

## WYKORZYSTANIE MODELU AGNPS DO OCENY INTENSYWNOŚCI EROZJI WODNEJ W MAŁEJ ZLEWNI LESSOWEJ

*R. Dębicki\*, P. Gliński\*\**

\*Zakład Gleboznawstwa UMCS, Akademicka 19, 20-033 Lublin oraz Instytut Agrofizyki PAN,  
Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

\*\*Katedra Wody i Ścieków, Politechnika Lubelska, Nadbystrzycka 40, 20-044 Lublin

**Streszczenie.** W pracy podjęto próbę zastosowania modelu AGNPS, czyli modelu obszarowych zanieczyszczeń rolniczych (akronim od ang. **AG**ricultural **N**on-**P**oint **S**ource **P**ollution) do oceny wielkości erozji wodnej na przykładzie małej rolniczej zlewni lessowej rzeki Ciemięgi na Płaskowyżu Nałęczowskim (subregion Wyżyny Lubelskiej), o powierzchni 157,5 km<sup>2</sup>. Model AGNPS uwzględnia trzy podstawowe składowe, tj. hydrologię, erozję i transport sedymentu i składników chemicznych.

Na podstawie zebranych danych empirycznych oraz przeprowadzonej symulacji komputerowej przy wykorzystaniu modelu AGNPS wysnuto następujące wnioski: (i) wybrany model okazał się dobrym narzędziem do oceny zjawisk erozyjnych oraz charakterystyki jakości wód w małych naturalnych zlewniach, takich jak wybrana do badań zlewnia Ciemięgi; (ii) model AGNPS daje możliwość wyliczenia i oszacowania ilości splywu powierzchniowego w momencie wystąpienia opadu erozyjnego oraz stratę materiału glebowego i związków chemicznych; (iii) model umożliwia określenie i prognozowanie wielkości skutków erozyjnych, to jest splywu powierzchniowego, straty gleby i składników oraz ładunku zanieczyszczeń, zarówno w całej zlewni jak też w poszczególnych pikselach. Daje to możliwość identyfikacji obszarów w zlewni najbardziej zagrożonych procesami erozji wodnej.

Słowa kluczowe: model AGNPS, erozja wodna, zlewnia Ciemięgi, symulacje komputerowe.

### WSTĘP

Współcześnie coraz częściej do analizy procesów erozji wodnej i oceny jej skutków wykorzystuje się modele numeryczne. Istnieje wiele modeli erozyjnych, w których zastosowano submodele hydrologiczne (parametry ruchu wody na powierzchni i wewnątrz gleby), erozyjne (straty erozyjne gleby i sedymentu oraz ich

depozycja) i chemiczne (straty i bilans różnych związków chemicznych) [1-4,7,8,16-18]. Już pierwsze badania Wischmaiera i Smitha [19] dowiodły że, wykorzystanie modeli, jako mniej kosztownej i bardziej efektywnej metody, może być niezwykle przydatne do analizy i oceny skutków samej erozji, jak też oceny wpływu zastosowanych metod ochrony gleby i wody. Modele dają ponadto możliwość przeprowadzania długofalowej symulacji dla wielu obiektów zagrożonych erozją, analizy współzależności pomiędzy cechami zlewni, warunkami klimatycznymi, właściwościami pokrywy glebowej, itd. a zjawiskami i procesami erozyjnymi, przewidywania ich skutków, a nawet wytyczanie dalszych kierunków badań [10,15]. Pozwalają one ponadto na wykorzystywanie danych GIS, zwłaszcza w odniesieniu do danych użytkowania terenu, fizjografii, itd., co znacznie rozszerza zakres wykorzystania wyników symulacji komputerowych [5,6,8,9].

Praca niniejsza przedstawia próbę zastosowania modelu AGNPS, czyli modelu obszarowych zanieczyszczeń rolniczych (akronim od ang. **AG**ricultural **Non-Point Source Pollution**) do oceny wielkości erozji wodnej na przykładzie małej rolniczej zlewni lessowej rzeki Ciemęgi na Płaskowyżu Nałęczowskim (subregion Wyżyny Lubelskiej).

