

PRACE ORYGINALNE

Mikołaj PINIEWSKI, Mateusz GRYGORUK

Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska SGGW w Warszawie
Department of Hydraulic Engineering and Environmental Restoration WULS – SGGW

Ocena zasilania opadem zlewni nizinnej z wykorzystaniem danych MARS-STAT na przykładzie górnej Narwi **Evaluation of precipitation recharge of lowland river catchment with MARS-STAT dataset; case study of upper Narew**

Słowa kluczowe: opad obszarowy, zlewnia górnej Narwi, MARS-STAT

Key words: areal precipitation, upper Narew catchment, MARS-STAT

Wprowadzenie

Jakość wyników matematycznego modelowania procesów hydrologicznych jest ściśle uzależniona od danych wejścia. W przypadku rozległych zlewni nizinnych, w których rozmieszczenie punktów pomiaru opadu jest nierównomierne, a czynniki geograficzne (np. układ dolin rzecznych, lesistość, ukształtowanie terenu) wpływają na zróżnicowanie przestrzenne opadu, ocena zasilania opadem może być obarczona dużymi błędami. W celu określenia przestrzennego zróżnicowania tej zmiennej w praktyce stosuje się najczęściej metodę izohiet lub metodę wieloboków równego zadeszczenia – Thiessena (Bajkiewicz-Grabowska i in. 1993, Byczkowski 1999, Zheng

i Liu 2001). Dokładność oceny opadu obszarowego jest ściśle uzależniona od przestrzennego rozmieszczenia punktów pomiarowych. W przedstawionym świetle tym trudniejsze jawi się modelowanie hydrologiczne „opad – dopływ” w zlewniach transgranicznych, gdzie dostęp do jednorodnych, wieloletnich serii danych dla całego obszaru badań jest zwykle bardzo ograniczony.

Rozwiązaniem problemu dostępu do danych meteorologicznych w wielowymiarowym, ilościowo-jakościowym modelowaniu hydrologicznym jest wykorzystanie globalnych baz danych, w których zasobach zarchiwizowano wieloletnie serie pomiarów meteorologicznych. Przykładem takiego zbioru danych jest baza danych MARS-STAT (Monitoring Agriculture and Remote Sensing Statistics) stworzona przez Europejską Agencję Kosmiczną, będąca jednym z komponentów systemu CGMS (Crop Growth Monitoring System). Dane

z bazy MARS-STAT są udostępniane bezpłatnie za pośrednictwem Internetu¹. Wykorzystanie globalnych zbiorów danych wymaga jednak ich uprzedniej weryfikacji (Sharp 2008, Thielen i in. 2009). Dla celów modelowania hydrologicznego konieczne wydaje się przeprowadzenie weryfikacji danych na obszarach referencyjnych, dla których dostępne są wieloletnie serie dane pochodzące z innych źródeł.

