

NIECHRONIENI UCZESTNICY RUCHU DROGOWEGO – OFIARY WYPADKÓW DROGOWYCH W POLSCE

Streszczenie

W artykule, wykorzystując analizę statystyczną, zbadano występowanie trendu udziału poszczególnych grup niechronionych uczestników ruchu drogowego wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-20014. Analizowano zmiany ciężkości wypadków wśród pieszych, rowerzystów, motorowerzystów i motocyklistów. Za miarę ciężkości wypadków przyjęto udział ofiar śmiertelnych wśród wszystkich ofiar danej grupy. Wykonano obliczenia podstawowych parametrów statystycznych: średniej, odchylenia standardowego, mediany i współczynnika zmienności, współczynnika korelacji liniowej oraz współczynnika R^2 dla typowych modeli trendu. Analizowano dane w ujęciu rocznym i trzyletnim.

WSTĘP

W ostatnich latach (tab. 1) obserwujemy wyraźny trend spadkowy zarówno liczby wypadków drogowych, jak i liczby ofiar wypadków drogowych (co nie oznacza że zawsze z roku na rok liczby wypadków i ofiar maleją). Szczególnie wyraźnie widać ten trend analizując dane w ujęciu trzyletnim. W stosunku do roku 1997¹, w którym zanotowano najwyższe liczby wypadków i ofiar wypadków drogowych, w roku 2014 nastąpił ok. pięćdziesięcioprocentowy spadek – dokładniej: zanotowano mniej o 41% wypadków (z 66 586 do 39 470), 56% ofiar śmiertelnych wypadków (z 7311 do 3202) i 49% ofiar rannych (z 83 162 do 42 545). Jednocześnie wzrosła liczba kolizji w ruchu drogowym (zgłoszonych na policji) – z 106 693 w roku 1990 do 424 938 w roku 2004, spadając w latach następnych i „stabilizując się” na poziomie ok. 350 tys. [5]. Liczba pojazdów silnikowych w roku 2013² w stosunku do roku 1997 (bez motorowerów) wzrosła o 109,09% (z 12 283 503 do 25 683 575), w tym: samochodów osobowych o 127,22% (z 8 533 449 do 19 389 446) samochodów ciężarowych o 99,14% (z 1 487 439 do 2 962 064), motocykli o 36,90% (z 842 358 do 1 153 169), natomiast motorowerów o 52,41% (z 773 416 do 1 163 441) [5, 1]. Spadek liczby wypadków i liczby ofiar wypadków niewątpliwie ma istotny związek z rozbudową infrastruktury drogowej, zmianami przepisów ruchu drogowego i różnego rodzaju szkoleniami i akcjami uświadamiającymi.

Choć spadek liczby wypadków i ofiar wypadków drogowych w liczbach bezwzględnych jest zjawiskiem ze wszech miar pozytywnym, to jednak nadal liczby te – szczególnie ofiar wypadków drogowych – należą do największych w Unii Europejskiej. Liczby bezwzględne, choć, poprzez oddziaływanie na wyobraźnię, dobrze obrazują wagę problemu, nie są dobrym miernikiem porównawczym bezpieczeństwa ruchu drogowego poszczególnych krajach. W porównywalnych wskaźnikach względnych również przodujemy – szczególnie w ciężkości wypadków – co niestety nie jest powodem do dumy.

Wśród uczestników ruchu drogowego wyróżnia się grupę tzw. niechronionych uczestników ruchu drogowego. Zalicza się do nich pieszych, rowerzystów, motorowerzystów i motocyklistów. Wyróżnikiem tej grupy jest zasadniczo brak biernych środków ochrony

(niezwiązanych z infrastrukturą drogową). Jednak wewnątrz jest to bardzo zróżnicowana grupa. Piesi są zasadniczo „elementem obcym na drodze” (praktycznie wszędzie poza strefą zamieszkania), również w znacznej mierze rowerzyści – obecność ich na drodze jest w istotny sposób ograniczona przepisami ruchu drogowego (ale coraz częściej uzyskują dodatkowe uprawnienia i przywileje – ścieżki rowerowe, śluzy, możliwość „jazdy pod prąd”, itp. – w efekcie pieszy staje się najmniej pożądanym elementem ruchu drogowego, o najmniejszych uprawnieniach). Motocykliści stanowią „pełnoprawną” grupę (jak kierowcy samochodów osobowych) uczestników ruchu drogowego (motorowerzystów obowiązują pewne ograniczenia). Liczba niechronionych uczestników ruchu – ofiar wypadków drogowych w ostatnich latach maleje. Jednak dla odpowiedzi na pytanie, czy dotychczasowe działania zmierzające do ochrony tej grupy uczestników ruchu drogowego (zwłaszcza pieszych) są dostateczne, istotna jest znajomość udziału poszczególnych grup niechronionych uczestników ruchu drogowego w ogólnej liczbie ofiar ruchu drogowego i analiza tendencji zmian. W niniejszym artykule autorzy podejmą próbę takiej analizy.

1. DANE STATYSTYCZNE I METODYKA BADAŃ

Ze względu na dostępność wszystkich danych analizowany jest okres 2001-2014. Ze względu na to, że w analizach bezpieczeństwa zaleca się analizy w okresach trzyletnich (np. [2]), oprócz danych rocznych, analizie poddano również dane z okresów trzyletnich.

Analizie poddano:

- udział pieszych, rowerzystów, motorowerzystów, motocyklistów wśród ofiar śmiertelnych wypadków drogowych (UOŚwOŚ),
- udział pieszych, rowerzystów, motorowerzystów, motocyklistów wśród ofiar rannych wypadków drogowych (URwR),
- udział pieszych, rowerzystów, motorowerzystów, motocyklistów wśród ofiar wypadków drogowych (UOWO),
- udział ofiar śmiertelnych wśród ofiar (śmiertelnych i rannych) wypadków drogowych w poszczególnych grupach niechronionych uczestników ruchu drogowego (UOŚwO).

¹ Należy zaznaczyć, że w latach 1990 i 1991 liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych była wyższa niż w 1997 – odpowiednio 7333 i 7901 – ale łączna liczba ofiar wypadków, jak i liczba wypadków były znacznie mniejsze [5].

² Nie są jeszcze dostępne dane dla roku 2014.

Tab. 1. Ofiary wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 (opracowanie własne na podstawie [3,5])

Rok	Ofiary wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym														
	Ogółem			Piesi			Rowerzyści			Motorowerzyści			Motocykliści		
	zabici	ranni	razem	zabici	ranni	razem	zabici	ranni	razem	zabici	ranni	razem	zabici	ranni	razem
2001	5534	68194	73728	1866	18323	20189	610	6394	7004	63	810	873	159	1528	1687
2002	5827	67498	73325	1987	17651	19638	681	6696	7377	59	937	996	167	1562	1729
2003	5640	63900	69540	1878	16578	18456	647	6581	7228	54	927	981	145	1444	1589
2004	5712	64661	70373	1986	16039	18025	691	6107	6798	51	963	1014	181	1391	1572
2005	5444	61191	66635	1756	14846	16602	603	5566	6169	53	962	1015	157	1290	1447
2006	5243	59123	64366	1802	14034	15836	509	5349	5858	57	1150	1207	164	1428	1592
2007	5583	63224	68807	1951	14798	16749	498	4530	5028	59	1621	1680	215	1781	1996
2008	5437	62097	67534	1882	13912	15794	433	4494	4927	87	2222	2309	262	2270	2532
2009	4572	56046	60618	1467	12025	13492	371	3926	4297	68	2223	2291	290	2297	2587
2010	3907	48952	52859	1236	10580	11816	280	3494	3774	83	1886	1969	259	2161	2420
2011	4189	49501	53690	1408	10319	11727	313	4118	4431	87	2176	2263	292	2439	2731
2012	3571	45792	49363	1157	9694	10851	300	4135	4435	82	1989	2071	261	2186	2447
2013	3357	44059	47416	1140	8802	9942	304	4144	4448	62	1921	1983	253	2075	2328
2014	3202	42545	45747	1116	8398	9514	286	4270	4556	71	1866	1937	237	2233	2470
Lata	Ofiary wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu trzyletnim														
2001-2003	17001	199592	216593	5731	52552	58283	1938	19671	21609	176	2674	2850	471	4534	5005
2002-2004	17179	196059	213238	5851	50268	56119	2019	19384	21403	164	2827	2991	493	4397	4890
2003-2005	16796	189752	206548	5620	47463	53083	1941	18254	20195	158	2852	3010	483	4125	4608
2004-2006	16399	184975	201374	5544	44919	50463	1803	17022	18825	161	3075	3236	502	4109	4611
2005-2007	16270	183538	199808	5509	43678	49187	1610	15445	17055	169	3733	3902	536	4499	5035
2006-2008	16263	184444	200707	5635	42744	48379	1440	14373	15813	203	4993	5196	641	5479	6120
2007-2009	15592	181367	196959	5300	40735	46035	1302	12950	14252	214	6066	6280	767	6348	7115
2008-2010	13916	167095	181011	4585	36517	41102	1084	11914	12998	238	6331	6569	811	6728	7539
2009-2011	12668	154499	167167	4111	32924	37035	964	11538	12502	238	6285	6523	841	6897	7738
2010-2012	11667	144245	155912	3801	30593	34394	893	11747	12640	252	6051	6303	812	6786	7598
2011-2013	11117	139352	150469	3705	28815	32520	917	12397	13314	231	6086	6317	806	6700	7506
2012-2014	10130	132396	142526	3413	26894	30307	890	12549	13439	215	5776	5991	751	6494	7245

