

22. Odpływ zanieczyszczeń do morza

Elżbieta Niemirycz, Anna Kaczmarczyk, Zbigniew Makowski

Rok 2001 pod względem hydrologii rzek był zbliżony do poprzedniego. Całkowity odpływ wody był większy tylko o 3,1%. Sumy odprowadzanych ładunków zanieczyszczeń nie wykazywały zatem zdecydowanych zmian. Natomiast w poszczególnych rzekach z zasady istniała zależność ładunków zanieczyszczeń od odpływu wody.

Zamiany rocznego odpływu materii organicznej w roku 2001 były w dużym stopniu zgodne ze zmianą przepływu w rzekach, co świadczy o wpływie źródeł obszarowych na ogólny ładunek związków organicznych. Najwyższe odpływy Wisłą zanotowano w okresie wiosennym (kwiecień, maj) oraz w miesiącach letnich i jesiennych. Wiązało się to z wysokimi opadami (lipiec, sierpień, październik). Odpływ substancji organicznych Odrą był bardziej wyrównany; podwyższone wartości występowały w miesiącach marzec – maj i sierpień – październik. Natomiast w rzekach Przymorza tylko we wrześniu stwierdzono najwyższy odpływ substancji organicznych, zwłaszcza wyrażonych ChZT – Cr (Tab.25.1, Rys.22.1-22.3).

Stosunek odpływu ChZT – Cr do BZT₅ był zróżnicowany i zmieniał się w ciągu roku (Rys.25.4). Podobnie jak w poprzednim roku w rzekach zachodniego wybrzeża (od Odry do Wieprzy) średnie wartości tego stosunku były najwyższe i wahały się od 14 do 21, co wskazuje na znaczną przewagę związków trudnorozkładalnych. W roku 2001 największe wahania powyższych proporcji zanotowano dla Regi i Słupi.

W przypadku związków azotu, a zwłaszcza azotu ogólnego, występuje korelacja pomiędzy odpływem poszczególnych składników a wielkością odpływu wody rzekami. Związek ten jest wyraźny dla Odry i Wisły, słabszy w rzekach Przymorza. Wzrost odpływu azotu ogólnego Odrą wynosił 19,1% wobec wzrostu odpływu wody – 20,6%, zaś w Wiśle te wartości wynosiły odpowiednio – 7,1% i 2,2%. Stwierdzone zależności potwierdzają się dla mineralnych form azotu w wodach Wisły i Odry. Wzrost rocznego odpływu azotu amonowego i N-NO_x w Odrze wynosił odpowiednio 13 i 16%, zaś w Wiśle

odpływ tych składników obniżył się o 22 i 7%. W rzekach Przymorza ładunki roczne zmieniały się od -41% do +139% w przypadku azotu amonowego oraz od -29% do +16% dla azotu mineralnego (N-NO_x), (Tab.22.2).

Sezonowa zmienność azotu mineralnego i organicznego była również ściśle związana z dynamiką przepływu rzeczno. Intensywne, długotrwałe opady w dorzeczu Wisły były przyczyną największych ładunków związków azotu w maju i sierpniu, natomiast maksymalny odpływ azotu Odrą miał miejsce w marcu i kwietniu (roztopy wiosenne). Podobnie największy odpływ wody w rzekach Przymorza spowodował około dwa razy wyższy niż średni odpływ azotu w miesiącu wrześniu. Najmniejsze ładunki azotu mineralnego i organicznego stwierdzono w suchych miesiącach letnich (Rys.22.5-22.7). W odprowadzonym ładunku azotu ogólnego, azot mineralny dominował w okresach jesiennym, zimowym i wczesnojesiennym. Przewagę formy azotu organicznego zanotowano dla Wisły w czerwcu, Odry – w czerwcu i lipcu, zaś w rzekach Przymorza w lipcu. Średni udział N-NO_x w całkowitym ładunku azotu ogólnego zmieniał się od 13% w Pasłęce do 84% w Odrze, zaś azotu całkowitego mineralnego w azocie ogólnym – od 30% do 88% w Odrze. W ciągu roku proporcje te ulegały znacznym wahaniom; największe zanotowano w Odrze i Pasłęce, zaś najmniejsze w Łebie i Redzie (Rys.22.8-22.9).

W roku 2001 roczne ładunki fosforu ogólnego i fosforanowego odprowadzane Wisłą i Odrą kształtowały się podobnie jak ładunki azotu; odpływ tych składników Wisłą obniżył się odpowiednio o 1,2 i 1,4%, zaś Odrą wzrósł o 12 i 34%. Odpływ fosforu rzekami Przymorza zmieniał się różnokierunkowo w zakresie -25% do +33% (P_{og}) oraz -29% do +23% (P-PO₄). Udział Odry w ogólnym odpływie fosforu ogólnego wynosił 34% i był nieco większy niż w roku poprzednim, przy niższym udziale Wisły (59%). W przypadku fosforu zmienność sezonowa różniła się nieco od zmienności związków azotu, prawdopodobnie na skutek innej dynamiki hydrologii rzek. Maksymalne ładunki fosforu zanotowano w Wiśle w sierpniu i styczniu, w Odrze w sierpniu i wrześniu oraz we wrześniu w rzekach Przymorza (Tab.22.3). W rocznym odpływie fosforu ogólnego udział fosforu organicznego był bardzo zmienny i często

nietypowy; fosfor organiczny w Wiśle dominował w styczniu, maju, wrześniu i listopadzie, w Odrze praktycznie w ciągu całego roku, zaś w rzekach Przymorza od stycznia do czerwca oraz od listopada do grudnia (Rys.22.10 i 22.11). Średni udział fosforu fosforanowego w całkowitym ładunku fosforu ogólnego wahał się od 34% w Odrze do 69% w Łebie. W poszczególnych rzekach zmienność tych proporcji była duża; najmniejsza w Redze, a największa w Parsęcie (Rys.22.13).

Podobnie jak w poprzednim roku zmiany odpływu wapnia, magnezu, sodu i potasu odpowiadały na ogół zmianom odpływu wody. Ładunki tych metali w Odrze wzrosły odpowiednio o 27, 30, 45 i 27%, zaś w Wiśle praktycznie pozostały na tym samym poziomie. Natomiast w rzekach Przymorza różnice odpływu w stosunku do roku 2000 były największe dla sodu i wynosiły od +56% w Pasłęce do –31% w Redzie.

W porównaniu do roku poprzedniego odpływ żelaza i manganu w większości rzek wzrósł w znacznym stopniu, sięgając odpowiednio 400 i 121% w Odrze. Obniżył się natomiast w przypadku Wisły o 21 i 76%. W rzekach Przymorza zmiany były największe dla manganu i wahały się od +65% w Inie do –42% w Redzie.

Udział Wisły i Odry w przenoszeniu toksycznych metali ciężkich oraz zmiany w stosunku do 2000 roku kształtowały się następująco:

	Wisła		Odra	
	% udziału	Stosunek 2001/2000 [%]	% udziału	Stosunek 2001/2000 [%]
Cynk	81	+15	12	+19
Kadm	61	-34	0	-
Miedź	75	+289	22	+61
Ołów	81	+215	0	-
Rtęć	77	-89	0	-
Chrom	64	-	0	-
Nikiel	75	+52	22	+47

Bardzo duży wzrost ładunków miedzi i ołowiu w Wiśle w roku 2001 w porównaniu do roku poprzedniego jest trudny do wyjaśnienia, tendencje wzrostową stwierdza się również dla większości metali w obu rzekach. Tylko ładunki rtęci i kadmu obniżyły się w Wiśle odpowiednio o 89 i 34%. Wzrost odpływu metali ciężkich zanotowano także dla większości rzek Przymorza (Tab.22.4).

Metale pochodzenia naturalnego: wapń, magnez, sód i potas charakteryzowały się bardzo małą zmiennością w ciągu roku, zarówno w Wiśle jak i Odrze. Wielokrotnie większa zmienność w wodach Wisły wykazywały ładunki manganu oraz wszystkich toksycznych metali ciężkich. Rozpiętość wielkości ładunków wynosiła od 0,0001 do 13 g s⁻¹, natomiast w Odrze nie wykrywano kadmu, ołowiu, rtęci i chromu, zaś żelazo, mangan oraz nikiel zmieniały się w podobnym zakresie jak w Wiśle (Rys.22.14-22.15).

W porównaniu do odpływu zanieczyszczeń polskimi rzekami w roku 1988 (rok odniesienia dla zobowiązania o zmniejszeniu ładunków najbardziej szkodliwych substancji o 50% według Deklaracji Ministrów), w roku 2001 stwierdzono znaczny spadek ładunków metali ciężkich (sięgający 95%), fenoli (67%), azotu amonowego (52%), fosforu ogólnego (24%) i innych wskaźników zanieczyszczeń. Jedynie niektóre składniki naturalne zwiększyły się proporcjonalnie do wzrostu odpływu wody (Rys.22.16).

TABLICA 22.1

Odływ materii organicznej rzekami

BZT₅	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	628,8	14,4	12,6	16,5	5,7	12,4	18,6	11,8	16,9	7,3	1869,0	6,50
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	2913,3	100,8	77,0	115,6	40,6	87,1	77,8	30,6	71,3	43,5	13392,0	118,6
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	1809,2	45,0	38,6	43,1	14,2	27,0	41,3	21,7	33,9	12,3	4957,9	44,5
Mediana	[g s ⁻¹]	1885,80	41,14	38,86	39,06	10,41	20,97	37,49	23,01	29,36	10,44	3835	42,00
Współ. zmienności	[%]	33,46	43,42	40,01	52,69	64,41	59,24	37,69	22,90	44,85	60,54	56,62	65,29
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	57212	1424	1222	1362	448	854	1307	687	1072	388	156781	1406
Udział rzeki	[%]	25,52	0,64	0,54	0,61	0,20	0,38	0,58	0,31	0,48	0,17	69,94	0,63
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	519,8	658,5	464,8	460,9	1020,3	561,9	817,4	853,6	956,8	982,7	806,6	605,4

ChZT - Cr	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	15132,0	310,8	218,4	324	95,4	191,6	205,32	59,8	133,48	57,6	15263,5	98,75
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	38250	1095	1210	2734	720	1914	947	588	1497	323	60984	1168
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	24442,0	619,8	502,7	889,9	262,0	565,0	413,1	187,5	394,8	102,9	31673,1	424,8
Mediana	[g s ⁻¹]	21640	606,9	454,6	727,2	189,3	408,0	357,7	152,9	345,8	83,2	27729,5	383,6
Współ. zmienności	[%]	29,54	32,48	46,82	59,24	57,99	67,49	48,23	67,62	76,35	65,32	40,65	61,18
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	772905	19600	15895	28141	8285	17865	13062	5930	12484	3253	1001578	13432
Udział rzeki	[%]	40,41	1,02	0,83	1,47	0,43	0,93	0,68	0,31	0,65	0,17	52,37	0,70
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	7021	9061	6048	9523	18873	11761	8169	7366	11146	8236	5152	5784

TABLICA 22.2

Odływ azotu rzekami

Azot amonowy	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	10,16	0,30	0,31	0,90	0,57	1,03	0,12	0,06	0,10	0,42	89,60	0,69
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	129,99	6,69	4,40	27,89	10,18	23,34	5,47	4,28	7,50	3,10	717,00	9,62
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	43,09	2,28	2,12	6,19	2,13	4,88	0,87	0,50	1,58	0,94	384,12	4,01
Mediana	[g s ⁻¹]	29,20	1,40	1,99	4,60	1,44	3,25	0,49	0,24	1,17	0,73	323,00	3,74
Współ. zmienności	[%]	80,6	78,2	62,3	91,5	94,6	98,8	122,5	181,7	113,3	68,4	49,4	64,5
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	1362,7	72,0	67,1	195,6	67,4	154,3	27,4	15,8	49,9	29,8	12146,9	126,9
Udział rzeki	[%]	9,52	0,50	0,47	1,37	0,47	1,08	0,19	0,11	0,35	0,21	84,85	0,89
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	12,38	33,28	25,53	66,19	153,46	101,57	17,11	19,64	44,54	75,35	62,49	54,66

Azot mineralny N-NOx	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	319,41	8,33	10,75	12,27	4,86	6,97	11,07	6,70	8,93	1,48	406,16	2,14
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	3195,1	187,9	82,3	140,2	18,5	67,6	58,8	34,7	60,6	7,1	5749,9	93,9
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	1359,6	43,0	35,1	33,7	7,8	17,6	21,0	13,9	16,2	3,35	2187,9	23,9
Mediana	[g s ⁻¹]	1285,1	35,7	34,7	26,5	7,3	14,3	17,5	12,5	12,2	3,3	1925,0	16,6
Współ. zmienności	[%]	54,7	88,7	55,2	74,5	36,9	67,0	47,1	38,2	68,0	45,5	56,8	91,9
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	42994	1361	1109	1065	246	555	663	440	512	106	69186	755
Udział rzeki	[%]	36,13	1,14	0,93	0,90	0,21	0,47	0,56	0,37	0,43	0,09	58,14	0,64
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	390,6	629,3	422,3	360,6	561,3	365,7	415,2	547,3	457,1	268,3	355,9	325,5

TABLICA 22.2.

