

ZMODYFIKOWANY MODEL WGENK GENEROWANIA DOBOWYCH DANYCH METEOROLOGICZNYCH NA POTRZEBY MODELOWANIA AGROMETEOROLOGICZNEGO

Leszek KUCHAR

Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Matematyki

Słowa kluczowe: dobowe dane meteorologiczne, model matematyczny

Streszczenie

W pracy przedstawiono zmodyfikowaną metodę generowania dobowych danych meteorologicznych (promieniowania całkowitego, temperatury maksymalnej i minimalnej oraz opadów) skonstruowaną na bazie znanego modelu WGEN. W modelu uwzględniono sezonowe korelacje pomiędzy zmiennymi bloku energetyczno-cieplnego (promieniowanie, temperatury), sezonowe zmiany parametrów rozkładu prawdopodobieństwa opadów Gamma oraz kalibrację modelu poprzez dobór parametrów skalujących wariancję. Zmodyfikowany model oceniono dla danych ze stacji IMGW w Legnicy.

WSTĘP

Większość modeli matematycznych aktualnie stosowanych w naukach rolniczych i naukach o środowisku wymaga znajomości dobowych danych meteorologicznych. Gdy danych takich nie ma, a znana jest ogólna charakterystyka klimatyczna miejsca, dla którego chce się tworzyć dane, wówczas można generować syntetyczne ciągi obserwacji. Sytuacja taka ma najczęściej miejsce, gdy dla konkretnych stacji i scenariuszy zmian klimatu potrzebne są dobowe dane opisujące potencjalny przebieg pogody [BRUHN, FRY, FICK, 1980; LARSEN, PENSE, 1982; RICHARDSON, 1985].

Adres do korespondencji: prof. dr hab. L. Kuchar, Akademia Rolnicza, Katedra Matematyki, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław; tel. +48 (71) 320-56-67, e-mail: Kuchar@ozi.ar.wroc.pl

W przypadku najczęściej stosowanych metod, generowanie danych polega na tworzeniu ciągów obserwacji dobowych promieniowania całkowitego SR , temperatur minimalnych T_{\min} i maksymalnych T_{\max} oraz opadów P – zgodnych z charakterystyką klimatyczną miejsca dla którego są przygotowywane [RICHARDSON, WRIGHT, 1984]. Tym samym charakterystyki liczbowe rozkładów prawdopodobieństwa zmiennych meteorologicznych, czyli takie wielkości jak średnie arytmetyczne, wariancje, korelacje i autokorelacje w różnych okresach czasu (rok, okres wegetacji, pora roku, miesiąc) obliczone dla danych wygenerowanych przybliżają odpowiednie wielkości obliczone dla danych obserwowanych [BRUHN, FRY, FICK, 1980; RICHARDSON, WRIGHT, 1984].

Pierwszym powszechnie stosowanym generatorem danych dla potrzeb symulacyjnych modeli rolniczych był model WGEN opracowany przez RICHARDSONA [1985] dla obszarów Ameryki Północnej. Model stał się podstawą do dalszych, licznych opracowań i adaptacji dla potrzeb lokalnych. Powstało wiele modyfikacji modelu, w których próbowano eliminować niedoskonałości metody. Przedstawiony w niniejszej pracy model WGENK jest udoskonaloną metodą generowania danych dobowych promieniowania całkowitego, temperatur (maksymalnych i minimalnych) i sum opadów, powstałą na bazie modelu WGEN.

METODY BADAŃ

Powszechnie stosowany do generowania danych dobowych model WGEN, jak również jego liczne wersje, składa się z dwóch bloków: wodnego i energetyczno-cieplnego.