Wykonano obliczenia podstawowych parametrów statystycznych: średniej, odchylenia standardowego, mediany i współczynnika zmienności, współczynnika korelacji liniowej – wyniki przedstawiono w tabeli 2 i 3 oraz rysunkach 1, 2, 3, 4 – na wykresach tych zaznaczono linie trendu liniowego, równania trendu liniowego i wartości współczynnika determinacji R^2 . Analizowano również dopasowanie innych „klasycznych” trendów: wykładniczy, logarytmiczny, potęgowy, paraboliczny, wielomianowy trzeciego stopnia. Wartości współczynnika determinacji R^2 dla tych trendów zamieszczono w tabeli 4. Do wyznaczania linii trendu, równań trendu i współczynnika determinacji wykorzystano opcję w Excelu „dodaj linię trendu”. W analizie statystycznej wykorzystano nieparametryczne testy istotności weryfikujące losowość próby (wykrywające istnienie trendu) oraz testy normalności. Spośród testów losowości wykorzystano: test medianowy, znaków ($r = \min\{r+, r-\}$), χ^2 oparty na liczbie serii znaków, χ^2 Wallisa – Moora oparty na długości serii znaków, spośród testów normalności wykorzystano test Shapiro – Wilka i Eppsa – Pulleya [4]. Wyniki przedstawiono w tabeli 3. Podano wartości krytyczne dla różnych poziomów istotności α , jednak w artykule wykorzystano poziom istotności $\alpha = 0,05$. W przypadku, gdy testy dawały odmienne wyniki przyjmowano wynik najczęściej się powtarzający. Należy zaznaczyć, że większość testów statystycznych to testy istotności, kontrolujące jedynie prawdopodobieństwo odrzucenia hipotezy prawdziwej. Ponadto testy takie na ogół weryfikują jedną z cech badanego rozkładu (próby), która jest warunkiem koniecznym prawdziwości stawianej hipotezy – jej spełnienie nie przesądza jeszcze o „prawdziwości” postawionej hipotezy.

W przypadku testów normalności, brak podstaw do odrzucenia hipotezy o rozkładzie normalnym należy rozumieć w ten sposób, że rozkład badanej wielkości można aproksymować rozkładem normalnym – ponieważ wielkości te są liczbami całkowitymi nieujemnymi, z natury swej nie mają rozkładu normalnego.

2. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

2.1. Piesi

Piesi stanowią najliczniejszą grupę spośród niechronionych uczestników ruchu drogowego – ofiar wypadków drogowych: ponad 50% wszystkich ofiar i blisko dwukrotnie więcej ofiar śmiertelnych niż rowerzystów, motorowerzystów i motocyklistów razem. Jednocześnie stanowią oni ok. jednej trzeciej wszystkich ofiar śmiertelnych i ok. 24% wszystkich ofiar wypadków drogowych w Polsce. Udział ofiar śmiertelnych (rys. 1, tab. 2) jest „nienaturalnie” duży (średnia 33,62%, mediana 33,84% dla danych w ujęciu rocznym, odpowiednio 33,54% i 33,70% dla danych w ujęciu trzyletnim) w stosunku do URwR (odpowiednio 23,03%; 22,90% i 23,01%; 22,82%) i do UOwO (odpowiednio 23,84%; 23,86% i 23,82%; 23,74%). Zwraca uwagę bardzo mała wartość odchylenia standardowego – odpowiednio 1,12 i 0,64 pkt. proc. – i w związku z tym bardzo mała wartość współczynnika zmienności – odpowiednio 3,33% i 1,91%. Dla URwR i UOwO odchylenie standardowe jest 2-3 razy większe, a współczynnik zmienności 3-4 razy większy.

Tab. 2. Udział niechronionych uczestników ruchu wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 (opracowanie własne na podstawie tabeli 1)

Rok	Udział niechronionych uczestników ruchu wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym [%]															
	Piesi				Rowerzyści				Motorowerzyści				Motocykliści			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2001	33,72	26,87	27,38	9,24	11,02	9,38	9,50	8,71	1,14	1,19	1,18	7,22	2,87	2,24	2,29	9,43
2002	34,10	26,15	26,78	10,12	11,69	9,92	10,06	9,23	1,01	1,39	1,36	5,92	2,87	2,31	2,36	9,66
2003	33,30	25,94	26,54	10,18	11,47	10,30	10,39	8,95	0,96	1,45	1,41	5,50	2,57	2,26	2,29	9,13
2004	34,77	24,80	25,61	11,02	12,10	9,44	9,66	10,16	0,89	1,49	1,44	5,03	3,17	2,15	2,23	11,51
2005	32,26	24,26	24,91	10,58	11,08	9,10	9,26	9,77	0,97	1,57	1,52	5,22	2,88	2,11	2,17	10,85
2006	34,37	23,74	24,60	11,38	9,71	9,05	9,10	8,69	1,09	1,95	1,88	4,72	3,13	2,42	2,47	10,30
2007	34,95	23,41	24,34	11,65	8,92	7,17	7,31	9,90	1,06	2,56	2,44	3,51	3,85	2,82	2,90	10,77
2008	34,61	22,40	23,39	11,92	7,96	7,24	7,30	8,79	1,60	3,58	3,42	3,77	4,82	3,66	3,75	10,35
2009	32,09	21,46	22,26	10,87	8,11	7,00	7,09	8,63	1,49	3,97	3,78	2,97	6,34	4,10	4,27	11,21
2010	31,64	21,61	22,35	10,46	7,17	7,14	7,14	7,42	2,12	3,85	3,73	4,22	6,63	4,41	4,58	10,70
2011	33,61	20,85	21,84	12,01	7,47	8,32	8,25	7,06	2,08	4,40	4,21	3,84	6,97	4,93	5,09	10,69
2012	32,40	21,17	21,98	10,66	8,40	9,03	8,98	6,76	2,30	4,34	4,20	3,96	7,31	4,77	4,96	10,67
2013	33,96	19,98	20,97	11,47	9,06	9,41	9,38	6,83	1,85	4,36	4,18	3,13	7,54	4,71	4,91	10,87
2014	34,85	19,74	20,80	11,73	8,93	10,04	9,96	6,28	2,22	4,39	4,23	3,67	7,40	5,25	5,40	9,60
średnia	33,62	23,03	23,84	10,95	9,51	8,75	8,81	8,37	1,48	2,89	2,78	4,48	4,88	3,44	3,55	10,41
odch. stand.	1,12	2,35	2,21	0,80	1,67	1,17	1,17	1,27	0,53	1,34	1,28	1,19	2,03	1,22	1,27	0,71
mediana	33,84	22,90	23,86	10,95	8,99	9,07	9,18	8,70	1,31	3,07	2,93	4,09	4,33	3,24	3,33	10,68
wsp. zmien.	3,33	10,20	9,27	7,31	17,56	13,37	13,28	15,17	35,81	46,37	46,04	26,56	41,60	35,47	35,77	6,82
Lata	Udział niechronionych uczestników ruchu wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu trzyletnim [%]															
2001-2003	33,71	26,33	26,91	9,83	11,40	9,86	9,98	8,97	1,04	1,34	1,32	6,18	2,77	2,27	2,31	9,41
2002-2004	34,06	25,64	26,32	10,43	11,75	9,89	10,04	9,43	0,95	1,44	1,40	5,48	2,87	2,24	2,29	10,08
2003-2005	33,46	25,01	25,70	10,59	11,56	9,62	9,78	9,61	0,94	1,50	1,46	5,25	2,88	2,17	2,23	10,48
2004-2006	33,81	24,28	25,06	10,99	10,99	9,20	9,35	9,58	0,98	1,66	1,61	4,98	3,06	2,22	2,29	10,89
2005-2007	33,86	23,80	24,62	11,20	9,90	8,42	8,54	9,44	1,04	2,03	1,95	4,33	3,29	2,45	2,52	10,65
2006-2008	34,65	23,17	24,10	11,65	8,85	7,79	7,88	9,11	1,25	2,71	2,59	3,91	3,94	2,97	3,05	10,47
2007-2009	33,99	22,46	23,37	11,51	8,35	7,14	7,24	9,14	1,37	3,34	3,19	3,41	4,92	3,50	3,61	10,78
2008-2010	32,95	21,85	22,71	11,16	7,79	7,13	7,18	8,34	1,71	3,79	3,63	3,62	5,83	4,03	4,16	10,76
2009-2011	32,45	21,31	22,15	11,10	7,61	7,47	7,48	7,71	1,88	4,07	3,90	3,65	6,64	4,46	4,63	10,87
2010-2012	32,58	21,21	22,06	11,05	7,65	8,14	8,11	7,06	2,16	4,19	4,04	4,00	6,96	4,70	4,87	10,69
2011-2013	33,33	20,68	21,61	11,39	8,25	8,90	8,85	6,89	2,08	4,37	4,20	3,66	7,25	4,81	4,99	10,74
2012-2014	33,69	20,31	21,26	11,26	8,79	9,48	9,43	6,62	2,12	4,36	4,20	3,59	7,41	4,90	5,08	10,37
średnia	33,54	23,01	23,82	11,01	9,41	8,59	8,65	8,49	1,46	2,90	2,79	4,34	4,82	3,39	3,50	10,51
odch. stand.	0,64	2,02	1,91	0,51	1,62	1,04	1,07	1,13	0,50	1,25	1,19	0,91	1,90	1,13	1,18	0,42
mediana	33,70	22,82	23,74	11,13	8,82	8,66	8,69	9,04	1,31	3,03	2,89	3,95	4,43	3,24	3,33	10,67
wsp. zmien.	1,91	8,78	8,02	4,63	17,22	12,11	12,37	13,31	34,25	43,10	42,65	20,97	39,42	33,33	33,71	4,00

1 – udział odpowiednio pieszych, rowerzystów, motorowerzystów, motocyklistów wśród ofiar śmiertelnych wypadków drogowych (UOŚwOŚ),

2 – udział odpowiednio pieszych, rowerzystów, motorowerzystów, motocyklistów wśród ofiar rannych wypadków drogowych (URwR),

3 – udział odpowiednio pieszych, rowerzystów, motorowerzystów, motocyklistów wśród ofiar wypadków drogowych (UOwO),

4 – udział ofiar śmiertelnych wśród ofiar (śmiertelnych i rannych) wypadków drogowych odpowiednio pieszych, rowerzystów, motorowerzystów, motocyklistów (UOŚwO).