Odływ azotu rzekami c.d.

Azot organiczny	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	190,12	8,13	6,57	9,02	2,91	4,44	5,88	3,18	5,83	0,64	301,84	1,42
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	1274,6	56,6	51,3	96,4	24,4	54,9	40,6	34,1	53,8	7,9	1989,0	38,1
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	735,2	23,5	18,6	24,3	7,9	13,8	14,8	8,8	16,7	2,6	967,2	12,9
Mediana	[g s ⁻¹]	688,0	21,4	17,6	19,1	6,0	11,4	11,7	6,5	12,9	2,3	834,9	10,2
Współ. zmienności	[%]	41,0	45,2	54,7	73,4	60,3	73,2	53,7	78,6	70,6	64,6	47,0	67,1
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	23249,9	742,0	589,3	769,2	251,4	437,1	467,7	278,5	528,2	82,2	30584,0	406,8
Udział rzeki	[%]	39,82	1,27	1,01	1,32	0,43	0,75	0,80	0,48	0,90	0,14	52,38	0,70
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	211,2	343,1	224,3	260,3	572,6	287,8	292,5	346,0	471,6	208,2	157,3	175,2

Azot ogólny	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	1021,4	17,9	18,5	22,2	9,3	12,9	18,8	16,6	15,5	3,2	1361,1	5,0
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	3912,1	229,9	121,3	255,7	47,9	145,9	104,9	66,2	121,2	17,8	8395,2	136,3
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	2139,9	69,1	56,0	64,4	17,9	36,4	36,8	23,3	34,8	6,9	3539,2	41,3
Mediana	[g s ⁻¹]	2067,6	58,9	50,5	50,6	14,7	29,9	29,0	19,5	27,8	5,8	3167,3	36,3
Współ. zmienności	[%]	36,4	64,7	47,8	70,0	48,8	70,5	47,5	52,6	68,7	47,6	46,2	74,2
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	67669	2183	1772	2035	566	1150	1162	738	1101	217	111917	1304
Udział rzeki	[%]	35,28	1,14	0,92	1,06	0,30	0,60	0,61	0,38	0,57	0,11	58,35	0,68
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	614,8	1009,6	674,4	688,8	1290,6	757,2	727,2	917,2	983,2	551,3	575,8	561,9

TABLICA 22.3

Odływ fosforu rzekami

Fosfor fosforanowy	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	8,02	0,89	0,60	0,77	0,29	0,75	0,66	0,44	0,90	0,10	33,08	0,51
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	143,20	2,55	3,32	5,77	1,13	4,06	4,66	3,15	6,35	0,89	332,80	6,53
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	49,50	1,51	1,09	1,68	0,51	1,29	1,57	0,85	1,60	0,31	114,1	2,10
Mediana	[g s ⁻¹]	40,60	1,51	0,98	1,37	0,45	1,09	1,49	0,69	1,26	0,26	91,9	1,90
Współ. zmienności	[%]	61,6	25,3	49,5	58,4	41,1	54,3	48,1	60,2	71,7	63,8	57,4	63,3
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	1566,9	47,6	34,6	53,2	16,2	40,7	49,6	27,0	50,4	9,7	3606,9	66,5
Udział rzeki	[%]	28,13	0,86	0,62	0,96	0,29	0,73	0,89	0,49	0,91	0,17	64,76	1,19
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	14,2	22,0	13,2	18,0	36,8	26,8	31,0	33,6	45,0	24,5	18,6	28,6

Fosfor ogólny	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	97,00	1,80	1,06	2,10	0,58	1,23	1,52	0,83	1,38	0,29	57,9	0,62
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	224,50	6,44	11,28	14,96	4,02	11,13	6,99	5,10	8,90	1,57	638,40	11,70
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	138,40	3,88	2,72	4,32	1,37	3,17	2,42	1,33	2,30	0,66	239,80	3,69
Mediana	[g s ⁻¹]	124,90	3,81	2,36	3,74	1,16	2,66	2,24	1,11	1,90	0,54	183,80	3,17
Współ. zmienności	[%]	28,3	27,2	67,5	57,7	59,8	71,8	44,3	63,8	63,0	51,9	62,4	66,4
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	4377,5	122,8	86,1	136,6	43,2	100,4	76,5	42,1	72,9	20,7	7583,7	116,6
Udział rzeki	[%]	34,26	0,96	0,67	1,07	0,34	0,79	0,60	0,33	0,57	0,16	59,34	0,91
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	39,8	56,8	32,8	46,2	98,4	66,1	47,8	52,3	65,1	52,5	39,0	50,2

TABLICA 22.4

Odplyw metali rzekami

WAPN	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	24956	970	726	973	194	576	641	335	573	169	57775	280
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	72000	3348	2080	3162	537	1388	1430	817	1932	408	188445	2065
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	48094	1807	1296	1579	385	807	935	445	862	251	108116	1129
Mediana	[g s ⁻¹]	45760	1828	1328	1443	385	734	876	404	781	248	107835	1178
Współ. zmienności	[%]	26,62	32,56	25,11	32,83	18,05	23,32	22,97	24,11	37,05	22,78	31,00	44,14
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	1520867	57145	40991	49944	12196	25529	29568	14089	27264	7960	3418913	35718
Udział rzeki	[%]	29,02	1,09	0,78	0,95	0,23	0,49	0,56	0,27	0,52	0,15	65,24	0,68
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	13816	26419	15597	16901	27782	16806	18492	17502	24343	20152	17589	15382

MAGNEZ	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	3670,00	88,80	67,76	76,54	22,20	33,60	58,42	27,14	52,64	15,66	7592,00	58,00
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	10125,0	386,4	234,4	564,4	105,7	164,6	121,9	67,3	147,0	31,8	27540,0	270,2
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	6546,1	177,1	123,0	160,5	52,1	93,7	83,8	36,5	71,6	21,8	14098,8	141,2
Mediana	[g s ⁻¹]	5928,0	152,6	118,8	142,1	47,9	89,5	80,7	34,1	63,0	21,4	13847,0	126,2
Współ. zmienności	[%]	30,28	40,76	34,16	59,86	40,84	34,39	21,00	23,30	31,98	20,37	31,99	43,73
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	207003	5599	3890	5075	1648	2963	2650	1155	2264	690	445837	4463
Udział rzeki	[%]	30,30	0,82	0,57	0,74	0,24	0,43	0,39	0,17	0,33	0,10	65,25	0,65
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	1880	2588	1480	1717	3755	1950	1657	1434	2021	1747	2293	1922

TABLICA 22.4

Odływ metali rzekami c.d.

SÓD	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	16184,7	185,3	171,6	193,5	24,8	65,3	80,0	35,2	81,8	12,7	30277,8	38,0
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	36337,5	402,5	371,3	557,6	62,9	178,9	211,2	85,5	234,0	42,6	115005,0	362,7
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	25667,5	273,9	249,5	303,5	44,8	100,4	159,9	49,7	121,7	27,7	58554,6	164,5
Mediana	[g s ⁻¹]	26776,4	266,1	242,3	293,9	45,0	96,0	157,1	44,7	116,2	25,4	54992,0	163,4
Współ. zmienności	[%]	20,7	18,2	17,4	26,2	17,2	24,3	17,5	26,3	28,9	24,9	30,1	46,7
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	811667	8662	7889	9597	1418	3176	5056	1572	3849	874	1851636	5202
Udział rzeki	[%]	29,94	0,32	0,29	0,35	0,05	0,12	0,19	0,06	0,14	0,03	68,31	0,19
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	7373	4005	3001	3247	3230	2091	3162	1952	3436	2214	9526	2240

POTAS	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	23	23	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	2040,0	53,4	39,5	25,3	6,3	9,8	24,1	10,6	28,6	6,0	3203,2	20,0
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	8212,5	144,0	145,8	238,0	25,2	120,6	112,5	60,1	133,4	22,4	11713,0	103,1
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	3798,0	91,0	77,2	59,1	10,4	28,9	42,9	17,2	48,1	10,0	6293,1	58,9
Mediana	[g s ⁻¹]	3590,4	86,3	75,1	51,1	9,2	24,0	38,6	13,4	39,5	8,9	5865,0	56,5
Współ. zmienności	[%]	36,9	24,5	32,5	71,2	37,3	72,8	42,8	60,5	49,3	40,7	35,5	43,1
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	120101	2876	2440	1869	329	914	1355	543	1520	317	199002	1863
Udział rzeki	[%]	36,05	0,86	0,73	0,56	0,10	0,27	0,41	0,16	0,46	0,10	59,74	0,56
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	1091	1330	928	632	749	601	847	675	1357	804	1023	802

TABLICA 22.4

Odływ metali rzekami c.d.

ŻELAZO	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,00	0,11	0,10	4,35	0,85	3,41	1,39	0,531	1,10	0,05	6,23	0,17
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	472,5	1,2	4,1	38,5	7,1	25,7	13,4	6,0	15,6	8,7	839,8	5,0
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	25,0	0,4	1,0	13,1	2,9	8,6	4,4	1,8	4,7	0,7	75,7	1,5
Mediana	[g s ⁻¹]	5,5	0,3	0,6	11,4	2,4	7,0	3,7	1,4	3,7	0,3	44,8	1,1
Współ. zmienności	[%]	351,2	71,3	97,1	53,2	54,2	58,1	56,7	73,2	71,7	233,2	211,9	89,8
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	792,1	11,9	32,0	414,8	91,2	270,7	140,2	55,7	147,3	23,0	2392,6	46,1
Udział rzeki	[%]	17,93	0,27	0,72	9,39	2,06	6,13	3,17	1,26	3,33	0,52	54,16	1,04
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	7,2	5,5	12,2	140,4	207,7	178,2	87,7	69,2	131,5	58,3	12,3	19,9

MANGAN	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parzęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	26
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,00	0,25	0,35	1,00	0,23	0,78	0,46	0,19	0,30	0,00	0,00	0,06
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	33,80	3,40	1,94	6,61	1,61	3,63	4,26	1,64	4,17	0,34	25,00	5,64
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	8,80	1,50	1,11	2,38	0,64	1,62	1,23	0,50	1,03	0,10	6,80	1,66
Mediana	[g s ⁻¹]	7,80	1,20	1,15	2,02	0,54	1,48	1,02	0,42	0,83	0,08	3,10	0,97
Współ. zmienności	[%]	96,6	59,9	40,0	50,9	52,0	40,8	57,7	54,1	74,1	80,0	120,7	94,9
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	278,8	47,8	35,1	75,3	20,3	51,3	38,7	15,7	32,6	3,2	214,9	52,4
Udział rzeki	[%]	32,18	5,52	4,05	8,69	2,34	5,92	4,47	1,81	3,77	0,37	24,82	6,05
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	2,53	22,11	13,35	25,47	46,21	33,75	24,23	19,50	29,13	8,19	1,11	22,56

TABLICA 22.4

Odływ metali rzekami c.d.