#### OPIS MODELU AGNPS

Model AGNPS (**AG**ricultural **Non-Point Source Pollution**)- jest modelem już trzeciej generacji w hierarchii zawansowania pracy nad modelami dotyczącymi zjawisk erozyjnych [1,2,5]. Został opracowany w USA z przeznaczeniem do oceny wielkości erozji wodnej oraz straty ładunków azotu, fosforu, ChZT i innych składników, odprowadzanych z małych zlewni wskutek procesów erozji wodnej [2]. Model AGNPS uwzględnia trzy podstawowe składowe, tj. hydrologię, erozję i transport sedymentu i składników chemicznych. Submodel hydrologiczny pozwala na wyliczenie opadu efektywnego metodą SCS oraz przepływy wezbrań; submodel erozyjny pozwala na wyliczenie strat glebowych wg zmodyfikowanej wersji równania USLE a submodel chemiczny na obliczenie ilości wymywanych składników chemicznych [1,2,7]. Wymagane są dane wejściowe 23 parametrów z następujących grup: dane topograficzne (wielkość spadków, kierunki spływu powierzchniowego oraz spadki koryta), dane glebowe (podatność gleb na erozję K oraz skład granulometryczny), dane użytkowania ziemi (użytk-

kowanie, parametry C, CN wg SCS oraz współczynnik szorstkości Manninga) i inne [1,2].

Wersja modelu AGNPS 5.00 jest modelem komputerowym, który umożliwia analizę pojedynczego zjawiska przy wykorzystaniu charakterystyki parametrów w wyróżnionych pojedynczych częściach zlewni (tj. w pikselach) [2]. Oznacza to, że AGNPS może analizować pojedyncze zjawiska erozyjne jednocześnie we wszystkich pikselach i pozwala na przewidywanie procesów erozyjnych w obszarze całej zlewni poprzez następujące cechy: strata gleby i wody (sedymentu), wynoszenie różnych związków pochodzenia chemicznego i organicznego. Modele cząstkowe, tj. hydrologiczny, erozyjny i chemiczny stanowią całość mimo, że dane wejściowe oparte są na siatce pikseli w zlewni.

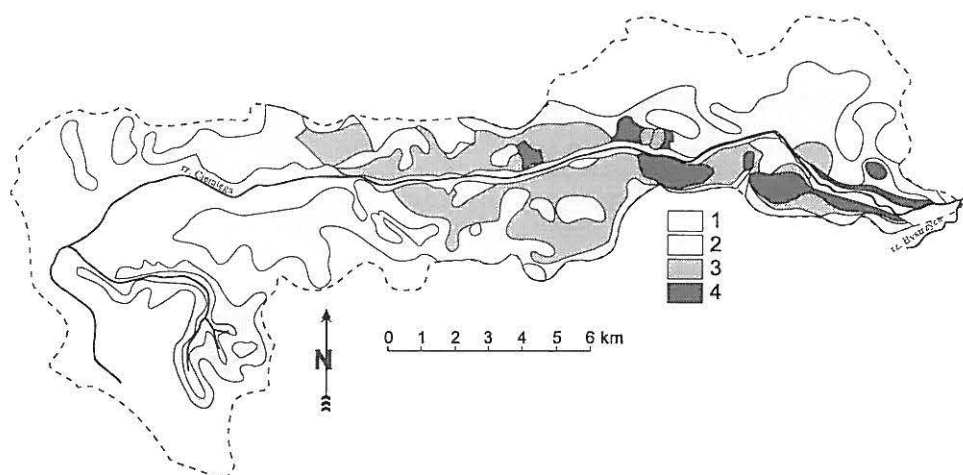
Pierwsze próby wykorzystania modelu AGNPS do oceny strat erozyjnych gleby i składników pokarmowych potwierdziły także jego przydatność jako narzędzia do monitorowania procesów erozyjnych w skali zlewni [7,14,16,18]. Model nie był jednak dotychczas zastosowany do przewidywania procesów erozyjnych w zlewniach lessowych użytkowanych rolniczo.