W przypadku UOŚwOŚ testy losowości próby nie wykazują istnienia trendu – również miary dopasowania pozostałych linii trendu (poza wielomianowym 3-stopnia³ równym 0,2441, co również jest „śladowym” dopasowaniem) są istotnie mniejsze od 0,1. W ujęciu trzyletnim miary dopasowania są rzędu 0,2 (dla w. 3-st. 0,464). Współczynnik korelacji liniowej jest równy -0,1091 dla danych w ujęciu rocznym (zależność bardzo słaba) i -0,4588 dla danych w ujęciu trzyletnim (zależność umiarkowana). W obu przypadkach nie było podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu.

³ Wykorzystując trend wielomianowy można znaleźć wielomian takiego stopnia, że współczynnik determinacji R^2 będzie równy jeden, lecz w praktyce taki wielomian nie ma żadnej wartości dla celów prognostycznych. W dalszych analizach będziemy pomijać trend wielomianowy.

Należy więc uznać, że UOŚwOŚ ma charakter czysto losowy – dokładniej jest wartością stałą „zaburzoną” czynnikiem losowym o rozkładzie normalnym (w przypadku danych w ujęciu trzyletnim można mówić o oznakach „zawijania się” trendu malejącego). Zdecydowanie inna sytuacja występuje w przypadku URwR i UOwO (ze względu na znaczne dysproporcje liczby rannych i ofiar śmiertelnych należy się spodziewać, że charakter zmian UOwO będzie „powieleniem” URwR).

Należy mówić o wyraźnym trendzie spadkowym, co potwierdzają współczynniki dopasowania (w stosunku do trendu liniowego minimalnie lepsze dla trendu wykładniczego, gorsze dla trendów logarytmicznego i potęgowego. Współczynniki korelacji liniowej są rzędu -0,99, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o rozkładzie normalnym.

Tab. 3. Wyniki testów statystycznych – losowości próby i normalności rozkładu (opracowanie własne na podstawie tabeli 2)

Próba	Współczynnik korelacji liniowej	Test I (w.s.t.)	Test II (w.s.t.)	Test III (p-value)	Test IV (w.s.t.)	Test V (w.s.t.)	Test VI (w.s.t.)	Wynik końcowy – próba losowa/istnieje trend (lub cykl)
Piesi w ujęciu rocznym								
1	-0,1091	8	6	0,894390	0,202668	0,91114	0,247787	losowa
2	-0,9891	2	2	0,010295	1,898228	0,94636	0,129749	trend
3	-0,9892	2	2	0,010295	1,898228	0,93690	0,143982	trend
4	0,6527	8	4	0,480865	3,683821	0,95430	0,06579	losowa
Piesi w ujęciu trzyletnim								
1	-0,4588	4	4	0,270746	13,04815	0,95334	0,097124	losowa
2	-0,9936	2	0	8,24E-07	7,288288	0,94782	0,126565	trend
3	-0,9942	2	0	8,24E-07	7,288288	0,94453	0,127853	trend
4	0,6936	4	5	0,063781	6,940038	0,90419	0,286893	losowa
Rowerzyści w ujęciu rocznym								
1	-0,7796	4	6	0,905442	4,732446	0,92050	0,213805	losowa
2	-0,2543	3	5	0,057168	5,379381	0,87442	0,318022	trend
3	-0,3192	3	6	0,000790	8,652108	0,83002	0,310633	trend
4	-0,8130	4	4	0,511320	0,807319	0,92070	0,181800	losowa
Rowerzyści w ujęciu trzyletnim								
1	-0,8658	2	4	0,005373	8,349874	0,86209	0,307596	trend
2	-0,4422	3	5	0,006900	8,349874	0,90879	0,174828	trend
3	-0,5018	3	5	0,006900	8,349874	0,91476	0,162417	trend
4	-0,8853	3	3	0,030128	6,858349	0,84632	0,382038	trend
Motorowerzyści w ujęciu rocznym								
1	0,8828	2	6	0,463471	1,898228	0,85626	0,352581	losowa
2	0,9563	2	2	0,019581	1,898228	0,82067	0,393971	trend
3	0,9570	2	3	0,032284	1,898228	0,81903	0,394231	trend
4	-0,8413	4	5	0,374075	1,898228	0,93344	0,172396	losowa
Motorowerzyści w ujęciu trzyletnim								
1	0,9451	2	3	0,045701	2,583648	0,84337	0,311592	trend
2	0,9728	2	1	0,000126	5,485010	0,85219	0,284180	trend
3	0,9732	2	0	2,06E-06	7,288288	0,85236	0,281081	trend
4	-0,8718	4	3	0,003542	8,661628	0,86267	0,348252	?
Motocykliści w ujęciu rocznym								
1	0,9479	2	4	0,046141	1,898228	0,82353	0,406188	trend
2	0,9433	2	5	0,057168	5,379381	0,84579	0,353266	trend
3	0,9451	2	5	0,057168	5,379381	0,83700	0,365416	trend
4	0,3278	9	5	0,374075	1,898228	0,93197	0,194770	losowy
Motocykliści w ujęciu trzyletnim								
1	0,9681	2	0	2,06E-06	7,288288	0,84759	0,296155	trend
2	0,9612	2	2	0,000226	5,796763	0,84189	0,287473	trend
3	0,9622	2	2	0,000226	5,796763	0,83943	0,289370	trend
4	0,5550	5	5	0,736526	0,878730	0,79647	0,571818	losowy
Ogółem w ujęciu rocznym								
5	-0,6314	3	5	0,046141	5,379381	0,86564	0,307774	trend
Ogółem w ujęciu trzyletnim								
5	-0,8371	3	2	0,000226	10,15315	0,89245	0,194731	trend

1, 2, 3, 4 – oznaczenia jak w tabeli 2; 5 – udział ofiar śmiertelnych wśród ofiar (śmiertelnych i rannych) wypadków drogowych (UOŚwO); w.s.t. – wartość statystyki testowej.

Wartości krytyczne testów [4]:

a) **test I** medianowy: dla poziomów istotności $\alpha = 0,01; 0,025; 0,05$ odpowiednio 3, 3, 4 dla prób w ujęciu rocznym i 2, 3, 3 dla prób w ujęciu trzyletnim, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0 o losowości próby (braku trendu), gdy wartość testu jest większa niż wartość krytyczna;

b) **test II** znaków ($r = \min\{r^+, r^-\}$): $\alpha = 0,01; 0,05; 0,1$ odpowiednio 1, 2, 3 i 0, 1, 2, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0 , gdy wartość testu jest większa niż wartość krytyczna;

c) **test III** χ^2 : oparty na liczbie serii znaków: podano największą wartość poziomu istotności przy którym nie ma podstaw do odrzucenia H_0 ;

d) **test IV** χ^2 Wallisa – Moora oparty na długości serii znaków: wartość krytyczna 5,373, obszar krytyczny lewostronny;

e) **test V** Shapiro – Wilka: $\alpha = 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,5$ odpowiednio 0,825; 0,846; 0,874; 0,895; 0,947 i 0,805; 0,828; 0,859; 0,883; 0,943, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu, gdy w.s.t. jest większa od wartości krytycznej; **test VI** Eppsa – Pulleya: $\alpha = 0,01; 0,025; 0,05; 0,1$ odpowiednio 0,551; 0,441; 0,350; 0,281, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu, gdy w.s.t. jest mniejsza od wartości krytycznej.

W przypadku UOŚwO (rys. 4, tab. 2, 3, 4) sytuacja nie jest jednoznaczna. Testy losowości i normalności wskazują na losowy charakter – brak trendu (czy cykli), ale jednocześnie współczynnik korelacji liniowej wynosi 0,6527 dla danych w ujęciu rocznym i 0,6936 w ujęciu trzyletnim – siła zależności liniowej jest więc co najmniej średnia. Miary dopasowania trendów wahają się od 0,426 do 0,7389 – najlepsze dopasowanie dla trendu potęgowego. Wskazuje to na występowanie trendu rosnącego. Spostrzeżenie to w pewnym sensie potwierdza fakt „stałego” UOŚwOŚ i malejącego URwR i UOwO. Wzrost odsetka ofiar śmiertelnych wśród ofiar wypadków z udziałem pieszych oznacza wzrost ciężkości wypadków z udziałem pieszych.

