

PROPOZYCJA KSZTAŁTU I ZASTOSOWANIA BAZY DANYCH KRENOLOGICZNYCH JAKO CZĘŚCI INFRASTRUKTURY PRZESTRZENNYCH DANYCH PRZYRODNICZYCH NA PRZYKŁADZIE DRAWIEŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

PROPOSAL OF THE FORM AND USE OF THE SPRINGS DATABASE AS PART OF SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE IN THE DRAWA NATIONAL PARK

MARCIN STĘPIEŃ¹

Abstrakt. Drawieński Park Narodowy (DPN) jest w trakcie realizacji infrastruktury przestrzennych danych przyrodniczych w formie dużej, spersonalizowanej geobazy, składającej się z wielu niższych rangą elementów tworzonych w środowisku ArcGIS. Opisywana Baza Danych Krenologicznych (BDK) ma być jednym z takich elementów. Zawiera ona informacje dotyczące wpływów wód podziemnych na terenie DPN i jego otuliny. Podczas tworzenia BDK szczególny nacisk położono na jej interoperacyjność, czyli współdziałanie z pozostałymi elementami infrastruktury przestrzennych danych przyrodniczych Parku oraz na ogólnie przyjęte standardy tworzenia tego typu obiektów. Nawiązano ponadto do opracowywanego w Polsce, na potrzeby realizacji wytycznych europejskiej Dyrektywy INSPIRE, standardu danych GIS w zakresie ochrony przyrody.

Słowa kluczowe: źródła, baza danych, ArcGIS, INSPIRE, Drawieński Park Narodowy.

Abstract. The paper presents the springs database that will be part of a large geodatabase of natural environment components in the Drawa National Park (DNP). This geodatabase has been prepared using ArcGIS code. It contains data about natural outflows in the park and its border area. During geodatabases preparation, a particular emphasis was placed on its interoperability with the rest parts of infrastructure of spatial natural resources in the DNP and on the standards for creation of such bases. Moreover, this geodatabase was created with reference to the INSPIRE European Directive in the field of GIS data standards in environmental protection.

Key words: springs, geodatabase, ArcGIS, INSPIRE, Drawa National Park.

WSTĘP

Niniejsze opracowanie było jednym z podstawowych celów realizowanego w latach 2008–2010 grantu MNiSW „Warunki występowania źródeł na terenie Drawieńskiego Parku Narodowego i jego otuliny, przestrzenna i sezonowa zmienność cech fizykochemicznych, składu chemicznego i izotopowego wód ze źródeł wraz z opracowaniem ogólnodostępnej bazy danych krenologicznych” (N N306 283135). Baza danych krenologicznych może być uważana za byt nie-

zależny, lecz dzięki zastosowaniu w procesie tworzenia odpowiednich standardów i położeniu szczególnego nacisku na jej interoperacyjność, może być w całości włączona w tworzoną przez Drawieński Park Narodowy infrastrukturę przestrzennych danych przyrodniczych i powinna współdziałać z pozostałymi jej elementami.

Krenologia jest nauką z pogranicza hydrogeologii i hydrografii i zajmuje się badaniem źródeł (Kleczkowski,

¹ Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej; ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; e-mail: marcin.stepien@uw.edu.pl

Rózkowski red., 1997). Niektóre, szersze definicje krenologii umieszczają ją pomiędzy hydrogeologią, hydrologią i ekologią (pl.wikipedia.org/wiki/Krenologia) i w ich myśl jest to nauka zajmująca się źródłami: ich charakterem, warunkami występowania, cechami fizycznymi i chemicznymi wód źródłanych, a także organizmami żywymi żyjącymi w źródłach. Źródła są obiektem badań wielu naukowców, a sama krenologia jawi się jako nauka interdyscyplinarna. W niniejszym artykule przymiotnik „krenologiczny” należy

traktować jedynie w kategoriach hydrogeologicznych. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, żeby opisywana baza danych była strukturą, zawierającą informacje nie tylko z dziedziny hydrogeologii. Baza ma charakter otwarty, co należy rozumieć zarówno jako możliwość dopisywania kolejnych informacji o istniejących w niej obiektach, możliwość dodawania kolejnych obiektów, jak i dodawania do bazy kolejnych kategorii informacji.

METODYKA TWORZENIA BAZY DANYCH KRENOLOGICZNYCH

Źródła jako obiekty hydrogeologiczne można traktować jako dane przestrzenne o charakterze punktowym. W danym czasie mają one swoje ściśle określone położenie w przestrzeni, więc można je przedstawić na mapie. Ze względu na słaby stan rozpoznania warunków krenologicznych na terenie Drawieńskiego Parku Narodowego i w jego otulinie pierwszym krokiem było zlokalizowanie wszystkich obiektów badawczych. Inwentaryzacja źródeł miała miejsce podczas szeregu wizji terenowych z użyciem map topograficznych, leśnych i turystycznych, a także odbiornika GPS Garmin 60CSx. Położenie każdego interesującego obiektu określano z dokładnością do kilku metrów, co w terenie gęsto zalesionym i na potrzeby projektu można uznać za wynik w pełni satysfakcjonujący. Rzędność każdego miejsca wpływu odczytywano z mapy topograficznej w skali 1:10 000.