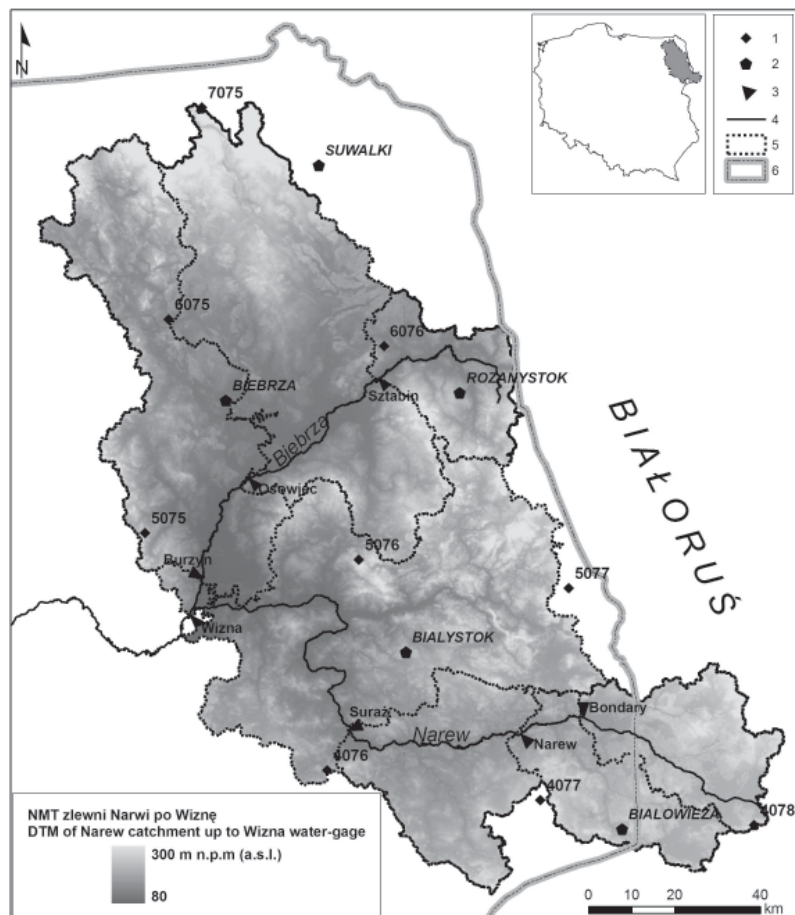
W niniejszym opracowaniu podjęto próbę weryfikacji danych z bazy MARS-STAT poprzez ocenę zasilania opadem wybranych zlewni cząstkowych należących do transgranicznej zlewni górnej Narwi (po profil Wizna) w wieloleciu 1978–2002. Sumy miesięczne i roczne opadu obszarowego wyznaczone na podstawie danych MARS-STAT porównano z wartościami wyznaczonymi na podstawie danych pochodzących z posterunków opadowych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Analizę prowadzono pod kątem możliwości wykorzystania danych MARS-STAT w zlewniowym, ilościowo-jakościowym modelu SWAT (Soil & Water Assessment Tool). Wobec trudności asymilacji danych do wymogów tego mezoskalowego modelu starano się większość obliczeń i przyporządkowań przeprowadzać automatycznie, z wykorzystaniem systemów informacji przestrzennej. Metodyka przedstawiona w niniejszej pracy może więc być zastosowana w analizie i asymilacji danych gridowych pochodzących z innych źródeł.

¹<http://mars.jrc.it/mars/About-us/AGRI4CAST>

²W pracy wykorzystano NMT pochodzący z administrowanego przez NASA projektu Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), w którym na podstawie zdjęć radarowych kuli ziemskiej wykonano model wysokościowy. Jest on bezpłatnie rozpowszechniany formacie rastrowym o rozdzielczości 90 m za pośrednictwem Internetu (<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/srtm/>).

Obszar opracowania, wykorzystane dane oraz metody badań

Nizinna zlewnia górnej Narwi o powierzchni 14 308 km² (Podział hydrograficzny 1983) leży w północno-wschodniej części Polski oraz w zachodniej części Białorusi (9% powierzchni zlewni, około 1120 km²) – rysunek 1. Dolina rzeki to jeden z najważniejszych obszarów mokradłowych w tej części Europy, którego scenariusze dalszego rozwoju są opisywane w licznych publikacjach odwołujących się do modelowania ekohydrologicznego, uwzględniających wszystkie składowe obiegu wody (Banaszuk i Kamocki 2008, Kiczko i in. 2008, Okruszko i Kiczko 2008). Do celów porównawczych niniejszego opracowania w zlewni Narwi wydzielono sześć wybranych zlewni cząstkowych (Biebrza po Sztabin, Osowiec i Burzyn, Narew po Bondary, Narew i Suraż) – rysunek 1. Do celów niniejszej analizy przestrzenne dane o sieci hydrograficznej przygotowano w procesie digitalizacji map topograficznych w skali 1 : 50 000 w układzie PUWG 1965. Działy wodne poszczególnych zlewni cząstkowych wyznaczono automatycznie, na podstawie obliczeń wykonanych w aplikacji Watershed Delineator, ArcGIS 9.2 moduł ArcSWAT 2.1. Topograficzny dział wodny w procedurze ArcSWAT jest wyznaczany na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT)² i sieci hydrograficznej oraz zdefiniowaniu pożądanego profilu zamykają-



