

WERYFIKACJA ZASIĘGU LEJA DEPRESJI WOKÓŁ UJĘĆ W DOLINIE SUPRAŚLI NA PODSTAWIE NUMERYCZNEGO MODELU PRZEPŁYWU WÓD PODZIEMNYCH

IMPACT ASSESSMENT OF GROUNDWATER CAPTURE IN THE SUPRAŚL RIVER VALLEY BY A NUMERICAL MODELLING METHOD

GRZEGORZ OLESIUK¹, KRZYSZTOF MAJER¹

Abstrakt. Zbiornik wód podziemnych nr 218 – Pradolina rzeki Supraśl jest podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę Białegostoku. Od początku lat 90. XX w. notowany jest stały spadek zużycia wody. Dane opisujące zasięg leja depresji zastosowane na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000 opierają się na danych archiwalnych. Symulacja w warunkach ustalonych z zastosowaniem programu ModFlow pozwoliła na uzyskanie bardziej szczegółowych i wiarygodnych wyników. Na podstawie analizy GIS, do modelowania wykorzystano również bardzo szczegółowy moduł zasilania, oparty na analizie warunków geologicznych, morfologii, pokrycia terenu i głębokości do zwierciadła wód podziemnych.

Słowa kluczowe: warunki infiltracji, GIS, numeryczny model przepływu, lej depresji, dolina Supraśli.

Abstract. The groundwater storage in the Supraśl River Valley is an essential water supply source for Białystok. Significant decrease of water consumption has been reported in the city since the early 1990s. Drawdown data used in the Hydrogeological Map of Poland, scale 1:50,000, are based on archival sources. Steady state simulation used in the ModFlow software for impact assessment of groundwater capture in the Supraśl River Valley demonstrated much more detailed and reliable results. A very detailed recharge module, with GIS application, based on analysis of geology, morphology and area coverage groundwater depth was also applied for groundwater modelling.

Key words: infiltration conditions, GIS, numerical model of groundwater flow, drawdown, Supraśl River Valley.

WSTĘP

Na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000 (MhP), problemem jest korzystanie z warstwy informacyjnej o zasięgu oddziaływania ujęć (lej depresji) na wody podziemne. Wykorzystanie metody obliczeń numerycznych pozwala na ocenę rzeczywistego zasięgu oddziaływania pracujących ujęć, a w efekcie na aktualizację danych m.in. warstw w obrębie MhP. Z problemem tym spotkano się w przypadku ujęć w dolinie Supraśli, co zostało opisane tym artykule.

Już od XIX w. rozwój przemysłu włókienniczego oraz spożywczego sprawił, że niezwykle istotna dla rozwoju Białegostoku stała się kwestia zaopatrzenia w wodę. Ujęcie powierzchniowo-infiltracyjne w Wasilkowie wraz z wybudowanym w latach 60. XX w. ujęciem wód podziemnych w Jurowcach stanowi obecnie podstawowe źródło zaopatrzenia w wodę dla miasta oraz okolicznych miejscowości. Oprócz Wodociągów Białostockich eksploatujących wymienione ujęcia, swoje studnie do poboru wód podziem-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: grzegorz.olesiuk@pgi.gov.pl, krzysztof.majer@pgi.gov.pl

nych w dolinie Supraśli posiadają również Zakłady Przemysłu Bawełnianego (ZPB) Fasty. Do końca 1989 r. notowano stały wzrost poboru i zużycia wody. Jednak od początku lat 90. obserwowana jest stała tendencja spadkowa. W latach 1990–2005 pobór wód podziemnych w ujęciach Jurowce i Wasilków zmniejszył się z ok. 45 tys. m³/d do 27 tys. m³/d (źródło: Arch. Wodociągów Białostockich). Regres wywołany został przede wszystkim restrukturyzacją i zmniejszeniem produkcji przemysłowej (m.in. w ZPB Fasty) oraz bardziej oszczędnym gospodarowaniem wodą

przez gospodarstwa domowe (zwłaszcza po założeniu liczników wraz z rezygnacją ze sprzedaży ryczałtowej).

Pomimo spadającego poboru w wielu opracowaniach, a zwłaszcza MhP (ark. Wasilków; Madejska, Madejski, 1998) przedstawiono dosyć rozległe strefy oddziaływania ujęć znajdujących się w dolinie rzeki Supraśl. Przeprowadzone badania modelowe oraz obserwacje terenowe wykazały, że lej depresji wód podziemnych wokół ujęć uległ w niektórych przypadkach znacznym ograniczeniu.