Podczas badań terenowych szczegółowo opisywano miejsce i charakter każdego wpływu oraz jego najbliższą okolicę, co umożliwi w przyszłości kolejnym badaczom precyzyjne zlokalizowanie poszczególnych obiektów bazy danych. W trakcie prac kameralnych opis uzupełniano o informacje hydrograficzne, geograficzne i administracyjne. W bazie zawarto również informacje o przyporządkowaniu wpływu do wydziałów ze *Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski* (Salwa, 1999; Wągrowski, 2001, 2002; Studencki, 2002; Popielski, 2006, 2009; Winnicki, 2009) i *Mapy Hydrogeologicznej Polski* (Baran, 2004a, b; Grzegorzczak, 2004; Herman, 2004; Kieńc, 2004; Kos, 2004; Malinowska-Pisz, 2004), obie w skali 1:50 000. Uzupełnieniem opisu są zdjęcia obiektu. Są to informacje tworzące trzon bazy danych krenologicznych (BDK). Pozostała część bazy danych krenologicznych składa się z danych, będących wynikami pomiarów (temperatura wody, pH, PEW, potencjał redox, stężenie tlenu oraz skład chemiczny podstawowy i rozszerzony). Wszystkie dane pomiarowe terenowe i laboratoryjne są powiązane z datą obserwacji i nazwiskiem autora badania. Efektem analizy wyników badań laboratoryjnych jest przyporządkowanie źródeł do odpowiednich typów hydrochemicznych wód.

Tak przygotowana baza stanowi podstawę do dalszych szczegółowych analiz hydrogeologicznych, pozwalających badać zarówno zmienność przestrzenną czy sezonową parametrów fizycznych i chemicznych wody, jak i pomóc np. w określeniu aktualnego tła hydrochemicznego w zakresie

dowolnych elementów (a wcześniej sprawdzić czy rozmieszczenie i liczba obserwacji na to pozwalają). Dzięki narzędziom selekcji można szybko przeglądać dane, sortować je według określonych kryteriów i jednocześnie na bieżąco śledzić położenie wyselekcjonowanych obiektów na mapie. Kryteria selekcji mogą być różne, muszą jednak być ściśle powiązane z informacjami wprowadzonymi do bazy. Z zastosowaniem odpowiednich filtrów, można uzyskać np. informacje o położeniu obiektów, spełniających następujące warunki: a – leżące w obrębie Równiny Drawskiej, b – należące do otuliny DPN, c – położone poza terenem gminy Kalisz Pomorski, d – charakteryzujące się typem innym niż $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, e – o pH wyższym niż 7.

Należy także wspomnieć o pojawiającym się problemie wyważenia proporcji pomiędzy rozmiarem bazy a jej funkcjonalnością. Na przykład wydaje się, że bezcelowe jest powtarzanie w bazie atrybutów, które niosą informację o tych samych cechach, jak np. alkaliczność i zawartość jonu HCO_3^- skoro ta pierwsza ściśle wynika z drugiej.

Baza danych krenologicznych przedstawia źródła z hydrogeologicznego punktu widzenia. Nie prowadzono ewidencji i bardziej szczegółowych badań wpływów nieskoncentrowanych (młaki i wysięki), co nie znaczy, że w przyszłości dane te nie mogłyby również znaleźć się w BDK. Główną część bazy stanowią wyniki badań fizykochemicznych i chemicznych. Baza może być rozbudowana o część biotyczną i w ten sposób będzie stanowiła pełny obraz źródeł Drawieńskiego Parku Narodowego.

Łącznie (jak dotąd) w bazie opisano 78 miejsc wpływu wód podziemnych. Dane uzyskane w terenie zostały uzupełnione o wyniki badań laboratoryjnych, żeby jak najlepiej scharakteryzować poszczególne obiekty. Wszystkie dane podzielono na klasy, będące zbiorami obiektów. Klasy otrzymały nazwy bez polskich znaków, co pozwoli uniknąć ewentualnych konfliktów pomiędzy danymi i oprogramowaniem w późniejszych etapach przetwarzania danych. Ponadto przyjęto pisownię zgodną z obowiązującymi regułami tworzenia diagramów klas.

Bazę utworzono w środowisku ArcGIS w wersji 9.3 na podstawie połączonych ze sobą relacyjnie tabel przygotowanych w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel (format *.xls) a następnie eksportowanych do formatu o rozszerzeniu *.dbf. Opracowanie bazy danych krenologicznych poprzedzono

analizą danych ilościowych i jakościowych, charakteryzujących źródła, oraz wyników badań laboratoryjnych. W rezultacie uzyskano założenia do bazy (tab. 1) zawierające informacje o wszystkich atrybutach umieszczonych w bazie z podziałem na grupy tematyczne. Dzięki temu uniknięto zwiłokrotnienia tych samych informacji. W założeniach zawarto informacje na temat formatu poszczególnych danych. Pozwoli to w przyszłości tak przygotować nowe dane, żeby bez przeszkód mogły rozszerzyć istniejącą bazę.

Dane o źródłach podzielono na 5 grup uporządkowanych w formie tabel (każdej grupie odpowiada dokładnie jedna tabela o wskazanej w nawiasie nazwie):

- Identyfikacja źródeł (ZR_ID),
- Parametry fizykochemiczne (ZR_FIZCHEM),
- Parametry chemiczne (ZR_CHEM),
- Pozostałe parametry (ZR_INNE),
- Dane izotopowe (ZR_IZOTOP).

Wszystkie wymienione grupy zawierają kod (KOD_ZR) i symbol (SYMBOL_ZR) źródła oraz unikatowy identyfikator pomiarów (ID_POMIAR), które pozwalają na uniknięcie pomyłek w identyfikacji źródeł i opisujących je parametrów oraz korelowanie danych między sobą.