RYSUNEK 1. Zlewnia górnej Narwi po profil wodowskazowy Wisna: 1 – centroidy komórek sieci MARS-STAT, 2 – wybrane posterunki opadowe IMGW, 3 – posterunki wodowskazowe IMGW, 4 – sieć hydrograficzna, 5 – dział wodny zlewni Narwi oraz zlewni częściowych, 6 – granica Polski
 FIGURE 1. The Narew catchment up to Wisna water gage: 1 – centroids of MARS-STAT grid network's cells, 2 – selected rain gages of the IMGW³, 3 – water-gages of the IMGW, 4 – hydrography network, 5 – watershed of the Narew and particular subcatchments; 6 – state boundary of Poland

cych zlewnie (Gesch i in. 2006, Winchell i in. 2008). W przypadku zlewni Narwi po profil Wisna powierzchnia tej zlewni wyznaczona w aplikacji Watershed Delineator była o 80 km² mniejsza niż powierzchnia podana w Podziale hydrograficznym Polski (1983). Błąd względny

wynosi zatem jedynie 0,5%, co uprawnia do korzystania z NMT o rozdzielczości 90 m w przypadku zlewni o powierzchni rzędu 10³–10⁴ km², a w szczególności w zlewni Narwi po profil Wisna.

Dokonując oceny zasilania opadem zlewni Narwi po profil wodowskazo-

³ IMGW – Institute of Meteorology and Water Management.

wy Wizna, wykorzystano miesięczne i roczne sumy opadu pochodzące z bazy danych MARS-STAT. System MARS-STAT składa się z siatki kwadratów o boku 50 km, dla których za pomocą określonego algorytmu przypisano wartości dobowej sumy opadu, maksymalnej i minimalnej dobowej temperatury powietrza, średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego, prędkości wiatru, ewapotranspiracji potencjalnej, promieniowania całkowitego oraz grubości pokrywy śnieżnej. Dane meteorologiczne zawarte w bazie MARS-STAT pochodzą ze stacji synoptycznych państw objętych systemem CGMS (van der Goot i Orlandi 2003). Szerokie spektrum danych, po weryfikacji ich dokładności, stwarza możliwość ich stosowania w matematycznym modelowaniu procesów hydrologicznych.

Algorytm przyporządkowania danych meteorologicznych dla pól podstawowych był uzależniony od charakteru danych. Suma opadu atmosferycznego oraz grubość pokrywy śnieżnej, jako jedyne spośród zmiennych bazy MARS-STAT, nie były interpolowane ze źródłowych stacji meteorologicznych, lecz zostały przypisane poszczególnym, numerowanym centroidom pól podstawowych. Suma opadu na powierzchni danego kwadratu jest wartością przyporządkowaną temu punktowi ze stacji klimatycznej lub posterunku opadowego, których warunki są najbardziej podobne do warunków panujących w środku kwadratu. Podobieństwo to jest wyrażone ilościowo za pomocą zmiennej W , która jest obliczana z uwzględnieniem określonych czynników geograficznych, tj. odle-

głości stacji od środka kwadratu, różnicy w rzędnej terenu stacji i środka kwadratu, różnicy w odległości od linii brzegowej stacji i środka kwadratu oraz – ewentualnie – uzależniona jest od występowania określonej bariery klimatycznej. Dane opadowe ze stacji, dla której zmienna W osiągnęła najmniejszą wartość, są ostatecznie przyporządkowywane do danego kwadratu. Nie oznacza to jednak, że w każdym kwadracie siatki w całym rozpatrywanym okresie dane pochodzą z tego samego źródła. Tak się nie dzieje na przykład w przypadku, gdy w danym roku liczba dni, dla których stwierdzono brak danych, przekracza założoną z góry wartość graniczną (typowo 20%) – van der Goot i Orlandi (2003).