W bloku wodnym, przy użyciu łańcuchów Markowa pierwszego rzędu, określa się stan aktualnego dnia (dzień z opadem lub bez opadu) i generuje wielkości opadów przy użyciu dwuparametrycznego rozkładu gamma $\Gamma(\alpha, \beta)$. W bloku energetyczno-cieplnym natomiast, dla określonego stanu dnia, generuje się wartości promieniowania całkowitego i temperatur, wykorzystując uogólniony model liniowy [BRUHN, FRY, FICK, 1980; HANSON, JOHNSON, FRYMIRE, 2002].

Generowanie wartości promieniowania całkowitego SR , temperatur minimalnych T_{\min} i maksymalnych T_{\max} oraz opadów P rozpoczyna się z dniem 1 stycznia. W pierwszym kroku generuje się dwie liczby z przedziału $[0, 1]$ według rozkładu jednostajnego, które w porównaniu z prawdopodobieństwami empirycznymi opadów dla dnia aktualnego i poprzedniego determinują jego stan (obowiązuje zasada: gdy wygenerowana liczba jest mniejsza od prawdopodobieństwa empirycznego wystąpienia dnia z opadem – przyjmuje się dzień jako mokry; analogicznie dla dnia suchego).

W przypadku określenia dnia z opadem generowana jest wielkość tego opadu według rozkładu gamma $\Gamma(\alpha, \beta)$ z parametrami oszacowanymi na podstawie próby dla i -tego dnia roku, a następnie generowane są dzienne wartości promieniowa-

nia całkowitego SR , temperatur maksymalnych T_{\max} i minimalnych T_{\min} , na podstawie modelu liniowego.

Po utworzeniu ciągu obserwacji dla 1 stycznia ponownie generuje się liczbę z przedziału $[0, 1]$, określa prawdopodobieństwo dnia z opadem lub bez opadu pod warunkiem dnia poprzedniego, klasyfikuje dzień (z opadem, bez opadu) i powtarza wcześniej opisaną procedurę generowania. Proces kończy się w ostatnim dniu roku, gdy wygenerowana zostanie zadeklarowana wstępnie liczba tworzonych lat obserwacji [HANSON, JOHNSON, FRYMIRE, 2002].

Model WGEN wymaga zbiorczej informacji klimatycznej – wartości miesięcznych średnich i odchyłeń standardowych promieniowania całkowitego, temperatur maksymalnych i minimalnych wraz z rozbiem na dni mokre i suche (podział taki nie jest konieczny dla temperatury minimalnej). Wymaga również miesięcznych wartości sum opadów, liczby dni z opadem, wartości parametru α rozkładu $\Gamma(\alpha, \beta)$ (parametr β jest szacowany na podstawie średniej i wariancji) oraz prawdopodobieństwa $P(D/W)$ zaobserwowania dnia bez opadu pod warunkiem, że dnia poprzedniego wystąpił dzień z opadem [RICHARDSON, WRIGHT, 1984; RICHARDSON, 1985]. Opierając się na opisanej charakterystyce klimatycznej model aproksymuje wartości dla każdego dnia w roku, wykorzystując je bezpośrednio do generowania.

Model dobrze lub bardzo dobrze opisuje (zgodnie z rozkładami teoretycznymi) wartości średnie promieniowania całkowitego, temperatur, sum opadów oraz wariancje promieniowania i temperatur, natomiast słabo – wariancje opadów, opady ekstremalne oraz korelacje pomiędzy zmiennymi bloku energetyczno-cieplnego [KUCCHAR, 2004; SCHOOF, ROBESON, 2002; HAYHOE, 1998]. Korelacje typu cross (pomiędzy różnymi zmiennymi), lag (zmiennie tego samego typu z przesunięciem fazowym jednego dnia) i lag-cross (zmiennie różnego typu z przesunięciem fazowym jednego dnia), ilustrujące sezonową i przestrzenną korelację pomiędzy zmiennymi są stałe.