Tabela 1

Specyfikacja warstw informacyjnych
Specification information layers

Nazwa rekordu	Opis	Przykład	Długość	Dokładność	Typ	Wymóg
A. Warstwa źródła_point						
KOD_ZR	kod źródła jest łącznikiem pomiędzy warstwą punktową źródeł a słownikiem i wynikami badań; wartość liczbową; grupa 1000	1002	4	0	long integer	O
SYMBOL_ZR	symbol źródła nadany przez autora pomiaru; pierwsza litera symbolizuje rzekę, z którą związane jest dane źródło (P – rz. Płociczna, D – rz. Drawa, K – rz. Korytnica)	P039	4	nd	text	O
B. Warstwa ZR_ID						
KOD_ZR	kod źródła jest łącznikiem pomiędzy warstwą punktową źródeł a słownikiem i wynikami badań; wartość liczbową; grupa 1000	1002	4	0	long integer	O
SYMBOL_ZR	symbol źródła nadany przez autora pomiaru; pierwsza litera symbolizuje rzekę, z którą związane jest dane źródło (P – rz. Płociczna, D – rz. Drawa, K – rz. Korytnica)	P040	4	nd	text	O
NAZWA_ZR	nazwa źródła zgodna z mapą topograficzną lub nazwa autorska	Wydrowe Łęgi	40	nd	text	F
X_92	współrzędna X w układzie 1992 (wg kartezjańskiego układu współrzędnych)	500765	6	0	long integer	O
Y_92	współrzędna Y w układzie 1992 (wg kartezjańskiego układu współrzędnych)	295168	6	0	long integer	O
Z_topo	współrzędna wysokościowa Z odczytana z mapy topograficznej w skali 1:10 000 [m n.p.m.]	89	3	0	long integer	F
WOJEWODZ-TWO	nazwa województwa	zachodnio-pomorskie	25	nd	text	O
POWIAT	nazwa powiatu	choszczeński	25	nd	text	O
GMINA	nazwa gminy	Człopa	25	nd	text	O
DPN_OTULINA	przynależność do DPN lub otuliny	DPN	10	nd	text	O
JEDN_GEOGR	nazwa jednostki geograficznej wg Kondrackiego	Równina Drawska	20	nd	text	O
NR_MHP	nr arkusza MHP	270	4	0	long integer	O
NAZWA_MHP	nazwa arkusza MHP	Choszczno	20	nd	text	F
JEDN_MHP	jednostka hydrogeologiczna wg MHP	cQI	15	nd	text	O
NR_SMGP	nr arkusza SMGP	270	4	0	long integer	O
NAZWA_SMGP	nazwa arkusza SMGP	Choszczno	25	nd	text	O
JEDN_SMGP	jednostka geologiczna wg SMGP	PŻ+P	30	nd	text	F
TYP_ZR	typ źródła w klasyfikacji morfologicznej	korytowe	10	nd	text	O
WYPLYW	siła motoryczna wypływu	descenzyjne	15	nd	text	O

Wymóg: O – obligatoryjny, F – fakultatywny, W – warunkowy
Requirement: O – obligatory, F – non-obligatory, W – conditional

Tabela 1 cd.

Nazwa rekordu	Opis	Przykład	Długość	Dokładność	Typ	Wymóg
WALORYZACJA	waloryzacja krenologiczna obiektu	1	1	0	short integer	O
INNE_OBS	inne obserwacje	kolonie bakterii siarkowodorowych	200	nd	text	F
AUTOR	imię i nazwisko osoby dokonującej pomiarów i poboru próbek	Marcin Stępień	30	nd	text	O
JEDNOSTKA	nazwa jednostki osoby dokonującej pomiarów i poboru próbek	Uniwersytet Warszawski Wydział Geologii	50	nd	text	O
STANOWISKO	stanowisko osoby dokonującej pomiarów i poboru próbek	adiunkt	15	nd	text	F
C. Warstwa ZR_FIZCHEM						
ID_POMIAR	identyfikator pomiaru	10034	5	0	long integer	O
KOD_ZR	kod źródła jest łącznikiem pomiędzy warstwą punktową źródeł a słownikiem i wynikami badań; wartość liczbową	1002	4	0	long integer	O
SYMBOL_ZR	symbol źródła nadany przez autora pomiaru; pierwsza litera symbolizuje rzekę, z którą jest związane dane źródło (P – rz. Płociczna, D – rz. Drawa, K – rz. Korytnica)	P040	4	nd	text	O
SEZON	symbol sezonu: L – lato, Z – zima	L	1	nd	text	O
PROBA	informacja o poborze próbki (T – tak, N – nie)	T	1	nd	text	O
TEMP_WODY	temperatura wody [°C]	8,9	3	1	float	O
pH	odczyn pH wody [-]	8,22	4	2	float	F
PEW	przewodność elektrolityczna właściwa [μS/cm]	413	4	0	long integer	F
REDOX	potencjał redox [mV]	-88	4	0	long integer	F
O_procent	stężenie tlenu rozpuszczonego [%]	28,3	4	1	double	F
O_mg_L	stężenie tlenu rozpuszczonego [mg/l]	11,32	4	2	double	F
WYDAJNOSC	wydajność źródła [l/s]	0,75	4	3	double	F
DATA_OBS	data wykonania badań (pomiarów terenowych i poboru próbek do badań laboratoryjnych)	2009-04-01	10	nd	date	W
AUTOR_OBS	wykonujący badania [imię i nazwisko]	Marcin Stępień	30	nd	text	W
UWAGI	uwagi i komentarze	próbka gruntu	150	nd	text	F
D. Warstwa ZR_CHEM						
ID_POMIAR	identyfikator pomiaru	10034	5	0	long integer	O
KOD_ZR	kod źródła jest łącznikiem pomiędzy warstwą punktową źródeł a słownikiem i wynikami badań; wartość liczbową	1002	4	0	long integer	O
SYMBOL_ZR	symbol źródła nadany przez autora pomiaru; pierwsza litera symbolizuje rzekę, z którą jest związane dane źródło (P – rz. Płociczna, D – rz. Drawa, K – rz. Korytnica)	P040	4	nd	text	O
Na_mg_L	stężenie jonu Na ⁺ [mg/l]	39,12	5	2	double	F
Na_mval_L	stężenie jonu Na ⁺ [mval/l]	1,02	4	2	double	F
Na_proc_mval	udział jonu Na ⁺ wśród głównych kationów [%]	11	2	0	long integer	F
K_mg_L	stężenie jonu K ⁺ [mg/l]	11,35	5	2	double	F
K_mval_L	stężenie jonu K ⁺ [mval/l]	0,03	4	9	double	F
K_proc_mval	udział jonu K ⁺ wśród głównych kationów [%]	3	2	0	long integer	F
Ca_mg_L	stężenie jonu Ca ²⁺ [mg/l]	131,33	5	2	double	F
Ca_mval_L	stężenie jonu Ca ²⁺ [mval/l]	4,11	4	2	double	F
Ca_proc_mval	udział jonu Ca ²⁺ wśród głównych kationów [%]	87	2	0	long integer	F
Mg_mg_L	stężenie jonu Mg ²⁺ [mg/l]	55,37	5	2	double	F
Mg_mval_L	stężenie jonu Mg ²⁺ [mval/l]	2,01	4	2	double	F