2.2. Rowerzyści

Rysunki 2 i 5 sugerują, że w przypadku rowerzystów dla wszystkich badanych zmiennych mamy do czynienia z nałożeniem się cyklu i trendu, przy czym jest to trend malejący – również dla UOŚwO, więc maleje ciężkość wypadków (mierzona stosunkiem ofiar zabitych do rannych). Mniejszy udział rowerzystów wśród ofiar wypadków drogowych – choć w latach 2012-2014 nastąpiło wyraźne przebicie linii trendu (liniowego; miejmy nadzieję, że jest to efekt cyklu – fazy wznoszącej), poza UOŚwO – spowodowane jest zapewne istotnymi inwestycjami w infrastrukturę rowerową separującą ruch rowerowy od ruchu samochodów oraz innymi działaniami organizacyjnymi i uświadamiającymi.

Tab. 4. Wartości współczynnika determinacji (dopasowania) R^2 dla wybranych modeli trendu (opracowanie własne na podstawie tabeli 2).

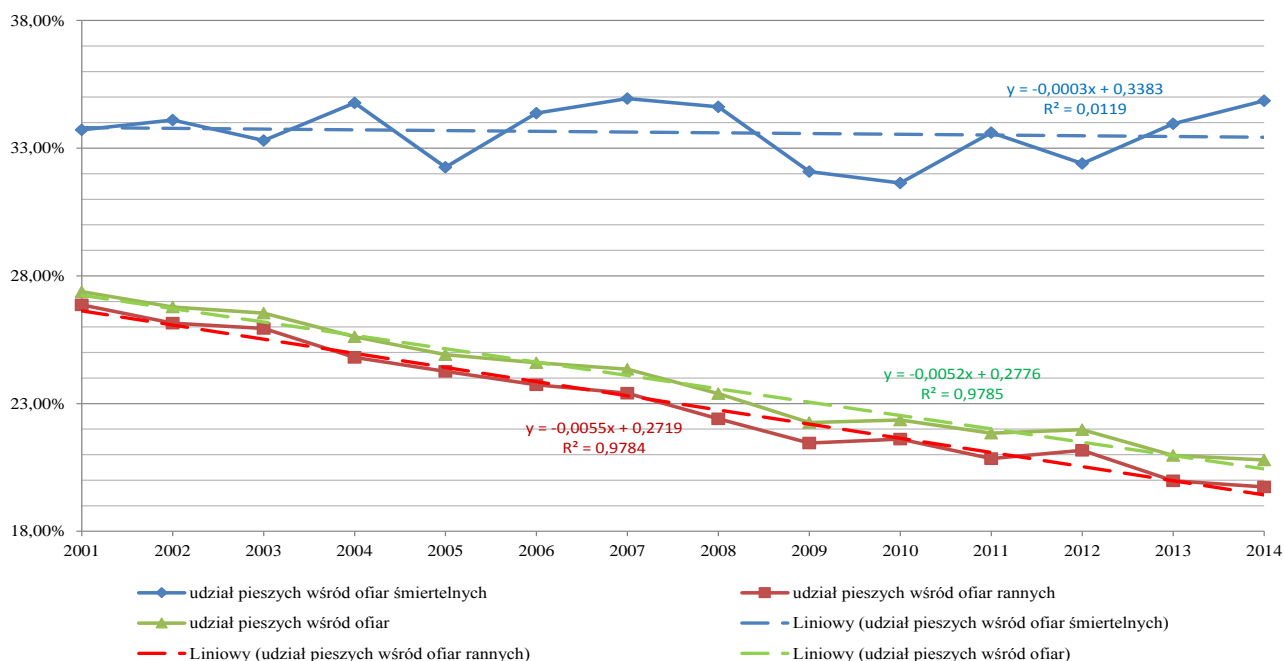
Próba	Wartość współczynnika determinacji R^2 – trend:					
	liniowy	wykładniczy	logarytmiczny	potęgowy	paraboliczny	wiel. 3-stop
Piesi w ujęciu rocznym						
1	0,0119	0,0127	0,0152	0,0165	0,0504	0,2441
2	0,9784	0,9812	0,9015	0,8832	0,9844	0,9856
3	0,9785	0,9821	0,9099	0,8893	0,9857	0,9860
4	0,4260	0,4324	0,5879	0,6078	0,5764	0,6739
Piesi w ujęciu trzyletnim						
1	0,2105	0,2120	0,1485	0,1505	0,2118	0,4641
2	0,9883	0,9918	0,9245	0,9095	0,9955	0,9971
3	0,9872	0,9923	0,9345	0,9187	0,9973	0,9979
4	0,4811	0,4858	0,7282	0,7389	0,8170	0,8934
Rowerzyści w ujęciu rocznym						
1	0,6078	0,5831	0,5943	0,5761	0,7192	0,9147
2	0,0647	0,0948	0,1911	0,1827	0,5926	0,8180
3	0,1019	0,0618	0,1478	0,1438	0,5884	0,8010
4	0,6610	0,6845	0,3743	0,3924	0,8412	0,8939
Rowerzyści w ujęciu trzyletnim						
1	0,7495	0,7372	0,7602	0,7422	0,8622	0,9838
2	0,2518	0,2332	0,4090	0,3831	0,7975	0,9451
3	0,1956	0,1817	0,3535	0,3317	0,7966	0,9397
4	0,7837	0,7821	0,4865	0,4850	0,9474	0,9837
Motorowerzyści w ujęciu rocznym						
1	0,7793	0,7827	0,5467	0,5482	0,8127	0,9138
2	0,9145	0,9134	0,7774	0,8329	0,9166	0,9756
3	0,9158	0,9121	0,7823	0,8410	0,9160	0,9740
4	0,7078	0,6932	0,8613	0,7955	0,8700	0,8772
Motorowerzyści w ujęciu trzyletnim						
1	0,8931	0,9011	0,6649	0,6890	0,9256	0,9864
2	0,9472	0,9364	0,8137	0,8620	0,9467	0,9935
3	0,9463	0,9346	0,8180	0,8672	0,9472	0,9929
4	0,7600	0,7613	0,9000	0,8724	0,9431	0,9433
Motocykliści w ujęciu rocznym						
1	0,8984	0,8980	0,6888	0,7162	0,9116	0,9767
2	0,8898	0,8866	0,6764	0,6914	0,9110	0,9716
3	0,8932	0,8821	0,6713	0,6844	0,9091	0,9684
4	0,1075	0,1162	0,2391	0,2514	0,4664	0,4671
Motocykliści w ujęciu trzyletnim						
1	0,9372	0,9462	0,7401	0,7890	0,9518	0,9917
2	0,9258	0,9246	0,7232	0,7484	0,9400	0,9943
3	0,9239	0,9212	0,7194	0,7417	0,9386	0,9945
4	0,3081	0,3107	0,5933	0,5990	0,7862	0,8327
Ogółem w ujęciu rocznym						
5	0,4750	0,4810	0,1871	0,1917	0,8188	0,8841
Ogółem w ujęciu trzyletnim						
5	0,7007	0,7023	0,3871	0,3890	0,9466	0,9805

1, 2, 3, 4, 5 – oznaczenia jak w tabeli 3.

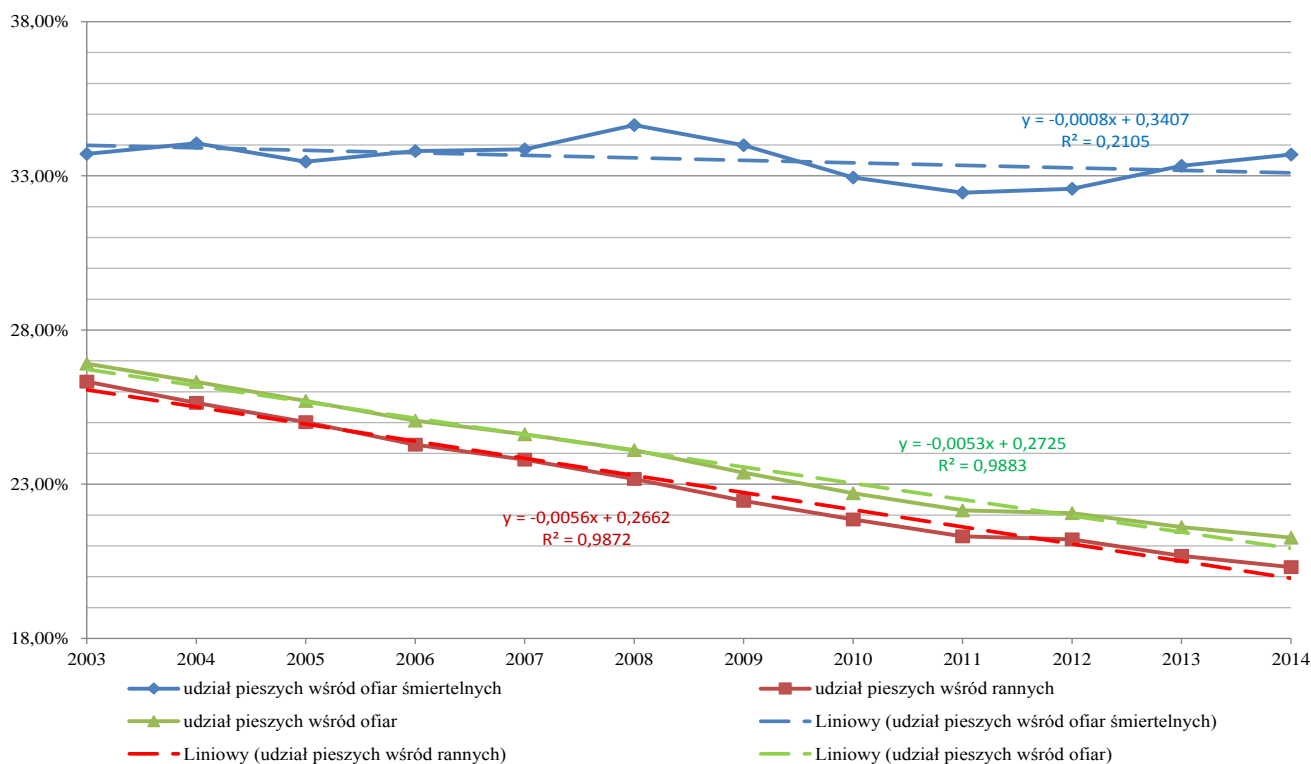
Sugestie te silnie potwierdzają wyniki badania losowości szeregów czasowych – poza przypadkiem UOŚwOŚ i UOŚwO w ujęciu rocznym, we wszystkich pozostałych sześciu badanych próbach należało odrzucić hipotezę o losowości próby. Dodatkowo dla UOŚwO próba nie pochodzi z rozkładu normalnego (ujęcie trzyletnie) a dla UOWO (ujęcie roczne) testy dają sprzeczne wyniki. W przy-

