujące się na biegu rzeki, częstokroć w BDOT traktowane są jak rzeki szerokie. Poprawna hydrograficznie klasyfikacja tych obiektów możliwa jest po wcześniejszej ingerencji w geometrię obiektów BDOT.

Wyznaczenie granicy zlewni pomiędzy jeziorem a rzeką szeroką zależy od kształtu linii brzegowej w miejscu połączenia jeziora i rzeki szerokiej. W wielu przypadkach geometria BDOT w tych obszarach uniemożliwia wyznaczenie poprawnego wododziału, który zgodnie z zasadami obowiązującymi w hydrografii, w przejściu przez rzekę szeroką powinien być prowadzony najkrótszą drogą i oparty na trzech werteksach, a więc cechować się uproszczeniem. Poligony danej rzeki pochodzące z BDOT łączy się ze sobą w jeden obiekt, pod warunkiem że posiadają przynajmniej dwa wspólne werteksy. Z zasady każde jezioro i każdy zbiornik, niezależnie od powierzchni, znajdujący się na biegu cieków z klasy rzeki_o podlega wyróżnieniu. Po identyfikacji i wyselekcjonowaniu jezior wyróżnionych pozostają obiekty klasy jez_n (jeziora niewyróżnione), które stanowią tło mapy.

Identyfikatory hydrograficzne

Dane MPHP10 cechują identyfikatory hydrograficzne. Wyróżnia się identyfikator hydrograficzny dla cieków ID_HYD_R, jak i identyfikator hydrograficzny dla zlewni ID_HYD. Przyjęty system kodowania oparty jest na zmodyfikowanym systemie Pfafstettera (Furnans, 2001). Modyfikacja polega na odwrotnym, niż zakładał to Pfafstetter, kierunku kodowania zlewni. W związku z powyższym ostatnią cyfrą kodu zlewni źródłowej w MPHP10 jest 1, a ujściowej 9. Prawidłowością, z pewnymi wyjątkami, jest także parzystość kodu ID_HYD_R. Pomiędzy ID_HYD i ID_HYD_R istnieje ścisła korelacja objawiająca się faktem, iż hydrograficzny kod zlewni jest rozwinięciem kodu D_HYD_R rzeki, która odprowadza wodę z tej zlewni. Obiekty klasy SWRK_L oraz SWML_L nie są opisane identyfikatorem hydrograficznym. Mimo to powiązanie pomiędzy MPHP10 a BDOT istnieje za pośrednictwem bazy PRNG (dotyczy to wyłącznie cieków o zgodnym przebiegu). W BDOT znajduje się kod ID_CIEKU, stanowiący łącznik do bazy PRNG, w której z kolei znajduje się kod pochodzący z MPHP50. Wartość takiej relacji jest jednak nieco przeceniona z uwagi na odrębne cykle aktualizacyjne poszczególnych baz. W wyniku prac nad MPHP10 wiele kodów ID_HYD_R zostało poprawionych. Dla zachowania relacji z PRNG w modelu danych MPHP10 przechowywany jest stary kod ID_HYD_R_50. W ramach projektu wyróżniono i zakodowano ponad tysiąc cieków i w tym zakresie PRNG należy uzupełnić. Identyfikator hydrograficzny ID_HYD_R danego cieków, wynikający z systemu kodowania, powinien mieć na całej długości odpowiednika w postaci identyfikatora kartograficznego ID_PRNG. Ze względu na trudności z definicją niejednego przebiegu cieków jednoczesne zapewnienie ciągłości obu identyfikatorów nie zawsze jest możliwe. Ponadto zaledwie 45% cieków wyróżnionych w MPHP10 zawiera swojego odpowiednika w PRNG. Odcinki cieków wyróżnionych zostały opisane adekwatnymi identyfikatorami z tego zasobu w celu łatwego odwołania do geometrii cieków BDOT i informacji w zakresie nazw obocznych występujących w PRNG.

Warstwy generowane

W oparciu o dostosowaną geometrię BDOT tworzy się klasy MPHP10, które są główną istotą budowania tego zasobu. Chodzi o klasę zlewni elementarnych (zlew_el), rzeki route (rzeki_r) oraz warstwę węzłów hydrograficznych (rzeki_w). Metodyka opracowania MPHP10 zakłada wygenerowanie zlewni elementarnych z udostępnionego przez CODGiK numerycz-

nego modelu terenu. Proces tworzenia zlewni oparty jest na modelu, w którym danymi wejściowymi są: warstwa jezior, warstwa odcinków cieków, a także NMT przetworzony do struktury GRID o oczku 5 m. W wyniku modelowania uzyskuje się linie wododziałowe poddawane manualnej korekcie. Segmenty linii wododziałowych oznaczone są przez węzły hydrograficzne na wododziałach (zlew_w). W dalszej kolejności w wyniku przetworzenia linii do poligonu powstają zlewnie elementarne. W oparciu o poligony opisane identyfikatorem ID_HYD, wynikającym z systemu kodowania, poprzez generalizację buduje się zlewnie hierarchiczne (zlew_h), w taki sposób, by ciek niezależnie od rzędu posiadał swoją autonomiczną zlewnię. Informacja zawarta w MPHP10 została rozszerzona o wartość wysokości, przypisaną do węzłów rzeki_w z NMT. To pozwoliło wygenerować tabelę tab_mod zawierającą zestawienie spadków dla odcinków cieków wraz z ich długościami i powierzchniami zlewni w granicach Polski, dedykowaną dla modelowania hydrologicznego.