HANSON i in. [2002] oraz SCHOFF [2002], doskonaląc model, uwzględnili sezonowość i zależność przestrzenną korelacji przez wprowadzenie funkcji kawałkami stałej w okresach miesięcznych. Prawdopodobieństwa przejścia oraz parametry rozkładu prawdopodobieństwa opadów (oryginalnie aproksymowane stałymi w okresach miesięcznych lub dwutygodniowych) HANSEN i in. [1994] zastąpili również funkcją ciągłą, kawałkami liniową (łamana). W przedstawianym modelu WGENK wartości dobowe korelacji typu cross, lag i lag-cross bloku energetyczno-cieplnego, wartości prawdopodobieństw przejścia oraz parametru α rozkładu prawdopodobieństwa opadów Γ przybliżono za pomocą wielomianu trygonometrycznego (1), oddającego zmiany sezonowe w sposób „gładki” i mającego postać:

$$W_n(t) = \sum_{k=1}^n (a_k \sin(kt) + b_k \cos(kt)) \quad (1)$$

gdzie:

- t – kolejny dzień w roku ($1 \leq t \leq 365$),
- n – stopień aproksymującego wielomianu,
- a_k, b_k – współczynniki aproksymującego wielomianu.

Współczynniki a_k, b_k oszacowano metodą najmniejszych kwadratów przy użyciu procedury (NLIN) rozwiązywania nieliniowych układów równań [SAS..., 1988]. Stopień n wielomianu (1) ustalono tak, aby procent wyczerpywania zmienności całkowitej zmiennej zależnej wynosił nie mniej niż 90%, przy arbitralnym ograniczeniu $n \leq 12$ ($n \leq$ liczba miesięcy w roku) [KUCCHAR, 2004].

Niezależnie, mając na celu lepsze odwzorowanie wariacji sum opadów przez model, wprowadzono dla każdego miesiąca w roku współczynniki k_i ($i = 1, 2, \dots, 12$) skalujące kształt rozkładu Γ w każdym dniu t ($1 \leq t \leq 365$). Parametr β wyznaczano dla każdego dnia roku t zgodnie z wzorem:

$$\beta_t = \frac{\mu_t}{w_t \alpha_t} \quad (2)$$

gdzie

- α_t, β_t – parametry rozkładu Γ ,
- μ_t – średnia suma opadów,
- $w_t = k_1$ dla $t \in [1, 31]$, $w_t = k_2$ dla $t \in [32, 59]$, ..., $w_t = k_{12}$ dla $t \in [334, 365]$.

Oszacowane na podstawie próby parametry kształtu rozkładu Γ mnożono przez takie wartości współczynników k_i , aby wariacje zmiennych danych obserwowanych i generowanych różniły się jak najmniej.

WYNIKI BADAŃ

Ocenę udoskonalonego modelu WGENK wykonano na dwudziestoletnim ciągu obserwacji dobowych (1978–1997) promieniowania całkowitego, temperatur (maksymalnej i minimalnej) i sum opadów ze stacji IMGW w Legnicy. Opierając się na tych danych obliczono tak zwaną charakterystykę klimatyczną konieczną do tworzenia danych w modelach WGEN i WGENK (tab. 1).

W ramach procedury testowej wygenerowano za pomocą obu modeli stuletnie ciągi danych dobowych i porównano je z danymi obserwacyjnymi (1978–1997) pod względem parametrów rozkładów (średnia, odchylenie standardowe, korelacje pomiędzy zmiennymi). Szczególnie zajęto się oceną wariacji sum opadów oraz korelacji pomiędzy temperaturami i promieniowaniem całkowitym.

