



**WSPOMAGANIE INFORMATYCZNE
ROZWOJU
SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO
I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Suplement

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: **BADANIA SYSTEMOWE**

Tom 37

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2004



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

**WSPOMAGANIE INFORMATYCZNE
ROZWOJU
SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO
I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Suplement

Redakcja:

**Jana Studzińskiego
Ludosława Drelichowskiego
Olgierda Hryniewicza**

Książka wydana dzięki dotacji KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju w zakresie rozwoju modeli, technik i systemów zarządzania oraz ich zastosowań w różnych dziedzinach gospodarki narodowej. Wyodrębnioną grupę stanowią artykuły omawiające aplikacyjne wyniki projektów badawczych i celowych KBN.

Recenzenci artykułów:

Dr hab. inż. Maciej Krawczak

Dr Grażyna Petriczek

Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak

Dr inż. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2004

Wydawca: Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa

Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw IBS PAN
tel. 836-68-22

ISBN 83-85847-93-6
ISSN 0208-8029

Zastosowania informatyki w ochronie środowiska

WSTĘPNA OCENA ŚREDNIEJ ROCZNEJ WARTOŚCI WSKAŹNIKA EROZYJNOŚCI DESZCZY DLA WYBRANYCH STACJI I POSTERUNKÓW OPADOWYCH W POLSCE¹

Paweł Licznar

*Instytut Budownictwa i Architektury Krajobrazu, Akademia Rolnicza we Wrocławiu,
Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław
<licznarp@ozi.ar.wroc.pl>*

Calculation of the average annual rainfall erosivity factor values on the base of formerly developed artificial neural network and Modified Fournier Index method for selected gauging stations in Poland was the first aim of the research. Obtained calculation results analysis dedicated for their future use for rainfall erosivity mapping was the second complementary study aim. The research was based on the database containing average monthly precipitation totals for 67 gauging stations in Poland from years 1951-1970. Estimated by neural network average annual rainfall erosivity factor values for analyzed stations were at the range of 35,2 - 142,1 1 MJ-ha⁻¹-cm-h⁻¹, and were generally lower then calculated Modified Fournier Indexes. Average annual rainfall erosivity factor values were in linear regression to average annual precipitation totals and stations elevation above sea level. It suggest the necessity of geostatistical algorithms like cokriging and a digital elevation model incorporation into the future mapping of annual erosivity values in Poland.

Keywords: rainfall erosivity factor, artificial neural networks, monthly precipitation totals, Modified Fournier Index.

1. Wstęp

W wielu krajowych opracowaniach dotyczących zagadnienia erozji wodnej gleb zauważana jest potrzeba kompleksowej oceny wskaźnika erozyjności deszczy R_r dla obszaru całej Polski. Docelowo pozwoliłaby ona na z jednej strony na szersze upowszechnienie modelowania procesów erozji wodnej przy użyciu prostych, ale jednocześnie bardzo użytecznych w praktyce ochrony gleb modeli, takich jak USLE (Universal Soil Loss Equation) lub RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), jak również dawałaby punkt wyjścia dla właściwej oceny zagrożenia procesami zmywu pokrywy glebowej poszczególnych obszarów kraju (Licznar, 2003, 2004a, 2004b).

Kompleksowa ocena wskaźnika erozyjności deszczy winna przebiegać w trzech etapach. Jej pierwszym elementem powinny być szczegółowe badania i analizy dotyczące lokalnych wartości wskaźnika erozyjności deszczy. W zakresie

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczego KBN nr 3 P04G 084 25.

tym w badaniach światowych nadal szerokiej dyskusji poddawane są warunki brzegowe definiujące deszcze erozyjne oraz same funkcje opisujące wartość energii kinetycznej strumienia deszczu w funkcji ich natężenia i warstwy (Usón i Ramos, 2001). Można powiedzieć, że funkcje te są dostosowywane do warunków lokalnych, a ich wyczerpujący przegląd przedstawił Salles i in. (2002). W Polsce badania tego typu jak dotąd nie były prowadzone. Przyczynkiem do nich w przyszłości może stać się natomiast niedawne opracowanie i wdrożenie specjalnych przyrządów, dla precyzyjnych pomiarów energii kinetycznej deszczy oraz natężenia opadów, wchodzących w skład ZSPOA (Zintegrowanego Systemu Pomiaru Opadów Atmosferycznych) (Licznar, 2004c).

