



## **UWARUNKOWANIA POWSTAWANIA STRAT FINASOWYCH NA OBSZARACH WIEJSKICH POWODOWANYCH PRZEZ EKSTREMALNE ZJAWISKA POGODOWE**

***Katarzyna Kocur-Bera***

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

### ***CONDITIONS OF FINANCIAL LOSS IN RURAL AREAS CAUSED BY EXTREME WEATHER***

#### ***Streszczenie***

Problematyka zmian klimatu oraz będących konsekwencją tych zmian ekstremalnych zjawisk pogodowych są obecnie tematem wielu badań a także działań rządów w zakresie przeciwdziałania zachodzącym zjawiskom. Obszary wiejskie i produkcja odbywająca się na tych terenach w Polsce uzależniona jest głównie od naturalnych uwarunkowań pogodowych, to powoduje iż w rolnicy ponoszą często duże straty finansowe z powodu występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych. Pakiety ubezpieczeniowe oferowane przez firmy są kosztowne, więc rolnicy korzystają z nich częściowo albo wcale. W artykule podjęto temat strat finansowych, które miały miejsce w latach 2010-2014 na terenie 60 gmin województwa warmińsko-mazurskiego. W stosunku do każdej gminy zgromadzono 20 geoinformacji opisujących uwarunkowania przestrzenne, środowiskowe oraz ekonomiczne (straty finansowe). Dzięki wykorzystaniu metody regresji kroczącej wstecznej oraz analizy korelacji uzyskano cztery zmienne niezależne wpływające na wielkość powstałych strat. Należą do nich: powierzchnia, na której wystąpiły straty, powierzchnia która jest wykorzystywana rolniczo – z podziałem na grunty orne oraz łąki i pastwiska oraz wskaźnik warunków wodnych. Ten ostatni czynnik mówi o zdolności gleby do akumulacji wody, a więc ma istotne znaczenie w okresach małej ilości wód opadowych. Przeprowadzone badania po-

głębiają problematykę związaną z zachodzącymi zmianami klimatycznymi, które na terenach wiejskich Polski są problematyką dopiero poruszaną.

**Słowa kluczowe:** obszary wiejskie, ekstremalne zjawiska pogodowe

### *Abstract*

*The issue of climate change and as a consequence of these changes in extreme weather events are currently the subject of many studies and actions of governments in dealing with phenomena occurring. Rural areas and production takes place in these areas in Poland depends mainly on natural weather conditions, it causes that the farmers are often large financial losses because of extreme weather. Insurance packages offered by the company are expensive, so farmers use them piecemeal, or not at all. The article about the financial losses that took place in 2010-2014 in the 60 municipalities of the Warmia and Mazur Region. In relation to each municipality collected 20 geo-information describing spatial conditions, environmental and economic (financial losses). By using the method of moving backward regression and correlation analysis were obtained four independent variables affecting the size of the resulting losses. These include: surface on which the loss occurred, the surface of which is used for agriculture – divided on plowed land and meadows and pastures, and the rate of water conditions. Last variable speaks of the capacity of soil to accumulate water, thus is important in times of small amounts of rainwater. The study exacerbate the problems associated with ongoing climate change, which in rural areas Polish issues are very young.*

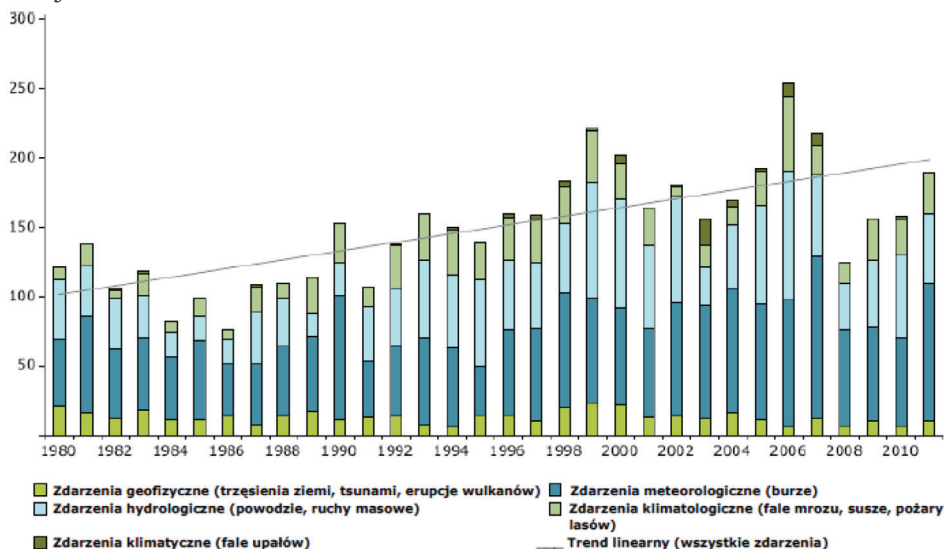
**Keywords:** rural areas, extreme weather events