Tabela 1 cd.

Nazwa rekordu	Opis	Przykład	Długość	Dokładność	Typ	Wymóg
Mg_proc_mval	udział jonu Mg^{2+} wśród głównych kationów [%]	14	2	0	long integer	F
Cl_mg_L	stężenie jonu Cl^{-} [mg/l]	14,17	5	2	double	F
Cl_mval_L	stężenie jonu Cl^{-} [mval/l]	0,81	4	2	double	F
Cl_proc_mval	udział jonu Cl^{-} wśród głównych kationów [%]	7	2	0	long integer	F
SO4_mg_L	stężenie jonu SO_4^{2-} [mg/l]	33,39	5	2	double	F
SO4_mval_L	stężenie jonu SO_4^{2-} [mval/l]	2,03	4	2	double	F
SO4_proc_mval	udział jonu SO_4^{2-} wśród głównych kationów [%]	21	2	0	long integer	F
HCO3_mg_L	stężenie jonu HCO_3^{-} [mg/l]	171,44	5	2	double	F
HCO3_mval_L	stężenie jonu HCO_3^{-} [mval/l]	4,11	4	2	double	F
HCO3_proc_mval	udział jonu HCO_3^{-} wśród głównych kationów [%]	76	2	0	long integer	F
NO3_mg_L	stężenie jonu NO_3^{-} [mg/l]	0,97	5	2	double	F
NO3_mval_L	stężenie jonu NO_3^{-} [mval/l]	0,03	4	2	double	F
NO3_proc_mval	udział jonu NO_3^{-} wśród głównych kationów [%]	1	2	0	long integer	F
Fe_mg_L	stężenie całkowite jonów Fe [mg/l]	1,01	5	3	double	F
Mn_mg_L	stężenie całkowite jonów Mn [mg/l]	0,011	5	3	double	F
Al_mg_L	stężenie całkowite jonów Al [mg/l]	0,003	5	2	double	F
SiO2_mg_L	stężenie całkowite jonów SiO_2 [mg/l]	12,18	5	2	double	F
F_mg_L	stężenie całkowite jonów F [mg/l]	0,21	4	2	float	F
PO4_mg_L	stężenie całkowite jonów PO_4 [mg/l]	0,33	4	2	double	F
Sr_mg_L	stężenie całkowite jonów Sr [mg/l]	0,3815	5	4	double	F
Ba_mg_L	stężenie całkowite jonów Ba [mg/l]	0,2223	5	4	double	F
Ti_mg_L	stężenie całkowite jonów Ti [mg/l]	0,0001	5	4	double	F
V_mg_L	stężenie całkowite jonów V [mg/l]	0,0000	5	4	double	F
Cr_mg_L	stężenie całkowite jonów Cr [mg/l]	0,0001	5	4	double	F
Co_mg_L	stężenie całkowite jonów Co [mg/l]	0,0011	5	4	double	F
Ni_mg_L	stężenie całkowite jonów Ni [mg/l]	0,0003	5	4	double	F
Cu_mg_L	stężenie całkowite jonów Cu [mg/l]	0,0001	5	4	double	F
Zn_mg_L	stężenie całkowite jonów Zn [mg/l]	0,0011	5	4	double	F
As_mg_L	stężenie całkowite jonów As [mg/l]	0,0000	5	4	double	F
E. Warstwa ZR_INNE						
ID_POMIAR	identyfikator pomiaru	10034	5	0	long integer	O
KOD_ZR	kod źródła jest łącznikiem pomiędzy warstwą punktową źródeł a słownikiem i wynikami badań; wartość liczbową	1002	4	0	long integer	O
SYMBOL_ZR	symbol źródła nadany przez autora pomiaru; pierwsza litera symbolizuje rzekę, z którą jest związane dane źródło (P – rz. Płociczna, D – rz. Drawa, K – rz. Korytnica)	P040	4	nd	text	O
M_mg_L	wartość mineralizacji [mg/l]	235,47	5	2	float	F
SP_mg_L	sucha pozostałość [mg/l]	185,47	5	2	double	F
SA_mval_L	suma głównych anionów [mval/l]	4,53	4	2	double	F
SK_mval_L	suma głównych kationów [mval/l]	4,37	4	2	double	F
B_proc	błąd analizy [%]	11,3	3	1	double	F
SzP	typ hydrochemiczny wg klasyfikacji Szczukariewa-Prikłońskiego ze zmianami	$HCO_3 - SO_4 - Ca - Mg$	20	nd	text	F

Tabela 1 cd.