#### PRZYGOTOWANIA DANYCH DO MODELU

W modelu AGNPS, tak jak w wielu innych modelach w celu przedstawienia zróżnicowania przestrzennego danych w obszarze badanej zlewni w formie numerycznej wykorzystuje się model rastrowy (tj. wyróżnia się piksele). W modelu takim obiekty są przedstawione z takim przybliżeniem, na jakie pozwala rozmieszczenie powierzchni elementarnych, którym w grafice komputerowej odpowiadają piksele. Każdemu pikselowi przyporządkowuje się atrybuty zgodnie z założeniami teoretycznymi programu. Ponieważ każdej komórce może być przyporządkowana jedna wartość, zastosowano podział na następujące warstwy tematyczne: typ gleby, rodzaj użytkowania, wielkości spadku oraz kształt i długość zbocza.

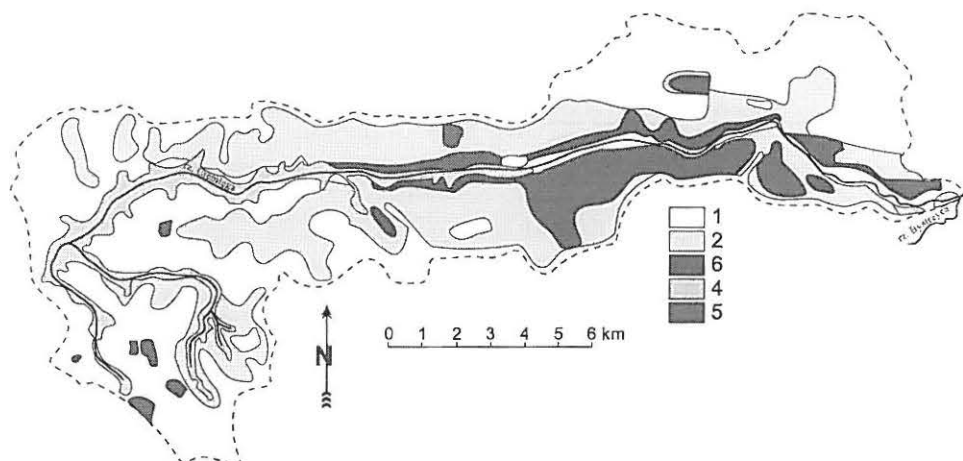
Dla potrzeb programu wybrano typową dla Wyżyny Lubelskiej małą zlewnię lessową rzeki Ciemięgi [11-13], o powierzchni 157,5 km<sup>2</sup>. Obszar zlewni należy do klimatycznego Regionu Lubelskiego, wyodrębnionego we wschodniej części pasa Wyżyn Południowopolskich. Średnia temperatura roczna wynosi 7,5 °C a średnie roczne sumy opadów 570 mm. Ze względu na występowanie urodzajnych gleb w dorzeczu Ciemięgi, naturalna szata roślinna została zniszczona. Lasy zaj-

mują tylko 1,5 % powierzchni, przy czym są to przeważnie zakrzaczone wąwozy i strome zbocza pokryte roślinnością krzaczastą. Łąki, istniejące tylko na dnach doliny obejmują ok. 7,5 % obszaru. Zbocza i wierzchowiny, wznoszące się do 200-230 m n.p.m., zajęte są przez pola uprawne, stanowiące ok. 89 % powierzchni (rys. 1). Zabudowania drogi i wody zajmują ok. 2 % powierzchni. Obszar zlewni zamieszkuje ok. 15 tys. osób. Rodzaj utworów geologicznych (less), użytkowanie ziemi, warunki klimatyczne przyczyniły się w dorzeczu Ciemięgi do intensywnych procesów erozyjnych, w wyniku których rzeźba zlewni uległa silnemu zróżnicowaniu [13]. Wykształciły się różnorodne formy: od łagodnych kopuł i płaskich obniżeń, do stromych stoków, ostrych form wąwozowych, głęboko wciętych dróg gruntowych.



**Rys. 1a.** Zasięgi erozji gleb w zlewni Ciemięgi: 1 – bez erozji lub erozja słaba (52,15 % pow.); 2 – erozja średnia (30,16 % pow.); 3 – erozja silna (14,21 % pow.); 4 - erozja bardzo silna (3,48 % pow.) [13].