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Analizowany obszar obejmuje fragment wysoczyzny białostockiej wraz z wcinającym się w jej obręb odcinkiem doliny Supraśli (fig. 1). Osady czwartorzędowe, o miąższości 120–160 m, reprezentowane są poprzez plejstocenijskie utwory glacialne w postaci miąższych kompleksów glin zwałowych rozdzielone interglacialnymi i interstadialnymi osadami piaszczystymi, piaszczysto-żwirowymi oraz lokalnie mułkowo-ilastymi utworami zastoiskowymi (Laskowski, 2002).

Obszar wysoczyzny białostockiej, w obrębie utworów czwartorzędowych, cechuje się występowaniem trzech po-

ziomów wodonośnych: przypowierzchniowego, I głębokiego poziomu wodonośnego (tzw. międzymorenowy, głównym poziomem użytkowy – GPU), II głębokiego poziomu wodonośnego (tzw. spągowy). Poziom przypowierzchniowy tworzą przeważnie piaski na glinach lub w postaci wkładek i soczewek o małej miąższości. Poziom występuje w utworach fluwioglacjalnych na zmiennej głębokości (ok. 40–70 m) (Laskowski, 2002). Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizuje się na głębokości ok. 15 m p.p.t. I głęboki poziom wodonośny jest przykryty utworami słabo przepuszczalnymi o miąższości ok. 40–50 m. Zasilanie po-

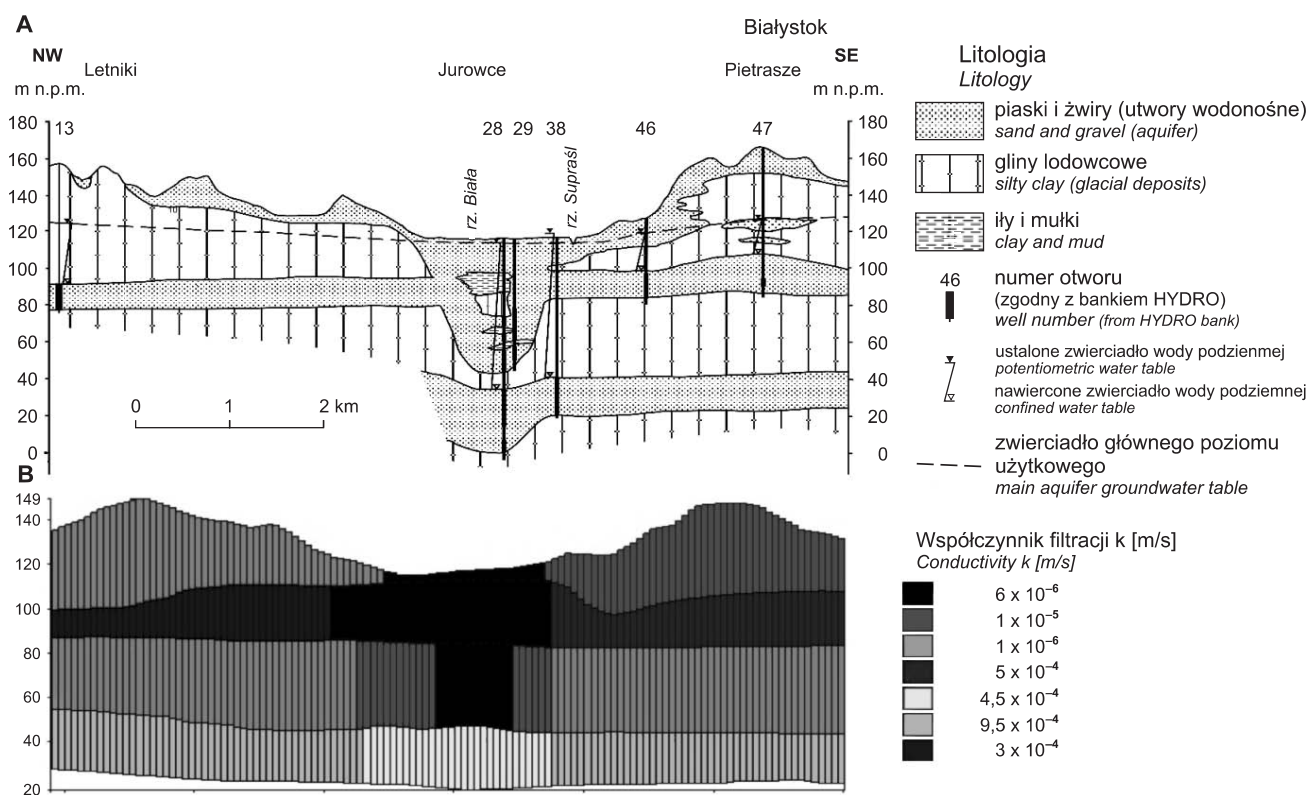


Fig. 1. Przekrój hydrogeologiczny przez dolinę Supraśli – A (Madejska i in., 1994) i jej model konceptualny – B