Nazwa rekordu	Opis	Przykład	Długość	Dokładność	Typ	Wymóg
F. Warstwa ZR_IZOTOP						
ID_POMIAR	identyfikator pomiaru	10034	5	0	long integer	O
KOD_ZR	kod źródła jest łącznikiem pomiędzy warstwą punktową źródeł a słownikiem i wynikami badań; wartość liczbową	1002	4	0	long integer	O
SYMBOL_ZR	symbol źródła nadany przez autora pomiaru; pierwsza litera symbolizuje rzekę, z którą jest związane dane źródło (P – rz. Płociczna, D – rz. Drawa, K – rz. Korytnica)	P040	4	nd	text	O
TRYT_info	zawartość izotopu ^3H w wodzie [TU]	10,42 ±0,96	12	nd	text	F
DEUTER_info	zawartość izotopu ^2H w wodzie [%o]	-9,31	12	nd	text	F
TLEN_info	zawartość izotopu ^{18}O w wodzie [%o]	-70,15	12	nd	text	F

zrodla_point (tab. 1A)

Jest to warstwa wektorowa, punktowa, zapisana w układzie odniesienia współrzędnych geodezyjnych GUGiK (PUWG) 1992. Zawiera podstawowe atrybuty, przez które łączy się ze słownikiem **ZR_ID**, gdzie są zawarte szczegółowe informacje na temat poszczególnych obiektów.

ZR_ID (tab. 1B)

ZR_ID skupia podstawowe informacje dotyczące lokalizacji danych w układzie odniesienia współrzędnych geodezyjnych GUGiK (PUWG) 1992 i względem jednostek podziału terytorialnego kraju (wg stanu na 1 stycznia 2011 r.), przynależności do jednostek geograficznych, hydrogeologicznych i geologicznych. Ponadto uwzględniono ogólną charakterystykę źródeł, taką jak forma morfologiczna miejsca wypływu i siła motoryczna wypływu. Zawarto tu także informacje o waloryzacji przyrodniczej poszczególnych obiektów.

ZR_FIZCHEM (tab. 1C)

Tabela zawiera parametry fizykochemiczne ze wszystkich terenowych sesji pomiarowych. Uwzględniono tu parametry pomierzone bezpośrednio w terenie, m.in.: wydajność źródła, temperaturę wody, pH, przewodność elektrolityczną właściwą (PEW), potencjał redox oraz nazwisko autora obserwacji, datę obserwacji, sezon (letni, zimowy) i informację o tym, czy pobrano próbkę do dalszych badań wody.

ZR_CHEM (tab. 1D)

Tabela zawiera informacje o składzie chemicznym wody oznaczonym w toku badań laboratoryjnych. Znajdują się tu

informacje o zawartości głównych jonów (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , HCO_3^-) oraz określonych pierwiastków (m.in. F, Fe, Mn, As, Sr, Co, Zn, Ti, V).

ZR_INNE (tab. 1E)

W tabeli są zawarte informacje o typie hydrochemicznym wody (wg klasyfikacji Szczukariewa-Prikłońskiego), wartościach suchej pozostałości, mineralizacji, sumie głównych anionów i kationów [mval/L] oraz wartość błędu analizy chemicznej obliczona z jej bilansu jonowego.

ZR_IZOTOP (tab. 1F)

Tabela zawiera informacje o wynikach badań izotopów wodoru (^3H , ^2H) oraz tlenu (^{18}O).

Grupy danych uporządkowane w formie tabel oraz lokalizację źródeł wraz z kodem źródła i symbolem przedstawionym w postaci warstwy punktowej (zrodla_point) powiązано za pomocą zdefiniowanych relacji (fig. 1).

Wszystkie relacje nazwano tak, by jednoznacznie określały, jakie grupy danych zostały powiązane ze sobą. Nazwy składają się z 2 członów zaczerpniętych z nazw grup danych, które są połączone daną relacją. Dwukierunkowość relacji pozwala dotrzeć do szukanych informacji poprzez wskazanie źródła na mapie, jak również zlokalizować na mapie źródła spełniające wcześniej zdefiniowane kryteria. Jedyną relacją typu „jeden do jednego” jest ta łącząca warstwę punktową (zrodla_point) z tabelą identyfikującą źródła (**ZR_ID**).

KORZYSTANIE Z BAZY DANYCH KRENOLOGICZNYCH

Przeglądanie bazy danych krenologicznych w programie ArcGIS polega na tym, by po wskazaniu w jednej z tabel interesującej nas danej (lub grupy danych spełniającej zdefiniowane kryterium) wywołać odpowiednią relację, pozwalającą dotrzeć do powiązanych z nimi danych. Zasadę funkcjonowania relacji ilustruje figura 2.

Przykładowo, chcąc uzyskać informacje o własnościach fizykochemicznych źródeł spełniających wymogi 1 klasy waloryzacji krenologicznej (tab. 1B) należy przy użyciu narzędzia do selekcji w tabeli **ZR_ID** wybrać źródła spełniające to kryterium. Wskazanie relacji **Zrodla_ID** spowoduje podświetlenie wybranych obiektów na mapie, co