Jak dotąd stosowanie klasycznej metodyki obliczania wskaźnika erozyjności, podawanej przez Wischmeiera i Smitha (1978) pozwoliło na określenie lokalnych jego wartości dla około 10 stacji w Polsce w oparciu o istniejące wieloletnie zapisy pluwiograficzne (Banasik i Górski, 1992; Banasik i in., 2001; Górski i Banasik, 1992; Licznar i Rojek, 2002). Stworzona w ten sposób baza danych jest bardzo uboga i wymaga znacznego poszerzenia. Nie jest to jednak możliwe w najbliższym czasie z uwagi przede wszystkim na dużą pracochłonność tego typu analiz oraz brak dostępu do historycznych ciągów zapisów pluwiograficznych. W znacznej mierze pracochłonność obliczania wskaźnika erozyjności deszczy może być zredukowana dzięki zastosowaniu metody zaproponowanej przez Licznara (2001), jednakże barierą pozostaje brak dostępu do bazowych zapisów pluwiograficznych, które to posiada dla całej Polski jedynie IMGW. Z tej racji drugim istotnym etapem kompleksowej oceny wskaźnika erozyjności deszczy w kraju powinno być pośrednie wyznaczenie wartości wskaźnika erozyjności deszczy dla lokalizacji o braku zapisów pluwiograficznych, w oparciu o inne łatwiej dostępne charakterystyki opadów. W badaniach światowych dla tego celu stosowane są zwykle wartości miesięcznych sum opadów, które są zdecydowanie łatwiejsze dla pozyskania w stosunku do zapisów pluwiograficznych, czy też nawet dobowych sum opadów, a sam wskaźnik R_r jest często przyjmowany za równy zmodyfikowanemu indeksowi Fourniera, postaci (Renard i Freimund, 1994; Licznar, 2003):

$$R_r = F = \sum_{i=1}^{12} \frac{p_i^2}{P}$$

gdzie:

R_r – roczna wartość wskaźnika erozyjności deszczy [$\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$],

p_i – wysokość opadów w i -tym miesiącu roku [mm],

P – roczna wysokość opadów [mm].

Niemniej jednak badania Licznara (2004b) wykazały słabą przydatność zmodyfikowanego indeksu Fourniera dla oceny wskaźnika R_r w warunkach Polski i Niemiec. Zaproponował on stosowanie dla tego celu techniki sztucznych sieci neuronowych. W swoich pracach wykazał on możliwość skutecznego użycia dla

oceny wskaźnika R_r sieci typu perceptronowego o pojedynczej i podwójnej warstwie ukrytej oraz o radialny funkcjach bazowych, na których wejściu były podawane miesięczne sumy dobowe opadów w poszczególnych latach lub też jedynie średnie ich miesięczne wartości dla całego analizowanego wielolecia (Licznar, 2004a, 2004b). Ta całkiem nowa metodyka może być wykorzystana dla opracowania mapy wskaźnika erozyjności dla Polski. Finalne opracowanie kartograficzne winno być jednakże poprzedzone trzecim etapem kompleksowej oceny wskaźnika erozyjności deszczy, na którym to należy dokonać identyfikacji najlepszej metody geostatystycznej dla realizacji tego zadania, czyli dla szacowania zmiennych przestrzennych i tworzenia mapy. Przykładowe badania przeprowadzone przez Goovaerts'a (1999), dla danych z regionu Algarve w Portugalii (de Santos Loureiro i e Azevedo Coutinho, 2001), udowodniły że przy wykorzystaniu metod krigingu możliwe jest otrzymywanie map wskaźnika R_r o zdecydowanie lepszej jakości w stosunku do opracowań kartograficznych opartych na prostej interpolacji izoerodentów (izolinii równej wartości wskaźnika R_r).