### WSTĘP

Problematyka zachodzących zmian klimatycznych są obecnie tematem zainteresowania wielu gremiów naukowych i rządów państw, gdzie skutki tych zmian są szczególnie zauważalne. Wyniki badań naukowych (Żudzka, Grabowska, 2011) jednoznacznie wskazują, że zjawiska powodowane przez zmiany klimatu stanowią zagrożenie dla społecznego i gospodarczego rozwoju wielu krajów na świecie, w tym także dla Polski. Skutki społeczne zachodzących zmian klimatycznych obejmują przede wszystkim zagrożenia zdrowia i życia ludzi, zmiany jakości życia i dobrobytu. Z kolei na skutki gospodarcze składają się straty i korzyści ekonomiczne związane z przesuwaniem się linii brzegowej, przesuwaniem stref klimatycznych, stref roślinnych, zmianami produkcji

w rolnictwie, leśnictwie, rybołówstwie, a także straty wywołane przez ekstremalne zjawiska pogodowe (Burchard-Dziubińska, 2013, Tubiello i in. 2007).

Klimat w Polsce charakteryzuje się dużą zmiennością i anomaliami, z których można wyróżnić: gwałtowne zmiany temperatury powietrza, silne i porywiste wiatry przerywane okresem ciszy, długie okresy ciepła i chłodu, intensywne opady, w tym burze i opady nawalne, naprzemiennie z długimi okresami suszy. W przypadku Polski prognozowane zmiany klimatyczne spowodują większe zróżnicowanie długości okresu wegetacyjnego między regionami kraju w porównaniu z dniem dzisiejszym. Granice roślin uprawnych i lasów przesuną się ku północy. Obszary, w których wzrośnięcie temperatur towarzyszyć będzie spadkiem opadów, zostaną opuszczone przez lasy, a zajęte przez roślinność stepową (Burchard-Dziubińska, 2013). W Polsce stanowi to poważne zagrożenie dla lasów iglastych. Ewentualne zastąpienie ich przez lasy liściaste byłoby procesem bardzo długotrwałym (Kozuchowski, Przybylak 1995). Prognozuje się większą liczbę huraganów, trąb powietrznych, ulewnych deszczy, burz i gwałtownych powodzi. Jak podają statystyki (zobacz rys. 1) ogólny trend zdarzeń przynoszących straty finansowe jest wzrostowy, co skłania rządy do podjęcia działań w tej dziedzinie.



Rysunek 1. Klęski żywiołowe w państwach EOG (lata 1980-2011).

Źródło: EAŚ, 2012.

Figure 1. Natural disasters in the EEA (years 1980-2011). Source: EAŚ, 2012.

Strategia adaptacji do zmian klimatu wdrażana przez członków Unii Europejskiej koncentruje się na trzech celach: (1) wspieraniu krajów i miast w przy-

gotowywaniu planów dostosowania się do zmian klimatu – na przykład przez udostępnienie im funduszy; (2) uwzględnieniu odpowiednich działań w programach UE dotyczących sektorów gospodarki najbardziej dotkniętych skutkami zmian klimatu, jak rolnictwo i rybołówstwo, oraz w projektach regionalnych. Służyłoby to wzmocnieniu infrastruktury i zachęceniu osób prywatnych, firm i rządów do wykupywania ubezpieczenia na wypadek katastrof; (3) wspieraniu badań nad potencjalnymi skutkami zmian klimatu i rozwój europejskiej elektronicznej sieci informacji o dostosowywaniu się do zmian klimatycznych ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu) dostęp 2015.12.10).

Według Bańskiego i Błażejczyka (2005) ważnym zadaniem jest wskazanie regionów najbardziej podatnych na niekorzystne zjawiska klimatyczne, po to aby można było dostosowywać gospodarkę do tych zmian i w efekcie unikać ich negatywnych skutków.

Zgodnie z wykładnią Białej Księgi UE w sprawie adaptacji do zmian klimatu, działania adaptacyjne powinno się prowadzić równocześnie na trzech płaszczyznach, poprzez niwelowanie potencjalnych skutków zmian klimatycznych (obecnych i przyszłych), przez budowanie zdolności adaptacyjnej rolnictwa wobec zmian klimatu, a następnie poprzez zmniejszanie wrażliwości na zmianę klimatu (Kozyra i inni, 2009).