Zalecenia dla dopasowania zasobów

Bogate doświadczenia uzyskane podczas realizacji MPHP w skali bazowej 1:10 000, pozwalają autorom sformułować poniższe zalecenia, które służą zwiększeniu interoperacyjności w zakresie danych BDOT i dają możliwość łatwej implementacji do zasobu MPHP.

1. Modele danych obu zasobów w zakresie klas wodnych powinny zostać zunifikowane.
2. MPHP10 powinna być rozwinięciem danych BDOT o klasy charakterystyczne tj. zlewnie, węzły, a obiekty wejściowe (jeziora, rzeki szerokie, cieki) powinny być identyczne w obu bazach.
3. Klasa SWRK_L powinna być tożsama z klasą rzeki_o.
4. Klasa SWML_L powinna odpowiadać obiektom klasy rzeki_n.
5. Rodzaje i typy odcinków cieków powinny zostać ujednocicone.
6. Przebiegi cieków zdefiniowane w PRNG, kształtujące sieć rzeczną w BDOT powinny zostać jednoznacznie uporządkowane z zarządcami cieków.
7. Poprawnie opisane atrybutowo obiekty klasy PKWO_A mogą stanowić, jak dotychczas, zbiorczą klasę obiektów odpowiadającym klasom MPHP10 (jeziora, rzeki_s, jez_n) jednak ich geometryczna definicja powinna być zgodna z zasadami hydrografii.
8. Opracowaniu geometrii cieków BDOT powinna przyświecać myśl przyszłego ich hydrograficznego zastosowania. Zbiór zasad realizowanych podczas pozyskiwania danych powinien uzupełnić Wytoczne BDOT.

Wnioski

Pozyskanie i adaptacja danych BDOT na potrzeby wykonania MPHP10 było działaniem jednorazowym. Automatyzacja w zakresie przejęcia danych BDOT jest dziś niewykonalna, ale należałoby poczynić pewne kroki żeby dane BDOT posiadały cechy danych hydrograficznych, co otworzy nowe możliwości. Pewne definicje obowiązujące na etapie pozyskiwania geometrii jezior i cieków BDOT, a przede wszystkim dopasowanie modelu danych bazy MPHP10 i BDOT w zakresie klas wodnych, mogą w przyszłości znacznie ułatwić proces pozyskiwania danych, ograniczając działania adaptacyjne BDOT do minimum.

Obecnie promowana jest przez KZGW, właściciela danych, propozycja uzgodnienia zwrotnego – opracowana w ramach MPHP10 geometria miałaby zastąpić geometrię bazową BDOT. Aby zrealizować taki pomysł nieodzowne wydaje się ujednoczenie modelu danych obu zasobów, a także rozwiązanie problemu odmiennego sposobu segmentacji obiektów. Proponuje się także by opracowanie i okresowe aktualizacje klas wodnych BDOT powierzyć w całości hydrografom.

Literatura

- Buczek A., Lichończak K., Uchański J., 2011: Budowa BDOT w punktu widzenia wykonawców. *Roczniki Geomatyki* t. 9, z. 6: 41-76, PTIP Warszawa.
- Chormański J., Gielczewski M., Grygoruk M., Kardel I., Tyszewski S., Indyk W., Borzuchowski J., Czechowicz A., Kapustka S., Krawczyk D., Olszar M., Łoś K., 2012: Wytyczne do wykonania Mapy Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000.
- Furnans J., Olivera F., 2001: Watershed Topology – The Pfafstetter System.
- GUGiK, 2008: Wytyczne Techniczne – Baza Danych Topograficznych (TBD) wraz z uzupełnieniami.

Abstract

This paper is a result of a series of experiments within the project "Development of the Hydrographic Map of Poland at 1:10 000 scale". For the first time, available spatial data from the resources of CODGiK were used for updating the Hydrographic Map of Poland such as Digital Elevation Model (NMT), Topographic Objects Database, orthophotomap and topographic map at 1:10 000 scale. To use the national resources for development of hydrographic map the input data had to be prepared. This paper describes attribute and geometric adaptation of data from the Topographic Objects Database. Described modifications give cartographic data typical features of hydrographic data. Recommendations in the conclusion may be also considered as complement to the technical guidelines for production works of Topographic Objects Database.

mgr inż. Michał Olszar
michal.olszar@mggp.com.pl

mgr Jaromir Borzuchowski
jaromir.borzuchowski@mppg.com.pl