Hydrogeological cross-section – A (Madejska, Madejski, 1994) and conceptual model of the Supraśl River Valley – B

ziomu odbywa się lateralnie i częściowo przez utwory słabo-przepuszczalne nadkładu. Poziom międzymorenowy i spagowy rozdzielone są utworami słabo przepuszczalnymi o miąższości ponad 30 m. Na wysoczyźnie poziom ujmowany jest przez 3 otwory ujęcia Fasty. Zasilanie poziomu odbywa się poprzez dopływ lateralny oraz w niewielkim stopniu przez utwory sałaboprzepuszczalnego nadkładu (Madejska i in., 1994).

W obrębie doliny Supraśli I wgłębnym poziomem wodonośnym łączy się z poziomem przypowierzchniowym w jeden kompleks. Eksploatowany jest przez ujęcie wodociągowe Wasilków i Jurowce oraz ujęcie wody technologicznej należące do ZPB Fasty. Poziom ten występuje bezpośrednio od powierzchni terenu, a zwierciadło wody ma charakter swobod-

ny (Madejska, Madejski, 1998). W dolinie II poziom ujmowany jest przez ujęcie Jurowce. Zwierciadło w warunkach naturalnych ma charakter napięty i stabilizuje się na rzędnej 4,7 m n.p.t. (warunki artezyjskie, różnica ciśnień wynosi 5,5 m). Zasilanie jest efektem dopływu lateralnego z obszaru wysoczyzny. W rejonie ujęcia Jurowce zaobserwowano bezpośredni kontakt hydrauliczny między poziomem spagowym i międzymorenowym poprzez okna hydrogeologiczne. Istotne jest to, że poza wspomnianymi rejonami występowania okien hydrogeologicznych zauważa się wyraźne utrudnienie w kontakcie między I i II poziomem, o czym świadczy różnica ciśnień (Knyszyński i in., 2002).

Bazę drenażową dla obu wgłębnym poziomów wodonośnych w obrębie doliny oraz wysoczyzny stanowi Supraśl.

WYZNACZENIE ZASILANIA INFILTRACYJNEGO

Ze względu na zróżnicowanie warunków przyrodniczych i antropogenicznych, w modelu numerycznym wartość zasilania infiltracyjnego została wyliczona na podstawie metod analitycznych GIS i kryterium Herbicha i innych (1988). W zastosowanej metodzie (Herbich i in., 1988) uwzględniono litologię, spadki, pokrycie terenu, strefy drenażu i zasilania.

Dane litologiczne zaczerpnięto ze zwektoryzowanej Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Laskowski, 2002; Kmiecik, 2004). Dane o strefie drenażu i zasilania uzyskano na podstawie analizy głębokości zwierciadła wody podziemnej z MhP (Madejska, Madejski, 1998). Do analizy spadków terenu wykorzystano cyfrowy model terenu dla skali 1:50 000 (DTED Level 2 – komórka podstawowa 25

m). Do skategoryzowania pokrycia terenu wykorzystano podkłady topograficznych obejmujące obszar badań w skali 1:50 000. Litologię utworów powierzchniowych podzielono na pięć typów (A, B, C, D, E), którym przypisano wartości infiltracji. Analogicznie postąpiono z pokryciem terenu, gdzie wydzielono trzy typy (L, R, U) oraz spadkiem terenu także wydzielając trzy typy (0–2,5%, 2,5–5%, >5%). Wygenerowane warstwy informacyjne zwaloryzowano poprzez funkcję intersekcji. Na podstawie waloryzacji danych o litologii, spadkach terenu oraz rodzajach pokrycia terenu ustalono klasy warunków infiltracji zgodnie z tabelą 1, uzyskując mapę warunków zasilania infiltracyjnego (fig. 2) opracowaną w programie ArcGIS.