Okresem przyjętym do analizy jest dwudziestopięcioletnie 1978–2002 w układzie lat hydrologicznych. Weryfikację danych MARS-STAT przeprowadzono poprzez porównanie zasilania opadem poszczególnych zlewni cząstkowych, obliczonego metodą wieloboków Thiessena, z wykorzystaniem danych opadowych z posterunków opadowych IMGW⁴: Białowieża, Białystok, Różanystok, Suwałki oraz Biebrza, przy czym dla posterunku Biebrza dysponowano zbiorem danych z wielolecia 1988–2002. Podział zlewni Narwi na wieloboki równego zadeszczenia wykonano automatycznie za pomocą aplikacji ArcGIS, korzystając z algorytmu „Create Thiessen polygons” (De Smith i in. 2007), a następnie obliczono procentowy udział powierzchni poszczególnych wieloboków w całkowitej powierzchni każdej z 6 analizowanych zlewni cząstkowych (tab. 1 i 2, rys. 2).

⁴Dane udostępnione bezpośrednio przez IMGW.

TABELA 1. Udział wieloboków Thiessena w powierzchni zlewni cząstkowych (dane IMGW)

TABLE 1. Thiessen polygons area in particular catchments (data of the IMGW)

Zlewnia Catchment	Profil zamykający Outlet	Powierzchnia [km ²] Area	Wagi / Weights				
			Białowieża	Białystok	Różanystok	Suwałki	Biebrza
Biebrza	Sztabin	850	–	–	1,00	–	–
Biebrza	Osowiec	4290	–	0,03	0,38	0,28	0,31
Biebrza	Burzyn	6990	–	0,03	0,23	0,23	0,51
Narew	Bondary	1030	1,00	–	–	–	–
Narew	Narew	1940	0,99	0,01	–	–	–
Narew	Suraż	3300	0,69	0,31	–	–	–
Narew	Wizna	14230	0,17	0,31	0,14	0,11	0,27

TABELA 2. Udział wieloboków Thiessena w powierzchni zlewni cząstkowych (dane MARS-STAT)

TABLE 2. Thiessen polygons area in particular catchments (data of MARS-STAT)

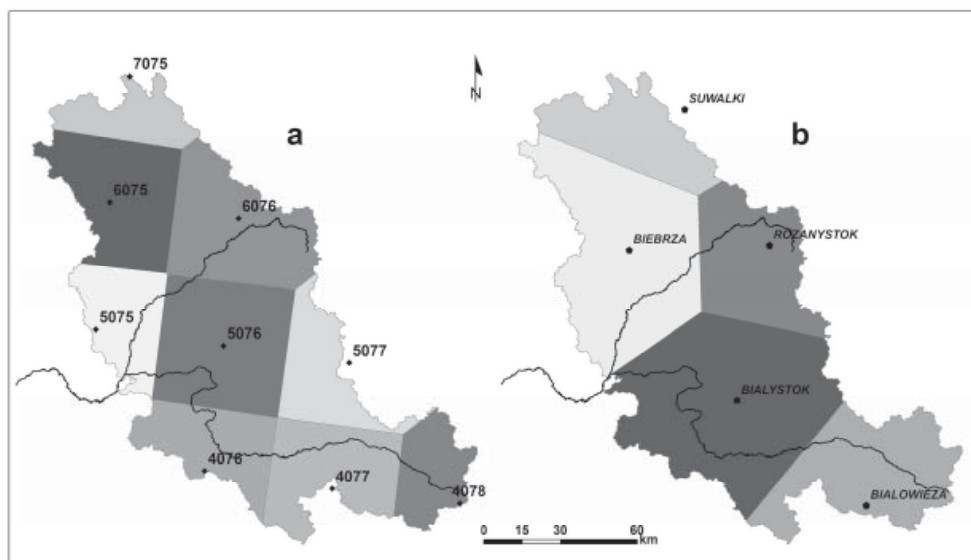
Zlewnia Catchment	Profil zamykający Outlet	Powierzchnia [km ²] Area	Wagi / Weights								
			7075	6075	6076	5075	5076	5077	4076	4077	4078
Biebrza	Sztabin	850	–	–	0,98	–	–	0,02	–	–	–
Biebrza	Osowiec	4290	0,14	0,19	0,52	–	0,15	–	–	–	–
Biebrza	Burzyn	6990	0,13	0,29	0,32	0,15	0,11	–	–	–	–
Narew	Bondary	1030	–	–	–	–	–	0,08	–	0,21	0,71
Narew	Narew	1940	–	–	–	–	–	0,05	–	0,46	0,49
Narew	Suraż	3300	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Narew	Wizna	14230	0,06	0,14	0,16	0,09	0,17	0,09	0,10	0,12	0,07