Celem prowadzonych badań jest wskazanie czynników statystycznie znaczących od których uzależniona jest wysokość powstających strat finansowych z powodu występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych. Zebrane informacje odnoszące się do konkretnych lokalizacji (geoinformacje) miały wykazać czy lokalne uwarunkowania są czynnikami, które mogą pogłębiać powstające straty powodowane przez nadzwyczajne zjawiska pogodowe na obszarach wiejskich.

## METODA

Do zrealizowania zamierzonego celu wykorzystano model regresji wielokrotnej kroczącej wstecznej, która jest dostępna w licencjonowanym pakiecie oprogramowania *Statistica 10*. Ogólnym celem regresji wielokrotnej jest badanie związków ilościowych pomiędzy wieloma zmiennymi niezależnymi a zmienną zależną. Jeśli dysponujemy odpowiednio dobraną bazą danych można pokusić się na o odpowiedź na pytanie: jak poszczególne wielkości wpływają na dane zjawisko. W szczególności regresja wielokrotna pozwala badaczowi odpowiedzieć na pytanie jakie wielkości w najlepszy sposób opisują zmiany w wartościach zmiennej objaśnianej. Ogólnie równanie regresji można zapisać jako:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) + \xi$$

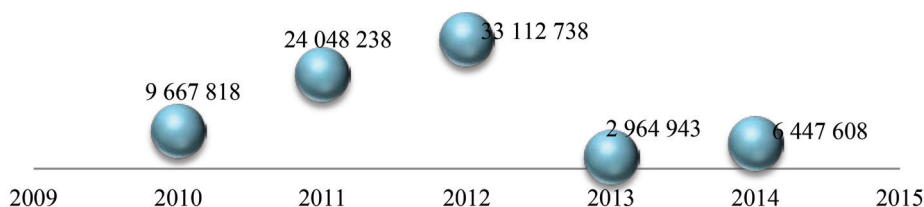
gdzie  $Y$  jest zmienną objaśnianą, a  $X_1, X_2, \dots, X_n$  są zmiennymi objaśniającymi.  $\xi$  to składnik losowy, o którym zakładamy, że jest zmienna losowa

o rozkładzie normalnym ze stałą wariancją i wartością przeciętną równą zero (Sokołowski, 2014).

W przypadku badania czynników wpływających na straty finansowe powstające w rolnictwie z powodu wystąpienia ekstremalnych zjawisk pogodowych w tworzonych modelach pozwoli wyselekcjonować w poszczególnych krokach, które zmienne są istotne, a które w przypadku badanej przestrzeni mają małe znaczenie.

## OPIS BADAŃ

Badaniem objęto 60 gmin województwa warmińsko-mazurskiego, w których w latach 2010-2014 wystąpiły straty w rolnictwie z powodu ekstremalnych zjawisk pogodowych. Dane pozyskano z Wojewódzkiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Olsztynie, Urzędu Marszałkowskiego (dane niepublikowane), Urzędu Statystycznego, Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz danych publikowanych w formie wydawnictwa książkowego. Na rysunku nr 2 przedstawiono straty, które wystąpiły na terenach użytkowanych rolniczo w poszczególnych latach badań. Najwięcej strat ponieśli rolnicy w 2012 roku, było to około 44% strat, które wystąpiły w badanym przedziale czasu 2010-2014.



**Rysunek 2.** Wysokość strat finansowych w latach 2010-2014 w województwie warmińsko-mazurskim. Źródło: opracowanie własne

**Figure 2.** The amount of financial losses in 2010-2014 in the Warmia and Mazury Region. Source: own study

Straty finansowe wystąpiły głównie z powodu takich zjawisk ekstremalnych, jak: gradobicie, powódź, ujemne skutki przezimowania, przymrozki wiosenne, piorun, deszcze nawalne, huragany, susza, obsunięcia się ziemi lub lawiny. Na badanym obszarze w badanym okresie czasu wystąpiło pierwszych osiem zjawisk, natomiast obsunięcia ziemi i lawiny nie wystąpiły, gdyż ukształtowanie terenu województwa warmińsko-mazurskiego powoduje rzadkie wystąpienie tych zjawisk. Największe straty powodują zjawiska takie, jak: ujemne skutki przezimowania – 27%, susza – 25%, gradobicia – 20%, deszcze nawalne – 13%, przymrozki wiosenne – 5%, uderzenia pioruna – 2%, pozostałe zjawiska w badanym przedziale czasowym 2010-2014 przyniosły w sumie straty

na poziomie 8%. W tabeli nr 1 zestawiono wszystkie cechy, które uwzględniono w modelowaniu.

**Tabela 1.** Zestawienie cech diagnostycznych badanych jednostek taksonomicznych  
**Table 1.** Summary of the diagnostic features of respondents taxonomic units

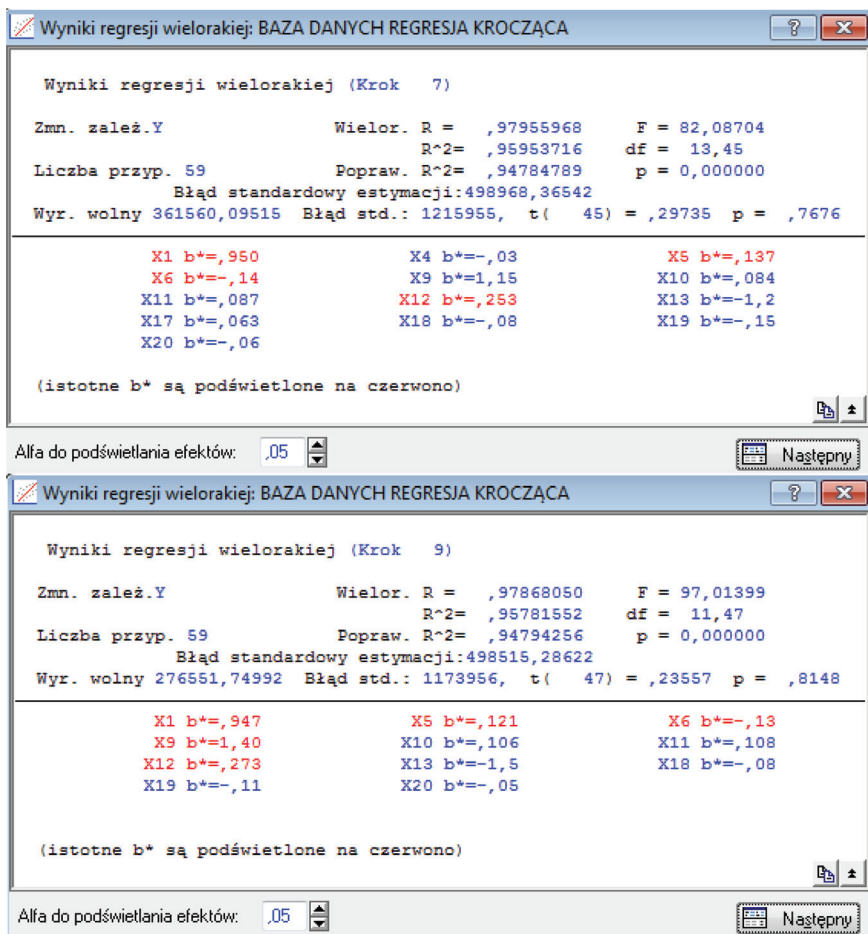
Nazwa zmiennej Name of the variable	Opis zmiennej Variable description
Y	Wartość powstałych strat spowodowanych nadzwyczajnymi zjawiskami pogodowymi w badanej jednostce taksonomicznej [PLN]
X <sub>1</sub>	Powierzchnia, na której wystąpiły straty w badanej jednostce taksonomicznej [ha]
X <sub>2</sub>	Powierzchnia jednostki taksonomicznej [ha]
X <sub>3</sub>	Powierzchnia wód płynących i stojących w jednostce taksonomicznej [ha]
X <sub>4</sub>	Powierzchnia terenów bagiennych, nieużytków, terenów podmokłych [ha]
X <sub>5</sub>	Powierzchnia terenów użytkowanych rolniczo [ha]
X <sub>6</sub>	Powierzchnia łąk i pastwisk [ha]
X <sub>7</sub>	Powierzchnia lasów i terenów zadrzewionych [ha]
X <sub>8</sub>	Wskaźnik lesistości terenu [%]
X <sub>9</sub>	Wskaźnik bonitacji jakości i przydatności rolniczej gleb [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>10</sub>	Wskaźnik bonitacji agroklimatu [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>11</sub>	Wskaźnik bonitacji rzeźby terenu [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>12</sub>	Wskaźnik bonitacji warunków wodnych [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>13</sub>	Ogólny wskaźnik rolniczej przestrzeni produkcyjnej, niemianowany wg IUNiG
X <sub>14</sub>	Bonitacja gruntów ornych [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>15</sub>	Bonitacja użytków zielonych [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>16</sub>	Przydatność rolnicza gruntów ornych [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>17</sub>	Przydatność rolnicza użytków zielonych [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>18</sub>	Wskaźnik syntetyczny gruntów ornych [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>19</sub>	Wskaźnik syntetyczny użytków zielonych [liczba niemianowana wg Witek et al., 1981]
X <sub>20</sub>	Położenie badanej jednostki na terenach o utrudnionych warunkach gospodarowania ONW [WWW.minrol.gov.pl dostęp 04.06.2015]

Źródło: opracowanie własne  
 Source: own study



## WYNIKI I DYSKUSJA

W modelu regresji kroczącej wstecznej wzięto pod uwagę 20 zmiennych objaśniających. Po zaaplikowaniu danych do modelu krok „zerowy” estymacji wykazał, że współczynnik determinacji jest na wysokim poziomie  $R^2 = 0,96$ , co oznacza, że 96% zmiennej objaśnianej została wyjaśniona przez zbudowany model, przy założonym poziomie ufności  $1 - \alpha = 95\%$ . Na tym poziomie badań istotna statystycznie jest tylko jedna spośród dwudziestu zmiennych objaśnianych:  $X_1$  – powierzchnia, na której wystąpiły straty. Wyniki przedstawia rysunek nr 3.



Źródło: opracowanie własne przy pomocy pakietu Statistica 10.

Source: own study using Statistica 10.

**Rysunek 4.** Wyniki regresji wielorakiej kroczącej wstecznej – krok „7” i „9”  
**Picture 4.** The results of multiple regression moving backward – step “7” and “9”





Korelacje (BAZA DANYCH REGRESJA KEOCZ(CA))  
 Oznaczenia: korelacje: 0,000000  
 N=59 (Brak danych usuwano przypadkami)

Zmienna	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
Y	1,000000	0,963485	0,151338	0,132315	0,040866	0,261253	-0,014748	0,018339	-0,099901	0,101973	0,083674	0,099265	-0,052698	0,090465	0,079936	0,019607	-0,008939	0,012672	0,025148	0,008920	-0,005005
X1	0,963485	1,000000	0,137466	-0,111762	0,072290	0,239658	-0,023401	0,047768	-0,042618	0,006043	0,054924	0,062556	-0,153297	-0,003003	0,026241	-0,015875	-0,059724	-0,059024	-0,027657	0,056545	0,085169
X2	0,151338	0,137466	1,000000	0,275040	0,236137	0,840021	0,778033	0,765368	0,394048	0,048998	-0,193883	-0,185654	0,068953	0,024820	-0,024627	-0,127027	-0,054626	-0,059640	-0,045801	-0,103445	0,107377
X3	-0,132315	-0,111762	0,275040	1,000000	0,123956	0,055430	0,209978	0,162244	0,109744	0,061502	0,096699	-0,174510	0,089579	0,058880	-0,021966	0,124878	0,034627	-0,131247	0,013489	0,068873	0,068829
X4	0,040866	0,072290	0,236137	0,123956	1,000000	0,625297	0,252766	0,048300	0,100053	-0,118374	-0,037629	0,047798	-0,043171	-0,101750	-0,111502	0,045273	-0,080173	-0,074377	-0,096251	0,064519	-0,081290
X5	0,261253	0,239658	0,840021	0,055430	0,625297	1,000000	0,777068	0,489797	0,011920	0,291644	-0,163729	-0,037793	0,273866	0,249216	0,117034	0,045239	0,166008	0,136633	0,188261	0,124601	0,001535
X6	-0,014748	-0,023401	0,778033	0,209978	0,252766	0,777068	1,000000	0,602838	0,140655	0,272144	-0,208464	-0,113564	-0,021506	0,358808	1,000000	0,315048	0,182076	0,171183	0,186274	0,146159	-0,076992
X7	0,018339	0,047768	0,765368	0,162244	0,048300	0,489797	0,602838	1,000000	0,633396	-0,178961	-0,113864	-0,449349	-0,131506	-0,190164	-0,210578	-0,250399	-0,229065	-0,144665	-0,220838	0,233613	0,127801
X8	-0,099901	-0,042618	0,394048	0,048300	0,100053	0,011920	0,140655	0,633396	1,000000	-0,370237	-0,021506	-0,164673	-0,287999	-0,358544	-0,299309	-0,305715	-0,237459	-0,192019	-0,259725	0,284054	0,254851
X9	0,101973	0,006043	0,045924	0,045898	0,061502	-0,113374	0,291644	0,272144	-0,178961	-0,370237	1,000000	0,358808	0,206602	0,911761	0,992753	0,854783	0,756580	0,812809	0,718669	0,850496	-0,580069
X10	0,083674	0,054924	0,119583	0,096899	-0,037629	-0,163729	-0,208464	-0,113564	-0,021506	0,358808	1,000000	0,315048	0,274856	0,441459	0,302795	0,331145	0,284631	0,306749	0,304524	0,315387	-0,497835
X11	0,099265	0,062556	-0,185654	-0,174510	0,047798	-0,037793	-0,069973	-0,248349	-0,164673	0,206602	0,315048	1,000000	0,315692	0,282222	0,309346	0,437712	0,290366	0,493777	0,308022	0,457316	-0,305399
X12	-0,052698	0,012672	0,008920	0,008939	0,019607	-0,008939	0,019607	0,018339	0,099265	0,083674	0,099265	0,099265	1,000000	0,921746	0,805966	0,743067	0,842301	0,749807	0,849542	0,803215	-0,560882
X13	0,090465	0,079936	0,024820	0,058880	-0,101750	0,258767	0,249216	-0,190164	-0,358544	0,992753	0,441459	0,382222	0,921746	1,000000	0,856149	0,776690	0,821588	0,737334	0,857294	0,813653	-0,610056
X14	0,079936	0,026241	-0,024267	-0,021966	-0,111507	0,217012	0,170304	-0,210578	-0,299309	0,854783	0,302795	0,303346	0,302795	0,303346	1,000000	0,940913	0,905359	0,905359	0,964124	0,852021	-0,450759
X15	0,019607	-0,015875	-0,127027	0,125478	-0,045273	0,045239	0,154753	-0,255039	-0,305715	0,759580	0,331145	0,437712	0,743067	0,776690	0,840913	1,000000	0,780362	0,753592	0,827215	0,853975	-0,454413
X16	-0,008939	-0,059724	-0,059456	0,034627	-0,080173	0,166008	0,182076	-0,229065	-0,237459	0,812809	0,294531	0,290366	0,493777	0,821588	0,905359	0,780362	1,000000	0,694260	0,985130	0,817330	-0,430822
X17	0,012672	0,059024	-0,059640	0,131247	-0,074377	0,136533	0,173183	-0,144665	-0,192019	0,718669	0,718669	0,306749	0,493777	0,749807	0,737334	0,753096	0,694260	1,000000	0,742788	0,876791	-0,484464
X18	0,025148	-0,027657	-0,045801	0,013489	-0,096251	0,188261	0,186274	-0,220838	-0,259725	0,850496	0,304524	0,308022	0,849542	0,857294	0,964124	0,827215	0,985130	0,742788	1,000000	0,854454	-0,452546
X19	-0,008920	0,056545	-0,103445	-0,068573	-0,044519	0,124601	0,146159	-0,233613	-0,294054	0,798046	0,315387	0,457316	0,803215	0,813653	0,852021	0,838975	0,817330	0,876791	0,854454	1,000000	-0,512494
X20	-0,005005	0,085169	0,107377	0,068829	-0,081290	0,001535	-0,076992	0,127801	0,254851	-0,580069	-0,497835	-0,305399	-0,560882	-0,610056	-0,450759	-0,454413	-0,430822	-0,484464	-0,452546	0,512494	1,000000

Źródło: opracowanie własne przy pomocy pakietu Statistica 10.

Source: own study using Statistica 10.

Rysunek 6. Macierz korelacji  
 Picture 6. Correlation matrix

W kroku „7” po wyeliminowaniu z modelu kolejnych trzech zmiennych niezależnych  $X_3$  (powierzchnia wód),  $X_7$  (powierzchnia lasów) i  $X_8$  (wskaźnik lesistości terenu) w modelu zaszły kolejne istotne zmiany, gdyż zbiór zmiennych objaśniających powiększył się o jedną zmienną –  $X_6$  (powierzchnia łąk i pastwisk). Współczynnik determinacji pozostał na tym samym poziomie 96%. W modelu nadal znajdują się zmienne  $X_1$  (powierzchnia strat),  $X_4$  (powierzchnia terenów bagiennych),  $X_5$  (powierzchnia terenów użytkowanych rolniczo),  $X_6$  (powierzchnia łąk i pastwisk),  $X_9$  (wskaźnik bonitacji jakości i przydatności rolniczej gleb),  $X_{10}$  (wskaźnik agroklimatu),  $X_{11}$  (wskaźnik rzeźby terenu),  $X_{12}$  (wskaźnik warunków wodnych),  $X_{13}$  (RPP),  $X_{17}$  (przydatność rolnicza użytków zielonych),  $X_{18}$  (wskaźnik syntetyczny gruntów ornych),  $X_{19}$  (wskaźnik syntetyczny użytków zielonych) i  $X_{20}$  (ONW). W kroku „9” można zauważyć kolejną zmianę, gdyż po wyeliminowaniu kolejnych dwóch zmiennych, w modelu pojawiła się kolejna statystycznie istotna zmienna –  $X_9$  (wskaźnik bonitacji i przydatności rolniczej gleb). Rysunek 4 pokazuje wyniki kolejnych kroków regresji.

W kroku „10” można zauważyć kolejną zmianę, gdyż po wyeliminowaniu kolejnych dwóch zmiennych, w modelu pojawiła się następna statystycznie istotna zmienna –  $X_{19}$  (wskaźnik syntetyczny użytków zielonych). Ostatecznie po wyeliminowaniu kolejnych sześciu zmiennych objaśniających w modelu pozostały cztery zmienne istotne statystycznie –  $X_1$ ,  $X_5$ ,  $X_6$  i  $X_{12}$ .

Następnie przeanalizowano macierz korelacji pomiędzy stratami finansowymi i badanymi atrybutami oraz pomiędzy poszczególnymi atrybutami (rysunek 6). Zależności pomiędzy wielkością strat i zmiennymi objaśniającymi posiadały korelację zarówno dodatnią, jak i ujemną. Zakres korelacji wahał się od korelacji nikłej ( $r = 0,005$ ) do korelacji niemal pełnej ( $r = 0,9634$ ).

Analiza wykazała, iż wielkość strat jest statystycznie istotnie skorelowana z: powierzchnią strat ( $X_1$ ) oraz powierzchnią terenów użytkowanych rolniczo ( $X_5$ ), zaś z pozostałymi zmiennymi niezależnymi posiadały słabą korelację lub brak związku.

Zbadano także korelację pomiędzy zmiennymi niezależnymi między sobą, w celu wyeliminowania zmiennych zależnych od siebie. Zmienna niezależna  $X_1$  (powierzchnia strat) wykazuje brak związku z pozostałymi zmiennymi objaśniającymi, zmienna pozostaje więc w modelu. Istotna statystycznie zmienna niezależna  $X_5$  (powierzchnia terenów użytkowanych rolniczo) jest skorelowana z  $X_2$  (powierzchnia jednostki taksonomicznej),  $X_4$  (powierzchnia terenów bagiennych),  $X_6$  (powierzchnia łąk i pastwisk),  $X_7$  (powierzchnia lasów),  $X_9$  (wskaźnik bonitacji jakości i przydatności rolniczej gleb),  $X_{12}$  (wskaźnik warunków wodnych) i  $X_{13}$  (wskaźnik rolniczej przestrzeni produkcyjnej – RPP) przy czym z  $X_6$  jest to związek umiarkowany,  $X_{12}$  związek słaby, zaś z pozostałymi zmiennymi nieistotny. Obie zmienne –  $X_6$  i  $X_{12}$  pozostają w modelu. Kolejna istotna statystycznie zmienna niezależna  $X_6$  (powierzchnia łąk i pastwisk) jest skorelowana z  $X_2$  (powierzchnia jednostki taksonomicznej),  $X_5$  (powierzchnia terenów użyt-

kowanych rolniczo),  $X_7$  (powierzchnia lasów),  $X_9$  (wskaźnik bonitacji jakości i przydatności rolniczej gleb) i  $X_{12}$  (wskaźnik warunków wodnych). Przy czym z  $X_5$  jest to związek umiarkowany, zaś z  $X_{12}$  (wskaźnik warunków wodnych) związek słaby. Zarówno zmienna  $X_5$ , jak i  $X_{12}$  pozostają w modelu. Zmienna niezależna  $X_{12}$  (wskaźnik warunków wodnych) jest skorelowana z takimi zmiennymi objaśniającymi, jak:  $X_5$ ,  $X_6$ ,  $X_8$ ,  $X_9$ ,  $X_{10}$ ,  $X_{11}$ ,  $X_{13-20}$ . Najważniejszy związek istnieje ze zmienną  $X_5$  (powierzchnia terenów użytkowanych rolniczo) oraz  $X_6$  (powierzchnia łąk i pastwisk), gdyż w analizie regresji kroczącej wstecznej są to zmienne istotnie statystycznie. W przypadku zmiennych  $X_5$  i  $X_6$  korelacja jest słaba, a więc obie zmienne pozostają w modelu wraz ze zmienną  $X_{12}$ .

Ostatecznie dzięki regresji wielorakiej kroczącej wstecznej oraz analizie korelacji możliwe było ustalenie czterech zmiennych niezależnych, które wpływają na wielkość strat powstałych na badanym terenie. Największy wpływ na zmienną zależną ma powierzchnia, na której wystąpiły straty ( $X_1$ ), wykazuje ona wpływ dodatni, a więc wraz ze wzrostem powierzchni, wzrasta także wielkość straty. Kolejne zmienne niezależne wpływające na wielkość strat to powierzchnia terenów użytkowanych rolniczo w badanej gminie ( $X_5$ ) oraz wskaźnik warunków wodnych ( $X_{12}$ ). Obie zmienne są ze znakiem dodatnim, a więc wraz ze wzrostem wskaźnika wzrastają straty. Im lepsze uwodnienie gleb, tym lepsze uwarunkowania plonowania, i tym większe straty finansowe. Odmienne kształtuje się zmienna  $X_6$  – powierzchnia łąk i pastwisk, wraz ze wzrostem strat maleje powierzchnia łąk i pastwisk. Spowodowane jest to tym, iż straty na terenie łąk i pastwisk są najczęściej niższe, niż w przypadku terenów użytkowanych płuźnie, a więc wraz ze spadkiem powierzchni użytków zielonych, wzrasta powierzchnia pozostałych terenów wykorzystywanych do celów gospodarki rolnej – gruntów ornych.

## PODSUMOWANIE

Model regresji wielorakiej kroczącej wstecznej może być wykorzystywany do analizy uwarunkowań wpływających na wielkość strat na obszarach wiejskich powodowanych występowaniem nadzwyczajnych zjawisk pogodowych. Uwzględnione straty odnosiły się do produkcji rolniczej prowadzonej na obszarach wiejskich, zaś zgromadzone dane dotyczyły produkcji roślinnej (upraw: jęczmień, kukurydzę, mieszanki strączkowe, pszenicę, żyto, burak cukrowy, tytoń i ziemniaki, itp.), produkcji ogrodniczej, sadowniczej, produkcji zwierzęcej oraz w środkach trwałych rolnictwa. Przyjmując do badania różnorodnie czynniki środowiskowe, geograficzne i klimatyczne (w badaniu przyjęto 20 zmiennych niezależnych opisujących przestrzeń) możemy za pomocą tej metody wyeliminować z modelu czynniki nieistotne statystycznie, na korzyść czynników, które statystycznie wpływają na powstawanie strat. Każdy model jest tylko pewną

ubogą reprezentacją przestrzeni, jakkolwiek dzięki niemu możemy dowiedzieć się wiele o otaczających nas uwarunkowaniach.

Przeprowadzone badanie pozwoliło na wskazanie statystycznego znaczenia czynników wpływających na powstawanie strat. Umożliwia pogłębienie wiedzy z zakresu czynników wpływających na powstające straty finansowe oraz jest wskazówką dla rolników czy zarządców gospodarstw rolnych, co do planowania struktury użytkowania w gospodarstwie przy uwzględnieniu możliwości powstania strat z powodu ekstremalnych zjawisk pogodowych.

## LITERATURA

Bański J., Błazejczyk K., (2005). Globalne zmiany klimatu i ich wpływ na światowe rolnictwo. Dybowski G.(red.), Wpływ procesu globalizacji na rozwój rolnictwa na świecie. Program wieloletni 2005-2009, 17, IERiGŚ PIB, Warszawa, s. 204-231.

Burchard-Dziubińska M. (2013). Wpływ adaptacji do zmian klimatu na rozwój społeczno-gospodarczy Unii Europejskiej. Pismo Środowiska Badaczy Problemów Rynku. Listopad-grudzień (A) 2013.

EAŚ, (2012). Europejska Agencja Środowiska. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, An indicator-based report, sprawozdanie EAŚ nr 12/2012.

Kozyra J., Doroszewski A., Nieróbca A. (2009). Zmiany klimatyczne i ich przewidywany wpływ na rolnictwo w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, z. 14, 243-257.

Kożuchowski K., Przybylak R. (1995), Efekt cieplarniany. Wiedza Powszechna, Warszawa.

Liszka S., Pasierb Sz. (2008). Energetyka a zmiany klimatu. Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa.

Sokołowski A. (2014). Analizy wielowymiarowe. Materiały szkoleniowe StatSoft Polska, 2014.

Tubiello F.N., Soussana J.F., Howden S. M. (2007). Crop and pasture response to climate change. PNAS, 104, 19686-19690.

Żmudzka E., Grabowska K. (2011). Climate research in different spatial scales. Studies In Geography Vol 47. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, p.528.

Energia i klimat. [http://ec.europa.eu/news/environment/130418\\_pl.htm](http://ec.europa.eu/news/environment/130418_pl.htm). dostęp 2015.12.10

Dr inż. Katarzyna Kocur-Bera  
Katedra Analiz Geoinformacyjnych i Katastru  
ul. Prawocheńskiego 15/104  
10-720 Olsztyn  
e-mail: katarzyna.kocur@uwm.edu.pl  
tel. 089 523 45 83

Wpłynęło: 7.12.2015

Akceptowano do druku: 7.03.2016