Oceny obu modeli dla generowanych sum opadów zamieszczono w tabeli 2. W przypadku modelu WGENK uwzględniono, opisaną wcześniej, aproksymację wielomianem trygonometrycznym prawdopodobieństw przejść $P(D/W)$ (rys. 1,

Tabela 1. Charakterystyka klimatyczna dla stacji meteorologicznej IMGW w Legnicy (1978–1997) wymagana do generowania danych

Table 1. Summary climatology for the Legnica Meteorological Station (based on the period 1978–1997) required for data generator

Miesiąc Month	Promieniowanie całkowite Total solar radiation MJ·m ⁻²						Temperatura Temperature °C						Opady Rainfall mm			
	\bar{x}	dzień suchy dry day		dzień mokry wet day		\bar{x}	maksymalna max			minimalna min			Σ	Rn	α	$P(D/W)$
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD				
1	2,8	3,2	1,6	2,2	1,1	2,1	1,4	5,9	3,0	5,8	-3,8	6,4	19,0	14,4	0,778	0,300
2	5,4	6,4	2,6	4,1	2,2	3,2	2,9	5,8	3,5	4,8	-3,6	6,0	18,3	12,6	0,835	0,290
3	9,0	10,2	3,9	7,6	3,7	8,3	8,6	5,1	7,8	4,8	0,4	3,9	28,7	14,1	0,759	0,331
4	13,7	16,1	4,8	10,1	4,9	13,2	14,3	5,0	11,4	4,6	3,0	3,5	33,2	11,9	0,714	0,286
5	18,2	21,2	5,4	13,6	6,2	19,0	19,8	4,5	17,8	4,8	7,4	3,5	53,0	12,3	0,628	0,297
6	18,7	21,8	5,4	15,4	6,1	21,6	22,6	4,2	20,4	3,9	10,8	3,0	62,5	14,4	0,611	0,357
7	18,4	21,2	5,0	14,3	6,0	24,0	24,9	4,3	22,6	4,5	12,3	2,7	83,3	12,8	0,604	0,303
8	15,7	18,1	4,1	11,9	5,1	24,1	24,8	4,2	22,9	5,0	12,3	2,9	64,8	11,8	0,621	0,288
9	10,6	12,2	3,8	8,5	4,2	19,0	19,7	4,1	17,9	4,1	9,3	3,3	45,9	12,9	0,642	0,328
10	6,9	8,0	3,0	4,9	2,6	14,1	14,5	5,2	13,2	4,2	5,1	4,3	27,2	10,6	0,665	0,254
11	3,2	3,9	1,9	2,4	1,4	7,0	7,3	4,9	6,7	4,6	0,7	4,4	28,9	13,9	0,679	0,357
12	2,1	2,6	1,2	1,7	0,9	3,7	2,8	5,4	4,6	4,7	-1,8	5,3	30,5	16,4	0,810	0,357

Objaśnienia: \bar{x} – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Σ – suma opadów, Rn – liczba dni z opadem, α – parametr rozkładu Γ , $P(D/W)$ – prawdopodobieństwo przejścia dnia suchego pod warunkiem dnia mokrego.

Explanations: \bar{x} – mean, SD – standard deviation, Σ – total rainfall, Rn – number of rainy days, α – parameter of Γ distribution, $P(D/W)$ – transition probability of dry day conditionally on wet day.

Tabela 2. Średnie błędy względne i bezwzględne dla średnich sum opadów i ich odchyłeń standardowych danych generowanych według modeli WGEN oraz WGENK dla różnych okresów roku (stacja IMGW w Legnicy)

Table 2. Average absolute and relative errors for total rainfalls and their standard deviations for data generated with the WGEN and WGENK method, and for different time periods (Legnica meteorological station)