Wyniki

W tabeli 3 zestawiono średnie roczne sumy opadów w poszczególnych zlewniach cząstkowych zlewni górnej Narwi. Stwierdzono, że średni opad obszarowy, obliczony z wykorzystaniem danych MARS-STAT, w przypadku każdej ze zlewni był zaniżony w stosunku do danych IMGW. Najmniejsze różnice wystąpiły w najmniejszych obszarowo zlewniach cząstkowych, tj. w zlewni Narwi po profil Bondary oraz w zlewni Biebrzy po profil Sztabin, w których niedoszacowanie opadu obliczonego

z użyciem danych MARS-STAT nie przekraczało 3% w porównaniu z danymi IMGW. Największe niedoszacowanie zaobserwowano w przypadku największych zlewni cząstkowych. Dotyczyło to zlewni Biebrzy po profil Burzyn oraz zlewni Narwi po profil Suraż, w których odchylenie wyniosło odpowiednio od 4,4 do 8,4%.

Analizując przebieg rocznych sum średniego opadu obszarowego wyznaczonych w poszczególnych zlewniach na podstawie danych MARS-STAT, można zaobserwować duże różnice (przeszacowanie lub niedoszacowanie), sięgające



RYSUNEK 2. Poligony Thiessena w zlewni Narwi po profil Wizna: a – dla centroid pól podstawowych MARS-STAT, b – dla wybranych posterunków opadowych IMGW

FIGURE 2. Thiessen polygons in the Narew catchment up to Wizna water-gage: a – for centroids of MARS-STAT grid database, b – selected IMGW raingages

TABELA 3. Porównanie średniej rocznej sumy opadów (P) w poszczególnych zlewniach cząstkowych obliczonej na podstawie danych IMGW oraz danych MARS-STAT w wieloleciu 1978–2002