Podstawowym celem badań było praktyczne zastosowanie metodyki określania średnich wartości rocznych wskaźnika erozyjności deszczy na podstawie jedynie średnich miesięcznych sum opadów atmosferycznych przy pomocy opracowanej przez Licznara (2004a) metodyki sztucznych sieci neuronowych, dla wybranych lokalizacji w Polsce. Drugim celem badawczym była analiza zbioru otrzymanych wyników lokalnych, ukierunkowana na identyfikację właściwej metodyki przyszłego opracowania kartograficznego mapy wskaźnika R_r dla całego kraju. Tak więc założone cele badawcze wpisywały się w zakres drugiego i trzeciego etapu wspomnianej już uprzednio kompleksowej oceny wskaźnika erozyjności deszczy dla Polski.

2. Materiał i metody

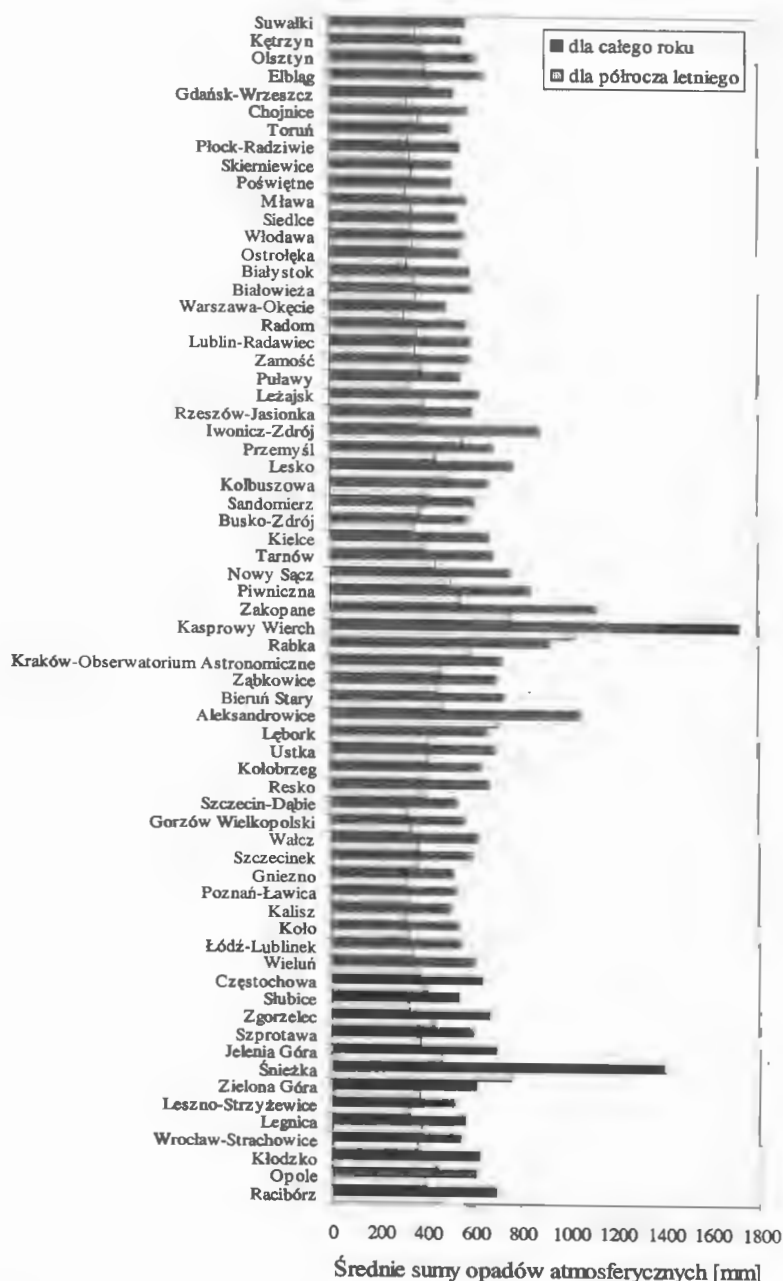
Ocena średnich rocznych wartości wskaźnika erozyjności deszczy wymaga analizy wieloletnich ciągów obserwacji opadowych, których długość powinna wynosić około 22 lata (Wischmeier i Smith, 1978). Także w przypadku stosowania wspomnianych wcześniej przybliżonych metod szacowania wartości wskaźnika na podstawie miesięcznych sum opadów wymaga to budowy dosyć znacznej bazy danych. Baza taka, przy przyjęciu 70 lokalizacji na terenie kraju i 22 lat analizy, składałaby się z 18480 wartości miesięcznych sum opadów. Pokazuje to skalę niezbędnych nakładów dla zgromadzenia danych do bazy, ich zestawienia i weryfikacji. Baza taka jest obecnie opracowywana w ramach projektu badawczego KBN nr 3 P04G 084 25, a po jej wykonaniu będzie możliwe oszacowanie wartości wskaźnika R_r według precyzyjnej metodyki sztucznych sieci neuronowych (Licznar, 2004b). Obecnie jednak wstępna ocena wskaźnika erozyjności deszczy możliwa jest do przeprowadzenia w oparciu o uproszczoną metodykę sztucznych sieci neuronowych, bazującą na wartościach średnich sum opadów miesięcznych w Polsce dla całego wielolecia (Licznar, 2004a). W tym celu jako wyjściowy materiał do badań użyto dane opublikowane w Atlasie hydrologicznym Polski