**Fig. 1a.** Soil erosion rate in the Ciemięga river basin: 1 - no erosion or slight erosion (52.15% of basin area); 2 - medium erosion (30.16%); 3 - strong erosion (14.21%); 4 - sevier erosion (3.48%) [30].

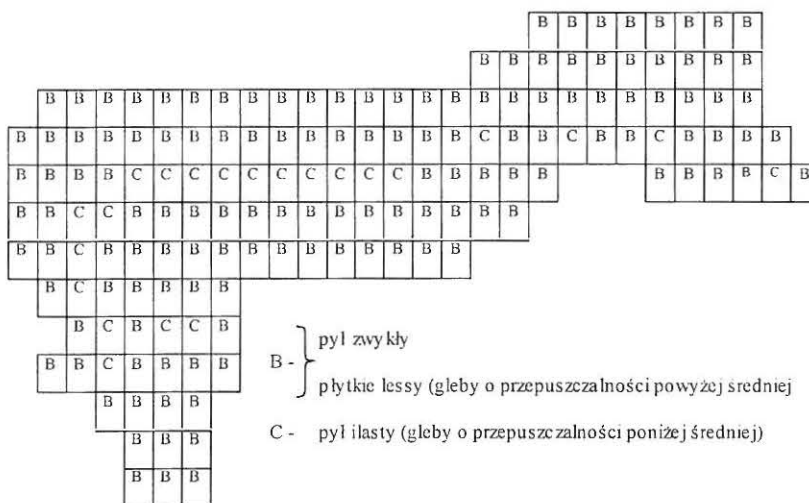


**Rys. 1b.** Rozkład użytków i kierunki upraw w zlewni Ciemięgi: 1 - pola o prawidłowym kierunku upraw (53,59 % pow. upraw); 2 - pola z przewagą wadliwego kierunku upraw (33,57 % pow. upraw); 3 - pola o wadliwym kierunku upraw (12,84 % pow. upraw); 4 i 5 - łąki, pastwiska, lasy, zadrzewienia i zakrzaczenia [13].

**Fig. 1b.** Land use pattern and methods of cultivation practices in the Ciemięga river basin: 1 - proper direction of field cultivation (53.59% of cultivated field area); 2 - fields with domination of improper cultivation direction (33.57%); 3 - fields with faulty cultivation (12.84%); 4 i 5 - meadows, pastures, forests, other trees and bushes [13].

Obszar zlewni podzielono na piksele (sieć kwadratów o powierzchni  $1 \text{ km}^2$  każdy), co spełniało wymagania programu i odpowiadało celowi pracy. Wszystkie pola ponumerowano zgodnie z kierunkiem równoleżnikowym. Kolejność zapisu musiała być zgodna ze strukturą rastra związanego z numeracją kolumn i wierszy. Jednocześnie zachowanie zgodności położenia geograficznego wymagało, aby dane rastrowe z różnych warstw tematycznych miały odpowiednią lokalizację w rastrze. Zatem do każdego węzła sieci rastrowej wprowadzono dane wymagane przez program: średnią wysokość, potencjalny kierunek spływu, średnie spadki, rodzaj uprawy, sposób uprawy oraz typ gleby, które przedstawiono na kolejnych mapach schematycznych (rys. 2-4).





Rys. 4. Dane do modelu AGNPS: typy i rodzaje gleb w poszczególnych pikselach.

Fig. 4. Input data for the AGNPS model: soil types and kinds in particular pixels within the Ciemiega River basin.

#### WYNIKI SYMULACJI KOMPUTEROWEJ EROZJI WODNEJ GLEB LESSOWYCH W MAŁEJ ZLEWNI UŻYTKOWANEJ ROLNICZO PRZY ZASTOSOWANIA MODELU AGNPS

W wyniku przeprowadzonych obliczeń symulacyjnych otrzymano wartości charakteryzujące ilość odpływu wody z powierzchni gleby oraz strat gleby w momencie wystąpienia opadu erozyjnego, które zestawiono w postaci danych wynikowych dla poszczególnych dni z opadem w tabelach zbiorczych 2 i 3. Wybrane dane szczegółowe przedstawiono w postaci przykładowych map pikselowych (rys. 5 i 6).