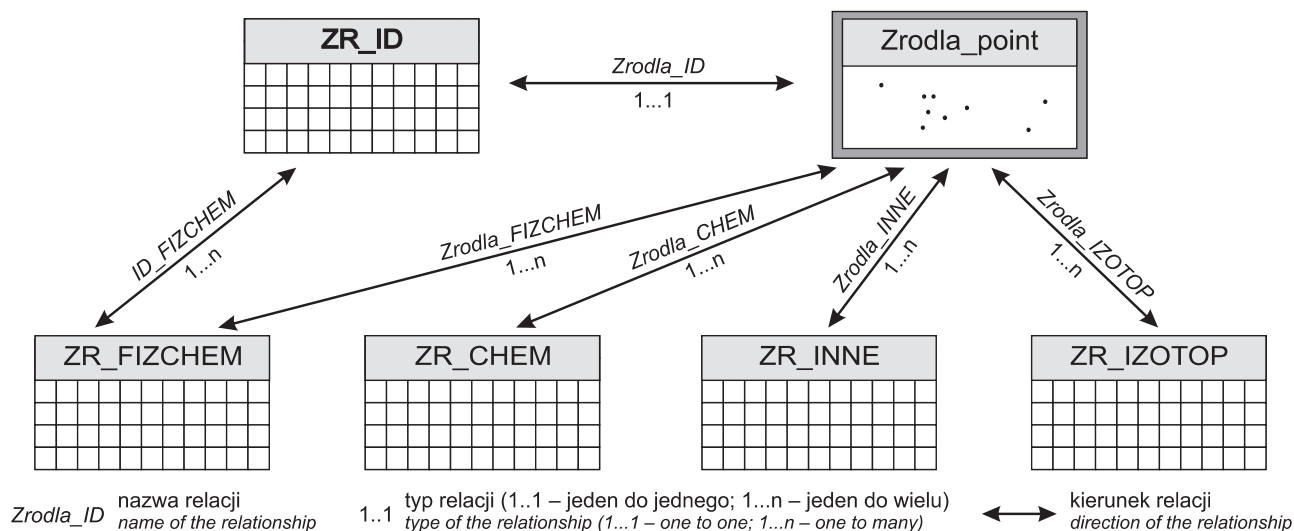


Fig. 1. Schemat bazy danych krenologicznych

Springs geodatabase schema

schematycznie pokazuje figura 3. Działając w środowisku GIS i dysponując odpowiednimi danymi, można w prosty sposób wygenerować odpowiadającą nam kompozycję mapową z danymi hydrogeologicznymi, hydrograficznymi, geologicznymi administracyjnymi czy topograficznymi. Ewentualnie korzystając z usług WMS za pomocą Internetu jako podkładu można użyć zdjęć lotniczych lub satelitarnych (fig. 4). Kontynuacja kwerendy, wymaga wskazania relacji ID_FIZCHEM, wiążącej dane identyfikacyjne (ZR_ID) z danymi fizykochemicznymi (ZR_FIZCHEM). W tabeli ZR_FIZCHEM zostaną zaznaczone wszystkie dane, spełniające wyżej określone kryterium. Ponieważ relacja jest typu „jeden do wielu” (1..n) zostaną zaznaczone

dane ze wszystkich sesji pomiarowych wykonanych dla źródeł spełniających zadane kryteria.

Wszystkie relacje mają charakter dwukierunkowy, co pozwala na pracę z bazą danych, gdy punktem wyjścia jest umiejscowienie obiektów w przestrzeni na tle wybranej kompozycji mapowej. Zaznaczenie źródeł (np. skupionych wokół danego jeziora) przedstawionych za pomocą warstwy punktowej (zrodla_point) i wywołanie relacji np. zrodla_CHEM spowoduje wyświetlenie w tabeli zawierającej dane z badań laboratoryjnych (ZR_CHEM) wszystkich informacji na temat składu chemicznego wody w zaznaczonych obiektach.

PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIA

Potrzebę tworzenia baz danych źródeł dostrzeżono już kilka lat temu (Buczyński i in., 2003; Siwek, 2007; Staśko i in., 2008; Stępień i in., 2010). Uporządkowanie danych, nie

tylko krenologicznych, w postaci bazy stwarza duże możliwości w zakresie prowadzenia analiz przestrzennych zmienności i zależności elementów środowiska biotycznego