padku UOŚwOŚ i UOŚwO współczynniki korelacji liniowej przyjmują wartości od -0,7796 do -0,8853 (dla danych w ujęciu trzyletnim są o ok. 0,09 wyższe co do wartości bezwzględnej niż dla danych w ujęciu rocznym), dla pozostałych siła zależności liniowej jest co najwyżej średnia – miary dopasowania pozostałych modeli trendu mają wartość mniejszą niż miary dopasowania trendu liniowego.

Udział pieszych wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym [%]

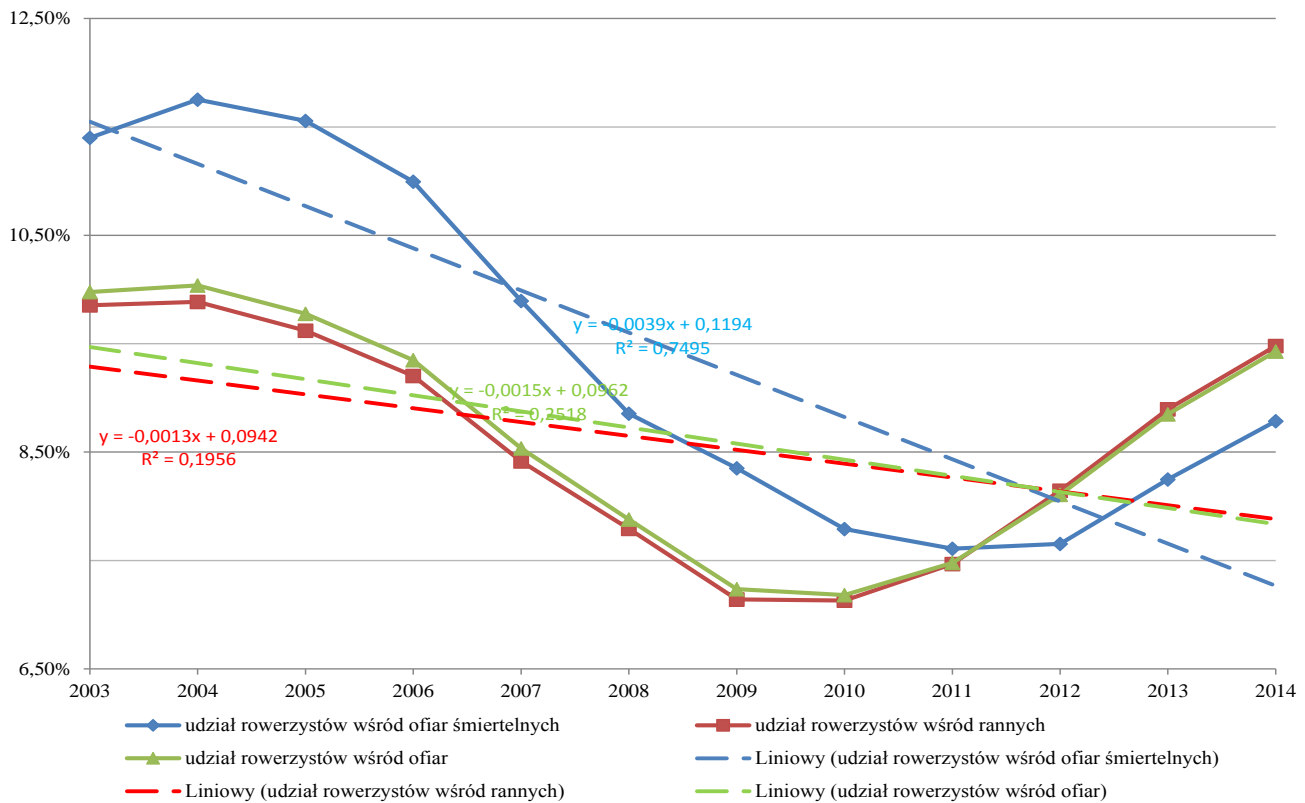


Udział pieszych wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu trzyletnim [%]

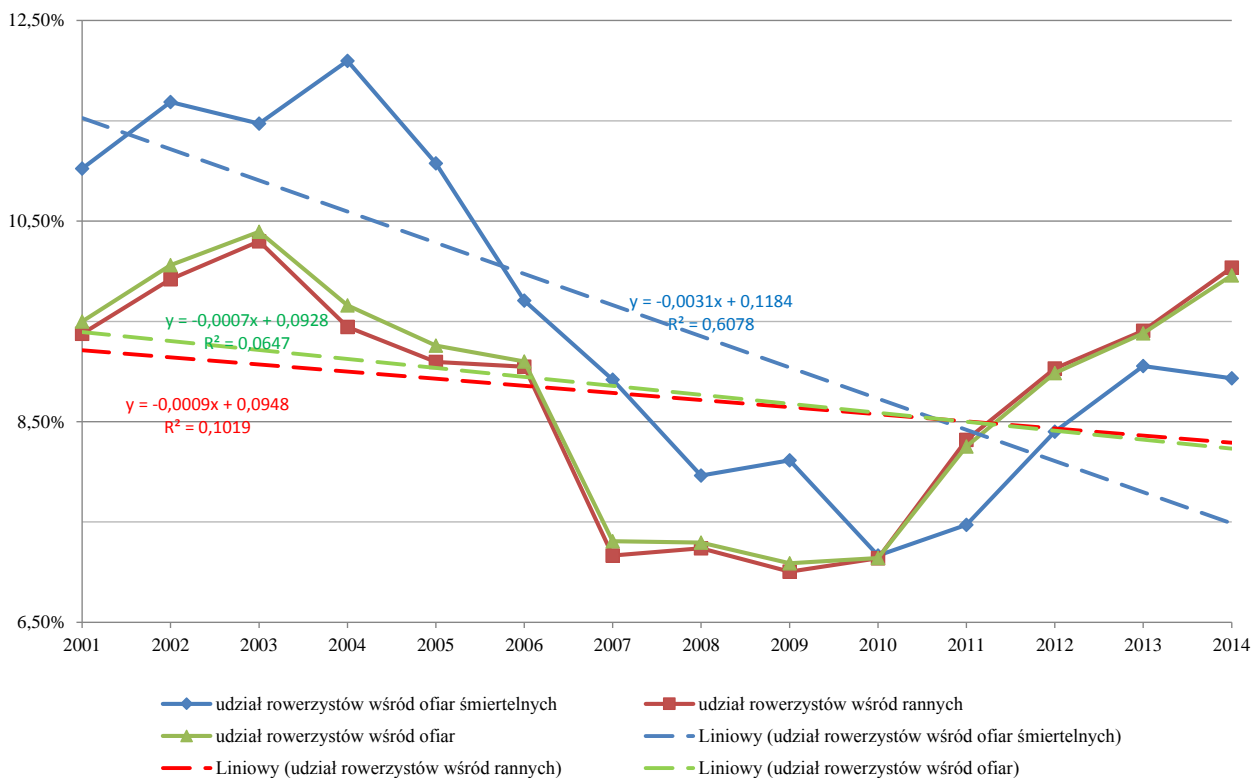


Rys. 1. Udział pieszych wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym i trzyletnim wraz z liniami trendu liniowego. Opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Udział rowerzystów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu trzyletnim [%]