(1986). Dane te przedstawiają średnie miesięczne wartości sum opadów atmosferycznych z okresu lat 1951-1970 dla łącznej liczby 67 stacji i posterunków w Polsce. Położenie poszczególnych stacji i posterunków opadowych jest pokazane na rys. 1, natomiast na rys. 2 przedstawione są obliczone dla nich średnie sumy opadów: roczne i dla półrocza letniego (V-X).

Wspomniane zestawienie danych uznano za właściwe i w pełni wystarczające do użycia w badaniach z uwagi nie tylko na długość okresu wynoszącą 20 lat, ale także na dosyć równomierne pokrycie całego obszaru kraju widoczne na rys. 1, uwzględniając różnorodność warunków opadowych na terenie Polski. Najniższe średnie roczne sumy opadów w powyższym zestawieniu wynosiły 494 mm dla Warszawy-Okęcia, a najwyższe 1721 mm dla Kasprowego Wierchu.



Rysunek 1. Położenie analizowanych stacji i posterunków opadowych.



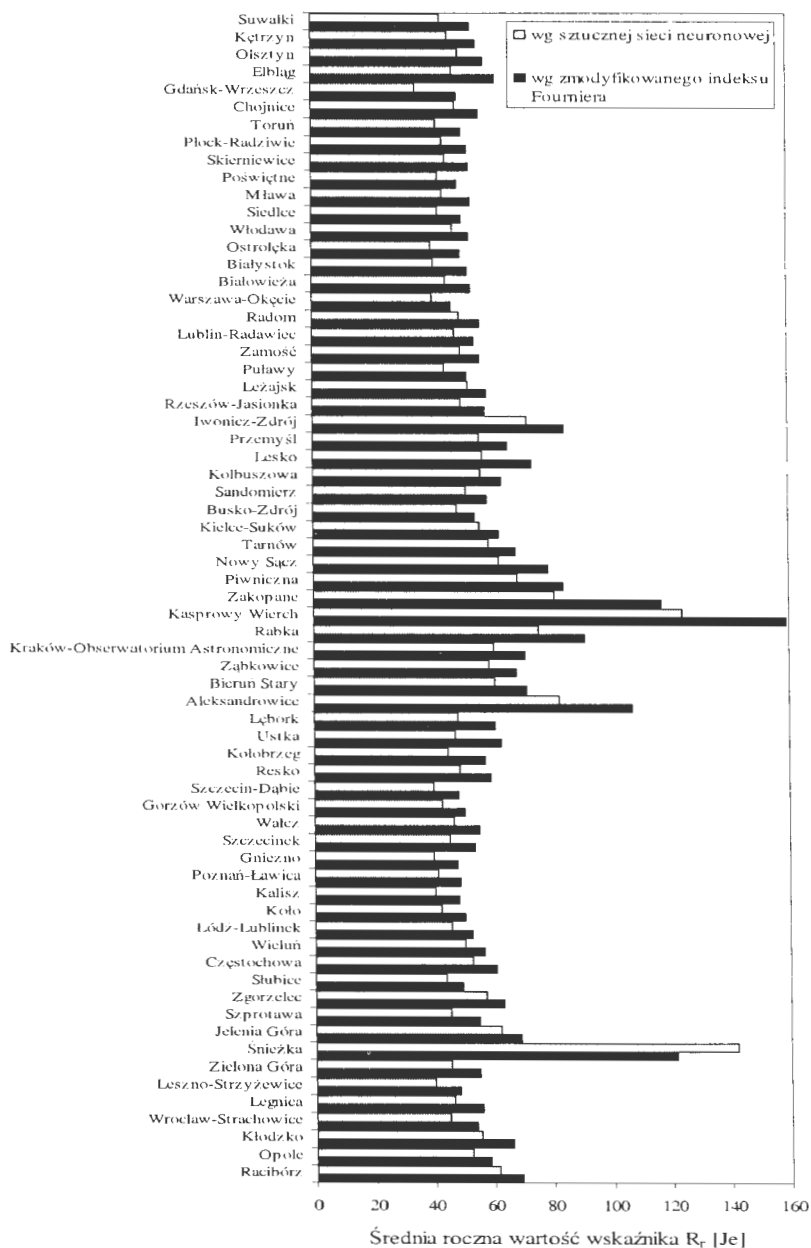
Rysunek 2. Średnie sumy opadów rocznych i dla półrocza letniego (V-X) dla analizowanych stacji i posterunków opadowych.