CYNK	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	24
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,40	0,02	0,00	0,05	0,01	0,02	0,16	0,07	0,14	0,00	0,00	0,02
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	12,38	0,56	0,16	0,48	0,12	0,39	1,15	0,55	1,77	0,56	53,0	0,34
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	2,90	0,10	0,06	0,15	0,05	0,10	0,45	0,21	0,48	0,08	20,4	0,08
Mediana	[g s ⁻¹]	2,10	0,07	0,06	0,12	0,04	0,07	0,38	0,18	0,33	0,06	17,7	0,07
Współ. zmienności	[%]	85,8	125,1	58,8	64,1	66,4	79,2	51,9	53,7	80,0	132,1	59,1	82,4
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	92,20	3,20	1,90	4,64	1,46	3,11	14,18	6,78	15,10	2,54	643,8	2,69
Udział rzeki	[%]	11,65	0,40	0,24	0,59	0,18	0,39	1,79	0,86	1,91	0,32	81,33	0,34
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	0,84	1,48	0,72	1,57	3,32	2,05	8,87	8,42	13,48	6,44	3,31	1,16

KADM	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	24
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,003	0,005	0,000	0,000	0,001
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,034	0,015	0,006	0,366	0,003
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,005	0,007	0,000	0,034	0,002
Mediana	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,004	0,005	0,000	0,000	0,002
Współ. zmienności	[%]							28,6	112,6	38,8	371,8	251,5	42,4
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,267	0,166	0,206	0,011	1,080	0,053
Udział rzeki	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,94	9,29	11,51	0,62	60,66	2,97
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,206	0,184	0,028	0,006	0,023

TABLICA 22.4

Odływ metali rzekami c.d.

MIEDŹ	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	24
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	5,63	0,10	0,11	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,06	0,09	31,30	0,06
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	1,68	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,03	0,01	5,68	0,02
Mediana	[g s ⁻¹]	1,46	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	3,72	0,02
Współ. zmienności	[%]	62,9	63,1	105,6	179,8	176,6	159,9	33,5	33,5	38,4	222,7	127,0	59,7
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	53,10	1,06	0,69	0,31	0,21	0,27	1,15	0,52	0,84	0,29	179,70	0,71
Udział rzeki	[%]	22,23	0,44	0,29	0,13	0,09	0,11	0,48	0,22	0,35	0,12	75,23	0,30
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	0,48	0,49	0,26	0,11	0,49	0,18	0,72	0,65	0,75	0,74	0,92	0,31

OŁÓW	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	24
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,093	0,047	0,075	0,000	0,000	0,005
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,021	0,000	0,054	0,000	0,243	0,146	0,250	0,010	14,170	0,442
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,001	0,000	0,003	0,000	0,136	0,065	0,105	0,001	1,580	0,057
Mediana	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,124	0,058	0,088	0,000	0,000	0,020
Współ. zmienności	[%]			500,0		355,9		28,8	33,3	41,6	191,1	212,9	193,1
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	0,00	0,00	0,03	0,00	0,11	0,00	4,29	2,06	3,32	0,04	49,80	1,82
Udział rzeki	[%]	0,00	0,00	0,04	0,00	0,17	0,00	6,98	3,35	5,40	0,07	81,03	2,95
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	0,00	0,00	0,01	0,00	0,24	0,00	2,68	2,56	2,97	0,11	0,26	0,78

TABLICA 22.4

Odływ metali rzekami c.d.

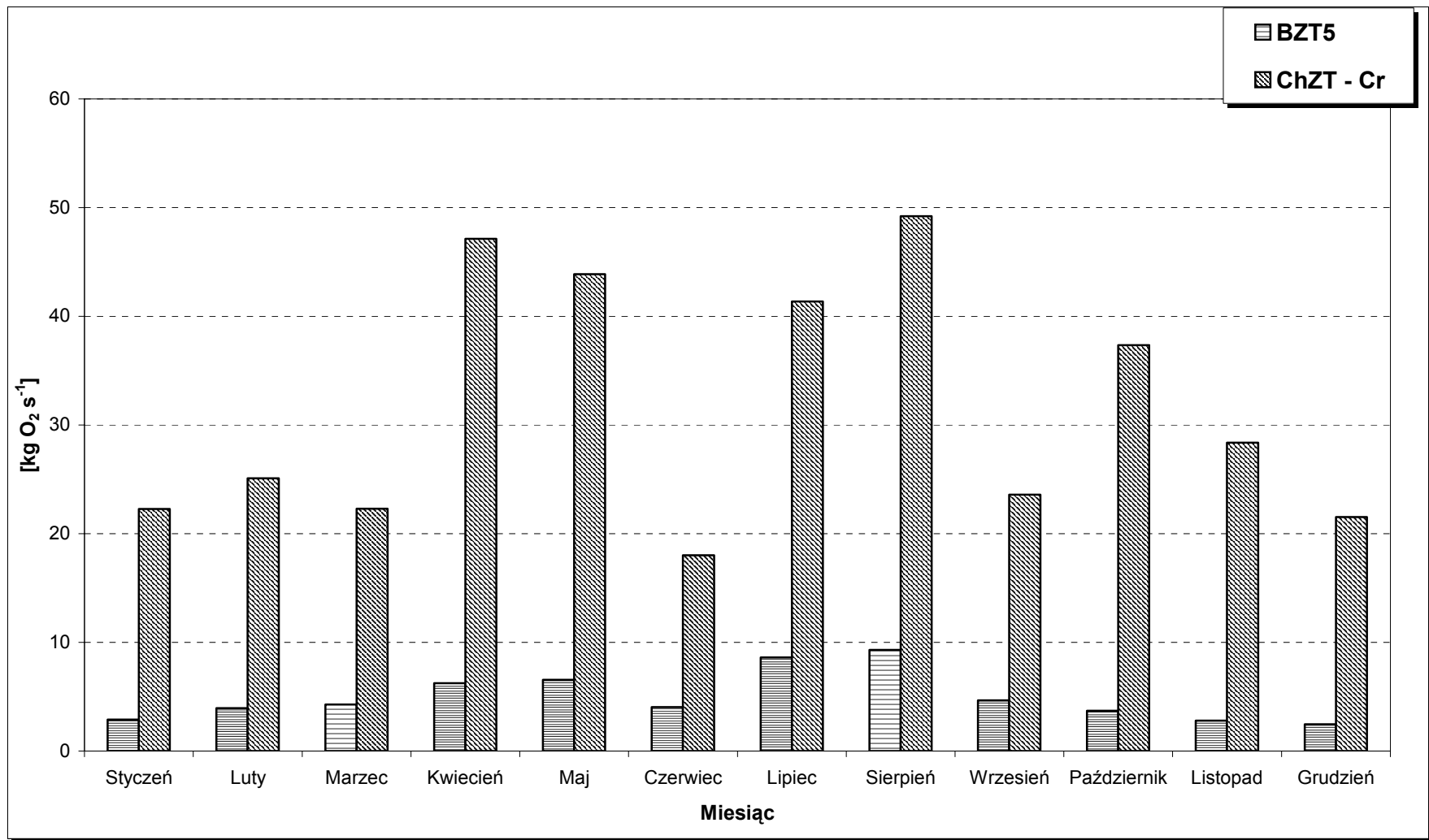
RTEĆ	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	20	20	20	24	24	Brak wyników
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,005	0,000	0,000	
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,154	0,017	0,087	0,004	1,110	
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,005	0,012	0,000	0,120	
Mediana	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,004	0,007	0,000	0,000	
Współ. zmienności	[%]							183,1	62,7	150,6	338,1	250,5	
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,17	0,38	0,01	3,70	
Udział rzeki	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,59	3,48	7,91	0,16	76,86	
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,21	0,34	0,02	0,02	

CHROM	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	22
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,006	0,009	0,000	0,000	0,009
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02	2,18	0,75
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,008	0,013	0,001	0,345	0,152
Mediana	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,007	0,011	0,000	0,000	0,096
Współ. zmienności	[%]							28,6	33,3	38,8	368,5	189,2	118,3
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,26	0,41	0,03	10,90	4,81
Udział rzeki	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,15	1,52	2,42	0,21	64,37	28,33
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,334	0,320	0,367	0,089	0,056	2,070

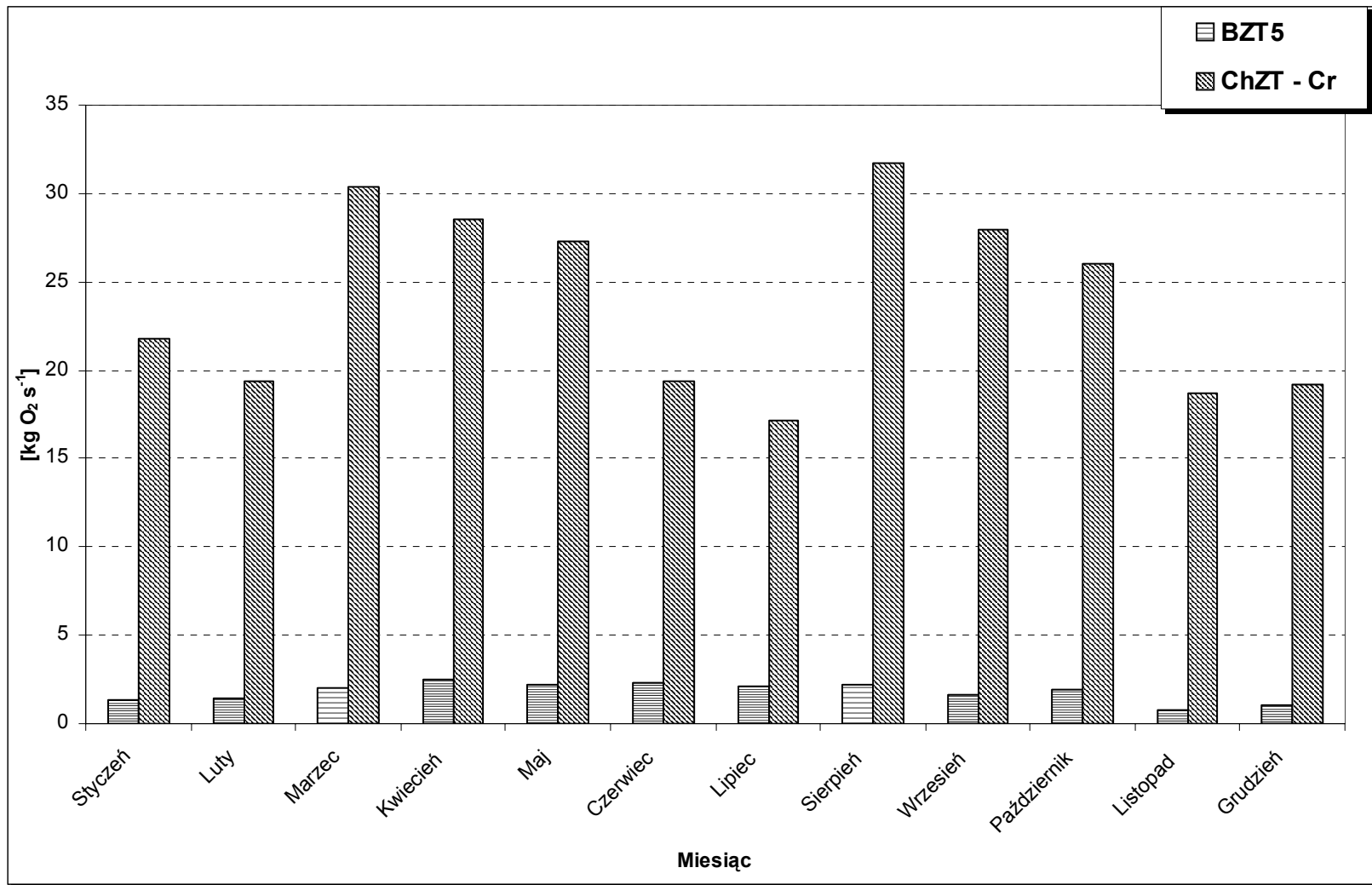
TABLICA 22.4

Odływ metali rzekami c.d.

