

Zbigniew Kasztelewicz, Kazimierz Koziół***

WYDAJNOŚĆ I CZAS PRACY KOPAREK WIELONACZYNIOWYCH W KOPALNIACH WĘGLA BRUNATNEGO W POLSCE

1. Wprowadzenie

Branża węgla brunatnego Polsce składa się z pięciu odkrywkowych kopalń węgla brunatnego i pięciu elektrowni opalanych tym paliwem. Poszczególne kopalnie węgla brunatnego rozpoczęły zdejmowanie nadkładu i wydobywanie węgla w następujących latach:

- 1) KWB „Adamów” — nadkład w 1959 roku, węgiel w 1964 roku,
- 2) KWB „Bełchatów” — nadkład w 1977 roku, węgiel w 1980 roku,
- 3) KWB „Konin” — nadkład w 1945 roku, węgiel w 1947 roku,
- 4) KWB „Turów” — nadkład w 1947 roku, węgiel w 1947 roku,
- 5) KWB „Sieniawa” — początek wydobycia węgla około 1853 roku.

Natomiast elektrownie opalane węglem brunatnym rozpoczęły pracę w następujących okresach:

- 1) Elektrownia „Konin” — 1959 rok,
- 2) Elektrownia „Adamów” — 1964 rok,
- 3) Elektrownia „Pątnów” — 1967 rok (wymienione elektrownie tworzą obecnie Zespół Elektrowni Pątnów – Adamów – Konin (ZE PAK),
- 4) Elektrownia „Turów” — 1962 rok,
- 5) Elektrownia „Bełchatów” — 1981 rok.

Kopalnie węgla brunatnego są bardzo skomplikowanymi organizmami. Ich pracę można opisać wieloma parametrami. W artykule opisano parametr wydajności i czasu pracy kopa-

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** BOT KWB „Bełchatów” SA

rek wielonaczyniowych. Porównano cztery kopalnie oprócz KWB „Sieniawa”. Parametry i dane techniczne kopalń dotyczą stanu na dzień 31 grudnia 2005 roku. W kopalniach węgla brunatnego w Polsce maszynami podstawowymi do zdejmowania i zwałowania nadkładu oraz wydobywania węgla są koparki wielonaczyniowe i zwałowarki taśmowe. Maszyny podstawowe są ogniwami układów nadkładowych, tzw. KTZ (Koparka — Taśmociąg — Zwałowarka) i układów węglowych (Koparka — Taśmociąg — Załadownia węgla lub Przeladownia na placu uśredniania węgla). Koparki wielonaczyniowe dzieli się na kołowe i łańcuchowe.

Obecnie eksploatowane koparki wielonaczyniowe posiadają wydajność teoretyczną od 650 do 1100 m³/h a zwałowarki od 5000 do 15 400 m³/h. Maszyny podstawowe w przeważającej części są produkcji niemieckiej. Na łączną ilość koparek i zwałowarek branży, tj. 72 sztuki, każda kopalnia węgla brunatnego posiada w swoim zestawie także koparki wielonaczyniowe lub zwałowarki produkcji polskiej lub maszyny podstawowe po modernizacji dokonanej przez własne służby energomaszynowe. Obecnie w kopalniach pracują 53 koparki i 19 zwałowarek. Porównując lata pracy koparek w poszczególnych kopalniach węgla brunatnego w Polsce należy zauważyć, że najstarsze koparki (tab. 1) posiada kopalnia „Konin”. Ponad 88% koparek na więcej niż 30 lat. Drugą pozycję pod względem wieku koparek zajmuje kopalnia „Turów” — ponad 71% koparek ma więcej niż 30 lat pracy. Następną kopalnią w tym rankingu jest kopalnia „Adamów” z ponad 55% koparek mających ponad 30 lat pracy. Koparki o najkrótszym stażu pracują w kopalni „Bełchatów”.

TABELA 1

Ogólna struktura wiekowa koparek wielonaczyniowych pracujących w polskich kopalniach węgla brunatnego — stan na koniec 2005 roku

Przedział czasu	Adamów		Bełchatów		Konin		Turów		Branża	
	ilość	udział, %	ilość	udział, %	ilość	udział, %	ilość	udział, %	ilość	udział, %
powyżej 40 lat	3	33,3	—	—	2	11,8	10	71,4	15	28,3
30–40	2	22,2	—	—	13	76,5	—	—	15	28,3
20–30	1	11,1	10	76,9	2	11,8	1	7,1	14	26,4
10–20	2	22,2	3	23,1	—	—	3	21,4	8	15,1
1–10	1	11,1	—	—	—	—	—	—	1	1,9
razem	9	100,0	13	100,0	17	100,0	14	100,0	53	100,0

2. Wydajność i czas pracy koparek wielonaczyniowych

Dla przeprowadzenia analizy wydajności i czasu pracy koparek wielonaczyniowych w polskich kopalniach węgla brunatnego dokonano podsumowania dotychczasowych osiągnięć eksploatacyjnych każdej z koparek pracy przy zdejmowaniu nadkładu oraz przy eks-

ploatacji węgla brunatnego. Główne parametry pracy koparek zestawiono według poniższego schematu:

- rok budowy koparki;
- wydobyty węgiel, tys. Mg;
- zdjęty nadkład, tys. m³;
- łączny czas pracy koparki, godz.;
- średnia wydajność, m³/h;
- stosunek wydajności średniej do teoretycznej Q_{sr}/Q_{teors} %;
- średnia wydajność z 10 lat, m³/h;
- największa roczna wydajność w okresie pracy w danej kopalni, m³/h.

W tabelach 2–5 przedstawiono wymienione powyżej parametry pracy koparek wielonaczyniowych w poszczególnych kopalniach węgla brunatnego.

W kopalni „Adamów” najwięcej nadkładu zdjęła koparka KWK 1200M — prawie 180 mln m³, a największą wydajność osiągnęła koparka KWK 1500S/1 — ponad 2600 m³/h. Natomiast największy współczynnik efektywności czasu pracy uzyskała koparka SchRs 800/1 — 50%.

W kopalni „Bełchatów” rekordzistką pod względem ilości nadkładu jest koparka SchRs 4000 (44) — prawie 550 mln m³, a największą wydajność osiągnęła koparka SchRs 4600 (42) — prawie 7700 m³/h. Największy współczynnik efektywności czasu pracy uzyskała koparka SchRs 4000 (45) — ponad 46,5%.

W kopalni „Konin” najwięcej nadkładu zdjęła koparka SRs 1200/2 (31) na odkrywcę Józwin — ponad 252 mln m³, a największą wydajność uzyskała koparka SRs 1200/3 (32) — ponad 2700 m³/h. Natomiast największy współczynnik efektywności czasu pracy uzyskała koparka ERS 710/2 — prawie 50%.

W kopalni „Turów” najlepszą koparką pod względem ilości zdjętego nadkładu jest koparka KWK 1200M (K-26) — ponad 180 mln m³, a największą wydajność osiągnęła koparka KWK 150s (K-9) — prawie 2700 m³/h. Największy współczynnik efektywności czasu pracy posiada koparka KWK 1500s (K-9) — prawie 44%.

Na rysunkach 1–4 pokazano średnie roczne wydajności koparek na poszczególnych kopalniach.