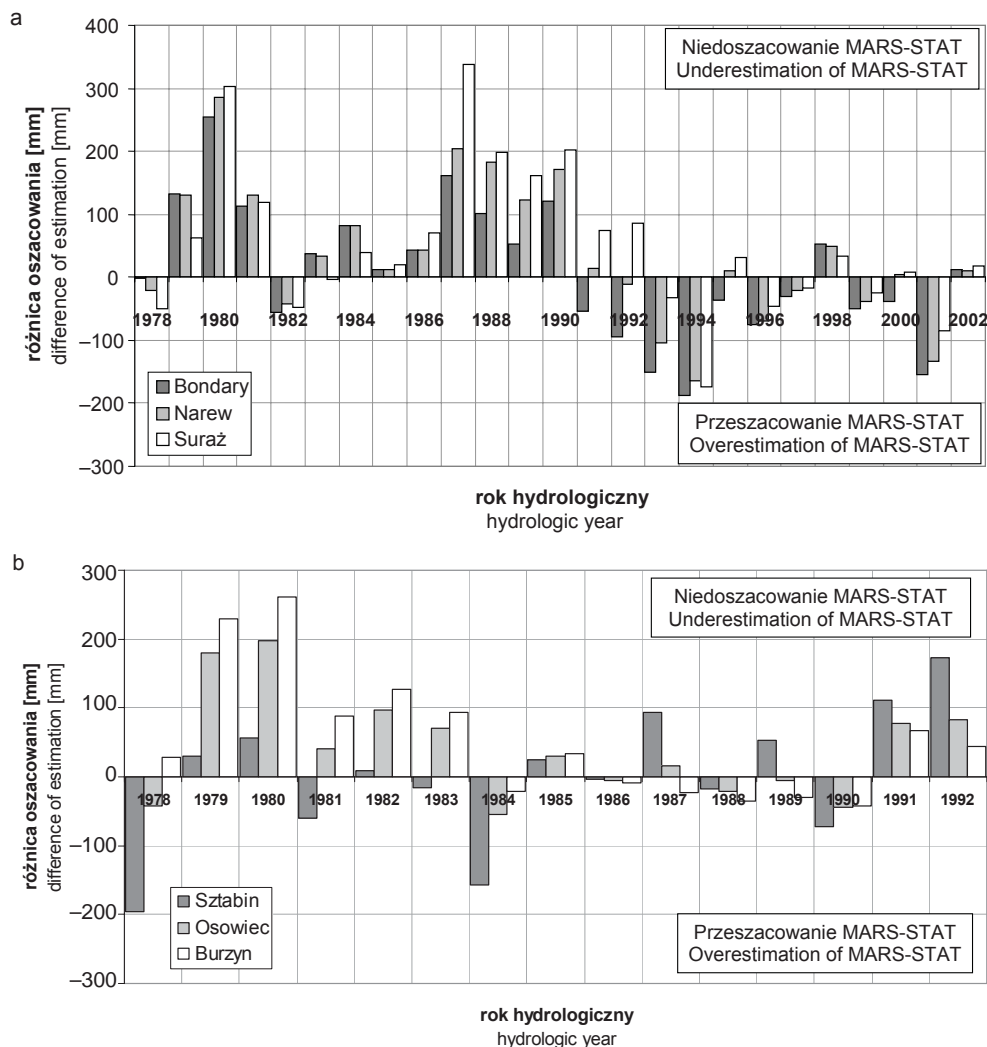
TABLE 3. Comparison of mean annual precipitation in particular headwater catchments calculated with the IMGW and MARS-STAT data in period 1978–2002

Zlewnia Catchment	Profil zamykający Outlet	P_{IMGW} [mm]	$P_{\text{MARS-STAT}}$ [mm]	$\Delta P = P_{\text{IMGW}} - P_{\text{MARS-STAT}}$	
				[mm]	[%]
Narew	Bondary	615,2	604,2	11,0	1,8
Narew	Narew	615,0	579,7	35,3	5,7
Narew	Suraż	608,0	557,0	51,0	8,4
Biebrza	Sztabin	563,6	548,0	15,6	2,8
Biebrza	Osowiec	563,9	548,0	15,9	2,8
Biebrza	Burzyn	555,4	531,0	24,4	4,4

nawet 54% w przypadku zlewni Narwi po Suraż w 1987 roku (rys. 3a). W przypadku zlewni Biebrzy największe niedoszacowanie oceny wystąpiło w 1989 roku, kiedy roczna suma opadu obliczona na podstawie danych MARS-STAT

była o 41% niższa od obliczonej na podstawie danych IMGW (rys. 3b).

W przebiegu różnicy oszacowania średniej rocznej sumy opadów w badanym wieloleciu można dostrzec wyraźną pewną dwudzielność – w pierwszej



RYSUNEK 3. Różnice oszacowania średniej rocznej sumy opadu obszarowego w poszczególnych zlewniach: a – Narew, b – Biebrza – lata 1978–2002 (różnica obliczona jako $\Delta P = P_{\text{IMGW}} - P_{\text{MARS-STAT}}$)
 FIGURE 3. Difference of mean annual areal precipitation estimation in particular catchments of: a – Narew River, b – Biebrza River – years 1978–2002 (difference calculated as $\Delta P = P_{\text{IMGW}} - P_{\text{MARS-STAT}}$)

części badanego wielolecia, do 1990 roku (za wyjątkiem lat 1978 oraz 1982), obserwuje się znaczące niedoszacowanie wyników obliczeń na podstawie danych MARS-STAT względem danych IMGW. W drugiej części badanego wielolecia,

od 1991 roku (za wyjątkiem lat 1998 i 2002), roczna suma opadu obliczona na podstawie danych MARS-STAT była generalnie wyższa od wartości obliczonej na podstawie danych IMGW.