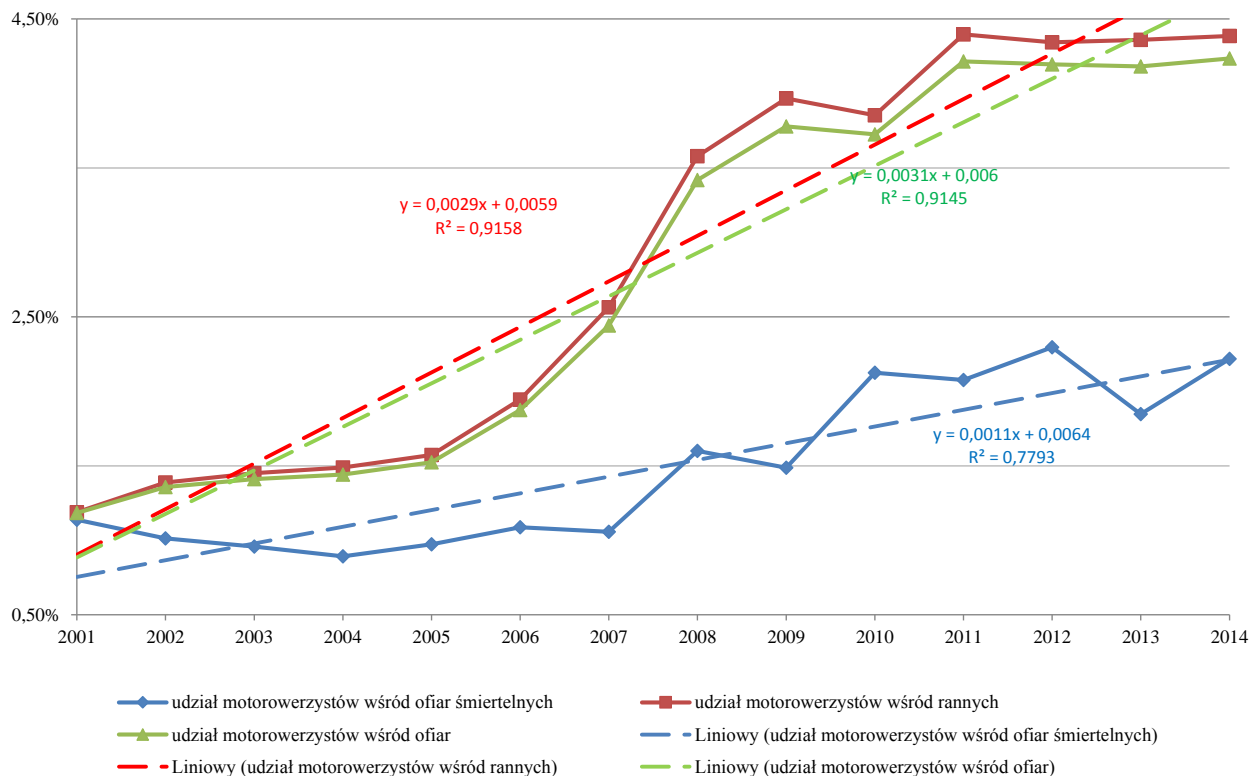


Udział rowerzystów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym [%]

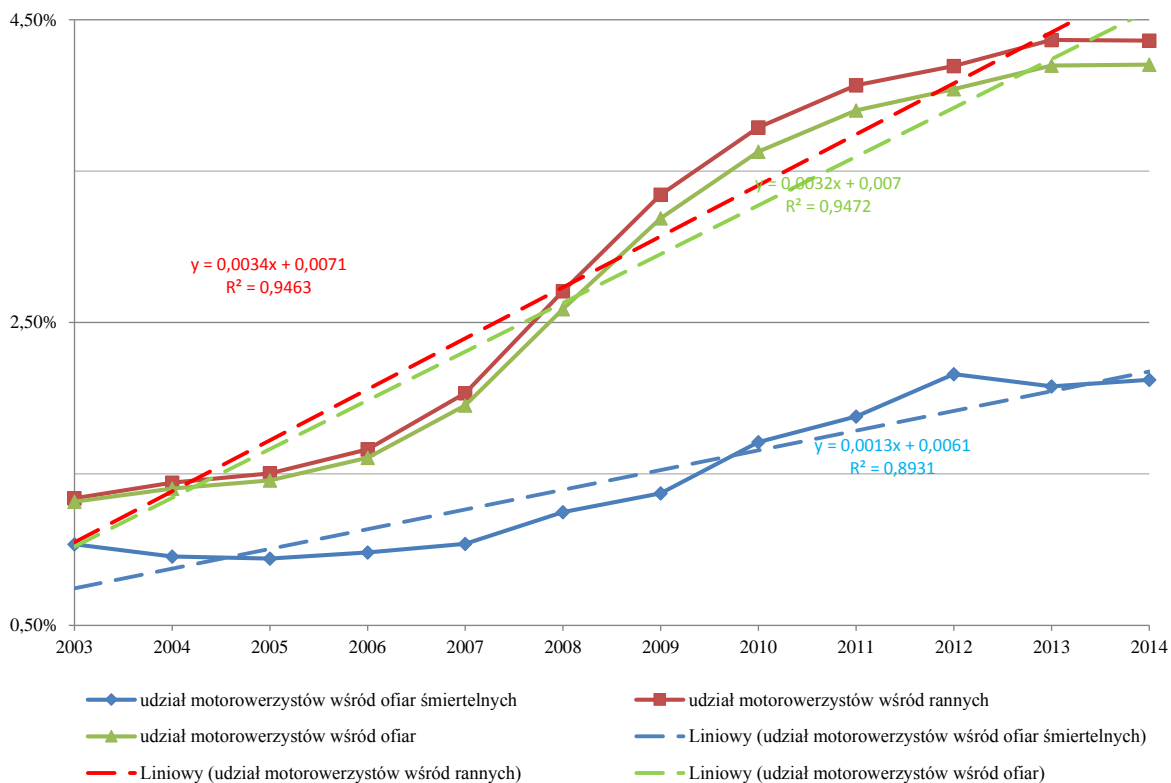


Rys. 2. Udział rowerzystów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym i trzyletnim wraz z liniami trendu liniowego. Opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Udział motoroweryzistów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym [%]

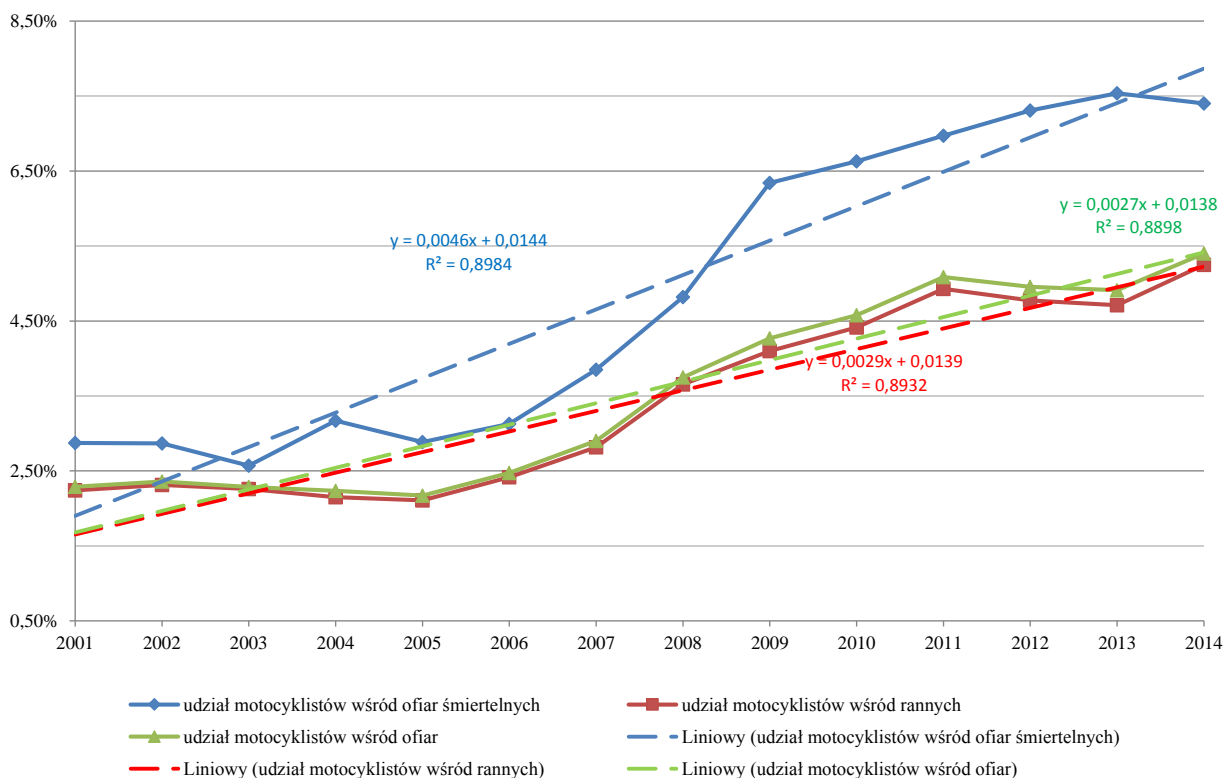


Udział motoroweryzistów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu trzyletnim [%]