Zbiornicze wykresy średnich wydajności koparek w poszczególnych kopalniach (rys. 5) pokazują, że największą średnią wydajność uzyskano w kopalni „Bełchatów” — od 3000 do 5500 m³/h. Średnie wydajności w trzech pozostałych kopalniach mieszczą się w przedziale od 700 do 1600 m³/h i są około trzy razy mniejsze niż w kopalni „Bełchatów”. W kopalniach „Adamów”, „Bełchatów” i „Turów” występuje podobna tendencja średnich wydajności.

W pierwszych latach rozpatrywanego okresu widać niewielki spadek tego parametru, później stabilizację, a następnie niewielki wzrost. Duży spadek wydajności w pierwszych latach pracy kopalni „Bełchatów”, widoczny na rysunku 5, spowodowany był wprowadzaniem do pracy, prawie co roku, nowych koparek. Powodowało to uśrednianie się tej wartości.

TABELA 2
Główne parametry koparek pracujących w KWB „Adamów”

Odkrywka	Typ maszynowy	Rok produkcji	Łączna masa urobku		Łączny czas pracy koparki	Wydajność teoretyczna	Średnia wydajność	$\sigma_{\text{rel}}/\sigma_{\text{teor}}$	Współczynnik efektywności η_{ef}		Średnia wydajność z 10 lat, m^3/h					Największa roczna wydajność	
			węgiel, tys. Mg	nadkład, tys. m^3					h	m^3/h	m^3/h	%	%	60	70	80	90
O/Adamów	KWK 1500s/1	1988	–	159 545	71 311	4200	2237	53,3	47,4	–	–	1538	2301	2277	1992	2622	
	KWK 1500s/2	1996	–	80 410	39 409	4200	2040	48,6	48,2	–	–	–	2201	1963	1999	2418	
	Rs 400/1	1964	69 485	–	118 482	650	489	75,2	33,0	435	503	594	663	784	2004	884	
O/Koźmin	KWK 1200M	1964	–	179 142	154 342	3460	1161	33,5	44,0	1114	936	1039	1353	1587	1998	1936	
	SchRs 800/1	1964	–	138 124	175 802	2160	786	36,4	50,0	878	785	832	700	776	1986	1129	
	Rs 400/2	1975	37 495	2136	66 121	650	505	77,7	26,5	–	425	602	652	795	1982	909	
O/Władysławów	SchRs 800/2	1977	–	72 630	96 120	2160	756	35,0	38,9	–	–	728	755	919	2005	1028	
	SchRs 800/3	1988	–	41 978	62 311	2160	674	31,2	39,5	–	–	681	682	643	1991	762	
	SchRs 315/3	1977	33 534	–	65 408	1030	427	41,5	26,6	–	463	516	522	509	1991	612	

TABELA 3

Główne parametry koparek pracujących w KWB „Konin”

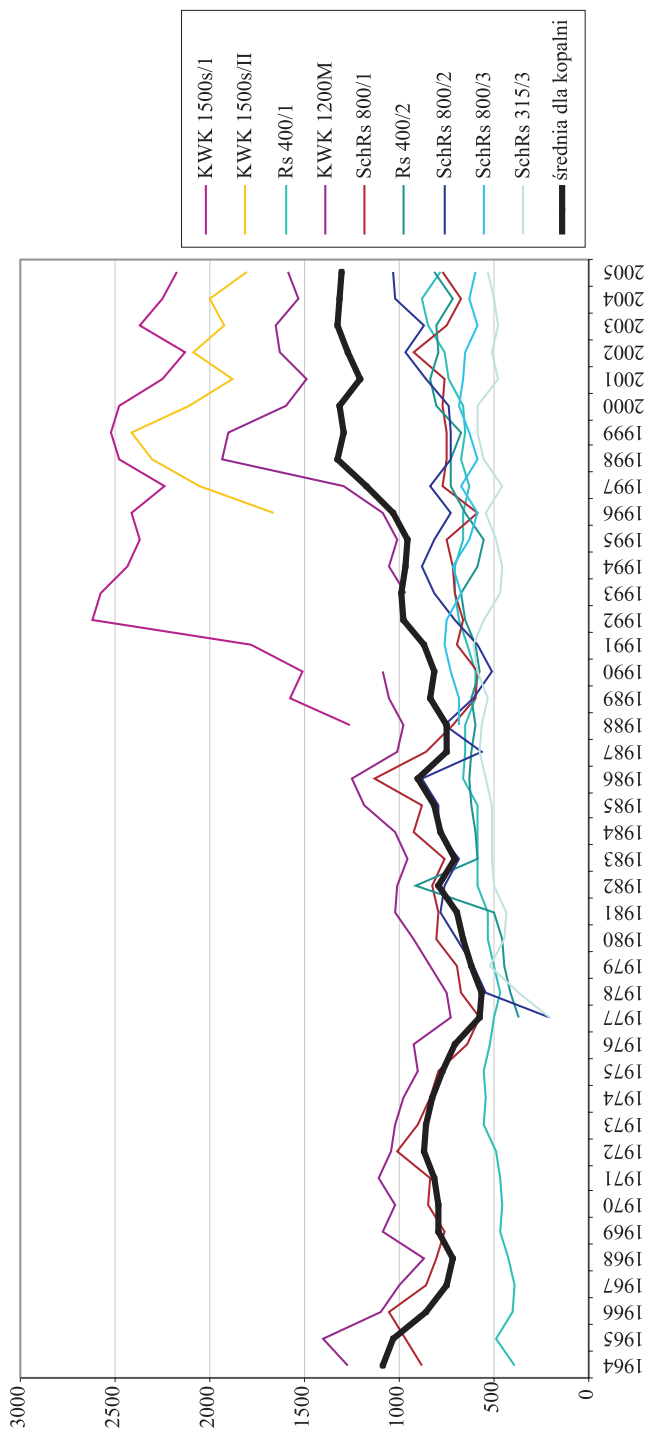
Odkrywka	Typ maszyny (nr wewn.)	Rok produkcji	Łączna masa urobku		Łączny czas pracy koparki h	Wydajność teoretyczna m ³ /h	Średnia wydajność m ³ /h	$\sigma_{\text{teor}}^{\text{st}}/\sigma_{\text{ef}}$	Wskaźnik efektywności η_{ef}	Średnia wydajność z 10 lat, m ³ /h					Największa roczna wydajność	
			węgiel, tys. Mg	nadkład, tys. m ³						60	70	80	90	00	z roku	m ³ /h
O/Kazimierz	SchRs 1200	1967	0	246 991	130 221	3550	1897	53,4	40,2	1451	1483	1995	2021	2344	2003	2581
	SRs 1200/3	1971	7432	198 647	111 889	3450	1831	53,1	37,1	–	1313	1826	2040	2226	1999	2435
	SRs 1200/1	1968	12	242 017	137 052	3450	1766	51,2	41,1	1370	1405	1907	2010	1879	1995	2367
	Rs 560/3	1968	2221	55 642	142 272	700	404	57,7	46,1	–	401	438	384	389	1984	559
	SchRs 315	1964	50 140	2501	88 834	725	499	68,8	24,8	520	456	435	571	593	1994	713
O/Józwin	Rs 560/2	1967	34 063	28 977	123 134	1100	466	42,4	36,6	399	398	456	548	596	2000	653
	SRs 1200/1	1974	873	216 806	116 228	3550	1872	52,7	42,3	–	1583	1899	1783	2222	2000	2502
	SRs 1200/3	1975	0	242 835	110 385	3450	2200	63,8	40,6	–	1467	2120	2419	2438	1994	2718
	SRs 1200/2	1971	0	252 500	130 181	3500	1940	55,4	43,1	–	1463	2180	1964	2044	1984	2591
	SchRs 800	1966	145	150 235	136 486	2150	1102	51,2	41,9	1042	918	1197	1212	931	1995	1460
	ERs 710/2	1973	2388	76 620	143 734	1120	547	48,8	49,7	–	479	578	589	490	1990	726
	ERs 710/1	1972	11 791	67 900	135 200	1120	575	51,3	46,1	–	437	588	610	701	2000	880
	Rs 560	1962	59 900	469	95 921	1100	525	47,8	31,8	–	498	501	564	567	1979	730
O/Lubstów i Drzewce	KWK 1500s	1985	2370	155 802	76 048	4100	2075	50,6	42,7	–	–	1869	1998	2365	2003	2629
	SchRs 900	1983	44 221	77 740	70 640	4100	1622	39,6	35,2	–	–	1722	1620	1489	1984	2025
	KWK 800M	1966	20 983	93 564	134 732	2540	824	32,4	40,8	1069	850	663	800	1198	2001	1504
	Rs 560	1966	53 865	5423	96 041	1100	524	47,6	27,7	473	482	439	630	792	2000	902