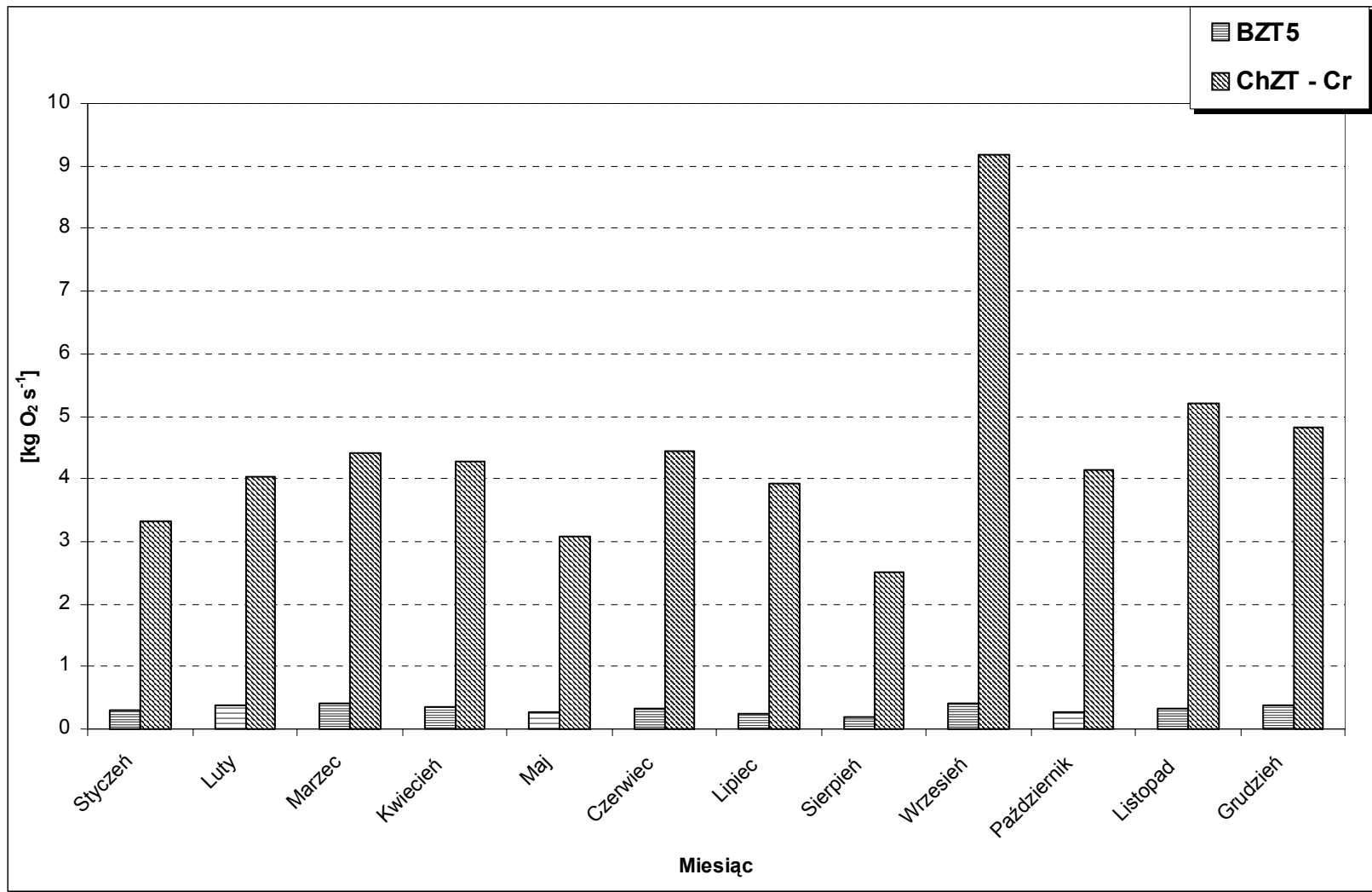
NIKIEL	Jednostka	Odra	Ina	Rega	Parsęta	Grabowa	Wieprza	Słupia	Łupawa	Łeba	Reda	Wisła	Pasłęka
Ilość pomiarów	n	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24	24	18
Ładunek minimalny	[g s ⁻¹]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,024	0,038	0,000	0,000	0,007
Ładunek maksymalny	[g s ⁻¹]	4,500	0,029	0,028	0,018	0,000	0,012	0,122	0,073	0,120	0,034	24,660	0,031
Ładunek średni	[g s ⁻¹]	1,320	0,005	0,002	0,001	0,000	0,000	0,068	0,033	0,052	0,007	4,520	0,018
Mediana	[g s ⁻¹]	1,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,062	0,029	0,044	0,000	2,520	0,018
Współ. zmienności	[%]	73,0	188,4	288,9	500,0		500,0	28,6	33,3	38,8	147,0	143,0	35,1
Ładunek roczny	[t rok ⁻¹]	41,600	0,148	0,073	0,020	0,000	0,015	2,130	1,030	1,645	0,210	143,000	0,577
Udział rzeki	[%]	21,86	0,08	0,04	0,01	0,00	0,01	1,12	0,54	0,86	0,11	75,06	0,30
Ład. jednostkowy	[kg km ⁻² rok ⁻¹]	0,378	0,069	0,028	0,007	0,000	0,010	1,340	1,280	1,470	0,533	0,735	0,249



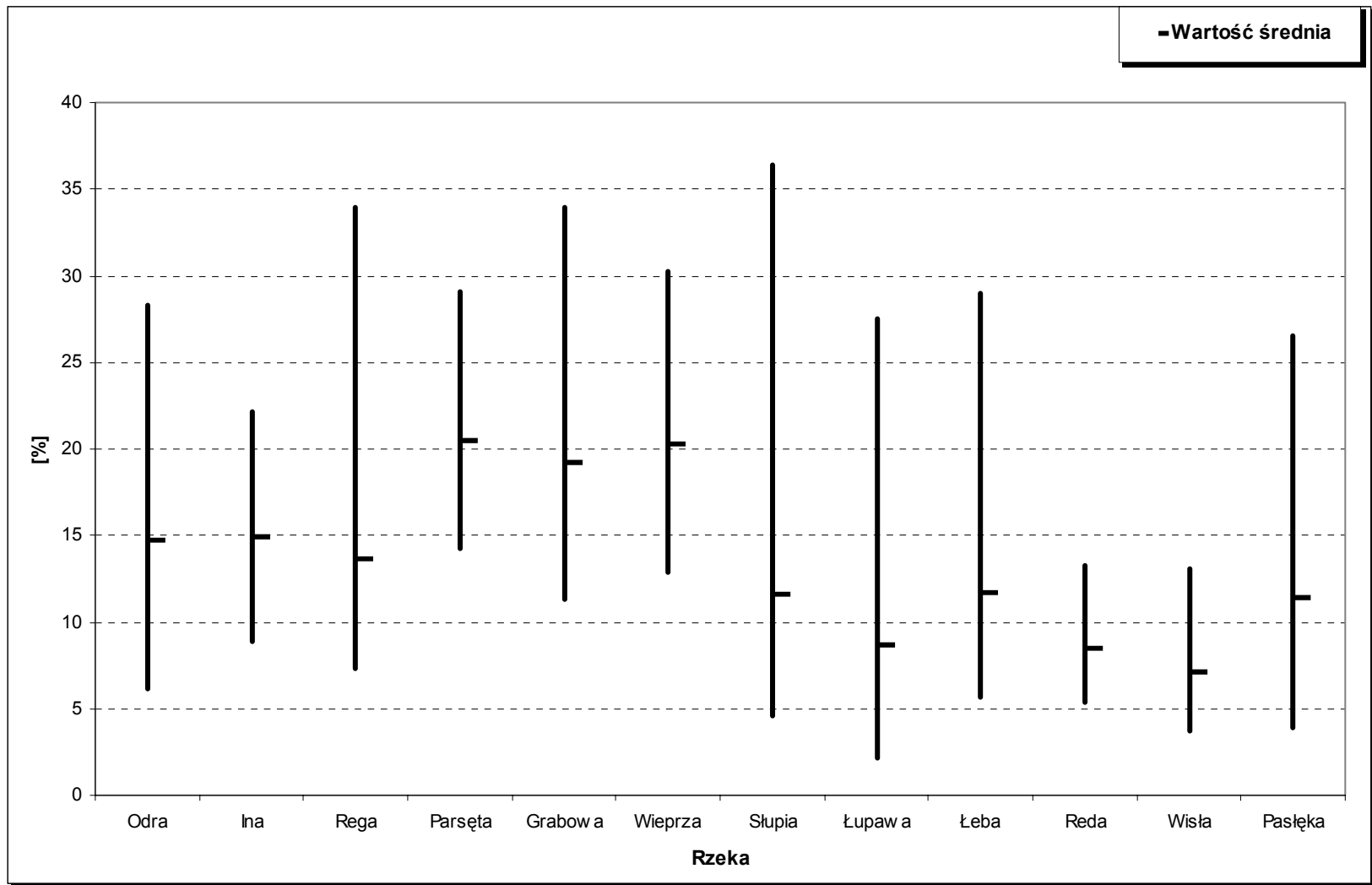
Rys. 22.1 Zmienność sezonowa odpływu materii organicznej Wisłą w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