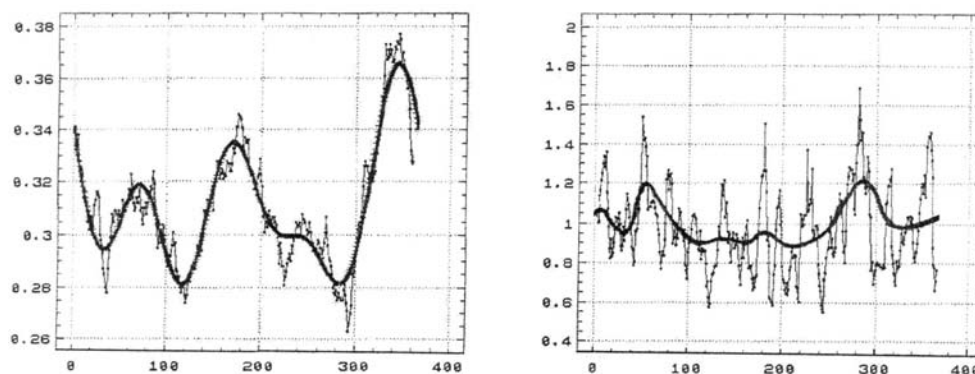
Okres Period	WGEN				WGENK			
	błąd bezwzględny absolute error mm		błąd względny ¹⁾ relative error ¹⁾ %		błąd bezwzględny absolute error mm		błąd względny relative error %	
	Σ	SD	Σ	SD	Σ	SD	Σ	SD
Rok Year	1,0	7,0	0,2	8,2	1,0	3,0	0,1	3,0
Sezon wegetacyjny ²⁾ Vegetation season ²⁾	1,0	5,0	0,2	6,0	1,0	1,6	0,1	1,6
Miesiąc Month	2,5	5,6	5,6	24,0	1,2	1,6	2,1	6,2

1) $\frac{|\text{wartości obserwowane} - \text{wartości estymowane}|}{\text{wartości estymowane}} \cdot 100\%$

2) Kwiecień–wrzesień.

1) $\frac{|\text{observed values} - \text{estimated values}|}{\text{estimated values}} \cdot 100\%$

2) From April until September.



Rys. 1. Roczny przebieg wygładzonych prawdopodobieństw przejść $P(W/D)$ (z lewej) oraz parametru α rozkładu prawdopodobieństwa $\Gamma(\alpha, \beta)$ (z prawej) aproksymowane za pomocą wielomianu trygonometrycznego, stacja IMGW w Legnicy

Fig. 1. Annual smoothed course of transition probability $P(W/D)$ (left) and α parameter of gamma probability distribution $\Gamma(\alpha, \beta)$ (right) fitted by trigonometric polynomial, Legnica meteorological station

lewa strona wykresu) oraz parametru α rozkładu Γ (rys. 1, prawa strona wykresu), wygładzając wcześniej dane za pomocą średniej ruchomej opartej na dziesięciu (dekada) punktach. Wartości parametrów β wyznaczono skalując rozkład, korzystając ze związku: $\beta = \mu/(k\alpha)$ przy wcześniejszych oznaczeniach.

Opisana modyfikacja bloku wodnego pozwoliła istotnie zmniejszyć błędy bezwzględne sum opadów oraz ich odchylenia standardowe, jak również błędy względne (tab. 2), także w porównaniu do poprzedniej wersji modelu [KUCCHAR, 2004]. W szczególności nastąpiła znaczna redukcja błędów odchyleń standardowych obliczanych dla okresów miesięcznych: z wartości 5,6 mm do 1,6 mm (błąd bezwzględny) oraz z 24,0 do 6,2% (błąd względny). W praktyce oznacza to redukcję lub częściową eliminację zasadniczej wady generatora, polegającej na wyrównywaniu (wygładzaniu) tworzonych danych i tendencji do braku wartości ekstremalnych.

Podobną aproksymację trygonometryczną zastosowano do opisu sezonowości korelacji. W tym przypadku również dane wstępnie wygładzono średnią ruchomą z oknem o długości dziesięciu dni. Aproksymacja zastosowana do rocznej korelacji zredukowała błędy ponad dwukrotnie (w porównaniu do modelu WGEN). Korelacje uzyskane z modelu WGENK testowane na poziomie $\alpha = 0,05$ w ponad 95% nie różniły się istotnie od korelacji uzyskanych dla danych ze stacji meteorologicznej w Legnicy w 240 przeprowadzonych porównaniach. W przypadku testów dla modelu oryginalnego WGEN brak istotnych różnic odnotowano jedynie w 45,9% przypadków.