TABELA 4
Główne parametry koparek pracujących w KWB „Bełchatów”

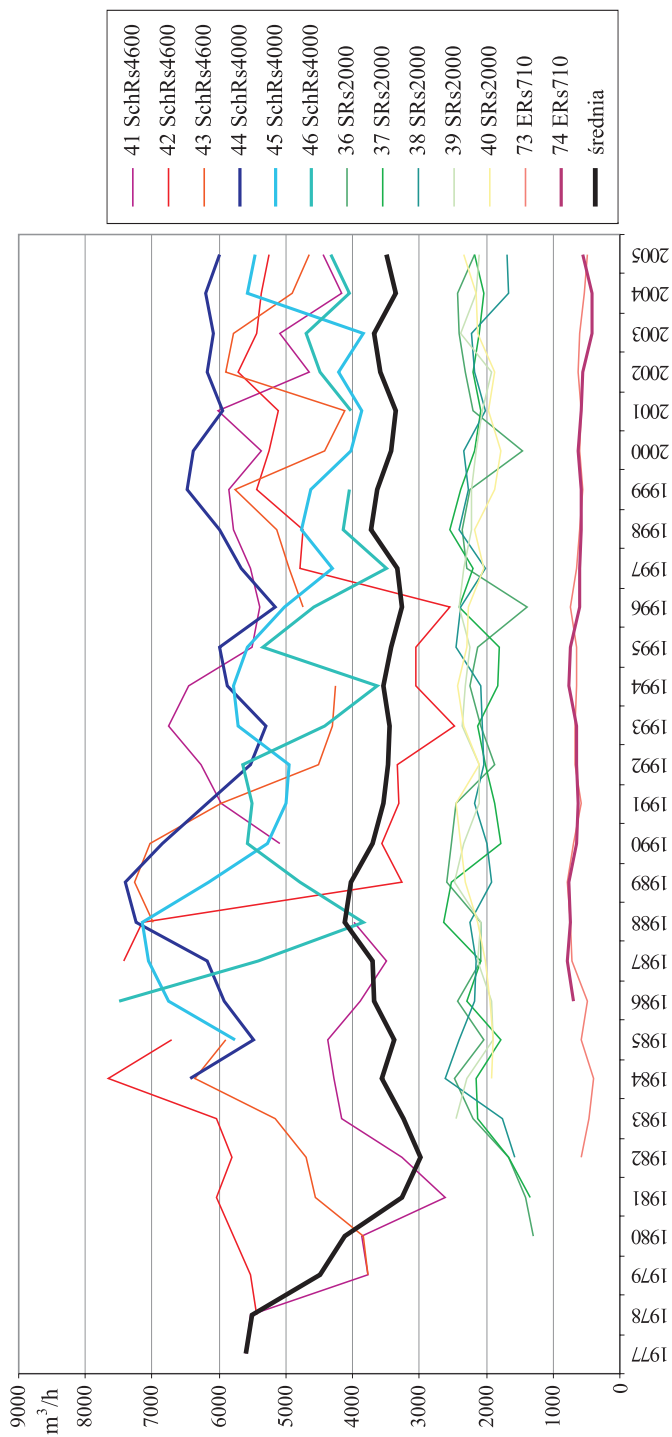
Numer koparki	Typ maszyny	Rok produkcji	Łączna masa urobku		Łączny czas pracy koparki	Wydajność teoretyczna	Średnia wydajność	$\frac{Q_{\text{st}}}{Q_{\text{teor}}}$	Współczynnik efektywności η_{ef}	Średnia wydajność z 10 lat, m^3/h				Największa roczna wydajność	
			węgiel, tys. Mg	nadkład, tys. m^3						70	80	90	00	z roku	m^3/h
41	SchRs 4600	1977	2138	496 174	102 411	9350	4862	52,0	40,2	4843	3753	5917	5045	1993	6765
42	SchRs 4600	1978	22 030	468 198	95 213	9350	5110	54,7	38,7	5500	6155	3740	5332	1984	7669
43	SchRs 4600	1979	422	421 963	78 900	9350	5353	57,2	33,3	3769	5574	5378	5131	1989	7269
44	SchRs 4000	1984	37	548 153	88 869	11 000	6168	56,1	46,0	–	6497	5991	6145	1989	7396
45	SchRs 4000	1986	2419	450 662	85 732	11 000	5280	48,0	46,5	–	6654	5084	4476	1988	7153
46	SchRs 4000	1986	12 740	358 318	77 516	11 000	4759	43,3	44,1	–	5401	4750	4320	1986	7498
36	SRs 2000	1980	87 164	114 154	85 614	6000	2182	36,4	37,5	–	2040	2229	2308	1989	2590
37	SRs 2000	1981	134 450	72 283	87 444	6000	2108	35,1	39,8	–	2043	2149	2133	1988	2647
38	SRs 2000	1982	103 911	69 372	73 987	6000	2108	35,1	35,1	–	2086	2195	2041	1984	2612
39	SRs 2000	1983	127 720	50 771	71 545	6000	2197	36,6	35,4	–	2157	2269	2151	1989	2478
40	SRs 2000	1985	148 260	30 386	72 239	6000	2131	35,5	37,4	–	2035	2246	2074	1991	2442
73	ERs 710	1982	40 695	4399	63 442	1400	604	43,1	30,1	–	573	646	570	1989	789
74	ERs 710	1986	37 327	1235	51 084	1400	633	45,2	29,1	–	756	639	527	1987	790

TABELA 5
Główne parametry koparek pracujących w KWB „Turów”