Wartości średnie roczne wskaźnika R_r obliczono dla wszystkich 67 na podstawie średnich miesięcznych sum opadów przy wykorzystaniu sztucznej sieci neuronowej o architekturze MLP 12:12-13-13-1:1. Była to sieć perceptronowa o wóch warstwach ukrytych, każdej liczącej 13 neuronów, uprzednio opracowana w pakiecie Sieci Neuronowe 6PL programu STATISTICA i dająca najlepsze rezultaty w prognozowaniu wartości wskaźnika erozyjności deszczy. Szczegóły dotyczące budowy sieci można znaleźć w pracach Licznara (2004a). Ponadto dla porównania średnie roczne wartościami wskaźnika R_r obliczono na bazie tych samych danych opadowych, przy pomocy zmodyfikowanego wskaźnika Fourniera. W końcowej fazie badań sporządzono zależności obliczonych wartości średnich rocznych wskaźnika R_r przy pomocy sztucznej sieci neuronowej, względem średnich rocznych sum opadów atmosferycznych oraz wysokości nad poziomem morza poszczególnych stacji i posterunków.

3. Wyniki i dyskusja

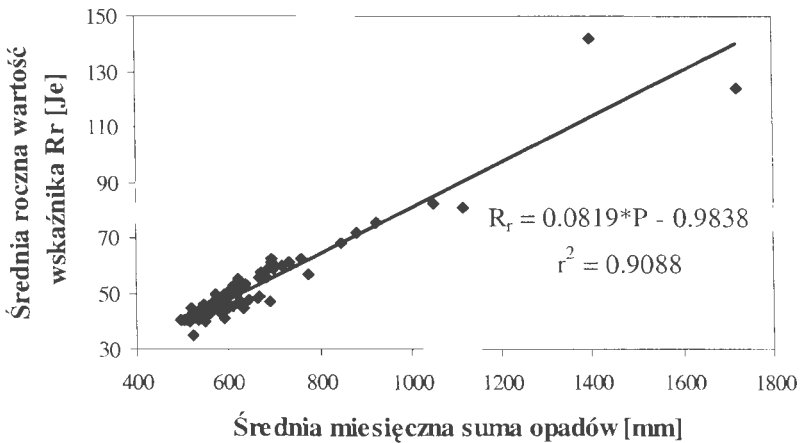
Obliczone przy pomocy sztucznej sieci neuronowej oraz zmodyfikowanego wskaźnika Fourniera, na podstawie średnich miesięcznych sum opadów, wartości średnie roczne wskaźnika erozyjności deszczy zostały pokazane na rys. 3. Wartości średnie roczne wskaźnika R_r obliczone przy pomocy sieci neuronowej wahały się od 35,2 Je dla Gdańska Wrzeszcza do 142,1 Je dla obserwatorium na Śnieżce, gdzie 1 Je (jednostka erozyjności) równa się $1 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Natomiast wartości zmodyfikowanego wskaźnika Fourniera F wahały się w zakresie od 47,0 Je dla Warszawy Okęcia do 159,2 Je dla obserwatorium na Kasprowym Wierchu. Na rys. 3 łatwym do zauważenia, jest fakt, że wartości zmodyfikowanego wskaźnika Fourniera dla wszystkich niemal stacji i posterunków są wyższe względem prognoz otrzymywanych z sieci neuronowej. Wyjątkiem tutaj jest jedynie, już wspomniana Śnieżka, dla której wartość zmodyfikowanego wskaźnika Fourniera F była mniejsza i wynosiła 121,7 Je. Ogólnie jednak wartość średnia wskaźnika F dla całego zbioru 67 stacji i posterunków wynosiła 62,6 Je, a analogiczna wartość średnia dla predykcji z sieci neuronowej była niższa niemal o 10 Je (52,9 Je).