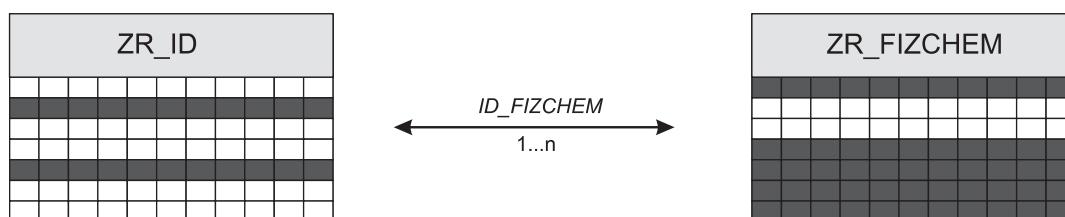


Fig. 2. Schemat funkcjonowania relacji tabela-tabela

Objaśnienia na figurze 1

Diagram of the functioning table-table relationship

For explanations see Figure 1

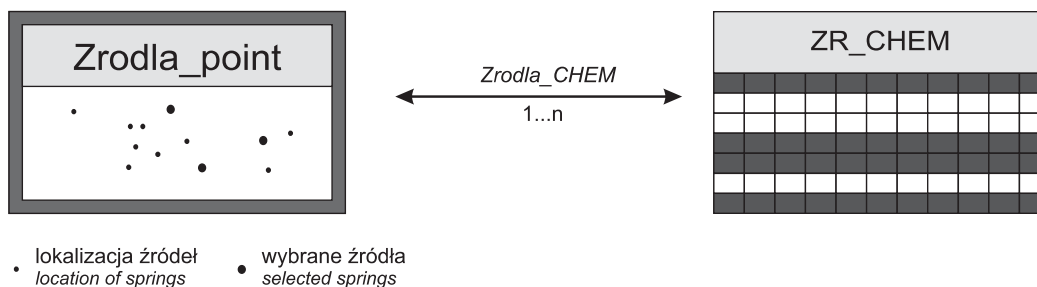


Fig. 3. Schemat funkcjonowania relacji dane wektorowe – tabela

Objaśnienia na figurze 1

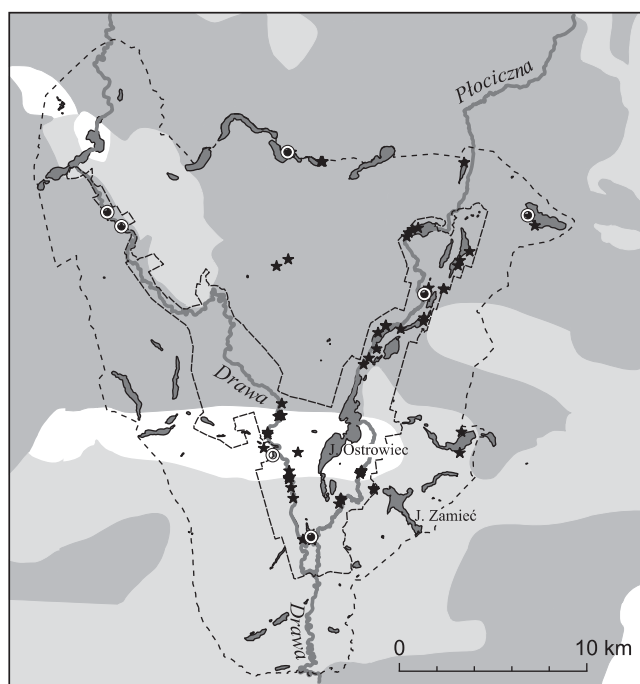
Diagram of the functioning vector data-table relationship

For explanations see Figure 1

i abiotycznego (fig. 4). Przekłada się to bezpośrednio na optymalizowanie zarządzania zasobami przyrodniczymi.

Kolejnym zastosowaniem jest promocja samego obiektu, posiadającego bazę. Obecne technologie pozwalają w prosty sposób istniejącą bazę zaprezentować w internecie, np. jako usługę przeszukiwania (CSW – Catalogue Service for Web), przeglądania (WMS – Web Map Service) lub pobierania (WFS – Web Feature Service), tak żeby każdy poszukujący informacji na dany temat (np. o zawartości fluorków w wodach podziemnych) mógł z niej skorzystać (baza dostarczałaby informacje czy fluorki były badane, kto je oznaczał, w ilu punktach były oznaczane, co to były za punkty, datę badań, jakie były konkretne wartości stężeń w poszczególnych obiektach, jaka jest ich sezonowa i przestrzenna zmienność oraz informacje statystyczne: jakie jest ich średnie stężenie, jakie minimalne, maksymalne, wartości mediany, kwartyli, odchylenia standardowego, itd.). Byłby to znakomity instrument, służący upowszechnianiu wiedzy o źródłach czy o regionie ich występowania. Jeśli baza krenologiczna byłaby powiązana z innymi bazami (np. dokumentującymi faunę chrzączek w wodach Parku, czy typy zbiorowisk roślinnych) to dodatkowo, przy okazji pytań o źródła, można byłoby dowiedzieć się czegoś o chrzączkach czy torfowiskach. Byłoby to narzędzie przyczyniające się do wzrostu świadomości ekologicznej jej użytkowników, a jednocześnie promujące DPN.

Tworzenie różnorodnych baz danych (w tym źródeł) ma ogromne znaczenie dla zarządzania zasobami wodnymi. Bazy danych o źródłach w powiązaniu z bazami gromadzącymi dane ze studni, piezometrów, wód płynących (informacje o wydajności przepływu na wybranych ciekach), a także o jakości wód podziemnych i powierzchniowych stanowią wzorcowe i sprawdzone rozwiązania dla ogromnych systemów monitoringowych obejmujących swym zasięgiem dziesiątki tysięcy kilometrów kwadratowych (Strassberg i in., 2011). Jako że obszar DPN i jego otuliny jest wciąż stosunkowo słabo pokryty siecią monitoringową (a to właśnie wody były podstawą do utworzenia parku) opisująca BDK przystosowana do zbierania serii danych z wielu punktów może stać się zaczątkiem większego projektu z dziedziny ochrony i monitoringu wód



Stopień zagrożenia użytkowego poziomu wodonośnego:
Degree of risk of the main utility aquifer:

- niski
low
- średni
medium
- wysoki
high
- ★ warstwa „zrodla_point”
“zrodla_point” layer
- ◎ wybrane obiekty
selected features
- granica Drawieńskiego Parku Narodowego
border of Drawa National Park
- granica otuliny Drawieńskiego Parku Narodowego
border area of Drawa National Park

Fig. 4. Przykład analizy hydrogeologicznej: warstwa informacyjna „zrodla_point” po zastosowaniu narzędzia selekcji (kryteria opisane w tekście) na tle kompozycji mapowej przedstawiającej stopień zagrożenia użytkowego poziomu wodonośnego

Example of hydrogeological analysis: „zrodla_point” layer after using selection tool (criteria described in text) on a map of degree of hazard of useful aquifer used as a background

podziemnych. Dopóki nie zostanie uruchomiona przynajmniej kilkunastotworowa sieć obserwacyjna wód podziemnych DPN, która powinna współdziałać z siecią Państwowej Służby Hydrogeologicznej (PSH), można gromadzić dane z punktów łatwiej dostępnych i bez ingerencji w środowisko naturalne (odchodzi koszt wierceń otworów). Oczywiście

jest, że same dane z BDK nie są wystarczające do prowadzenia kompletnego monitoringu, ale stanowią podstawę do dalszych analiz, a w przyszłości będą niezbędnym uzupełnieniem danych z otworów obserwacyjnych oraz wód powierzchniowych.

PODSUMOWANIE

Baza danych została wykonana w środowisku ArcGIS i zachowuje wymogi interoperacyjności, czyli współdziałania z pozostałymi elementami infrastruktury przestrzennych danych przyrodniczych Drawieńskiego Parku Narodowego, a także spełnia ogólnie przyjęte standardy tworzenia tego typu obiektów. Nawiązuje ponadto do opracowywanego w Polsce, na potrzeby realizacji wytycznych europejskiej Dyrektywy INSPIRE (ang. **I**nfrastructure for **S**patial **I**nformation in the **E**uropean Community; pol. Infrastruktura Informacji Przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej), standardu danych GIS w zakresie ochrony przyrody (Łochyński, Guzik, 2009). Specyfikacje danych dla informacji przestrzennych objętych załącznikiem II i III Dyrektywy INSPIRE są aktualnie opracowywane przez tematyczne grupy robocze powołane przy komisji europejskiej. Konieczne

jest jednak uporządkowanie zasobów na poziomie krajowym, żeby poprzez ich analizę i interpretację móc uzgadniać je z wytycznymi Dyrektywy. W związku z powyższym opisywana BDK dla DPN jest próbą uporządkowania danych o źródłach zebranych w obrębie Parku i jego otuliny.