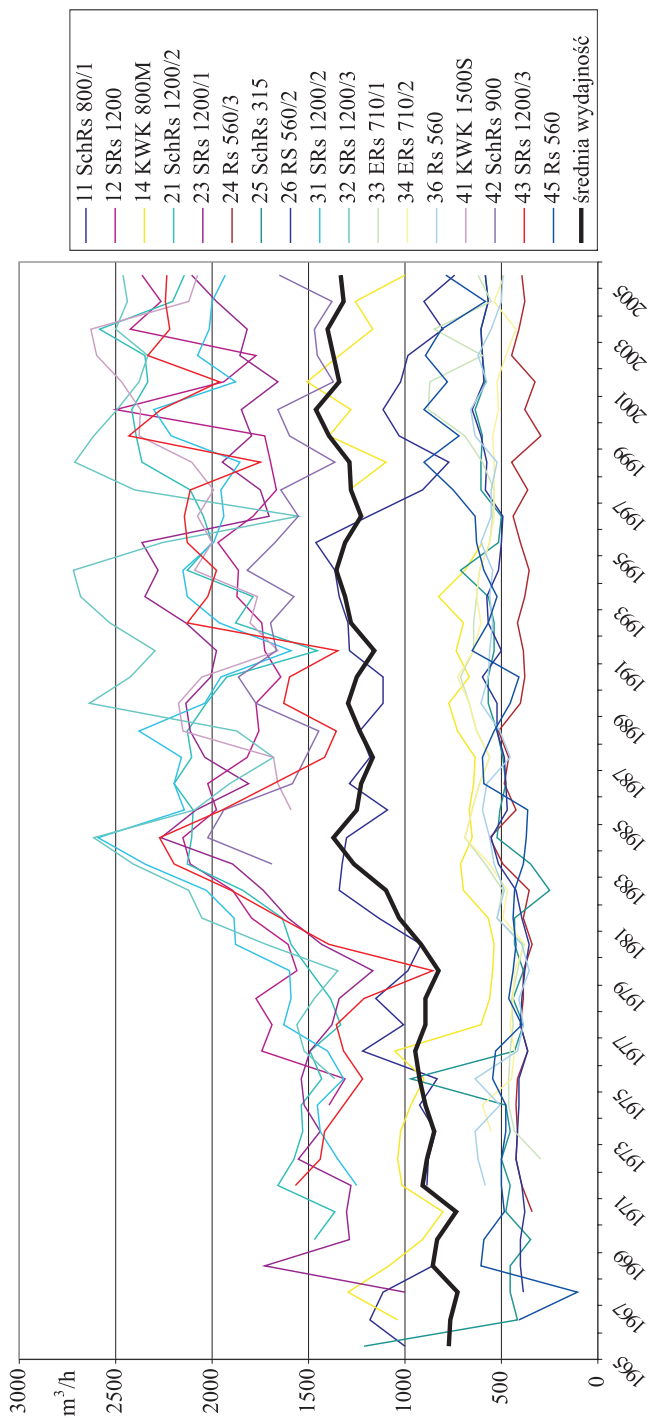
Numer koparki	Typ maszynowy (numer wewnętrzny)	Rok produkcji	Łączna masa urobku		Łączny czas pracy koparki h	Wydajność teoretyczna m ³ /h	Średnia wydajność m ³ /h	$\bar{Q}_{eff}/Q_{teor}$ %	Wsółczynnik efektywności η_{ef} %	Średnia wydajność z 10 lat, m ³ /h					Największa roczna wydajność	
			węgiel, tys. Mg	nadkład, tys. m ³						60	70	80	90	00	z roku	m ³ /h
K-5	KWK 1400	1980	7149	126 465	82 044	4370	1608	36,8	37,1	–	–	1427	1773	1511	1985	2053
K-7	SchRs 1200	1959	41 102	148 873	139 404	3300	1244	37,7	37,5	1792	1315	1231	1164	1112	1967	1596
K-9	KWK 1500s	1991	2459	89 094	40 612	4200	2240	53,3	43,8	–	–	–	2165	2476	2000	2668
K-11	KWK 1500s	1993	5647	62 796	31 984	4200	2098	50,0	40,7	–	–	–	1942	2436	2000	2599
K-14	KWK 1200M	1962	51 617	130 008	134 335	3750	1263	33,7	32,5	1374	1182	1438	1075	1132	1984	2016
K-15	KWK 1500s	1995	3329	43 695	23 813	4200	1942	46,2	43,3	–	–	–	1868	2066	1999	2395
K-21	Rs 560	1959	37 213	5867	98 671	1100	352	32,0	19,0	482	459	319	187	256	1974	721
K-22	SchRs 1200	1961	62 978	109 199	140 391	3428	1125	32,8	29,3	1151	1047	1230	1099	1030	1973	1364
K-23	SchRs 1200	1960	51 140	139 212	142 905	3428	1248	36,4	33,4	1204	1423	1240	1088	1032	1991	1781
K-24	SchRs 1200	1962	50 986	152 101	148 521	3300	1286	39,0	43,5	1141	1389	1247	1283	1324	1973	1869
K-26	KWK 1200M	1962	26 401	182 983	146 937	3750	1386	37,0	40,0	1129	1666	1408	1213	1099	1973	1966
K-27	KWK 1200M	1962	62 118	124 651	145 132	3750	1189	31,7	38,3	1131	1183	1150	1261	1305	1994	1437
K-28	KWK 1200M	1963	77 890	64 418	133 611	3750	936	25,0	34,0	1132	852	878	968	1241	1964	1349
K-30	SchRs 800	1963	23 463	8144	115 920	1100	226	20,6	29,8	195	309	232	121	190	1974	472



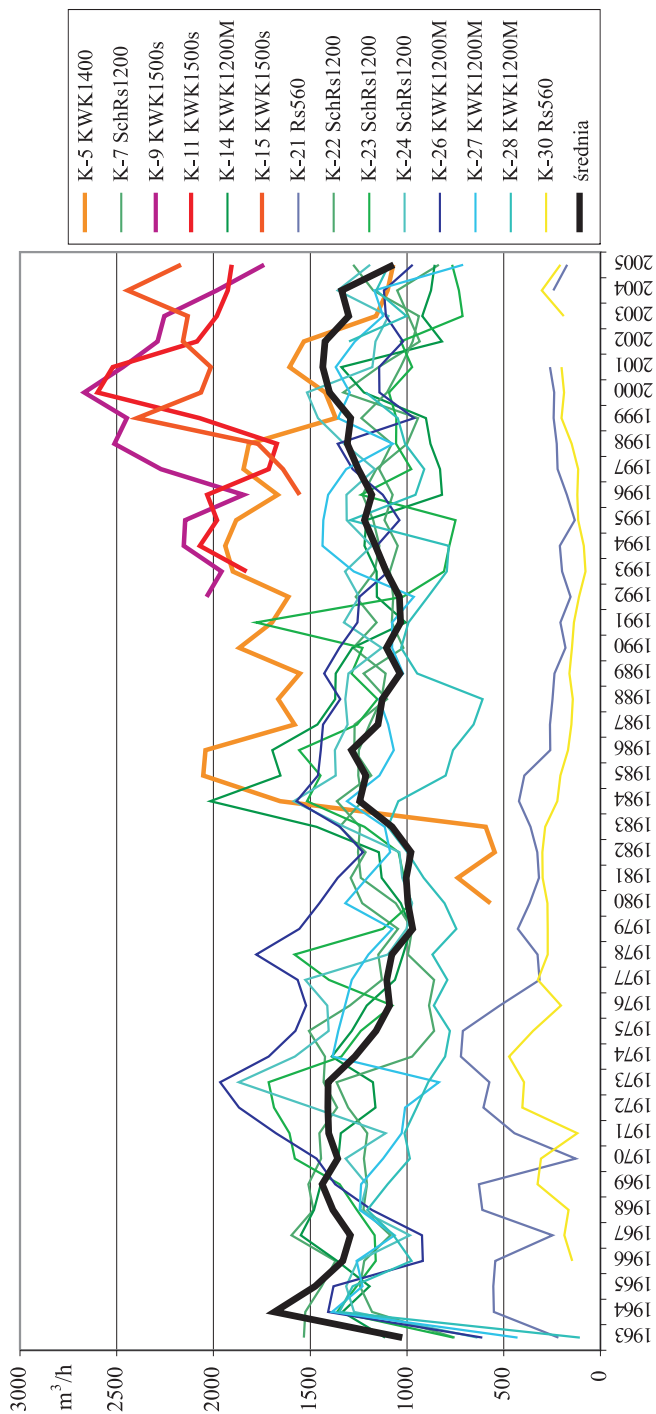
Rys. 1. Średnia roczna wydajność koparek KWB „Adamów”