Dla korelacji w okresie rocznym największą średnią redukcję błędów zaobserwowano dla korelacji typu cross (z 0,07 do 0,02). W tym przypadku liczba istotnie różnych korelacji pomiędzy danymi obserwowanymi i generowanymi wynosiła 4,6%, podczas gdy dla modelu oryginalnego WGEN – 49,6%.

Istotną redukcję błędów szacowania korelacji uzyskano dla okresów dwumiesięcznych. Jest to szczególnie dobrze widoczne dla błędów absolutnych pomiędzy modelami, a przede wszystkim w procencie przeprowadzonych i akceptowanych testów ($\alpha = 0,05$). Największą redukcję błędów osiągnięto w ocenach szacowanych korelacji w okresach miesięcznych. Dla tego okresu największą zmianę odnotowano dla korelacji typu cross (redukcja błędów oszacowania korelacji z 0,19 do 0,05). Procent istotnie różnych korelacji zmniejszył się najbardziej (z 58,8 do 0,8%) w przypadku korelacji typu lag-cross oraz korelacji typu cross (z 40,0 do 0,0%). Z punktu widzenia typu korelacji największy postęp uzyskano dla korelacji typu lag-cross, a najlepsze oszacowanie korelacji – dla korelacji typu lag. Strukturę błędów z podziałem na typy korelacji, długości rozważanych okresów oraz modele zamieszczono w tabeli 3.

Na rysunku 2. przedstawiono wybrane roczne średnie przebiegi korelacji dla danych klimatycznych (kolumna a) i wygenerowanych za pomocą modeli WGEN (kolumna b) oraz WGENK (kolumna c) dla stacji meteorologicznej w Legnicy (51°13'N, 16°14'E). Trzy rodzaje korelacji (spośród ogólnej liczby dwunastu)

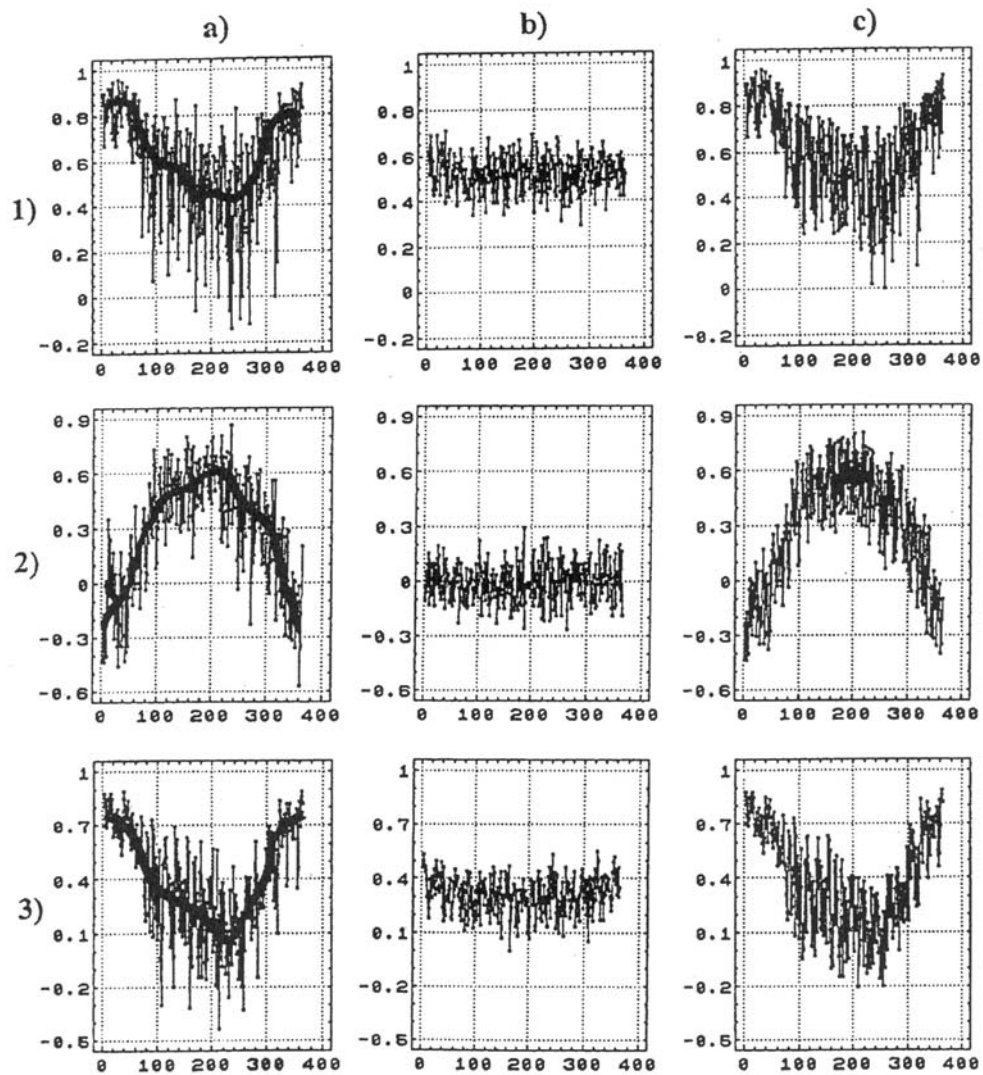
Tabela 3. Średnie bezwzględne błędy oszacowania korelacji typu lag, cross i cross-lag pomiędzy promieniowaniem całkowitym i temperaturami (maksymalnymi, minimalnymi) oraz procent istotnie różnych korelacji w porównaniu do wartości klimatycznych dla różnych okresów roku (stacja IMGW w Legnicy)