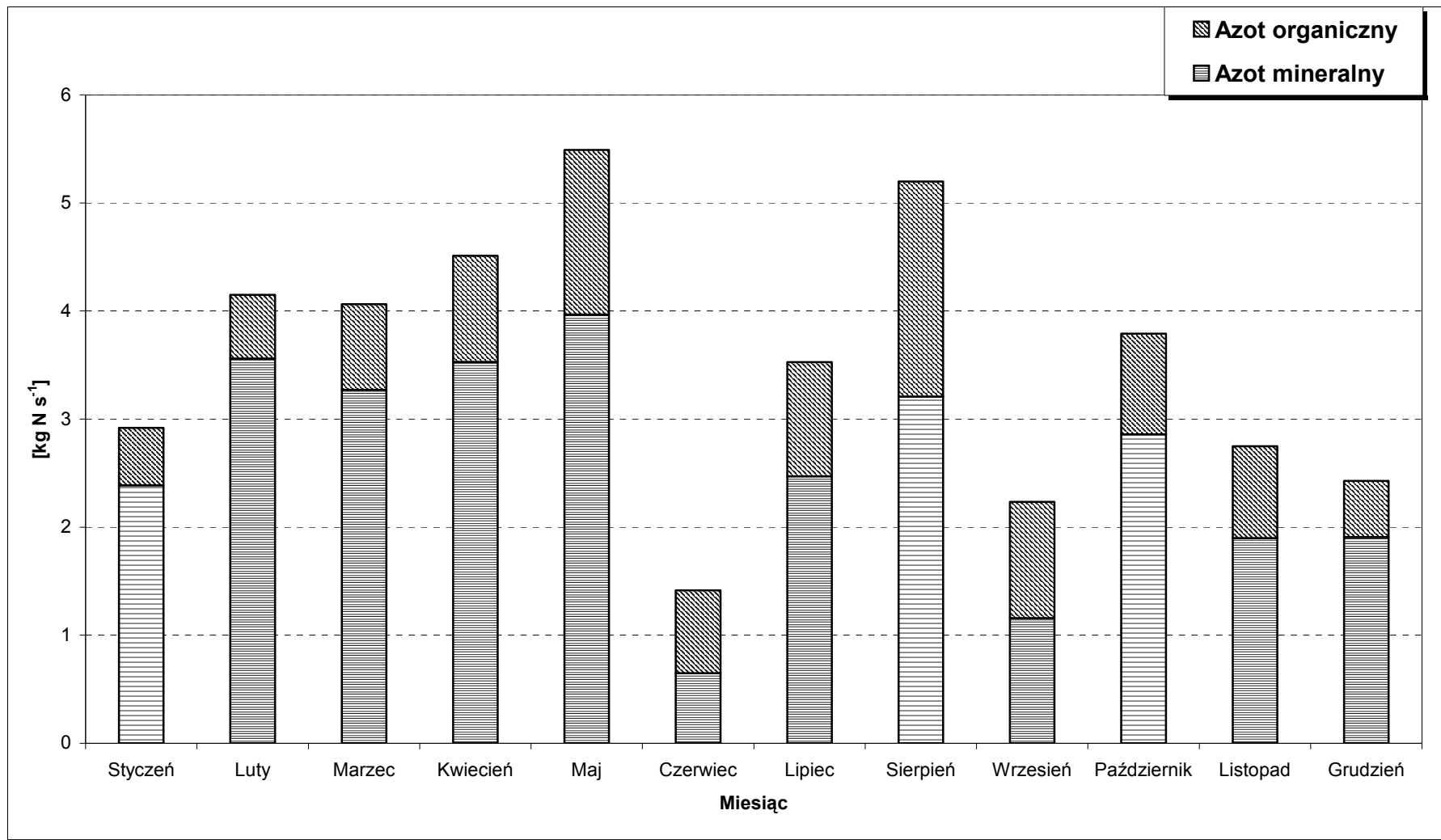
Rys. 22.2 Zmienność sezonowa odpływu materii organicznej Odrą w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



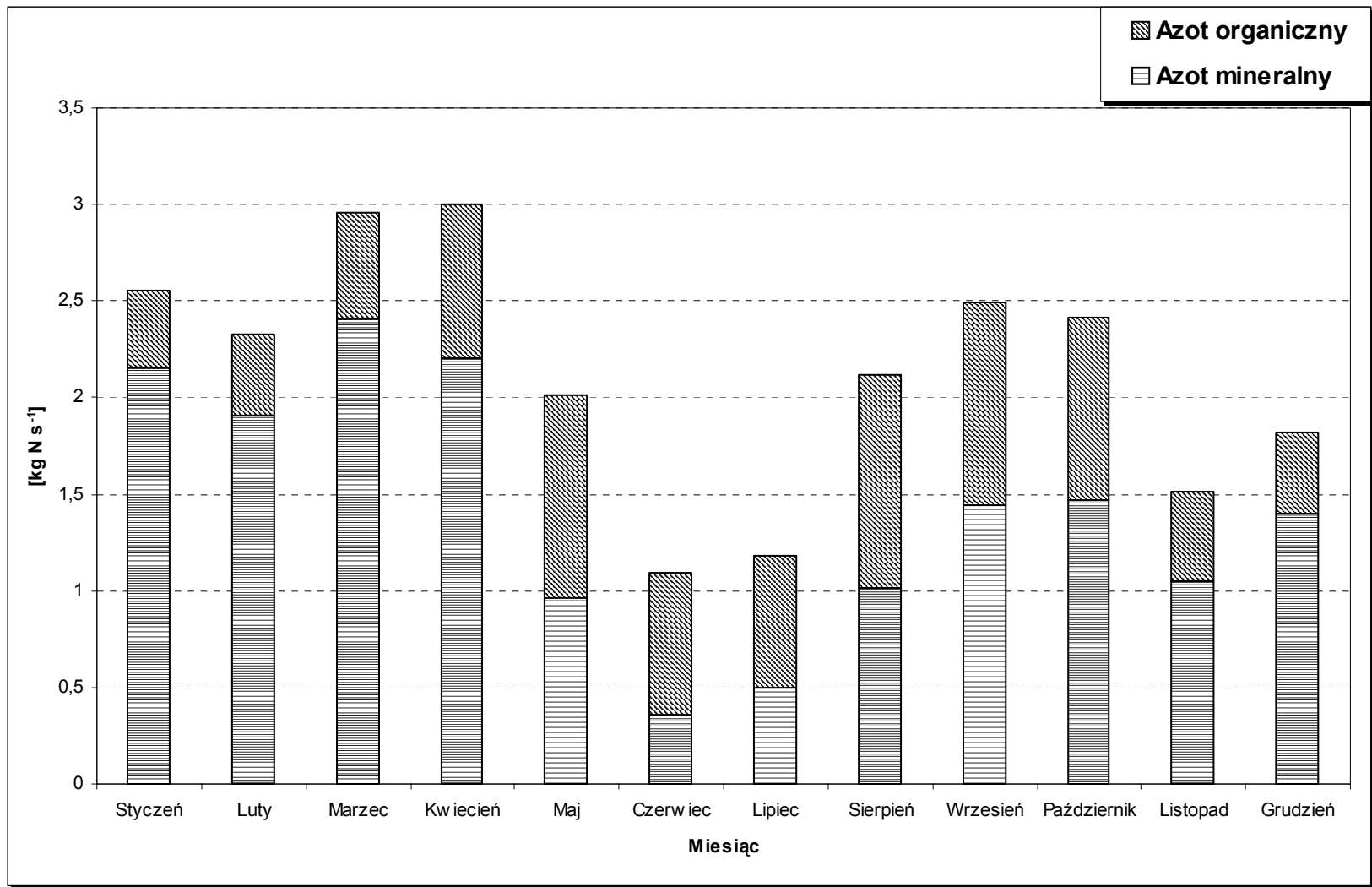
Rys. 22.3 Zmienność sezonowa odpływu materii organicznej rzekami Przymorza w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



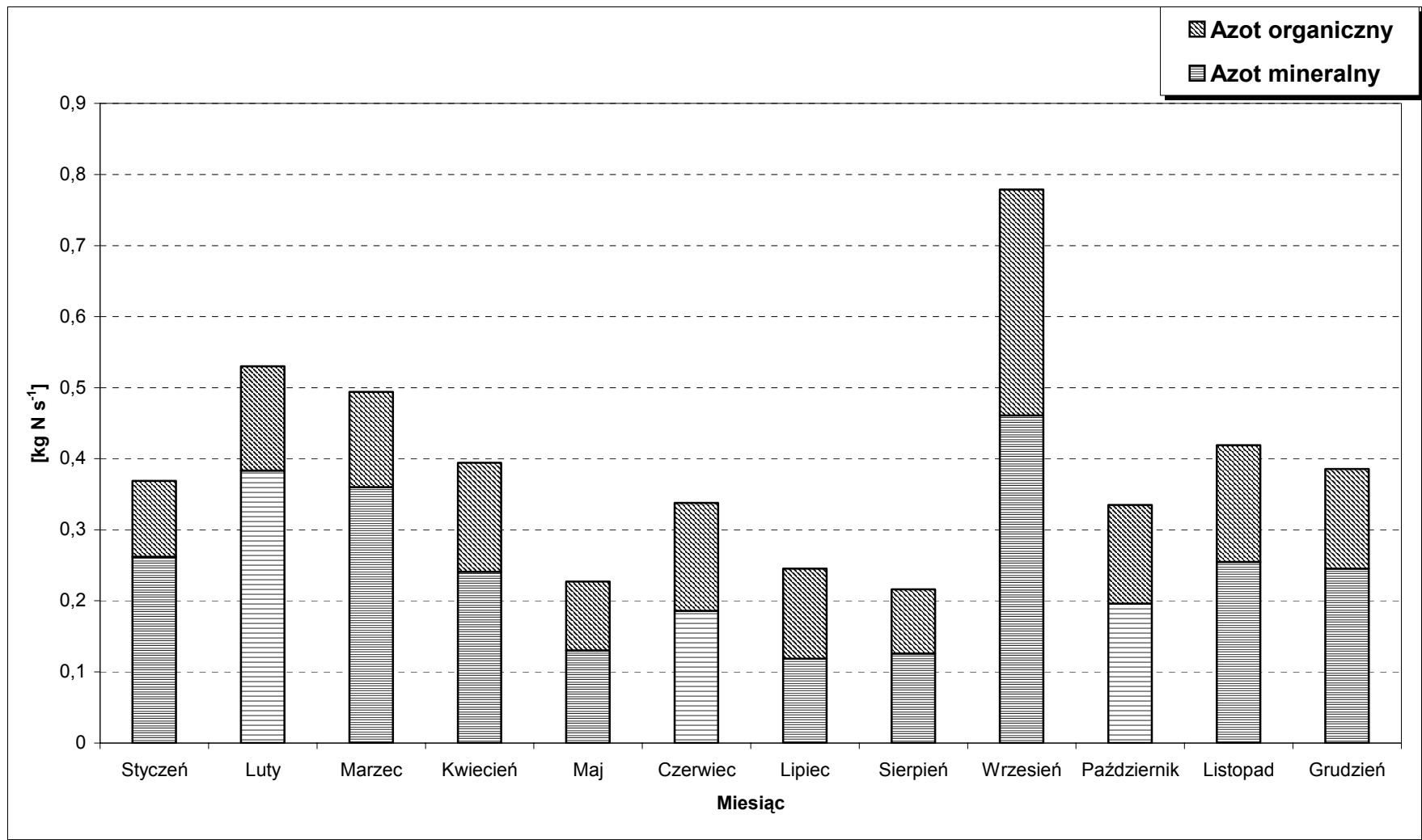
Rys. 22.4 Proporcje ChZT_{Cr}:BZT₅ w 2001 roku