Tabela 1

Klasyfikacja warunków zasilania infiltracyjnego (Herbich i in., 1988)

Infiltration rating classification (Herbich *et al.*, 1988)

Głębokość do zwierciadła wody	Spadek terenu	Pokrycie terenu	Litologia utworów powierzchniowych				
			A	B	C	D	E
< 2 m	strefa drenażowa						
> 2 m	0–2,5%	L	III	IV	V	V	V
		R	I	II	III	IV	V
		U	V	V	V	V	V
	2,5–5%	L	III	IV	V	V	V
		R	II	III	IV	V	V
		U	V	V	V	V	V
	> 5%	L	III	IV	V	V	V
		R	III	IV	V	V	V
		U	V	V	V	V	V

L – obszar zalesiony; R – obszar rolniczy/nieużytki; U – obszar zurbanizowany; A – osady fluwioglacjalne i eoliczne; B – piaski i żwirny rzeczne; C – piaski, mady i mułki rzeczne; D – gliny zwałowe i ich rezidua; E – ły i mułki zastoiskowe; klasy warunków infiltracji: I – bardzo dobra (0,4); II – dobra (0,3); III – przeciętne (0,2); IV – słabe (0,1); V – złe (0,05)

L – forested area; R – rural area; U – urbanized area; A – eolian and fluvioglacial deposits; B – fluvial sand and gravel; C – sand, aluvial soil and fluvial silt; D – silty clays and its residua; E – clays and silts; infiltration condition class: I – very good (0,4); II – good (0,3); III – average (0,2); IV – poor (0,1); V – bad (0,05)

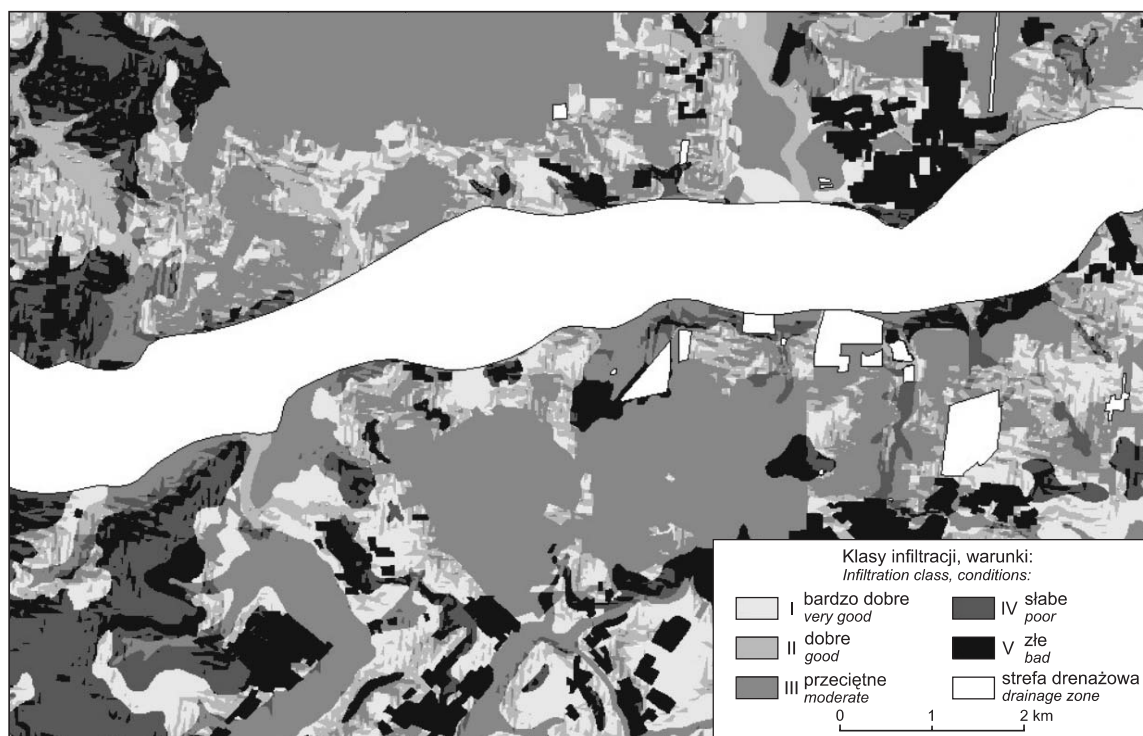


Fig. 2. Mapa warunków zasilania infiltracyjnego

Map of infiltration recharge condition

MODEL NUMERYCZNY

Symulację numeryczną zrealizowano za pomocą programu Visual ModFlow (algorytm numeryczny ModFlow-2000). Obszar o powierzchni 94 km² objął fragment doliny Supraśli oraz okalającej ją od północy i południa wysoczyzny białostockiej. Modelowaniem objęto piętro czwartorzędowe, ze względu na marginalne znaczenie w krążeniu wód niższych poziomów (paleogeńskiego i kredowego).