Przeprowadzona symulacja pozwoliła także na wyliczenie rzeczywistych i hipotetycznych, przy założonych danych wyjściowych, strat innych składników ze zlewni, m.in. związków eutrofizujących środowisko, takich jak azot i fosfor (tab.1).

**Tabela 1.** Średnie wielkości wynoszonych ze zlewni składników chemicznych w wodach Ciemięgi  
**Table 1.** Mean values of chemical compounds lost in water of the Ciemięga river

Punkt pomiarowy	Poziom wody cm	Q l/s	Mętność mg/l	PH H <sub>2</sub> O	Eh mV	N/NO <sub>3</sub> mg/l	P/PO <sub>4</sub> mg/l
Snopków	24,2	153	7,8	7,6	183	1,4	0,3
Baszki	35,2	275	14,4	7,7	277	1,3	0,5
Pliszczyn	39,0	347	16,4	7,7	281	1,7	0,3

Jak wynika z opisu teoretycznego modelu AGNPS oraz danych przedstawionych w tabeli, program wykazuje dużą czułość na intensywność deszczu. Pozwala on na przewidywanie wartości granicznej natężenia opadu, przy którym procesy spływu i zmywu powierzchniowego jeszcze w danej glebie nie występują. Z obliczeń wynika, że przy natężeniu opadu poniżej 3 mm/min proces wynoszenia glebowego materiału mineralnego w zlewni rzeki Ciemięgi nie pojawi się.

Dane z symulacji obejmujące rok 1996 i 1997 wskazują, że zarówno w jednym, jak i w drugim roku tylko kilka dni, w których wystąpiły opady erozyjne, zdecydowały o wielkości strat gleby i składników chemicznych ze zlewni.

Symulacja komputerowa potwierdza, że warunkiem podstawowym zaistnienia spływu powierzchniowego i zmywu gleby, czyli zjawisk erozyjnych, jest według programu AGNPS, odpowiednia intensywność i czas opadu w danych warunkach hydrogeologicznych i topograficznych, w których to warunkach część opadu nie będzie infiltrować w głąb gleby i powstanie spływ powierzchniowy. Program AGNPS uwzględnia tę powyższą zależność przy szacowaniu erozji poprzez uwzględnienie parametru CN (bezwymiarowy współczynnik, który wyraża tę część opadu, która w danych warunkach terenu tworzy spływ powierzchniowy) [1,2]. Porównując z map pikselowych wysokość opadów z odpływem jednostkowym oraz ze stratą gleby w odpowiednich pikselach, można stwierdzić, że występuje tutaj zależność wprost proporcjonalna, która modyfikowana jest przez parametr CN. Przykładowe wartości spływu jednostkowego oraz straty sedymentu w badanym okresie w zależności od wielkości opadu dla 2 wybranych komórek /pikseli z obszaru zlewni o różnym zagrożeniu erozją, według modelu AGNPS przedstawiono w tabeli 2 i 3.



**Tabela 2.** Wyniki symulacji komputerowej według modelu AGNPS spływu powierzchniowego dla wybranego obszaru zlewni, w zależności od parametru opadu

**Table 2.** AGNPS computer simulation data of surface runoff in chosen basin area in relation to rain characteristics

Czas (t) i natężenie (I) opadu	Średni odpływ jednostkowy z wybranej komórki zlewni o największym stopniu zagroże- nia erozją $q(l/s/km^2)$	Średni odpływ jednostkowy z wybranej komórki zlewni o najmniejszym stopniu zagroże- nia erozją $q(l/s/km^2)$
$t = 0,75$ h, $I = 40,0$ mm/h	5000	400
$t = 6,0$ h, $I = 4,0$ mm/h	1600	150

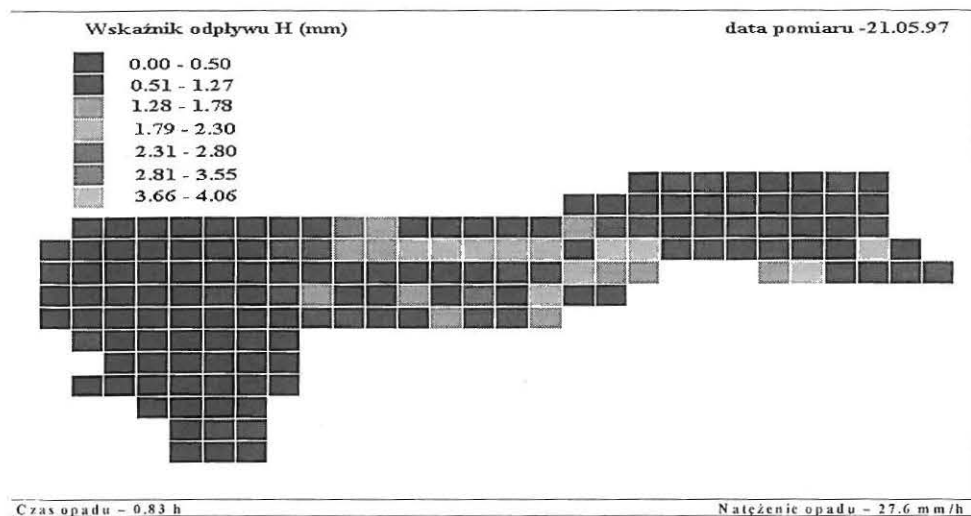
**Tabela 3.** Wyniki symulacji komputerowej według modelu AGNPS straty gleby dla wybranego obszaru zlewni, w zależności od parametru opadu

**Table 3.** AGNPS computer simulation data of soil loss in chosen basin area in relation to rain characteristics

Czas (t) i natężenie (I) opadu	Średnia strata gleby z wybranej komórki zlewni o największym stopniu zagrożenia erozją (t/ha)	Średnia strata gleby z wybranej komórki zlewni o najmniejszym stopniu zagrożenia erozją (t/ha)
$t = 0,75$ h, $I = 40,0$ mm/h	1,10	0,22
$t = 6,0$ h, $I = 4,0$ mm/h	9,50	2,75

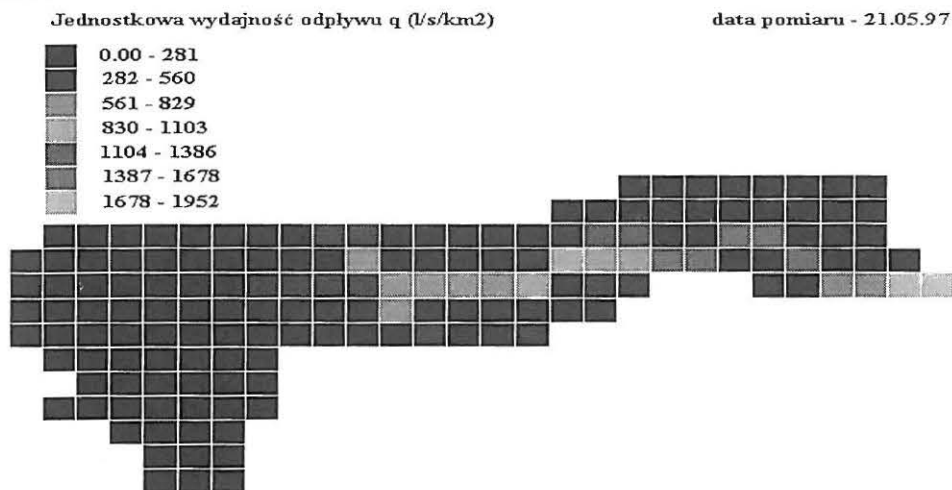
Mapy pikselowe (rys. 5 i 6), powstałe w wyniku symulacji komputerowej AGNPS, dają przestrzenny rozkład intensywności zjawisk hydrologiczno-erozyjnych i pozwalają wyznaczyć miejsca o ich największym nasileniu.

Wynika z nich, że największe zagrożenia erozyjne występują w dolnym biegu rzeki Ciemięgi, a więc na terenach położonych w miejscowości Baszki, także w okolicach Snopkowa oraz na południowy wschód od nich. W miejscach o największym natężeniu procesów erozji wodnej, odczytane z map symulacyjnych, występują największe spadki i jest to teren, na którym występuje typowa pokrywa glebowa i użytkowanie terenu dla tej części Płaskowyżu Nałęczowskiego. Symulacja komputerowa według programu AGNPS potwierdziła także dane empiryczne, że najwyższe zagrożenie erozją wodną pojawi się w miejscach zlewni o zróżnicowanych wysokościach względnych oraz na zboczach bez okrywy roślinnej. Istotne jest, że model AGNPS daje możliwość lokalizowania obszarów szczególnie podatnych na erozję oraz potencjalnie wskazuje na kierunki przeciwdziałania tym procesom.



Rys. 5a. Przestrzenny rozkład wysokości wskaźnika odpływu wody w poszczególnych pikselach zlewni Ciemięgi wg modelu AGNPS w wybranym dniu opadowym.

Fig. 5a. Spatial distribution of water runoff index in individual pixels of the Ciemiega River basin according to AGNPS model in chosen rain event.



Rys. 5b. Przestrzenny rozkład wysokości jednostkowej wydajności odpływu w poszczególnych pikselach zlewni Ciemięgi wg modelu AGNPS w wybranym dniu opadowym.

Fig. 5b. Spatial distribution of unit water runoff index in individual pixels of the Ciemiega River basin according to AGNPS model in chosen rain event.



Niezwykle cenna jest także możliwość bieżącej kontroli procesów erozyjnych w całej zlewni, pod warunkiem odpowiedniej weryfikacji parametrów niezbędnych dla poszczególnych procedur tego modelu. Podkreślić należy również to, że przeprowadzone przy pomocy AGNPS obliczenia symulacyjne dla zlewni Ciemięgi są zgodne z wynikami wcześniejszych doświadczeń prowadzonych w dorzeczu tej rzeki [12,13].

#### WNIOSKI

Na podstawie danych empirycznych oraz przeprowadzonej symulacji przy wykorzystaniu modelu AGNPS można wysnuć następujące wnioski:

- wybrany model AGNPS (Agricultural Non-Point Source Pollution), czyli model obszarowych zanieczyszczeń rolniczych okazał się dobrym narzędziem do oceny zjawisk erozyjnych oraz charakterystyki jakości wód w małych niekontrolowanych zlewniach takich jak wybrana do badań przykładowa zlewnia Ciemięgi.
- model AGNPS daje możliwość wyliczenia i oszacowania ilości spływu powierzchniowego w momencie wystąpienia opadu erozyjnego oraz stratę materiału glebowego i związków chemicznych. Charakteryzuje się on dużą czułością, zwłaszcza na intensywność deszczu.
- model umożliwia określenie i prognozowanie wielkości skutków erozyjnych, to jest spływu powierzchniowego, straty gleby i składników oraz ładunku zanieczyszczeń, zarówno w całej zlewni jak też w poszczególnych pikselach. Daje to możliwość identyfikacji obszarów w zlewni najbardziej zagrożonych procesami erozji wodnej.

#### LITERATURA

1. AGNPS, Agricultural Non-Point-Source Pollution Model. A Watershed Analysis Tool. Conserv. Res. Report, 35. USDA, ARS, 1987.
2. Agricultural Non-Point Source Pollution Model. Version 5.00. Users Guide, USDA-ARS, 1997.
3. **Banasik K., Górski D.:** DR-RUSLE - program komputerowy do wyznaczania wydatku rumowiska unoszonego z małej zlewni rolniczej. Mater. Sem. Nauk. "Modelowanie matematyczne w hydrologii" (red. B. Więzik). Polit. Krakowska-PAN-Upsala Baltic Univ., Kraków, 7-15, 1996.

4. **Banasik K., i in.:** Comparison of DR-USLE SEGMO and AGNPS with two rainfall events. Proc. Sci. Conf. "Ruinoﬀ and Sediment Yield Modelling". RSY-93. Wyd. SGGW, 195-200, 1993.
5. **Bork H.R., Hensel H.:** Computer-aided construction of soil erosion and deposition maps. Geol. Jahr. A104, 357-371, 1988.
6. **Brzozowski M.:** Zastosowanie metod GIS do modelowania procesów erozyjnych w zlewni rzeki Burzanki. Mat. Konf. Nauk., SGGW Warszawa, 117-125, 1997.
7. **Brzozowski M., Pierzgałski E.:** Zastosowanie modeli AGNPS do oceny procesów erozyjnych w basenie jeziora Drużno, Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 4B/98, 143-156, 1998.
8. **Ciszewski S., Żelazny M.:** Modelowanie relacji opad - stan wody dla zlewni Starej Rzeki przy pomocy sieci neuronowych typu CP (counter-propagation). Mater. Sem. Nauk. "Modelowanie matematyczne w hydrologii" (red. B. Więzik). Polit. Krakowska-PAN-Upsala Baltic Univ., Kraków, 17-27, 1996.
9. **De Roo A.P.J.:** Modelling runoff and sediment transport in catchment using GIS. Hydrol. Process., 12, 905-922, 1998.
10. **Dębicki R., Rejman J.:** Przewidywanie strat gleby w wyniku erozji wodnej. Problemy Agrofizyki, 59, 1-75, 1990.
11. **Józefaciuk A.:** Erozja gleby jako czynnik degradujący agroekosystemy. Biul. IUNG, 5, 31-34, 1997.
12. **Maruszczak H., Częstochowska E., Gajewski J.:** Denudacja mechaniczna i chemiczna w dorzeczu Ciemięgi na Wyżynie Lubelskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 222, 7-24, 1979.
13. **Mazur Z., Orlik T., Palys S.:** Procesy erozyjne w zlewni rzeki ciemięgi. Ann. UMCs, 16, E, 147-168, 1972.
14. **Mitchell J.K., Bingner R.I.:** Validation of AGNPS for small watersheds. Proc. Sci. Conf. "Ruinoﬀ and Sediment Yield Modelling". RSY-93. Wyd. SGGW, 187-193, 1993.
15. **Rejman J., Link M.:** Symulacje opadów deszczu do badań erozyjnych. Mat. VII Szkoły Wykładowców Przedmiotu „Fizyka z elementami agrofizyki” nt.: „Stan fizyczny gleby a rozwój roślin”, IA PAN, Lublin, 1995.
16. **Rode M., Frede H.G.:** Modification of AGNPS for agricultural land and climate conditions in Central Germany. J. Environ. Quality, 26, 16-25, 1997.
17. **Smith R.E., Williams J.R.:** CREAMS, A Field Scale Model for Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems. USDA, Conserv. Res. Rep., 26, 1, 1980.
18. **Somorowska U.:** Zastosowanie modelu AGNPS do oceny jakości odpływu ze zlewni użytkowanej rolniczo (na przykładzie zlewni Beldówki). Wodno-bilansowe kryteria kształtowania siedlisk w krajobrazie rolniczym. Wyd. SGGW, 132-145, 1998.
19. **Wischmeier W.H., Smith D.D.:** Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to conservation Planning. Agric. Handbook, 573, USDA-ARS, USA, 1978.

## ESTIMATION OF WATER EROSION INTENSITY IN A SMALL RIVER BASIN WITH THE USE OF AGNPS

**Summary.** An attempt was undertaken to estimate water erosion processes in a small (157.5 sq.km) loessial agricultural basin of the Ciemięga River (Lublin Upland, SE Poland), with the application of an **AG**ricultural **N**on-**P**oint **S**ource **P**ollution (AGNPS) model. This model comprises the following three submodels: hydrology, erosion (including sediment transport and yield) and nutrient runoff. On the basis of empirical data gathered and computer simulation the following conclusions were drawn: (i) AGNPS model appeared to be a good tool for estimation of water erosion phenomena and surface water quality in a small natural basin of the Ciemięga River; (ii) the model gives possibility to calculate and estimate the amount of runoff and soil and nutrient loss, including sediment transport and yield at the time of erosive rain occurrence; (iii) the model enables determination and prognosis of erosion effects both within entire river basin and in individual pixels. Thus, it makes possible identification of areas within river basin most endangered with erosion processes.

**Keywords:** AGNPS model, water erosion, the Ciemięga river basin, computer simulation.