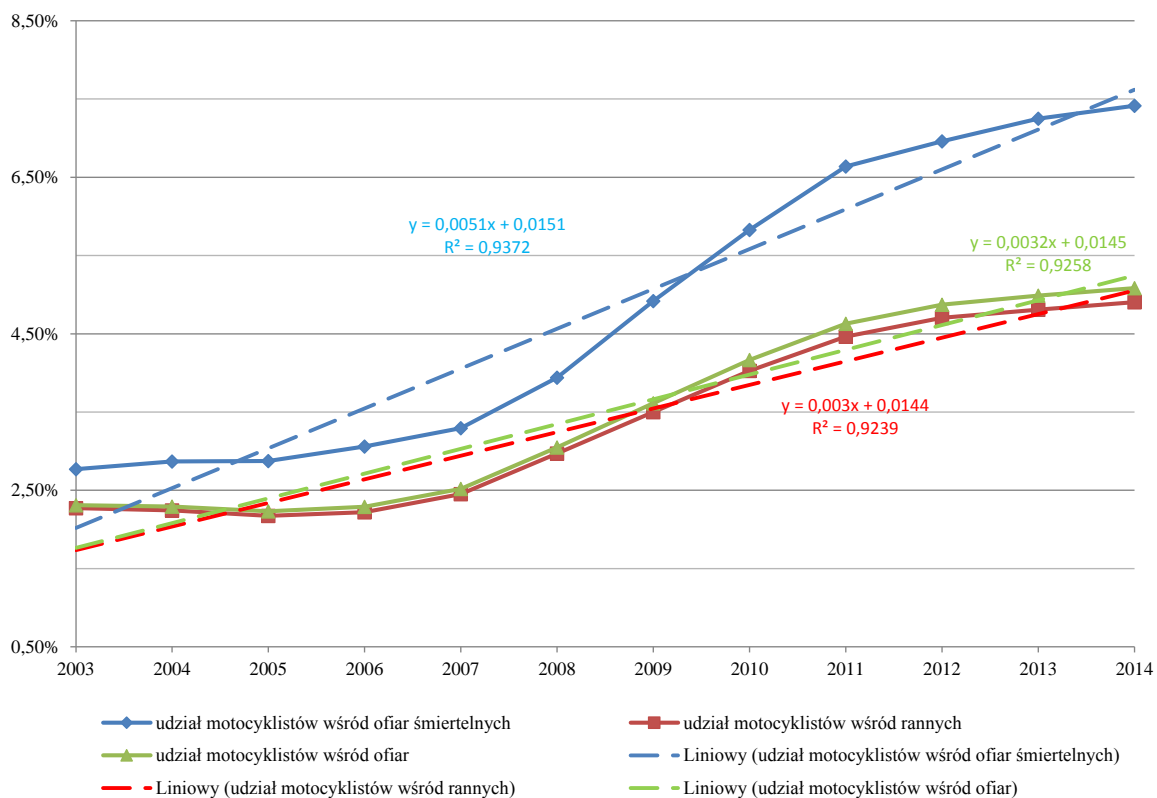


Rys. 3. Udział motoroweryzistów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym i trzyletnim wraz z liniami trendu liniowego. Opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Udział motocyklistów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym [%]

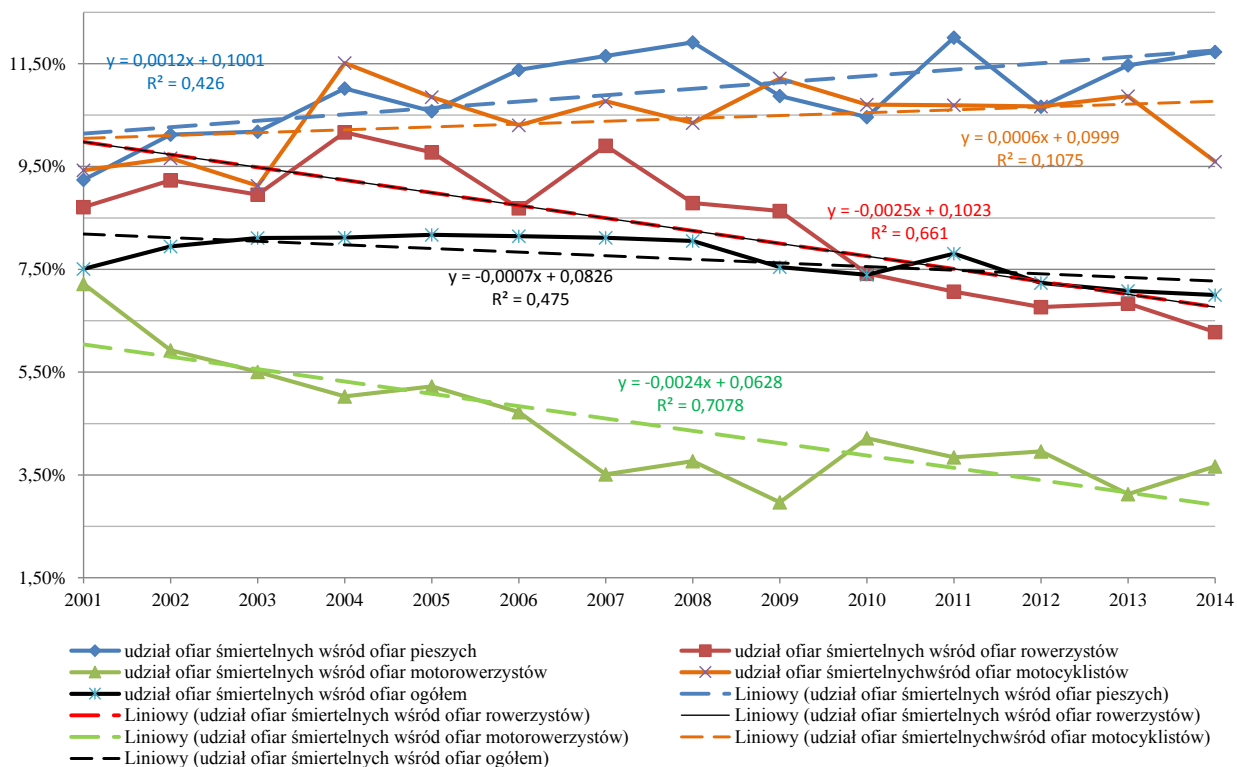


Udział motocyklistów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu trzyletnim [%]

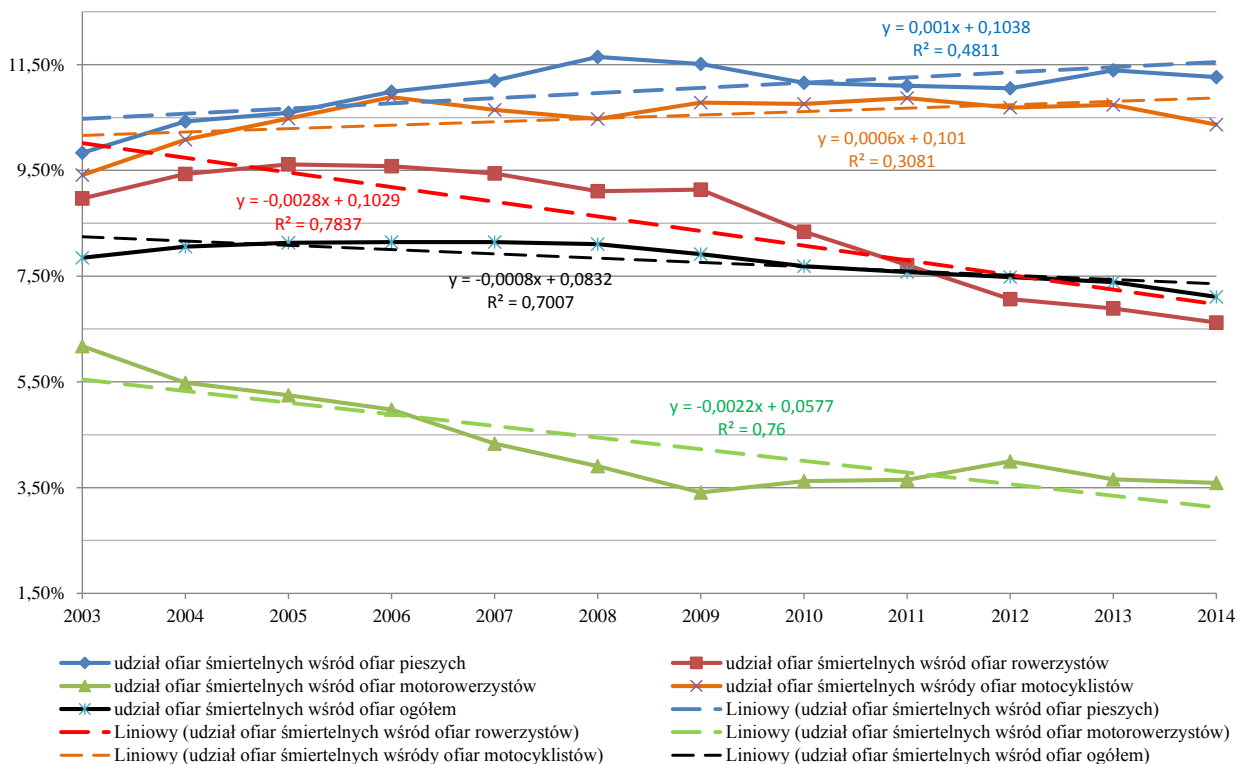


Rys. 4. Udział motocyklistów wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym i trzyletnim wraz z liniami trendu liniowego. Opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Udział ofiar śmiertelnych wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu rocznym [%]



Udział ofiar śmiertelnych wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w ujęciu trzyletnim [%]



Rys. 5. Udział ofiar śmiertelnych wśród ofiar wypadków drogowych w Polsce w latach 2001-2014 w poszczególnych grupach niechronionych uczestników ruchu drogowego w ujęciu rocznym i trzyletnim wraz z liniami trendu liniowego. Opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Można to zinterpretować w ten sposób, że dla UOŚwOŚ i UOŚwO główną rolę odgrywa trend malejący (liniowy), dla pozostałych zmiennych cykl. We wszystkich przypadkach, poza UOŚwOŚ w ujęciu rocznym, mediana jest większa od wartości średniej i waha się w granicach 8,3 – 9,5%, a współczynnik zmienności w granicach 12 – 13% (dla UOŚwOŚ ok. 17%).