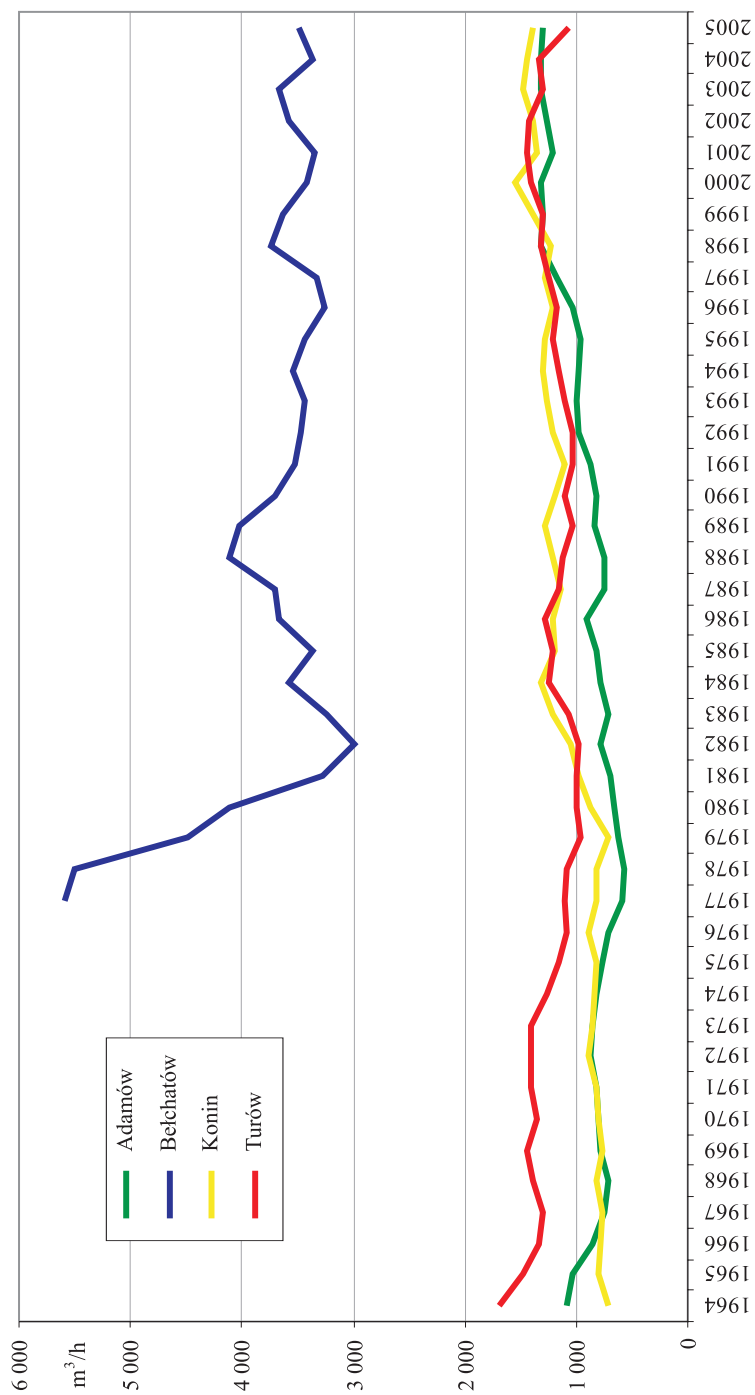
Rys. 2. Średnia roczna wydajność koparek KWB „Belchatów”



Rys. 3. Średnia roczna wydajność koparek KWB „Konin”



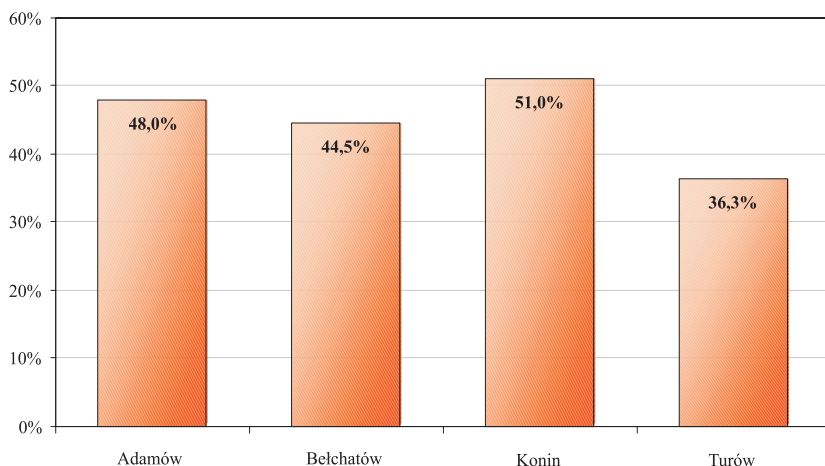
Rys. 4. Średnia roczna wydajność koparek KWB „Turów”



Rys. 5. Średnia wydajność koparek pracujących w poszczególnych kopalniach

Odmienna tendencja widoczna jest w kopalni „Konin”. W połowie badanego okresu średnia wydajność utrzymywała się na poziomie około 1000 m³/h, a od roku 1981 następuje systematyczny wzrost tego parametru do 1500 m³/h.

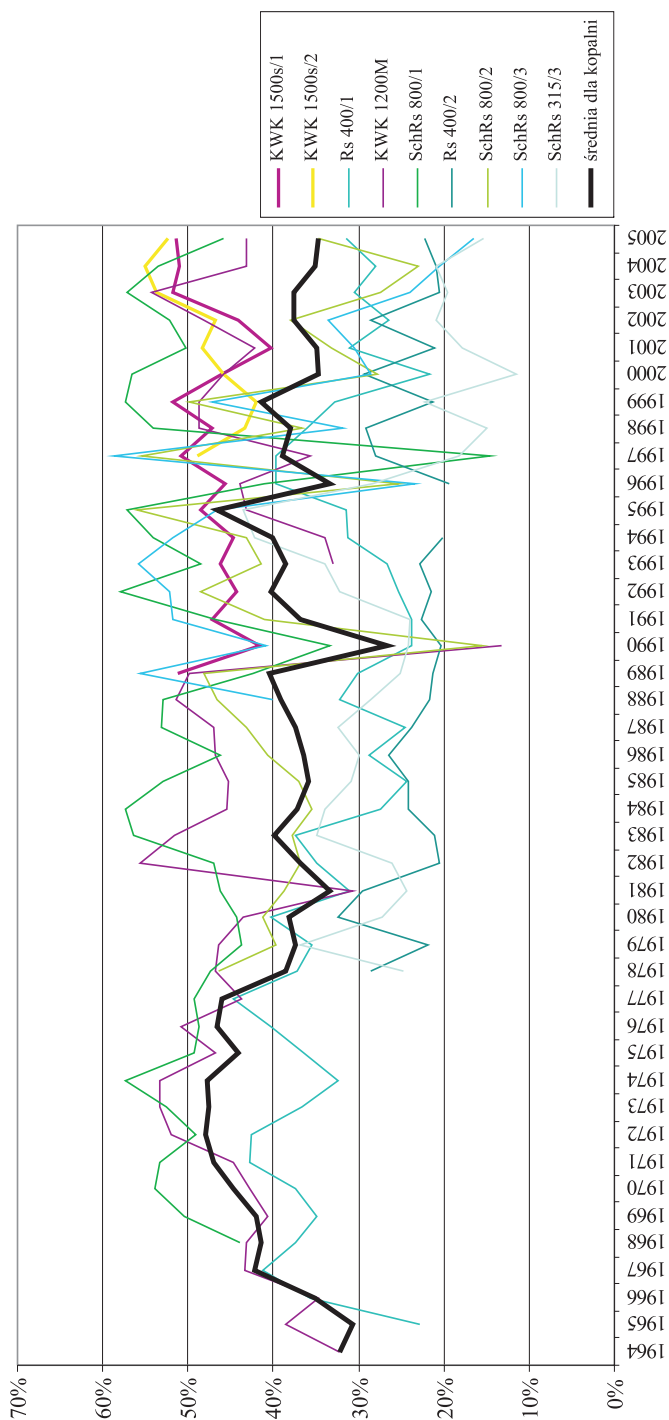
Na podstawie powyżej przedstawionych faktów można wysnuć generalny wniosek, że średnia wydajność koparek pracujących w poszczególnych kopalniach od 20 lat jest ustabilizowana na wysokim poziomie. Na rysunku 6 przedstawiono średni stosunek wydajności średniej Q_{sr} koparek do wydajności teoretycznej Q_{teor} .



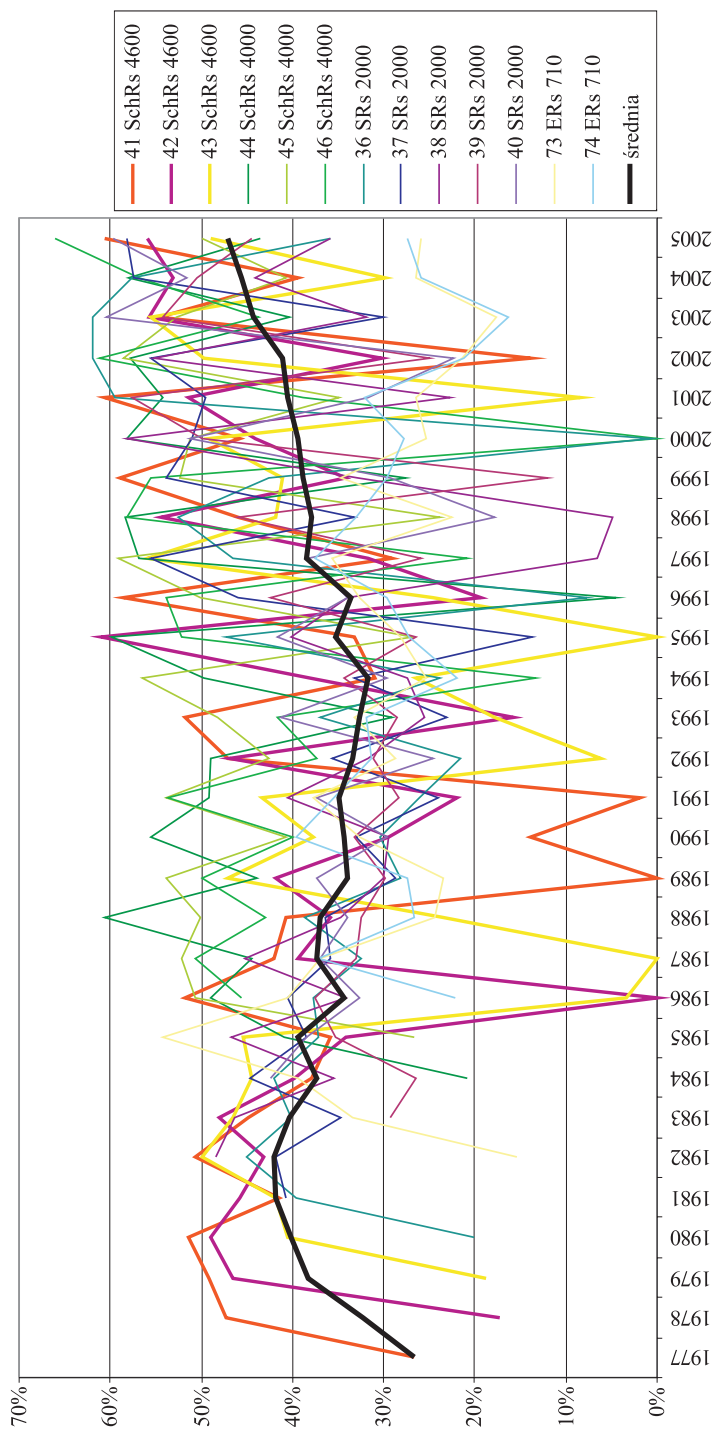
Rys. 6. Średni stosunek Q_{sr}/Q_{teor} dla poszczególnych kopalń za cały okres działalności, %

Z rysunku wynika, że najlepszy omawiany stosunek uzyskała kopalnia „Konin” — ponad 50%, a najmniej kopalnia „Turów” — około 36%. W kopalni „Turów” wartość tego stosunku wynika ze specyfiki selektywnej pracy koparek. Zbiorcze zestawienie współczynników efektywnego czasu pracy koparek dla poszczególnych kopalń przedstawiają rysunki 7–10, a na rysunkach 11 i 12 przedstawiono porównanie współczynników dla wszystkich kopalń.

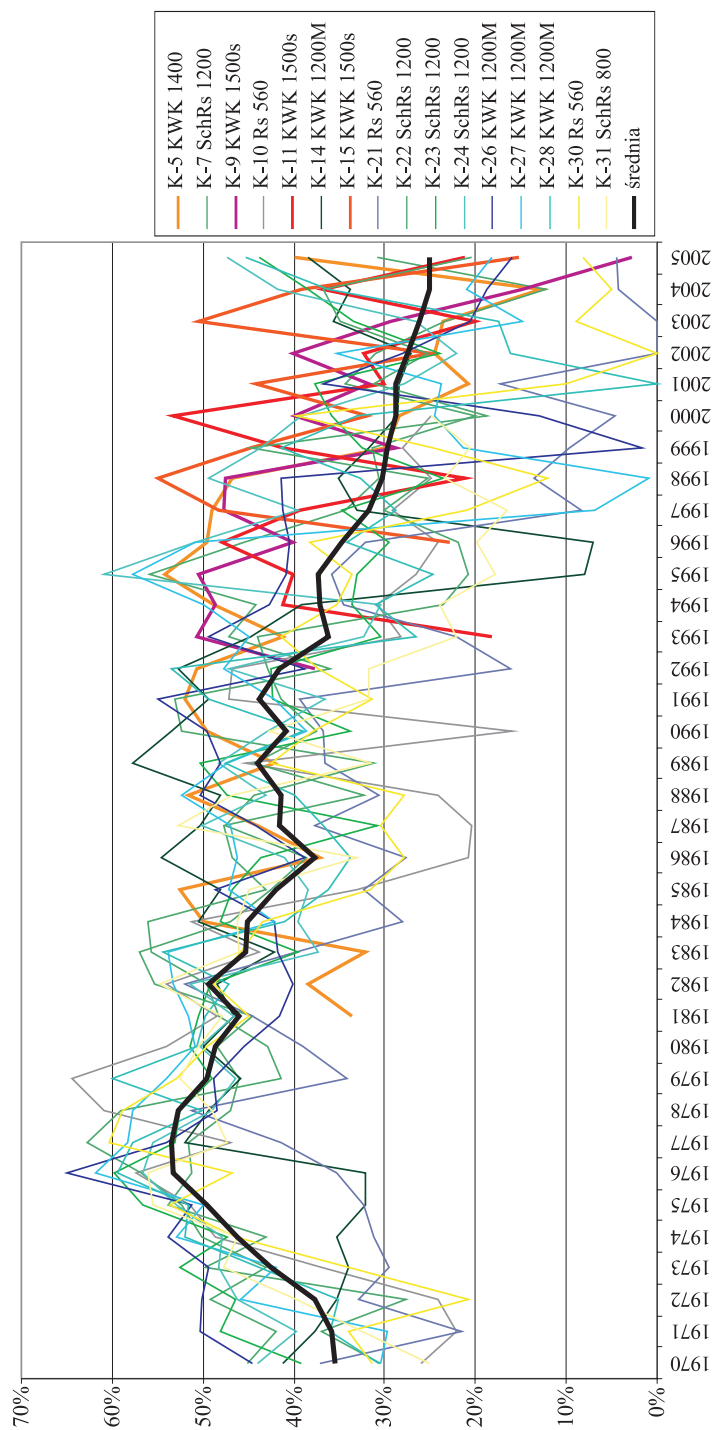
Kopalnie węgla brunatnego za cały okres swojej działalności osiągały średni współczynnik efektywności czasu pracy koparek w przedziale od 35,1 do 39,3%. Najlepszą wartość tego współczynnika uzyskały koparki pracujące w kopalniach „Adamów” i „Konin”, po 39,3%. Za tymi kopalniami uplasowała się kopalnia „Bełchatów” — 37,9% i kopalnia „Turów” — 35,1%. Każda z kopalń przedstawia szereg argumentów ze sfery technicznej i organizacyjnej, wyjaśniających taki poziom tego parametru. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć: okresowy brak sprzętu technologicznego, pracę selektywną, trudne warunki urabiania, wieloletnie sterowanie „ręczne” układami KTZ, pracującymi poza szczytami energetycznymi. W kopalni „Bełchatów” przyczyną osiągnięcia takich wyników jest praca dodatkowych dwóch koparek przeznaczonych dla odkrywki Szczerców, a dla kopalni „Turów” obniżenie zapotrzebowania na węgiel przez miejscową elektrownię spowodowane modernizacją bloków energetycznych w okresie ponad 10 lat.



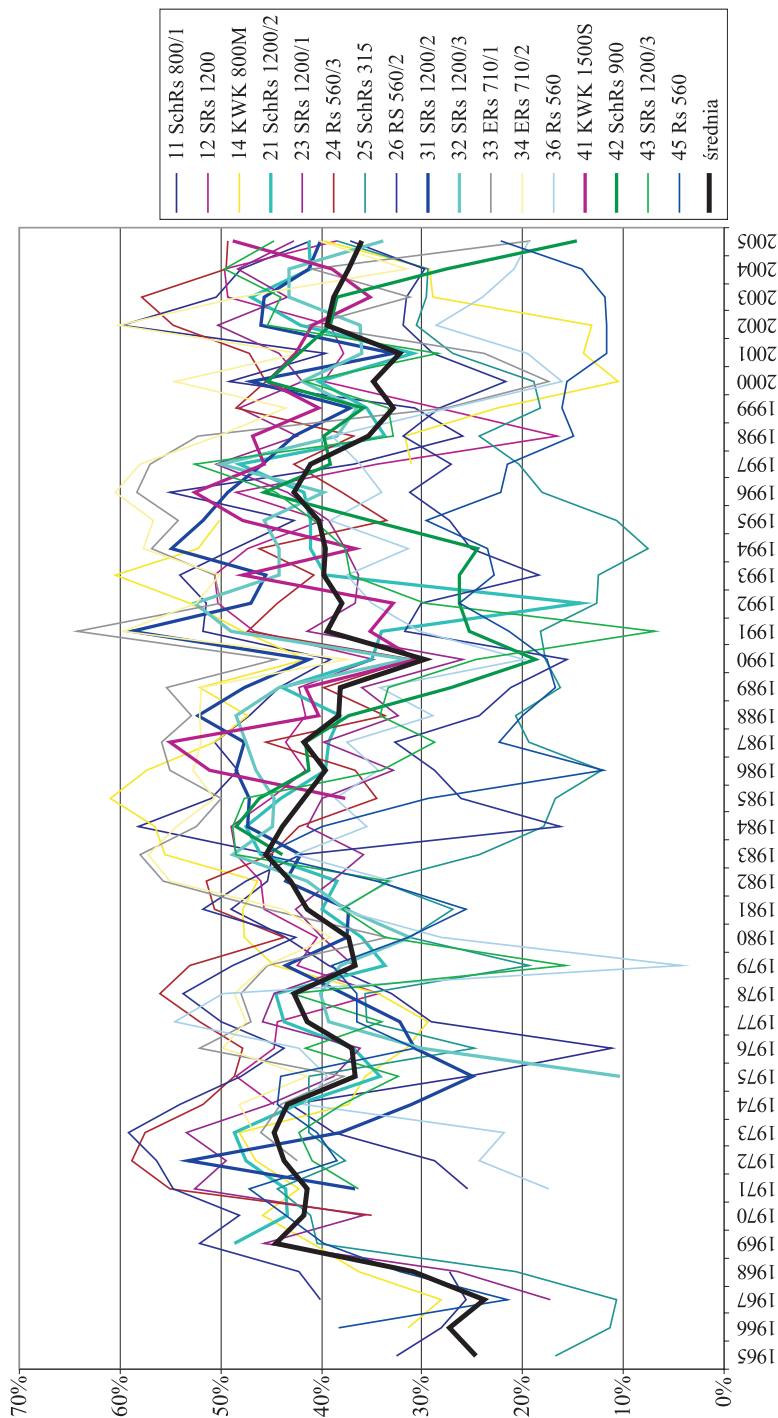
Rys. 7. Średnie roczne współczynniki efektywności czasu pracy koparek pracujących w KWB „Adamów”



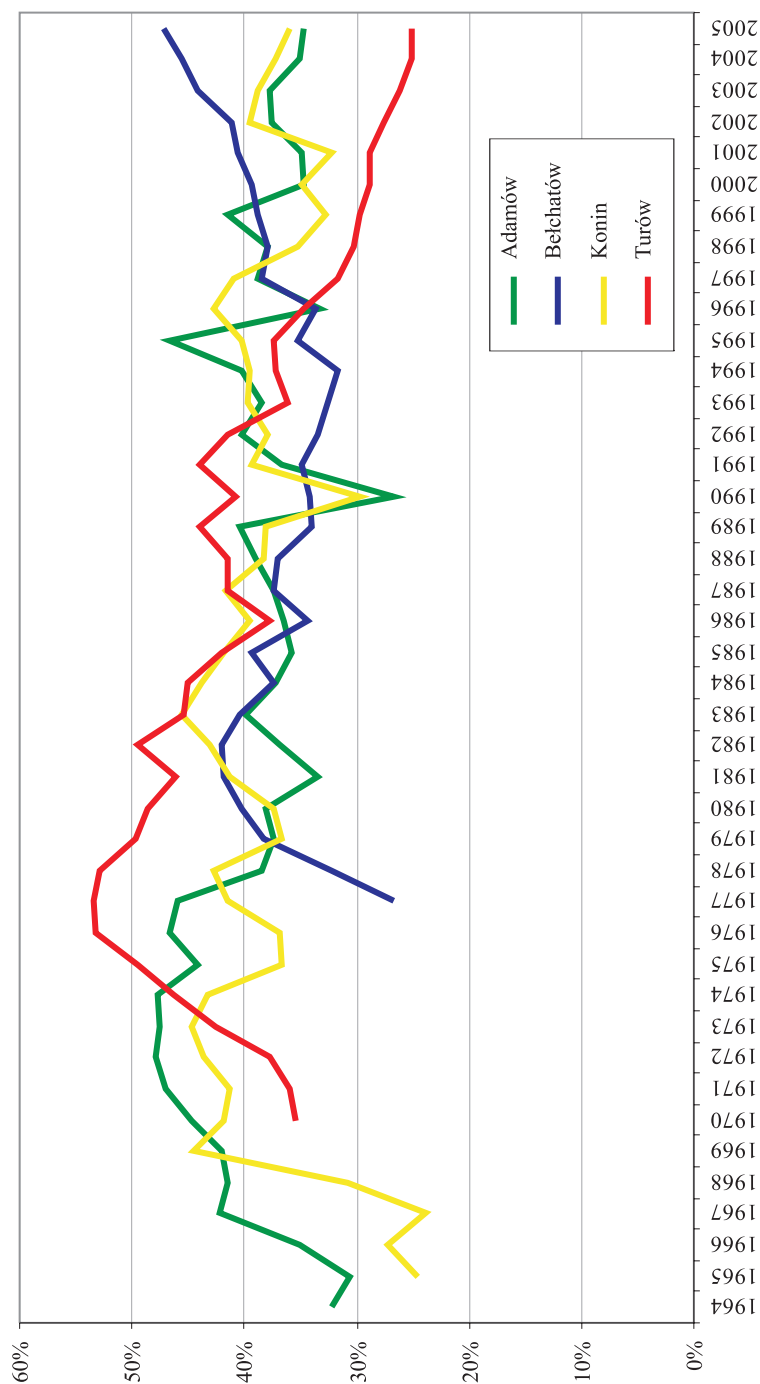
Rys. 8. Średnie roczne współczynniki efektywności czasu pracy koparek pracujących w KWB „Bełchatów”



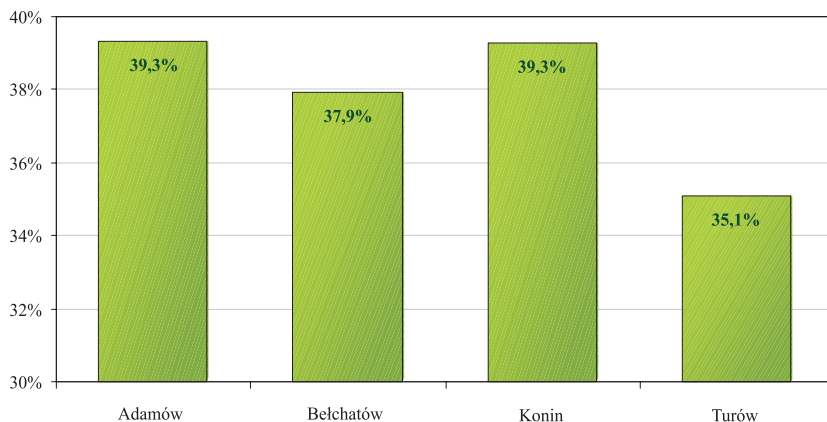
Rys. 9. Średnie roczne współczynniki efektywności czasu pracy koparek pracujących w KWB „Turów”



Rys. 10. Średnie roczne współczynniki efektywności czasu pracy koparek pracujących w KWB „Konin”



Rys. 11. Średni współczynnik efektywności czasu pracy koparek w poszczególnych kopalniach



Rys. 12. Średni współczynnik efektywnego czasu pracy koparek dla poszczególnych kopalń za cały okres działalności

3. Podsumowanie

Koparki wielonaczyniowe w kopalniach węgla brunatnego stanowią podstawowe i strategiczne ogniwo nadkładowych i węglowych układów eksploatacyjnych. Koparki te mimo znacznego wieku — okresu eksploatacji (około 60% koparek ma więcej niż 30 lat pracy w górnictwie) utrzymane są dobrym stanie technicznym. Maszyny poddawane są remontom i ciągłym pracom modernizacyjnym. Dotychczasowe wyniki eksploatacyjne świadczą o dobrym wykorzystaniu ich parametrów technicznych w zakresie wydajności czasu pracy. Uzyskane wielkości tych parametrów oceniane są jako plasujące się na europejskim poziomie. Wielkości tych parametrów byłyby jeszcze korzystniejsze, gdyby można było wyeliminować występujące okresowo na kopalniach ograniczenia. Ograniczenia te występowały w branży węgla brunatnego zarówno w zakresie technicznym, jak i organizacyjnym (brak części, brak sprzętu pomocniczego, ograniczenia finansowe — postoje w szczytach energetycznych itp.).

Kopalnie węgla brunatnego w Polsce za cały okres swojej działalności osiągnęły średni stosunek wydajności rzeczywistej koparek kołowych i łańcuchowych do wydajności teoretycznej od 36,3% do 51%, a średni współczynnik efektywności czasu pracy koparek od 35,1% do 39,3%. Analizując osiągnięte wyniki, należy stwierdzić, że stosunek wydajności jest korzystniejszy od średniego współczynnika efektywnego czasu pracy uzyskane przez poszczególne kopalnie.

LITERATURA

- [1] Kasztelewicz Z.: Polskie górnictwo węgla brunatnego. Związek Pracodawców Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego, Górnictwo Odkrywkowe, Belchatów – Wrocław 2004
- [2] Kasztelewicz Z.: Węgiel brunatny — optymalna oferta energetyczna dla Polski. Związek Pracodawców Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego, Górnictwo Odkrywkowe, Bogatynia – Wrocław (materiał przygotowany do druku)