TABELA 4. Statystyki dotyczące oceny jakości miesięcznych danych opadowych MARS-STAT
 TABLE 4. Statistics concerning evaluation of monthly precipitation from the MARS-STAT database

Rzeka River	Profil zamykający Outlet	Współczynnik korelacji Correlation coefficient	Współczynnik Nasha-Sutcliffe'a Nash-Sutcliffe Efficiency
Narew	Wizna	0,75	0,51
	Bondary	0,72	0,46
	Narew	0,72	0,46
	Suraż	0,71	0,4
Biebrza	Sztabin	0,76	0,52
	Osowiec ^a	0,84	0,68
	Burzyn ^a	0,82	0,58

^aDane z okresu 1988–2002. / Data in 1988–2002.

Kolejnym krokiem była analiza miesięcznych sum opadu. W tabeli 4 zestawiono wyniki statystyk dotyczących oceny jakości danych z bazy MARS-STAT względem danych IMGW. Za miary prawidłowości oszacowania przyjęto współczynnik korelacji (R) oraz współczynnik Nasha-Sutcliffe'a (NSE) – McCuen i inni (2006), który informuje o tym, na ile lepiej (lub gorzej) od zwykłej średniej dany model opisuje rzeczywistość. W prezentowanej analizie dane z bazy MARS-STAT nie są modelem danych IMGW, jednak z założenia niniejszej metodyki uznano, że statystyka NSE jest adekwatną miarą zgodności danych w opisywanym przypadku. NSE przyjmuje wartości od $-\infty$ do 1, przy czym wartości ujemne interpretuje się jednoznacznie negatywnie, a wartości powyżej 0,5 – za umiarkowanie pozytywne (Moriasi i in. 2007). Wartości R powyżej 0,7 wskazują, że związek między danymi z obu źródeł jest duży, a wartości NSE w przedziale 0,4–0,68 mówią o przeciętnej lub dość dobrej jakości miesięcznych danych MARS-STAT. Wartości obu statystyk wskazują na lepszą ja-

kość miesięcznych danych MARS-STAT w zlewni Biebrzy po Osowiec i Burzyn niż w pozostałych zlewniach.

Wnioski

Z przedstawionych wyników wypływają następujące wnioski:

1. Wysokość warstwy opadu w poszczególnych zlewniach cząstkowych zlewni Narwi po profil Wizna obliczona na podstawie danych z bazy MARS-STAT dla wielolecia 1978–2002 różni się w sposób istotny od tej samej wielkości obliczonej na podstawie danych referencyjnych, za które przyjęto dane IMGW. Różnica ta jest zmienna w czasie i przestrzeni, co utrudnia jednoznaczne wskazanie jej przyczyny. Jedną z ewentualnych możliwości jest niedostateczna jakość danych MARS-STAT spowodowana nieco uproszczoną metodyką przypisywania danych opadowych do oczek siatki GRID (van der Goot i Orlandi 2003). Szczególnie mało wiarygodny wydaje się okres 1987–

–1992, w którym zaobserwowano niedoszacowanie danych MARS-STAT, sięgające nawet 293 mm dla zlewni Narwi po profil Wizna w 1987 roku. Podobne spostrzeżenie wysnuli Thielen i inni (2008), którzy zwrócili uwagę na blisko 20-procentowe niedoszacowanie rocznej sumy opadu w regionie Alp, obliczonej na podstawie danych MARS-STAT.