Porównanie otrzymanych wyników z wcześniejszymi pracami jest trudne, z uwagi na szczupłość polskich źródeł w tym zakresie. Można jedynie odnieść się do opublikowanych wyników Banasika i in. (2001) dla Polski wschodniej i centralnej oraz do wartości wskaźnika R_r obliczonego dla obserwatorium Wrocław-Swojec przez Licznara i Rojka (2002). Wartości podawane przez tych autorów dla Suwałk, Puław, Leska i Wrocławia wynoszą odpowiednio: 42,6, 64,1, 84,3 oraz 51,7 Je, a prognozy otrzymane z sieci neuronowej dla tych lokalizacji: 43,5, 44,4, 57,0 i 44,9 Je. Wydaje się, że istniejące różnice mogą wynikać głównie z przyjęcia różnych okresów analizy, np. Banasik i in. (2001) korzystali z danych pluwiograficznych z wielolecia 1960-1988, a Licznar i Rojek (2002) z wielolecia 1966-2000. W przypadku Wrocławia istotnym może być też inne położenie, a co za tym idzie różna specyfika opadów, na stacjach Strachowice i Swojec.



Rysunek 3. Średnie roczne wartości wskaźnika erozyjności deszczy obliczone przy pomocy przy pomocy sztucznej sieci neuronowej oraz zmodyfikowanego indeksu Fourniera.

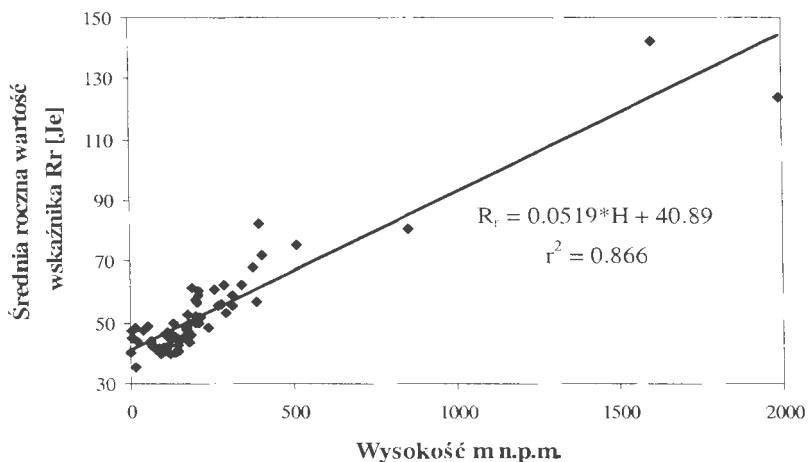
Opracowane zależności obliczonych wartości średnich rocznych wskaźnika R_r przy pomocy sztucznej sieci neuronowej, względem średnich rocznych sum opadów atmosferycznych oraz wysokością nad poziomem morza poszczególnych stacji i posterunków przedstawiono na rys. 4 i 5. Na rysunkach tych zauważalne jest silne powiązanie wartości średniej rocznej wskaźnika erozyjności deszczy zarówno ze średnią roczną sumą opadów jak i wysokością nad poziomem morza położenia stacji lub posterunku opadowego. Zamieszczone na rysunkach współczynniki korelacji dla liniowych związków pomiędzy dyskutowanymi wielkościami były wysokie i wynosiły odpowiednio $r = 0,95$ i $r = 0,93$. Nawet po odrzuceniu wartości dla trzech skrajnych punktów, reprezentujących górskie lokalizacje powyżej 510 m n.p.m. współczynniki te pozostawały wysokie i wynosiły $r = 0,94$ i $r = 0,83$. Obserwowane tutaj zjawisko wydaje się być w pełni wytłumaczalnym, gdyż wskaźnik erozyjności deszczy winien wzrastać wraz ze zwiększaniem się sumy opadów rocznych, a składowe rocznej sumy opadów w postaci średnich miesięcznych sum opadów były podstawą przeprowadzonych obliczeń. Znaczny przyrost opadów natomiast jest obserwowany na obszarach górskich z uwagi na oczywiste występowanie tam efektu orograficznego. Dlatego też, na większości map wskaźnika erozyjności deszczy, izoerodenty o najwyższych wartościach występują w obszarach górskich (Wischmeier i Smith, 1978; Sauerborn, 1994).