Opisana baza danych jest modelowym i wciąż jednym z nielicznych przykładów wykorzystania metod GIS na pograniczu nauki (przyrody), administracji i zarządzania. Autor ma nadzieję, że przykład ten przyczyni się do lepszego zrozumienia korzyści płynących z takiej organizacji danych i zachęci wszystkich zainteresowanych do tworzenia kolejnych warstw informacyjnych o komponentach przyrody w innych miejscach, które na to zasługują.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2010 jako projekt badawczy nr N N306 283135.

LITERATURA

- BARAN E., 2004a — Mapa Hydrogeologiczna Polski (z objaśnieniami) w skali 1:50 000, ark. Radęcin. Państw. Inst. Geol., MŚ, Warszawa.
- BARAN E., 2004b — Mapa Hydrogeologiczna Polski (z objaśnieniami) w skali 1:50 000, ark. Człopa. Państw. Inst. Geol., MŚ, Warszawa.
- BUCZYŃSKI S., STAŚKO S., RZONCA B., 2003 — O potrzebie stworzenia bazy danych źródeł. *W: XI Ogólnopolskie Sympozjum pt. „Współczesne problemy hydrogeologii”* (red. H. Piekarek-Jankowska i in.). Jastrzębia Góra, cz. 1: 253–258. Wyd. Bud. Wod. i Inż. Środ. PGdań., Gdańsk.
- GRZEGORCZYK K., 2004 — Mapa Hydrogeologiczna Polski (z objaśnieniami) w skali 1:50 000, ark. Kalisz Pomorski. Państw. Inst. Geol., MŚ, Warszawa.
- HERMAN G., 2004 — Mapa Hydrogeologiczna Polski (z objaśnieniami) w skali 1:50 000, ark. Drezdenko. Państw. Inst. Geol., MŚ, Warszawa.
- KIENIC D., 2004 — Mapa Hydrogeologiczna Polski (z objaśnieniami) w skali 1:50 000, ark. Recz. Państw. Inst. Geol., MŚ, Warszawa.
- KLECZKOWSKI A., RÓŻKOWSKI A. (red.), 1997 — Słownik hydrogeologiczny. Wyd. Trio, Warszawa.
- KOS M., 2004 — Mapa Hydrogeologiczna Polski (z objaśnieniami) w skali 1:50 000, ark. Chłopowo. Państw. Inst. Geol., MŚ, Warszawa.
- ŁOCHYŃSKI M., GUZIK M., 2009 — Standard danych GIS w ochronie przyrody. Wersja 3.03.01. Poznań-Zakopane-Kraków.
- MALINOWSKA-PISZ A., 2004 — Mapa Hydrogeologiczna Polski (z objaśnieniami) w skali 1:50 000, ark. Tuczno. Państw. Inst. Geol., MŚ, Warszawa.
- POPIELSKI W., 2008 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Kalisz Pomorski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POPIELSKI W., 2009 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Radęcin. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB.
- SALWA S., 1999 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Chłopowo. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIWEK J., 2007 — Baza danych o źródłach na Wyżynie Śląskiej i Małopolskiej – uwagi metodyczne. *W: Źródła Polski – wybrane problemy krenologiczne* (red. P. Jokiel i in.): 78–84. Wyd. Nauk Geogr. UŁódz., Łódź.
- STAŚKO S., BUCZYŃSKI S., OLICHWER T., TARKA R., 2008 — Baza danych źródeł jako narzędzie rozpoznawania warunków hydrogeologicznych dla obszarów górskich na przykładzie Ziemi Kłodzkiej. *W: I Polski Kongres Geologiczny*. Kraków, 26–28.06.2008: 113.
- STĘPIEŃ U., STĘPIEŃ M., BIELATKO M., 2010 — Baza danych krenologicznych jako część infrastruktury przestrzennych danych przyrodniczych Drawieńskiego Parku Narodowego i jego

- otuliny. *W*: Dynamika procesów przyrodniczych w zlewni Drawy i Drawieńskim Parku Narodowym (red. A. Grześkowiak, B. Nowak): 203–207. IMGW, Poznań.
- STRASSBERG G., JONES N.L., MAIDMENT D.R., 2011— Arc Hydro Groundwater. GIS for Hydrogeology. Eris Press, Redlands, California.
- STUDENCKI M., 2002 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Drezdenko. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WĄGROWSKI A., 2001 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Człopa. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WĄGROWSKI A., 2002 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Tuczno. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WINNICKI J., 2012 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Recz. PIG– PIB, Warszawa.
- pl.wikipedia.org/wiki/Krenologia (stan na 12 stycznia 2012)

SUMMARY

The low level of recognition of the hydrogeological conditions especially regarding natural groundwater outflows in the Drawa National Park encouraged the author to develop a spring geodatabase for this area. The geodatabase was performed using ArcGIS in relation to the standards for the preparation of spatial data recommended by the INSPIRE Directive. In the database, you can find basic information about the geodetic, administrative, geographic, geological and hydrogeological location of all objects. All springs have detailed hydrogeological description and information about the va-

lues of basic physical and chemical parameters and the chemical and isotopic composition of groundwater. It also contains information about the author of observations. The geodatabase is open which means it can be upgraded with additional data on existing facilities. It is also possible to add new objects and new attributes to the existing base if needed. The geodatabase not only helps in the management of spatial data by the Drawa National Park but also creates new opportunities to conduct various spatial analyses and investigations.