2. W świetle powyższego trudno zarekomendować bezwarunkowe stosowanie danych z bazy MARS-STAT w modelowaniu hydrologicznym, pomimo że darmowy dostęp do tej bazy stanowi dużą przewagę nad konwencjonalnymi źródłami danych. Wydaje się jednak, że po dokonaniu weryfikacji można wytypować pewne okresy, w których dane MARS-STAT nie różniłyby się znacznie od danych pochodzących z innych, z założenia poprawniejszych źródeł.
3. Konieczne wydaje się uzupełnienie powyższej analizy o porównanie zasilania zlewni opadem w kroku dobowym z obu źródeł danych oraz z odpływem ze zlewni. Kolejnym krokiem powyższej analizy będzie ocena możliwości zastosowania dobowych sum opadu z bazy MARS-STAT w mezoskalowym, ilościowo-jakościowym modelu SWAT, gdzie dane wejścia muszą być wprowadzane z krokiem dobowym. Wielkość odpływu obliczona na podstawie danych MARS-STAT oraz IMGW zostanie porównana z odpływem obserwowanym w profilach zamykających, co pozwoli na bardziej wiarygodną ocenę przydatności danych z bazy MARS-STAT.

Literatura

- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., MAGNUSZEWSKI A., MIKULSKI Z. 1993: Hydrometria. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- BANASZUK P., KAMOCCI A. 2008: Effects of climatic fluctuations and land use changes on the hydrology of temperate fluvio-genous mire. *Ecological Engineering* 32: 133–146.
- BYCZKOWSKIA. 1999: Hydrologia. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- De SMITH M.J., GOODCHILD M.F., LONGLEY P.A. 2007: Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools. Matador, Leicester.
- GESCH D., FARR T., SLATER J., MULLER J.P., COOK S. 2006: New Products From the Shuttle Radar Topography Mission. *Eos Trans. AGU* 87 (18): 174.
- KICZKO A., ROMANOWICZ R.J., NAPIÓRKOWSKI J.J. 2008: Sensitivity and Uncertainty Analysis Applied to Water Management Problem: Upper Narew Case Study. *Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences E-9* (405).
- McCUEN R.H., KNIGHT Z., CUTTERAG. 2006: Nash-Sutcliffe Efficiency Index. *Journal of Hydrologic Engineering* 11, 6: 597–602.
- MORIASI D.N., ARNOLD J.G., van LIEW M.W., BINGNER R.L., HARMEL R.D., VEITH T.L. 2007: Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE* 50(3): 885–900.
- OKRUSZKO T., KICZKO A. 2008: Environmental flows – water requirements of swamp communities; the Narew River case study. *Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences E-9* (405).
- Podział hydrograficzny Polski, 1983. IMGW. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- SHARP A. 2008: Assessing risk from meteorological phenomena using limited and biased datasets. *Australian Journal of Emergency Management* 23, 4: 9–13.
- THIELEN J., BARTHOLMES J., RAMOS M.H., De ROO A. 2009: The European Flood Alert System. Part 1: Concept and development. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 13: 125–140.

- van der GOOT E., ORLANDI S. 2003: Technical description of interpolation and processing of meteorological data in CGMS. Institute for Environment and Sustainability, Ispra.
- WINCHELL M., SRINIVASAN R., Di LUZIO M., ARNOLD J. 2008: ArcSWAT 2.1 Interface for SWAT 2005. Temple, Texas.
- ZHENG H., LIU C. 2001: Asynchronism-synchronism of regional precipitation in South-to-North Water Transfer planned areas. *J. Geogr. Sc.* 11, 2: 161–169.
- ter Management (IMGW) were acquired for the period 1978–2002. Analysis has indicated average 5% underestimation of the mean annual precipitation estimated with the MARS-STAT data in comparison to the IMGW data. Evaluation of monthly data brought significantly bigger differences. Presented results indicate need of precise MARS-STAT data verification before this data source could be applied in hydrological modeling.

Summary

Evaluation of precipitation recharge of lowland river catchment with MARS-STAT dataset; case study of upper Narew.

In this study the recharge by precipitation of the upper Narew catchment was evaluated. Data from the MARS-STAT database and from the ground net of the rain gages belonging to the Institute of Meteorology and Wa-

Authors' address:

Mikołaj Piniewski, Mateusz Grygoruk
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji
Środowiska
ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa
Poland
e-mail: mpiniewski@levis.sggw.pl
mateuszg@levis.sggw.pl