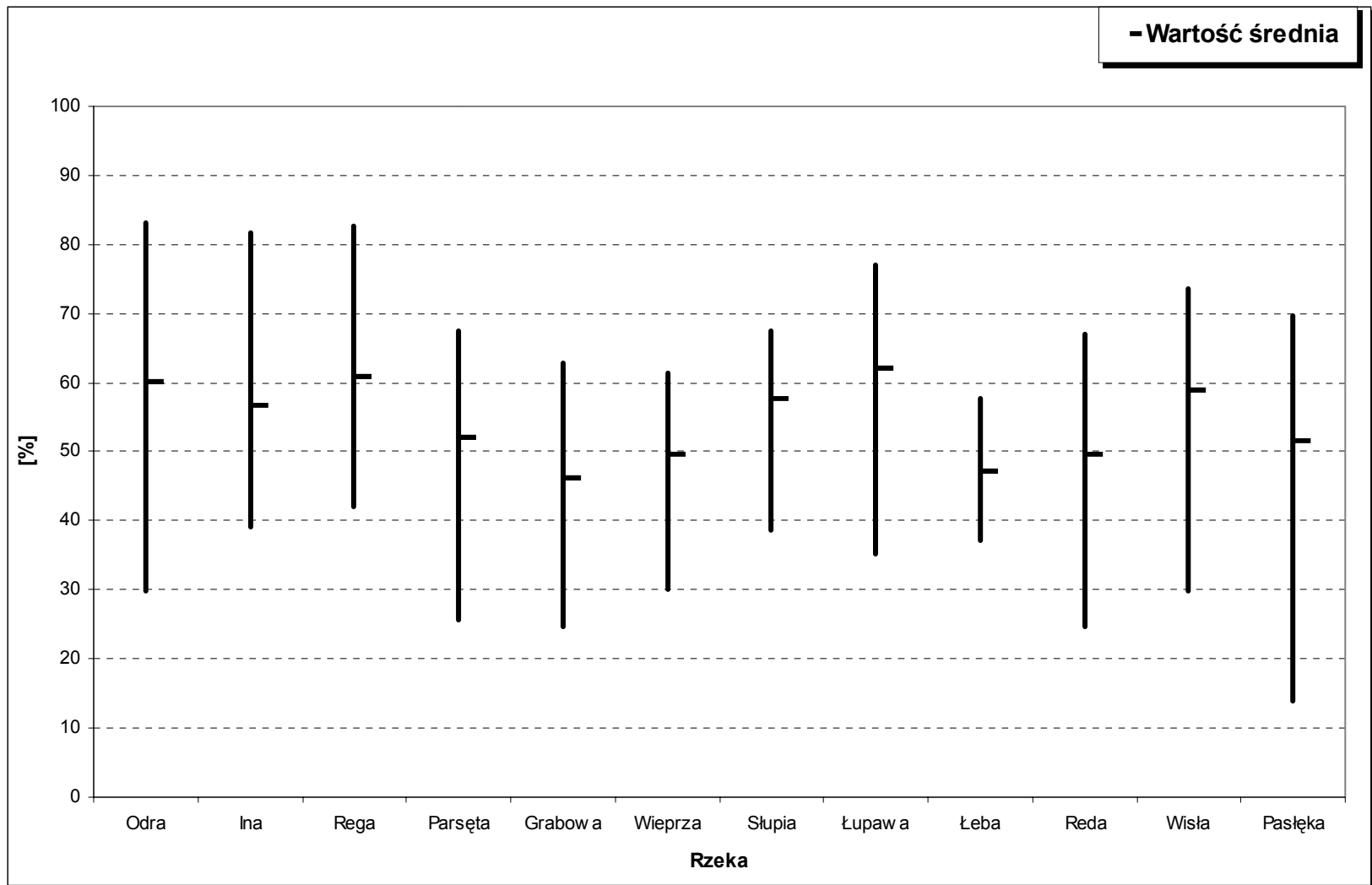
Rys. 22.5 Zmienność sezonowa odpływu azotu Wisłą w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



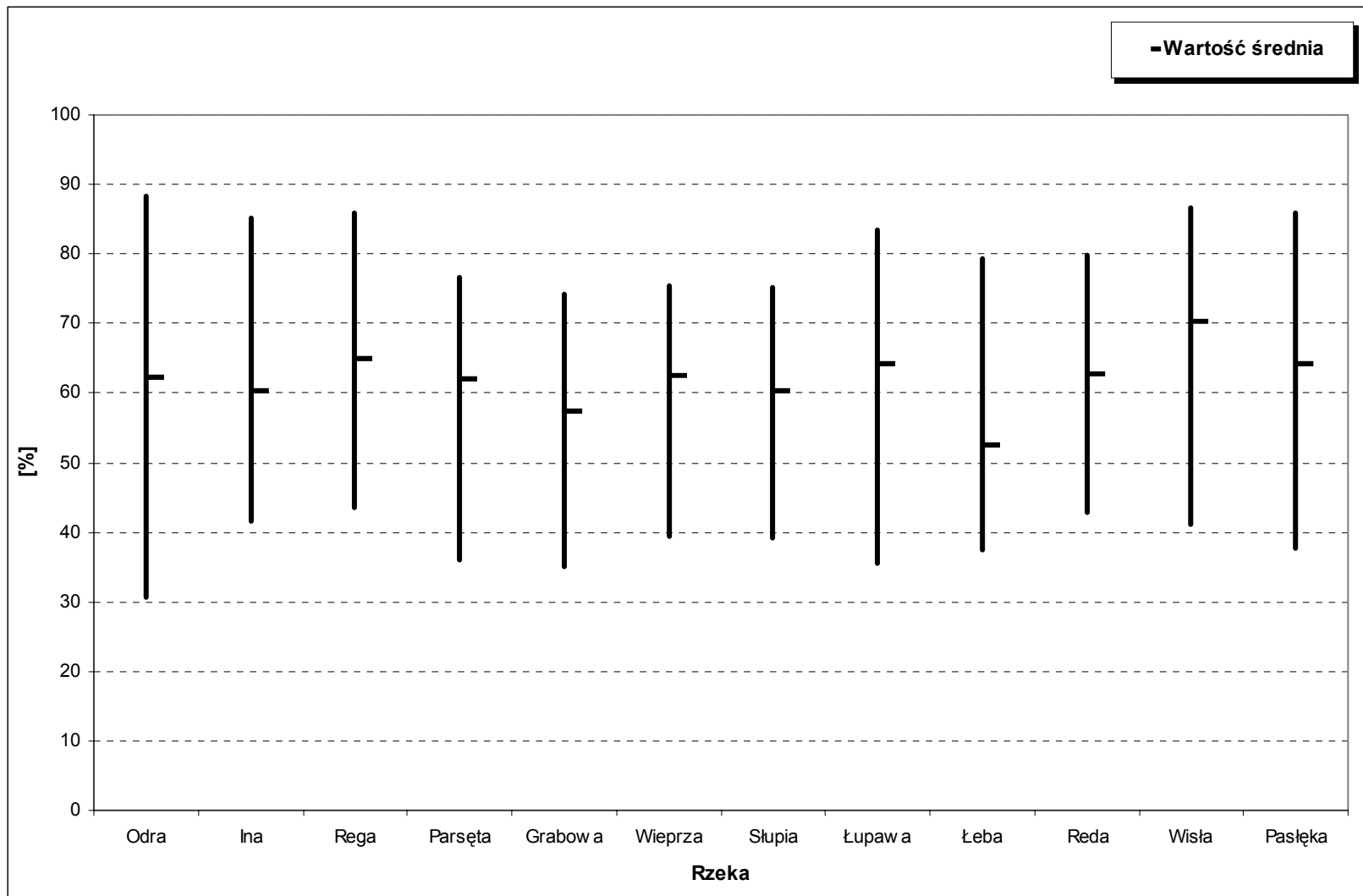
Rys. 22.6 Zmienność sezonowa odpływu azotu Odrą w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



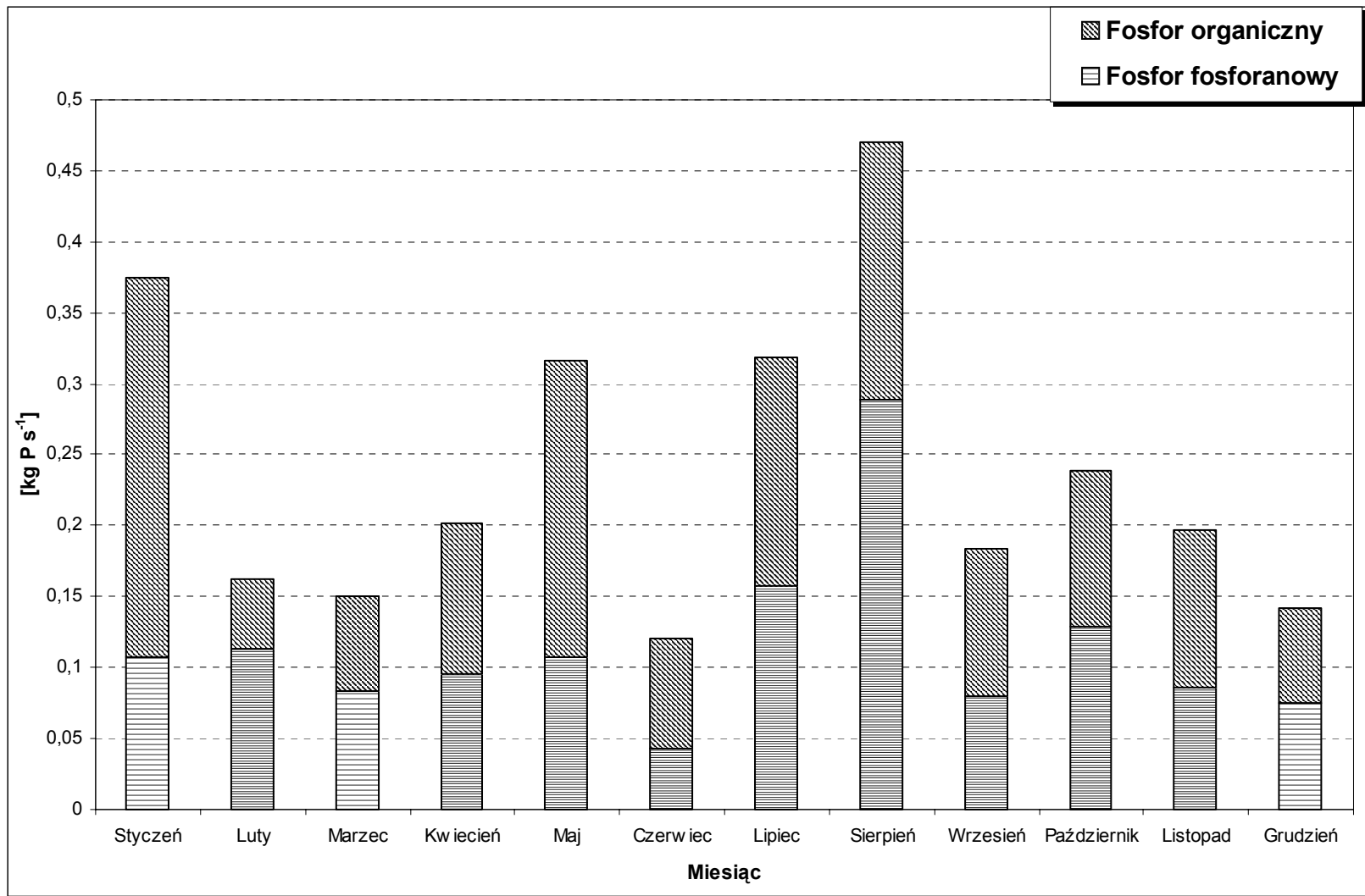
Rys. 22.7 Zmienność sezonowa odpływu azotu rzekami Przymorza w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



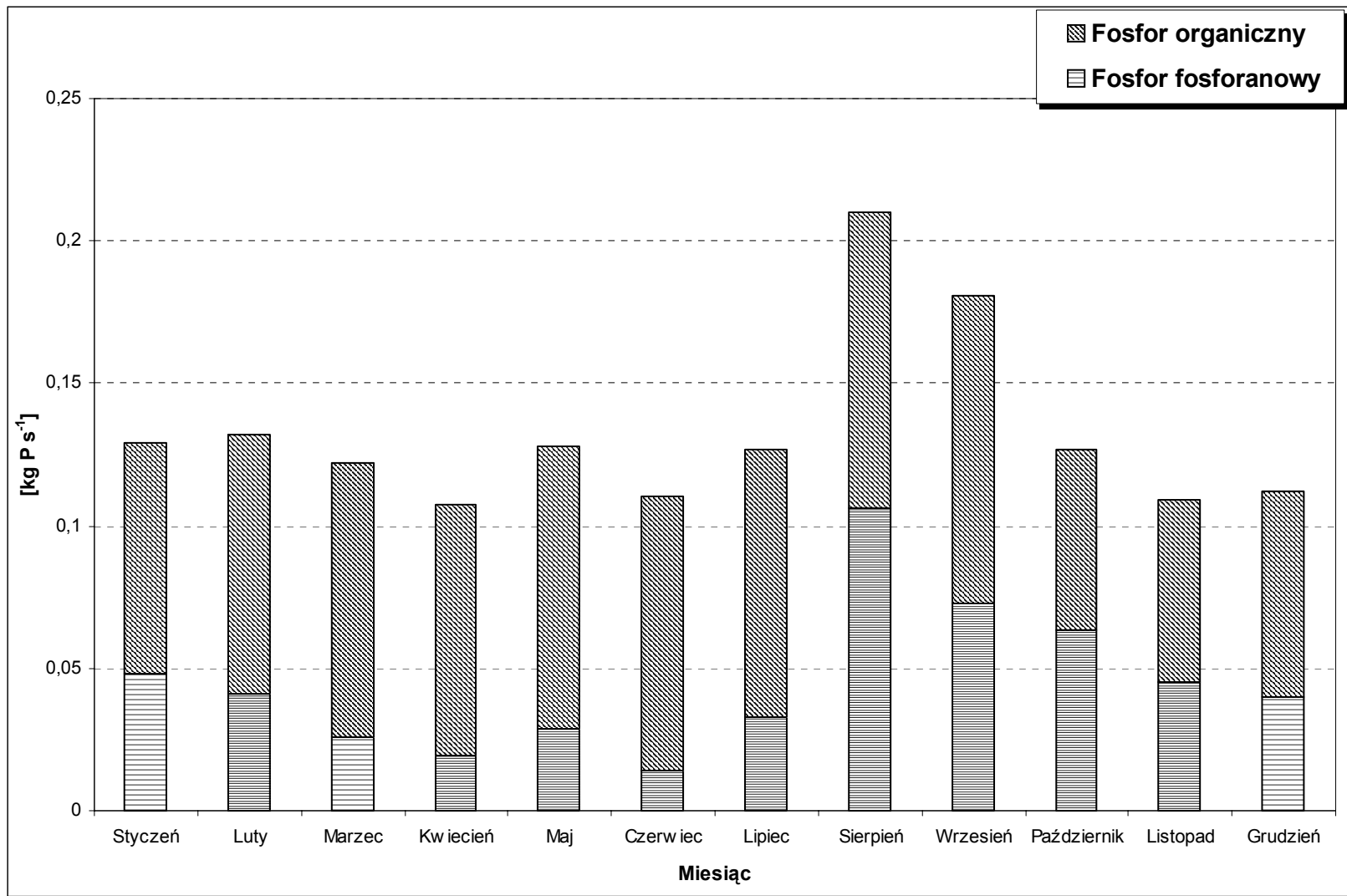
Rys. 22.8 Udział procentowy N-NO_x w N_{Og} w 2001 roku



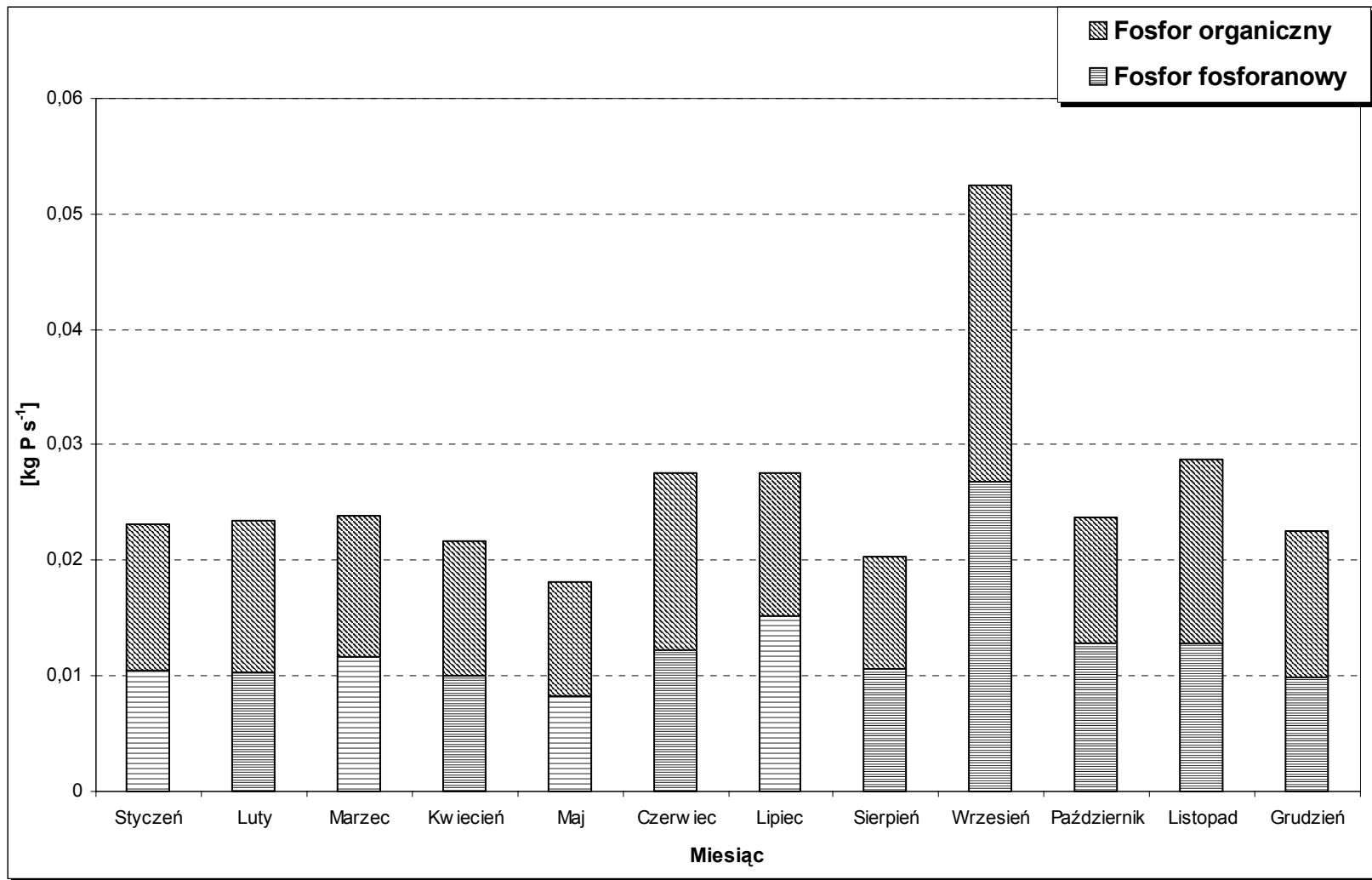
Rys. 22.9 Udział procentowy azotu mineralnego w azocie ogólnym w 2001 roku



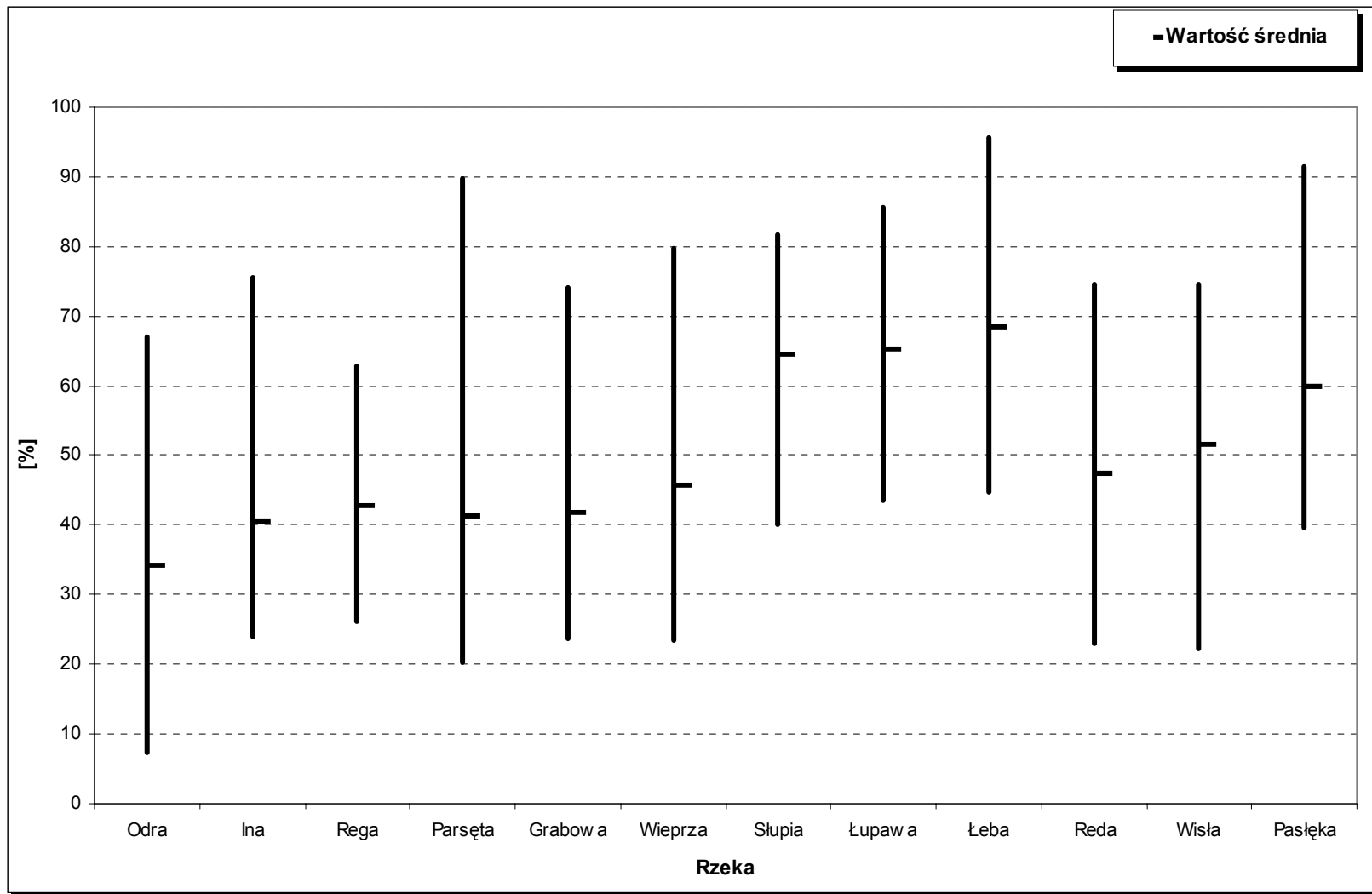
Rys. 22.10 Zmienność sezonowa odpływu fosforu Wisłą w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