Table 3. Average absolute errors for lag, cross and cross-lag correlation between solar radiation, maximum and minimum temperature, and the percentage of significantly different correlations from climatology for specified periods. Summary for five weather stations (Legnica meteorological station)

Typ korelacji Correlation type	Okres Period	Średni błąd bezwzględny Average absolute error		Procent wartości istotnie róż- nych na poziomie $\alpha = 0,05$ Percentage of significant differences at $\alpha = 0.05$	
		WGEN	WGENK	WGEN	WGENK
Lag	rok year	0,04	0,02	36,7	0,0
	wegetacji vegetative	0,04	0,01	71,7	0,0
	dwumiesięczny bimonthly	0,06	0,02	24,6	1,2
	miesięczny monthly	0,10	0,04	18,8	0,8
	Cross	rok year	0,07	0,02	49,6
Cross	wegetacji vegetative	0,07	0,02	83,3	0,4
	dwumiesięczny bimonthly	0,12	0,04	42,1	1,3
	miesięczny monthly	0,19	0,05	40,0	0,0
	Cross-Lag	rok year	0,05	0,03	79,2
Cross-Lag	wegetacji vegetative	0,06	0,02	78,3	5,4
	dwumiesięczny bimonthly	0,10	0,03	49,6	1,7
	miesięczny monthly	0,16	0,04	58,8	0,8

przedstawiono w kolejnych wierszach: lag (dla temperatury maksymalnej), cross (dla promieniowania całkowitego vs. temperatury maksymalnej) oraz cross-lag (dla temperatury maksymalnej vs. temperatury minimalnej).

Na rysunku wskazano dobre dopasowanie korelacji dla danych generowanych za pomocą modelu WGENK w stosunku do danych klimatycznych, jak również istotną poprawę wyników w stosunku do oryginalnego modelu WGEN.