2.3. Motoroweryści

Tak jak w przypadku rowerzystów, również wykresy (rysunki 3 i 5) sugerują występowanie trendu (i cykli), przy czym dopasowanie trendu liniowego jest znacznie lepsze niż w przypadku rowerzystów. Jednak sytuacja jest zdecydowanie inna. Poza UOŚwO model trendu wykładniczego ma jednakowe miary dopasowania (różnice pomijalne, nie większe niż 0,005), dla pozostałych wyraźnie gorsze. Trend jest trendem rosnącym, przy czym, co widać z tabeli 1, rośnie nie tylko udział motorowerystów wśród ofiar wypadków, ale również liczba ofiar motorowerystów. Liczba ofiar śmiertelnych utrzymuje się w dużym przybliżeniu na stałym poziomie i wynosi średnio 1,5% wszystkich ofiar śmiertelnych wypadków drogowych. Konsekwencją tego jest, że UOŚwO ma wyraźny trend spadkowy, miary dopasowania modelu liniowego, również dla UOŚwOŚ, są istotnie gorsze niż dla pozostałych zmiennych – wynoszą one od 0,7078 do 0,8931 (współczynniki korelacji liniowej: -0,8413; -0,8718; 0,8828; 0,9451 – więc siła korelacji co najmniej silna) – dla pozostałych zmiennych wartość R^2 dla modelu liniowego waha się od 0,9145 do 0,9472 (współczynnik korelacji liniowej od 0,9563 do 0,9732). W przypadku UOŚwO znacznie lepsze dopasowanie wykazuje model logarytmiczny niż model liniowy (tab. 4). Badanie losowości daje wynik pozytywny (nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy dla UOŚwOŚ i UOŚwO w ujęciu rocznym, dla UOŚwO w ujęciu trzyletnim wynik nierozstrzygnięty. Ponadto w większości przypadków należy odrzucić hipotezę o normalności rozkładu (dla UOŚwO w ujęciu rocznym nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, w ujęciu trzyletnim wynik nierozstrzygnięty. Podobnie jak w przypadku pieszych i rowerzystów mediana jest większa od wartości średniej dla wszystkich badanych wielkości poza UOŚwOŚ. Odchylenia standardowe są na poziomie jak dla motorowerystów – jedynie dla UOŚwOŚ trzykrotnie mniejsze – jednak ze względu na bardzo mały udział grupy motorowerystów wśród ofiar (wynikający również z bardzo małego udziału motorowerystów wśród niechronionych uczestników ruchu drogowego) współczynnik zmienności jest stosunkowo duży (od 21% do blisko 47%). Zwróćmy uwagę, że liczba ofiar w liczbach bezwzględnych na początku lat 2000-tych jest istotnie mniejsza niż w latach 2010-tych. Jednocześnie w stosunku do roku 2001 podwoiła się liczba zarejestrowanych w 2014 roku motorowerystów z 578 745 do 1 163 441. Należy jednak zaznaczyć, że w roku 1996 było zarejestrowanych 773 416 motorowerystów i aż do połowy lat 2010-tych notowano systematyczny spadek ich liczby⁴.

2.4. Motocykliści

Liczba ofiar-motocyklistów wypadków drogowych w liczbach bezwzględnych, podobnie jak w przypadku motorowerystów, na początku lat 2000-tych jest istotnie mniejsza niż w latach 2010-tych (o ok. 30%). UOŚwO wzrósł w tym czasie o ok. 1 punkt procentowy (ok. 10%), co oznacza istotny wzrost ciężkości wypadków. Sugeruje to trend wzrostowy, jednak z pewnością nie jest to trend liniowy – współczynnik korelacji liniowej dla danych w ujęciu rocznym wynosi 0,3278, dla danych w ujęciu trzyletnim 0,5550 (miary dopasowania trendu liniowego odpowiednio 0,1075 i 0,3081; tab. 1, 2, 3, 4, rys. 5). Również dla innych modeli trendu miara dopasowania przyjmuje bardzo małe wartości. Jedynie dla modeli logarytmicznego i potę-

gowego dla danych w ujęciu trzyletnim mają one istotnie większe wartości – niespełna 0,6. Badanie losowości (istnienia trendu) nie daje podstaw do odrzucenia hipotezy o losowości próbek (braku trendu lub cykli), w przypadku danych w ujęciu trzyletnim należy odrzucić hipotezę o normalności rozkładu (nawet na poziomie istotności $\alpha = 0,01$). Odchylenie standardowe nie wynosi 0,71 pkt. proc. (dane w ujęciu rocznym) i 0,41 pkt. proc. (dane w ujęciu trzyletnim), a współczynnik zmienności odpowiednio 6,82% i 4,00% – są to najmniejsze wartości spośród wszystkich grup niechronionych uczestników ruchu, a wartości średnie są mniejsze od wartości mediany.

Zdecydowanie inna sytuacja występuje dla pozostałych zmiennych. Miary dopasowania trendu liniowego wynoszą od 0,8898 do 0,8984 dla danych w ujęciu rocznym i od 0,9239 do 0,9372 w ujęciu trzyletnim (współczynniki korelacji liniowej od 0,9433 do 0,9681, co oznacza bardzo silną zależność liniową). Miary dopasowania trendu wykładniczego przyjmują praktycznie te same wartości, dla pozostałych trendów zdecydowanie mniejsze. We wszystkich przypadkach badanie losowości prób wskazuje na występowanie trendu, a badanie normalności rozkładu na odrzucenie hipotezy o normalności rozkładu. Wskazuje to na silny trend wzrostowy. Wartości średnie są mniejsze niż wartości mediany, a współczynnik zmienności od ok. 21% do ok. 42% – tylko dla grupy „motoroweryści” są one porównywalne.

W okresie od 2001 do 2014 roku liczba zarejestrowanych motocykli wzrosła o blisko 44%, ale jednocześnie jest to tylko 85% motocykli zarejestrowanych w roku 1990 – do roku 2005 liczba zarejestrowanych motocykli spadała (w zasadzie systematycznie z pewnymi „wahnięciami”) osiągając w 2005 roku 753 648.

PODSUMOWANIE

Analiza statystyczna danych wskazuje, że wydzielenie grupy „niechronionych uczestników ruchu drogowego”, kryterium której jest brak biernych środków ochrony, jest niewłaściwe nie tylko ze względu na różne uprawnienia poszczególnych uczestników ruchu. Jedynie grupy „motoroweryści” i „motocykliści” wykazują cechy wspólne, lecz i tutaj występuje istotna różnica w „ciężkości” wypadków. W przypadku UOŚwO dla grupy „motorowerystów” występuje silna zależność liniowa (ujemna), dla grupy „motocyklistów” siła tej zależności jest średnia, i co istotne – dodatnia. Jest to w zasadzie, poza zbliżonymi wartościami współczynnika zbieżności, jedyna cecha wspólna z grupą „piesi”. Zwróćmy uwagę, że ogółem dla wszystkich ofiar siła tej zależności jest co najmniej średnia i ujemna. Cechą wyróżniającą grupę „rowerzyści” od pozostałych grup jest bardzo słaba zależność liniowa URwR i UOwO – dla wszystkich pozostałych grup zależność ta jest bardzo silna (dla pieszych ujemna, dla motorowerystów i motocyklistów dodatnia). W przypadku motorowerystów i motocyklistów wyraźnie wzrasta, wraz ze wzrostem liczby pojazdów, liczba ofiar wypadków (dla pieszych i rowerzystów maleje) – dla motocyklistów dodatkowo wrasta liczba ofiar śmiertelnych i odsetek ofiar śmiertelnych wśród ofiar. Jest to wyraźnym sygnałem konieczności podjęcia istotnych działań przeciwdziałających temu trendowi. Przede wszystkim uczynienia tych uczestników ruchu bardziej widocznymi dla kierowców samochodów i zmian w szkoleniu – zwiększenie kultury jazdy i poprawa techniki jazdy.

⁴ W roku 2002 zarejestrowanych było 391 310 motorowerystów; dla lat 2003-2008 autorzy nie dysponują danymi – brak danych w [1].

BIBLIOGRAFIA

1. Nowak J., *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*. WKiŁ, Warszawa 2004.
2. Bąk J., Gajda D., *Wpływ substancji psychoaktywnych na zachowanie kierowców*. Logistyka 2009, nr 6.
3. GUS, *Bank danych lokalnych*, <http://stat.gov.pl/bdl/>
4. Jamroz K. (red.), *Ochrona pieszych*. Podręcznik dla organizatorów ruchu pieszego, KRBRD, Gdańsk – Kraków – Warszawa 2014.
5. Ministerstwo Infrastruktury, Sekretariat Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, *Stan bezpieczeństwa na polskich drogach w 2010 roku – Zagrożenia niechronionych uczestników ruchu*, Warszawa 2011.
6. Rogowski A., *Podstawy metod probabilistycznych w transporcie*, Wydawnictwo UTH w Radomiu, Radom 2012.
7. www.statystyka.policja.pl/st/ruch-drogowy/76562,Wypadki-drogowe-raporty-roczne.html.

UNPROTECTED TRAFFIC PARTICIPANTS – THE VICTIMS OF ROAD ACCIDENTS IN POLAND

Abstract

P The study, using statistical analysis, we investigated the presence of a trend participation of specific groups unprotected road traffic participants of road accident victims in Poland in the years 2001-20014. Analyzed changes in the severity of accidents among: pedestrians, cyclists, moped riders and motorcyclists. As a measure of the severity of accidents adopted the participate fatalities of all the victims of the group. Calculations were performed basic statistical parameters: mean, standard deviation, median and coefficient of variation, correlation coefficient and coefficient R^2 for standard models trend. We analyzed data on an annual or three years.

Autorzy:

dr in. **Marzena Dębowska-Mróz** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-85, Fax: + 48 48 361-77-39, m.mroz@uthrad.pl.
dr hab. inż. **Andrzej Rogowski**, prof. nadzw. UTH Rad. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-85, Fax: + 48 48 361-77-39, a.rogowski@uthrad.pl.