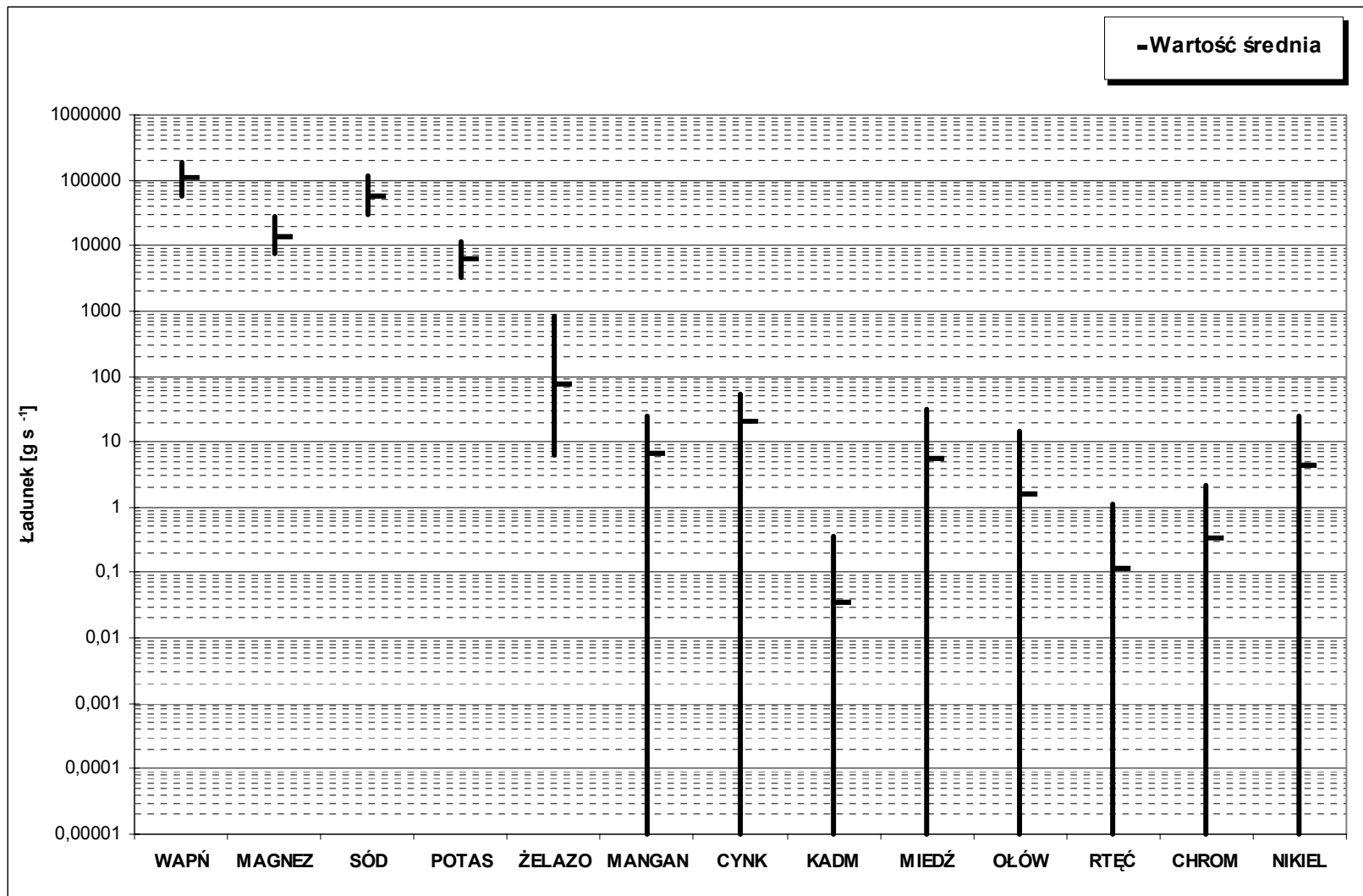
Rys. 22.11 Zmienność sezonowa odpływu fosforu Odrą w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



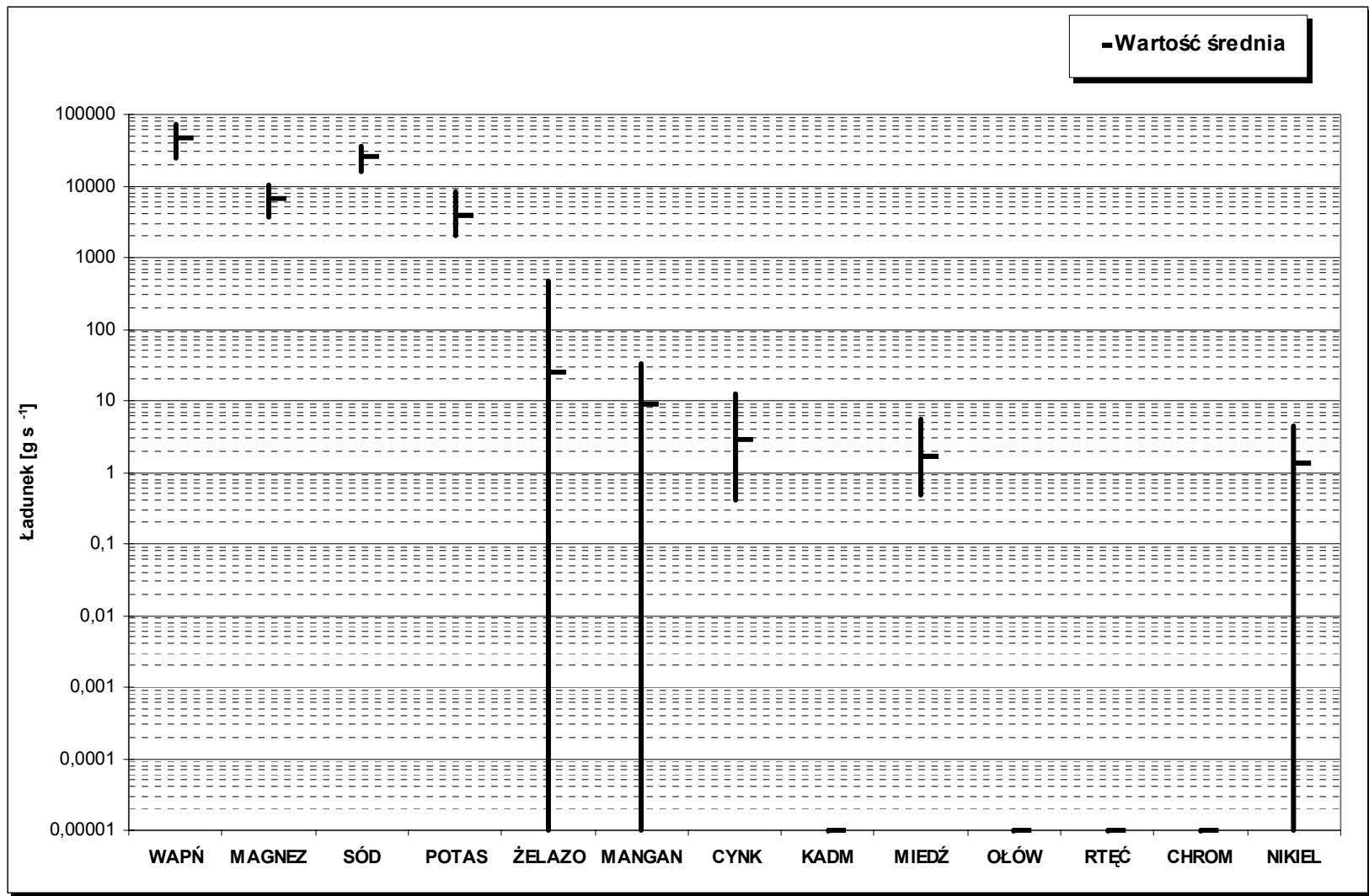
Rys. 22.12 Zmienność sezonowa odpływu fosforu rzekami Przymorza w 2001 roku, ładunki średnie miesięczne



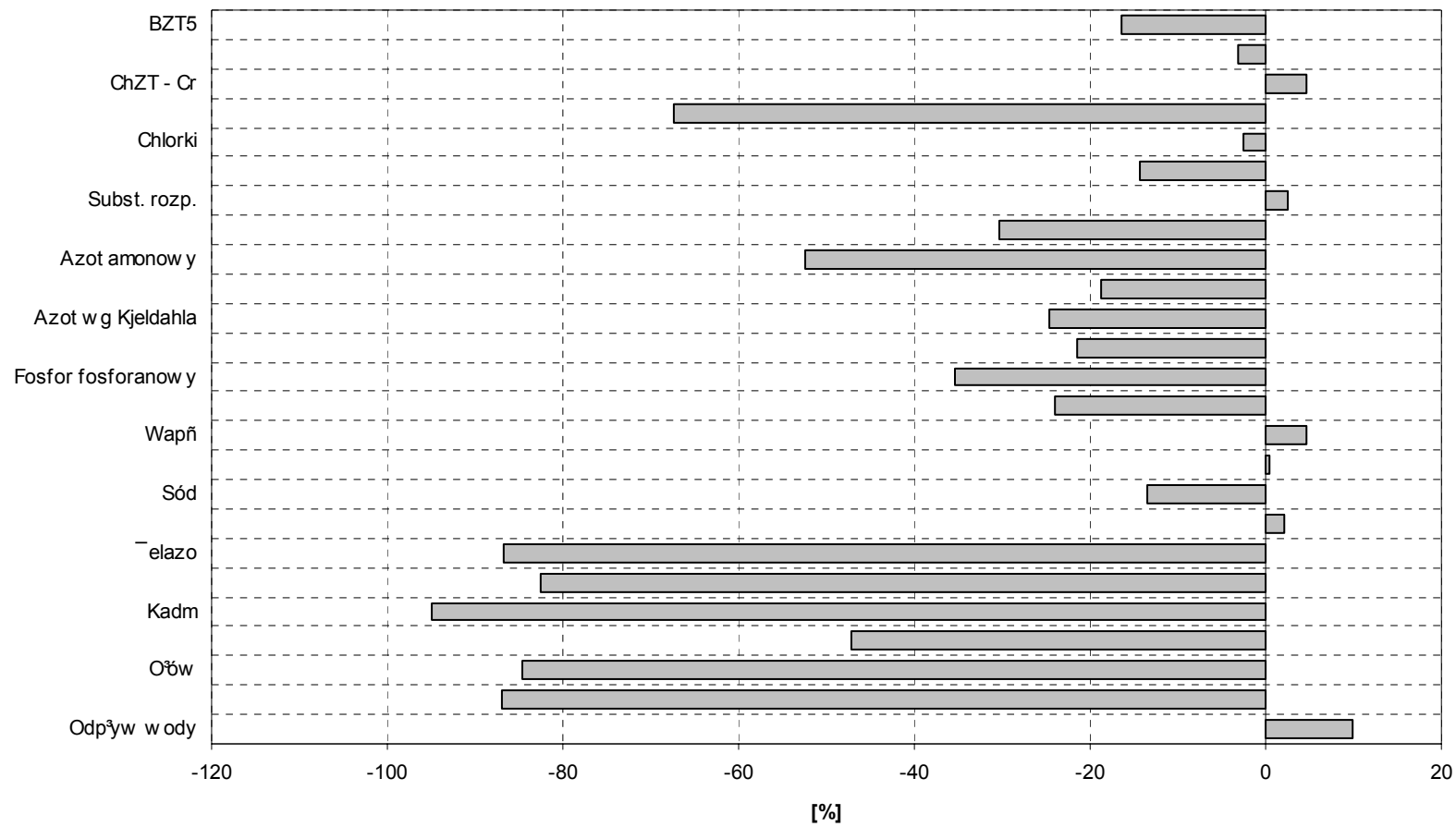
Rys. 22.13 Udział procentowy fosforu fosforanowego w fosforze ogólnym w 2001 roku



Rys. 22.14 Zmienność odpływu metali Wisłą w 2001 roku



Rys. 22.15 Zmienność odpływu metali Odrą w 2001 roku



Rys.22.16 Zmiana odpływu zanieczyszczeń rzekami polskimi w 2001 roku w odniesieniu do 1988 roku