Rys. 2. Roczny przebieg wybranych korelacji: a) obserwowanych i aproksymowanych przez wielomian trygonometryczny, b) generowanych przez model WGEN, c) model WGENK, dla trzech wybranych typów korelacji: 1) lag, 2) cross oraz 3) cross-lag; stacja IMGW w Legnicy

Fig. 2. Annual course of selected correlations: a) observed and fitted by trigonometric polynomial, b) generated by WGEN, c) generated by WGENK plotted for three types of correlation: 1) lag, 2) cross, 3) cross-lag; Legnica Meteorological Station

WNIOSKI

Nowy generator WGENK meteorologicznych danych dobowych, testowany dla danych ze stacji meteorologicznej w Legnicy, wykazał małe błędy dla średnich i wariancji danych generowanych, a także dopuszczalne błędy szacowanych korelacji. Zastosowanie aproksymacji za pomocą wielomianu trygonometrycznego do ciągu rocznych prawdopodobieństw przejść, parametrów α rozkładu Γ , a także wprowadzenie skalowania rozkładów opadów pozwoliło istotnie poprawić wariancje generowanych opadów w stosunku do obserwowanych.

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2004–2007.

LITERATURA

- BRUHN J.A., FRY W.E., FICK G.W., 1980. Simulation of daily weather data using theoretical probability distributions. *J. Appl. Meteorol.* 19 s. 1029–1036.
- HANSEN J.W., PICKERING N.B., JONES J.W., WELLS C., CHAN H., GODWIN D.C., 1994. *Weatherman, W: DSSAT v. 3 vol. 3–3*. Pr. zbior. Red. G.Y. Tsuji, G. Uehara, S. Balas. Honolulu: University of Hawaii s. 137–200.
- HANSON C.L., JOHNSON G.L., FRYMIRE W.L., 2002. The GEM (Generation of the weather Elements for Multiple Applications) weather simulation model. Preprint 13th Conf. on Applied Climatology, Portland, Oregon, 13–16 May s. 117–121.
- HAYHOE H.N., 1998. Relationship between weather variables in observed and WXGEN generated time series. *Agric. For. Meteorol.* 90 s. 203–214.
- KUCHAR L., 2004. Using WGENK to generate synthetic daily weather data for modelling of agricultural processes. *Mathematics and Computers in Simulation* 65 s. 69–75.
- LARSEN G., PENSE R., 1982. Stochastic simulation of daily climatic data for agronomic models. *Agron. J.* 74 s. 510–514.
- RICHARDSON C.W., WRIGHT D.A., 1984. WGEN: A model for generating daily weather variables. U.S. Department of Agriculture, ARS-8 ss. 83.
- RICHARDSON C.W., 1985. Weather simulation for crop management models. *Trans. ASAE* 28 s. 1602–1606.
- SAS/STAT user's guide, 1988. Release 6.03 Edition. North Carolina, Cary: SAS Institute Inc. ss. 1028.
- SCHOOF J.T., ROBESON S.M., 2002. Seasonal and spatial variation of serial and cross-correlation matrices used by stochastic weather generators. Preprint 13th Conf. on Applied Climatology, Portland, Oregon, 13–16 May s. 142–145.

Leszek KUCHAR

**THE WGENK MODIFIED GENERATOR OF DAILY WEATHER
FOR THE NEEDS OF AGROMETEOROLOGICAL MODELLING**

Key words: daily meteorological data, mathematical model

S u m m a r y

A modified WGENK generator of meteorological data based on well known WGEN model is presented in this paper. The model generates daily data of solar radiation, maximum and minimum temperature, and total precipitation. New trends in data generating like parameterization of serial correlation, transition probability, and α parameter of Γ probability distribution are described.

Calibrating procedure using scaling parameters for variation has been introduced to the model. Modified model has been tested for the data set from meteorological station Legnica.

Recenzenci:

prof. dr hab. Antoni Faber

prof. dr hab. Janusz Olejnik

Praca wpłynęła do Redakcji 21.04.2005 r.