Założony model konceptualny (fig. 1) dla ustalonych warunków hydrodynamicznych składał się z czterech warstw obliczeniowych, z których każda została podzielona na 37600 bloków obliczeniowych (50 × 50 m). Strop I warstwy modelu odzwierciedlający jednocześnie powierzchnię terenu został wygenerowany na podstawie fragmentu Cyfrowego Modelu Polski (interpolacja na podstawie 20176 punktów). Spąg I warstwy oraz powierzchnie rozdzielające pozostałe warstwy modelu wygenerowano poprzez interpolację na podstawie danych z 303 profili geologicznych. Zadaniem I warstwy modelu było symulowanie obecności słaboprzepuszczalnego nadkładu na terenie wysoczyzny. Poprzez niski współczynnik filtracji pionowej ($k_z=1\cdot 10^{-7}$ m/s dla części N i $k_z=1\cdot 10^{-8}$ m/s dla części S) został uwzględniony izolujący charakter glin zwałowych, a wyższe wartości współczynnika filtracji poziomej ($k_{x,y}=1\cdot 10^{-5}$ m/s dla części N i $k_{x,y}=1\cdot 10^{-6}$ m/s dla części S) symulowały obecność morenowych utworów piaszczysto-żwirowych znajdujących się nad i w obrębie tychże glin.

W obrębie doliny I warstwie nadano współczynnik filtracji taki sam jak w warstwie II. Główna (II) warstwa obliczeniowa modelu, symulowała międzymorenowy poziom wodonośny (GPU). Na podstawie danych archiwalnych oraz kalibracji modelu w obrębie pradoliny przypisano warstwie współczynnik filtracji $k=6\cdot 10^{-5}$ m/s, natomiast na wysoczyźnie $k=3\cdot 10^{-4}$ m/s (część S) i $k=5\cdot 10^{-4}$ m/s (część N). III warstwa obliczeniowa symulowała utwory słaboprzepuszczalne ($k_{x,y}=1\cdot 10^{-6}$ m/s, $k_z=1\cdot 10^{-8}$ m/s) rozdzielające poziom międzymorenowy i spągowy. W rejonie ujęcia Jurowce zasymulowano również strefę o korzystniejszych warunkach przepływu oddającą obecność okien hydrogeologicznych między I i II wgłębnym poziomem wodonośnym, nadając jej takie same właściwości hydrauliczne jak w warstwie II. Ostatnia (IV) warstwa modelu stanowiła odpowiednik spągowego poziomu wodonośnego. Analogicznie do warstwy II, również w warstwie IV współczynnik filtracji w obrębie doliny i wysoczyzny został zróżnicowany tak, by jak najdokładniej oddać warunki hydrogeologiczne (odpowiednio $k=4,5\cdot 10^{-5}$ m/s i $k=9,5\cdot 10^{-5}$ m/s).

Modelowanie przeprowadzono w dwóch etapach. W pierwszym odwzorowano naturalne warunki hydrodynamiczne. Dla warstwy II i IV na północnej i południowej granicy modelu przyjęto warunek brzegowy I rodzaju (moduł Constant Head). Zasilanie infiltracyjne (moduł Recharge), charakteryzujące warunek brzegowy II rodzaju, przyjęto w

wysokości uzyskanej na podstawie analizy zaprezentowanej w poprzednim rozdziale.

Znajdującą się w obrębie modelu numerycznego rzekę Supraśl oraz uchodzące do niej dwa dopływy (Biała i Czarna) scharakteryzowano warunkiem brzegowym III rodzaju (moduł River). Studnie ujęć Wasilków, Jurowce i Fasty scharakteryzowano warunkiem brzegowym II rodzaju (moduł Pumping Wells) opisanym w tabeli 2. Na potrzeby modelowania wartość poboru dla wszystkich studni z danego ujęcia została uśredniona. Uzyskana na podstawie obliczeń charakterystyka zwierciadła wód podziemnych (w war-

stwie II i IV) w stanie naturalnym posłużyła jako podstawa do dalszych obliczeń (II etap) w postaci modułu Initial Head (warunek brzegowy I rodzaju). II etap symulacji został przeprowadzony w warunkach eksploatacji I i II poziomu wodonośnego przez ujęcia opisane w tabeli 2.

Warunek brzegowy III rodzaju, charakteryzujący rzeki Supraśl, Białą i Czarną pozostał bez zmian. Zasilanie infiltracyjne w przypadku modelu odzwierciedlającego stan na 1995 r. Zasilanie infiltracji na rok 2005 zostało skorygowane do wartości właściwej dla tego roku.

Tabela 2

Charakterystyka eksploatacji ujęć (źródło: Wodociąg Białostockie, ZPB Fasty)

Water capture characteristics (source: Białystok Waterworks Arch, ZPB Fasty)

Ujęcie	Liczba pracujących studni w ujęciu	Średni pobór [m ³ /d] – stan na 1995		Średni pobór [m ³ /d] – stan na 2005	
		całkowity	1 studnia	całkowity	1 studnia
Wasilków	18	23285	1293,61	1249	69,39
Jurowce	17	36388	2140,47	22333	1313,71
Fasty (dolina)	10	2479	247,90	1219	121,90
Fasty (wysoczyzna)	5	763	152,60	234	46,80

WYNIKI MODELOWANIA

Opisany wyżej model konceptualny wykorzystano do obliczeń zasięgu leja depresji w II warstwie modelu (GPU). Weryfikację modelu przeprowadzono metodą kolejnych przybliżeń (iteracji) przyjmując jako kryterium zgodność między położeniem zwierciadła wód podziemnych obliczonym na modelu i zmierzonym w piezometrach. Do korelacji wykorzystano pomiary z 6 piezometrów w 1995 r. i 9 piezometrów w 2005 r. (w rejonie ujęć Jurowce i Wasilków), wyznaczając dla nich dla średni stan roczny wód podziemnych. Tarowanie wykonano w warunkach pracy wszystkich wyżej

wymienionych ujęć. Rozbieżności pomiędzy stanem obserwowanym a obliczonym wyniosły od 0,15 do 1,45 m przy średniej wartości 0,72 m dla modelu odzwierciedlającego stan na 1995 r. W modelu oddającym stan na 2005 r. rozbieżności te wyniosły od 0,005 do 1,400 m przy średniej wartości 0,39 m. Na podstawie badań terenowych stwierdzono, że roczna amplituda wahań w dolinie Supraśli wynosi ok. 0,70 m (Olesiuk, 2006), co potwierdza wiarygodność modelu. Błąd bilansu (tab. 3) w modelu numerycznym wyniósł od

Tabela 3

Bilans przepływu wód podziemnych w obrębie modelu numerycznego

Groundwater numerical model water balance

Składnik bilansu	Bilans modelu w warunkach naturalnych	Bilans modelu w warunkach eksploatacji – stan na rok 1995	Bilans modelu w warunkach eksploatacji – stan na rok 2005
	[m ³ /d]	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Zasilanie:			
Dopływ boczny	76949,8	85329,7	77351,4
Rzeka	178,2	5992,4	2145,9
Infiltracja z powierzchni terenu	30050,1	30050,1	29347,6
Suma	107178,1	121372,3	108987,9
Odływ:			
Odływ boczny	2857,7	3643,1	3962,1
Rzeka	104413,8	73680,6	77622,7
Studnie	0,0000	44185,1	27403,1
Suma	107271,5	121508,9	108987,9
Różnica bilansu [%]	0,09	0,11	0,13

0,09 do 0,13%, potwierdzając poprawność wykonanej symulacji (Macioszczyk, 1994).

Symulacja przeprowadzona dla stanu na rok 1995 i 2005 wykazała istotne zmiany w rozwoju leja depresji ujęć zloka-

lizowanych w dolinie rz. Supraśl (fig. 3 i 4). Przedstawiony na MhP (ark. Wasilków; Madejska, Madejski, 1998) zasięg leja depresji analizowanych ujęć znacznie odbiega od rezultatów uzyskanych w wyniku modelowania.

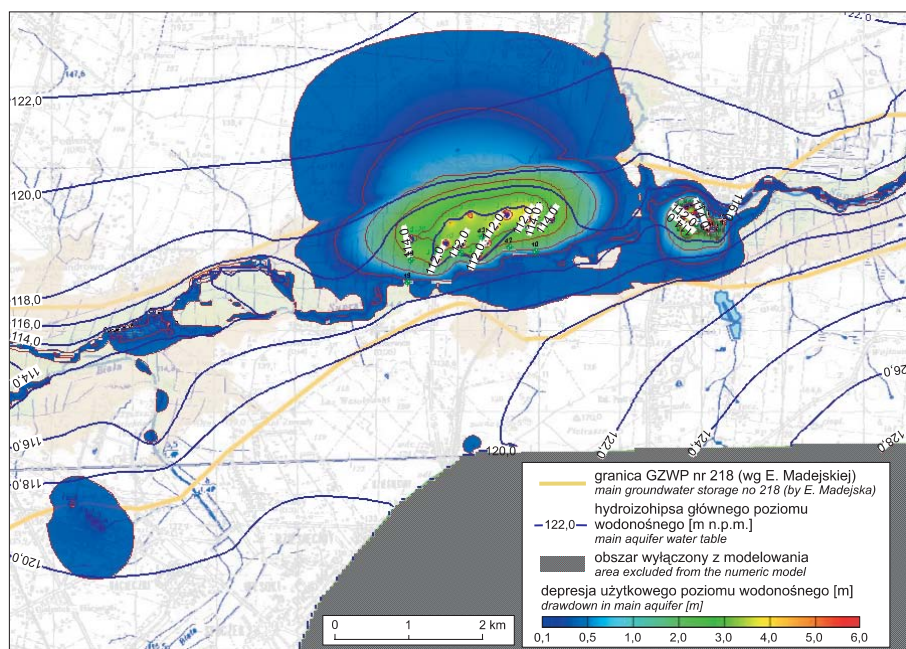


Fig. 3. Zasięg leja depresji wytworzonego przez ujęcia Fasty, Jurowce i Wasilków – 1995

Drawdown range of Fasty, Jurowce and Wasilków water captures – 1995

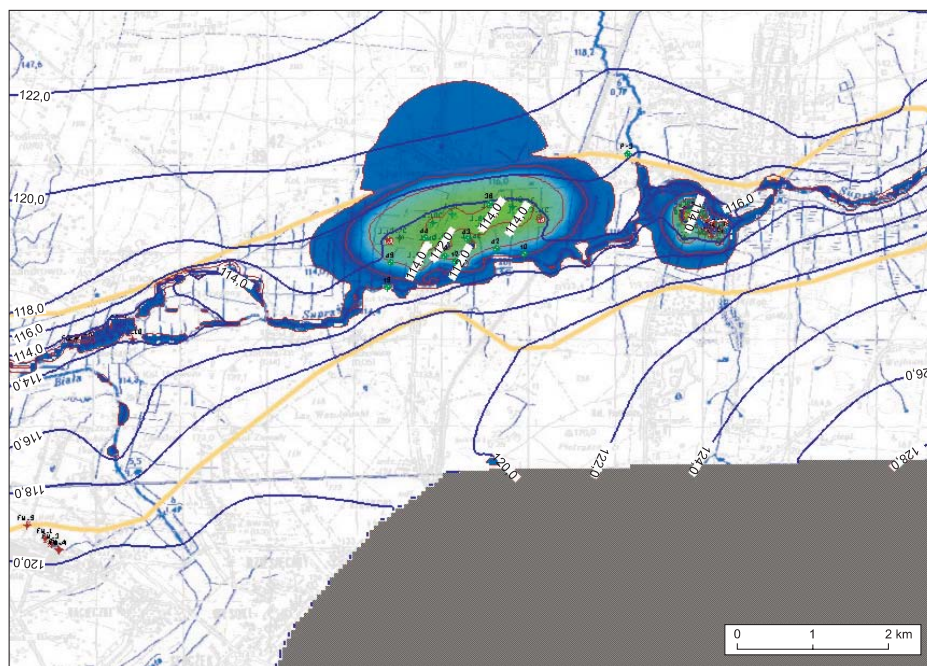


Fig. 4. Zasięg leja depresji wytworzonego przez ujęcia Fasty, Jurowce i Wasilków – 2005

Objaśnienia na figurze 3

Drawdown range of Fasty, Jurowce and Wasilków water captures – 2005

For explanations see Figure 3

PODSUMOWANIE

Zastosowanie modelowania przepływu wód podziemnych umożliwiło ocenę rzeczywistego zasięgu oddziaływania pracujących ujęć. W miarę powiększania zasobu danych o danym obszarze model numeryczny może być stale modyfikowany i uszczegóławiany. Obliczenia wykonane w jednym kroku czasowym, jak ma to miejsce w przypadku modelowania, dają wiarygodniejszą informację o wpływie antropopresji na wody podziemne. Umieszczenie na MhP informacji opartej na danych archiwalnych ukazujących przebieg zasięgu leja depresji odpowiadający maksymalnej wartości zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych może skutkować mniej wiarygodną interpretacją.

Sytuacja taka miała miejsce w przypadku ujęcia Jurowce, które było przyczyną roszczeń rolników domagających się rekompensaty za szkody spowodowane eksploatacją (Knyszyński i in., 2002).

Na podstawie aktualnych danych (wielkości poboru, ilości pracujących studni itp.), modele numeryczne powinny znaleźć zastosowanie m.in. w weryfikacji i reambulacji warstwy dotyczącej zasięgu strefy oddziaływania ujęć w obrębie MhP. Model taki pozwala również na prognozowanie rozwoju leja depresji jeżeli dojdzie do zwiększenia poboru i umożliwiają szybkie zastosowanie środków zaradczych w przypadku wystąpienia negatywnych skutków.

LITERATURA

- DTED Level 2 – DIGITAL TERRAIN Elevation Data Level 2 – rzeźba terenu (wysokość zapisana z precyzją 1 m).
- KMIECIAK M., 2004 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Białystok wraz z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HERBICH P., KNYSZYŃSKI F., KRAJEWSKI S., KUBERSKI D., SMOLEŃ Z., 1988 – Hydrogeologiczne podstawy wykorzystania i ochrony wód podziemnych zlewni Krzny. *Rocz. Międzyrzecki*, **16–17**: 16–17.
- KNYSZYŃSKI F., KROGULEC E., GODLEWSKI J., JÓŹWIAK K., JURKIEWICZ A., 2002. – Ekspertyza obejmująca ocenę oddziaływania ujęcia wody podziemnej dla m. Białegostoku w Jurowcach. Arch. autora.
- LASKOWSKI K., 2002 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Wasilków wraz z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MADEJSKA C., MADEJSKI A., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Wasilków oraz objaśnienia. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MADEJSKI C., MADEJSKA A., MAKSYMIOUK G., 1994 – Zasoby wód podziemnych z utworów czwartorzędowych rejonu Białegostoku. Arch. Wodociągów Białostockich, Białystok.
- MADEJSKI C., MADEJSKA A., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Białystok oraz objaśnienia. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MACIOSZCZYK T., 1994 – Oczekiwania a praktyka modelowania bilansów i zasobów wód podziemnych. *Geol. Quart.*, **38**, 4: 759–768.
- OLESIUK, G., 2006. – Warunki zasilania i drenażu w dolnej części doliny Supraśli. Praca magisterska. Arch. Wydz. Geol. UW, Warszawa.

SUMMARY

The major problem with the Hydrogeological Map of Poland (HMP), scale 1:50,000, is the groundwater anthropopression layer validation associated with multi-well water catchments. The study area covers part of the Supraśl River Valley surrounded by the Białystok Heights. Groundwater modelling and field investigations showed that, in some cases, the cone of depression of the Wasilków, Jurowce and Fasty water catchments was significantly reduced.

Because of spatial heterogeneity of hydrogeological and anthropogenic conditions, compilation of the GIS and Herbich (1988) analytical methods was used to calculate groundwater infiltration recharge. The method is based on analyses of lithology, slope, area coverage, recharge and discharge zones. Classification of data in every layer (lithology, slope, area coverage, recharge and discharge zones) enabled the production of an infiltration rating map, generated in ArcGIS.

Groundwater numerical simulation was made on the Visual ModFlow (2000) software. A conceptual model for steady

state simulation included four layers discretized on 50×50 m blocks.

The modelling was done in two phases. Output data from the 1st phase (groundwater table in natural conditions for 2nd and 4th layer) were used to compute the range of cone of depression for the investigated water catchments. Steady state simulation for years 1995 and 2005 showed significant changes in the drawdown range. Also the cone of depression range presented on the HMP sheet Wasilków is different from the numerical model results. Groundwater numerical model application enabled more realistic and detailed drawdown range estimation for the multi-well water catchments. Numerical model could be constantly modified and particularized with new data incoming. Based on up-to-date data (pumping rating, amount of working wells, etc.) numerical models should be applied for example in verification and modification (if necessary) of groundwater anthropopression data layer on the HMP.