Rysunek 4. Zależność obliczonych przy pomocy sztucznej sieci neuronowej wartości średnich rocznych wskaźnika R_r , względem średnich rocznych sum opadów atmosferycznych.

Obserwacje wspomniane powyżej pokrywają się w pełni z wynikami wcześniejszych badań Goovaerts'a (1999), przeprowadzonymi na bazie danych z Portugalii. Obserwował on także liniowy związek regresyjny wskaźnika erozyjności z wysokością nad poziomem morza i co za tym idzie uznał za istotne

wykorzystanie informacji wysokościowej z numerycznego modelu terenu dla potrzeb sporządzenia map rocznych i miesięcznych wartości erozyjności deszczy. W swoich badaniach wykazał on ponadto potrzebę stosowania metod geostatystycznych, a konkretnie metody kokrigingu (ang. cokriging) dla potrzeb opracowania kartograficznego wskaźnika erozyjności deszczy.



Rysunek 5. Zależność obliczonych przy pomocy sztucznej sieci neuronowej wartości średnich rocznych wskaźnika R_r , względem wysokości nad poziomem morza poszczególnych stacji i posterunków.

4. Wnioski

Przeprowadzone obliczenia średnich rocznych wartości wskaźnika erozyjności deszczy wskazują na duże jego zróżnicowanie na terenie Polski. Jego wartości wyznaczone w oparciu o sztuczną sieć neuronową wahały się w obrębie analizowanych 67 stacji i posterunków od wartości 35,2 Je do 142,1 Je i były silnie skorelowane zarówno ze średnią roczną sumą opadów atmosferycznych, jak i samą wysokością nad poziomem morza. Wartości średnie roczne wskaźnika erozyjności deszczy określone przy pomocy zmodyfikowanego indeksu Fourniera dla wszystkich niemal stacji i posterunków przyjmowały wartości wyższe średnio o około 10 Je od otrzymanych uprzednio z prognoz sztucznej sieci neuronowej.

Istnienie liniowej zależności pomiędzy wartością średnią roczną wskaźnika erozyjności deszczy a wysokością stacji lub posterunków opadowych nad poziomem morza wskazuje na potrzebę użycia podczas przyszłego opracowania kartograficznego map erozyjności deszczy, algorytmów geostatystycznych ten związek uwzględniających, typu na przykład kokrigingu.

Podziękowanie

Autor pragnie podziękować Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej za wsparcie badań w ramach stypendium krajowego dla młodych naukowców.

Literatura

- Atlas hydrologiczny Polski (1986) Praca zbiorowa pod kierownictwem J. Stachy. **II**, Z. 1, Wyd. Geol. Warszawa.
- Banasik K., Górski D. (1992) Ocena erozyjności deszczy dla trzech wybranych stacji Polski południowo-wschodniej. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Melioracje*. **XL**, 211, 39-50.
- Banasik K., Górski D., Mitchell J.K. (2001) Rainfall erosivity for east and central Poland. w: *Proceedings of the International Symposium & Exhibition on Soil erosion Research for the 21st Century, January 3-5, Honolulu, Hawaje, USA*, 279-282.
- de Santos Loureiro N., de Azevedo Coutinho M. (2001) A new procedure to estimate the RUSLE E130 index, based on monthly rainfall data and applied to the Algarve region. Portugal. *Journal of Hydrology*, **250**, 12-18.
- Goovaerts P. (1999) Using elevation to aid the geostatistical mapping of rainfall erosivity. *Catena*, **34**, 227-242.
- Górski D., Banasik K. (1992) Rozkłady prawdopodobieństwa erozyjności deszczy dla Polski południowo-wschodniej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja naukowa* **35**, 271, 125-131.
- Licznar P. (2001) Automatyzacja przetwarzania danych pluwiograficznych w procesie wyznaczania wskaźnika erozyjności deszczy. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*, **217**(87), 125-128.
- Licznar P. (2003) Modelowanie erozji wodnej gleb. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Monografie*, **XXXII**, 456.
- Licznar P. (2004a) Ocena możliwości stosowania sztucznych sieci neuronowych dla określania średniej rocznej wartości wskaźnika erozyjności deszczy, w: *Mat. międzynarod. conf. nauk. Kształtowanie i ochrona środowiska terenów erodowanych*. 16-18 września, Lublin, 33-34.
- Licznar P. (2004b) Prognozowanie erozyjności deszczy w Polsce na podstawie miesięcznych sum opadów. *Archiwum Ochrony Środowiska*, w druku.
- Licznar P. (2004c) Zintegrowany System Pomiarów Opadów Atmosferycznych dla potrzeb badań nad erozją wodną. *Mat. międzynarod. conf. nauk. Kształtowanie i ochrona środowiska terenów erodowanych*. 16-18 września, Lublin, 35-36.
- Licznar P., Rojek M. (2002) Erozyjność deszczy Polski południowo-zachodniej na przykładzie stacji Wrocław-Swojec. *Przeg. Nauk. SGGW, Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, **XI**, 2(25), 7-14.
- Salles C., Poesen J., Semper-Torres D. (2002) Kinetic energy of rain and its functional relationship with intensity. *Journal of Hydrology*, **257**, 256-270.
- Renard K. G., Freimund J. R. (1994) Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of Hydrology*, **157**, 287-306.

- Sauerborn P. (1994) Die Erosivität der Niederschläge in Deutschland – Ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion durch Wasser in Mitteleuropa. Bonner Bodenkundl. Abh. 13. Bonn.
- Usón A., Ramos M. C. (2001) An improved rainfall erosivity index obtained from experimental interrill soil losses in soils with a Mediterranean climate. *Catena* 43, 293-305.
- Wischmeier W. H., Smith D. D. (1978) Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Agricultural Handbook no. 537, ARS, Washington.

**Jan Studziński, Ludosław Drelichowski, Olgierd Hryniewicz
(redakcja)**

**WSPOMAGANIE INFORMATYCZNE
ROZWOJU SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO
I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Monografia dotyczy rozwoju i zastosowań nowoczesnych narzędzi informatyki w różnych gałęziach gospodarki ze szczególnym uwzględnieniem obszaru inżynierii i ochrony środowiska. Zamieszczono w niej wybrane artykuły autorów krajowych zajmujących się tą tematyką, starając się zaprezentować czytelnikom aktualny stan polskich możliwości i potrzeb w dziedzinie informatyki stosowanej. Znaczną część artykułów stanowią prace wykonane w ramach projektów badawczych KBN. Autorzy artykułów prezentowali wyniki swoich badań na konferencji pn. Komputerowe Systemy Wielodostępne, zorganizowanej przez Instytut Badań Systemowych PAN i Akademię Techniczno-Rolniczą z Bydgoszczy w Ciechocinku we wrześniu 2004 r.

ISSN 0208-8029
ISBN 83-85847-93-6

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa
tel. 837-35-78 w. 241 e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl**