

Analiza temperatur pracy łożysk bębnow przonośnika wznoszącego upadowej odstawczo-transportowej w KWK Marcel

W pracy przedstawiono zagadnienia związane z temperaturami pracy łożysk bębnow przonośnika taśmowego wznoszącego eksploatowanego na upadowej odstawczo-transportowej w KWK Marcel. Przenośnik ten, który stanowi niezwykle interesujące, nowatorskie rozwiązanie odstawy urobku z podziemi kopalni na jej powierzchnię uruchomiono w lutym 2008 r. Jego długość wynosi 1960 m, wysokość na jaką odstawia urobek wynosi 384 m, a trzy napędy mają silniki o mocy 860 kW każdy. W pracy opisano ten przenośnik, podając jego dane techniczne, warunki pracy i zastosowane systemy diagnostyki i sterowania oraz dokonano analizy termicznej pracy łożysk bębnow przonośnika od początku jego eksploatacji.

1. WPROWADZENIE

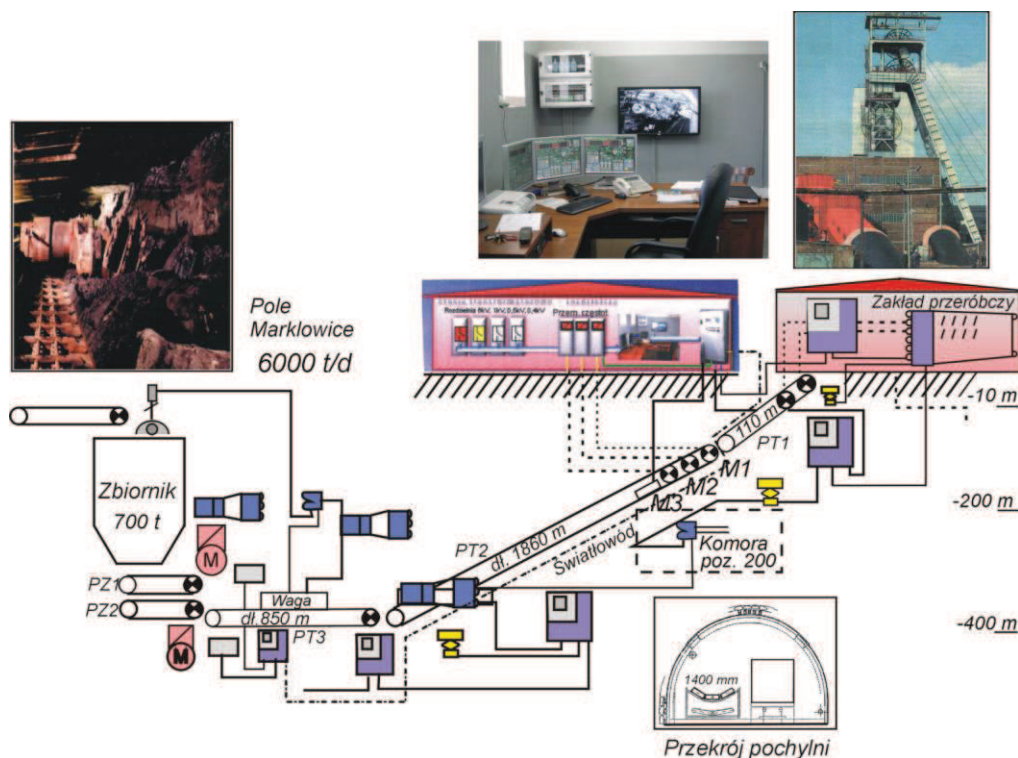
Od szeregu lat w kopalniach podziemnych węgla kamiennego powszechne zastosowanie znajdują przenośnikowe systemy odstawy urobku. W latach minionych systemy te odstawiały urobek w rejonie oddziału wydobywczego, a w okresie późniejszym od ściany po szyb. W kopalniach pojawiły się również niekonwencjonalne, nieznanie wcześniej, rozwiązania przenośników taśmowych, które pokonują łuki poziome i przestrzenne, łączą poziomy wydobywcze oraz podziemie kopalni z jej powierzchnią, zastępując z powodzeniem nie tylko kopalnianą kolej podziemną, ale i wyciągi szybowe. Jednocześnie w sposób istotny wzrosły zadania transportowe przenośników, jako wynik głębokich zmian restrukturyzacyjnych kopalń prowadzących do koncentracji wydobywania.

Analizując aktualne rozwiązania stwierdzić można, że niektóre z budowanych obecnie w świecie kopalń podziemnych wykorzystują pochylnie z poziomów wydobywczych na powierzchnię jako podstawową drogę odstawy urobku. W wyniku takich rozwiązań obniżone zostają koszty transportu i poprawiona płynność odstawy urobku. W Polsce rozwiązania

odstawy urobku przenośnikami taśmowymi na powierzchnię kopalni, chociaż nie powszechne, znane są od szeregu lat, czego przykładem może być rozwiązanie zastosowane przed wielu laty w KWK Sierbsza czy obecnie istniejące rozwiązania w ZGE Janina i ZGE Sobieski oraz najnowsze, jakim jest system odstawy w KWK Marcel [2], [4].

2. ODSTAWA UROBKU UPADOWĄ W KWK MARCEL

Kopalnia Węgla Kamiennego Marcel jest dwuruchowa. W części marklowickiej (poz. 400) zalegają pokłady węgla energetycznego, których eksploatacja przewidywana jest na co najmniej 20 lat. W części macierzystej (poz. 800) kopalni kończące się zasoby węgla nie pozwalają na ich ciągłą, płynną eksploatację. Celem zapewnienia ciągłości produkcji na wysokości około 11 000 t/dobę netto zdecydowano się na modernizację transportu z części macierzystej poprzez otaśmowanie poz. 400 m i wydrążenie „upadowej odstawczo-transportowej” podającej urobek wprost do Zakładu Przeróbki Mechanicznej Węgla.



Rys. 1. Schemat odstawy w KWK Marcel z upadową odstawczo-transportową [1]

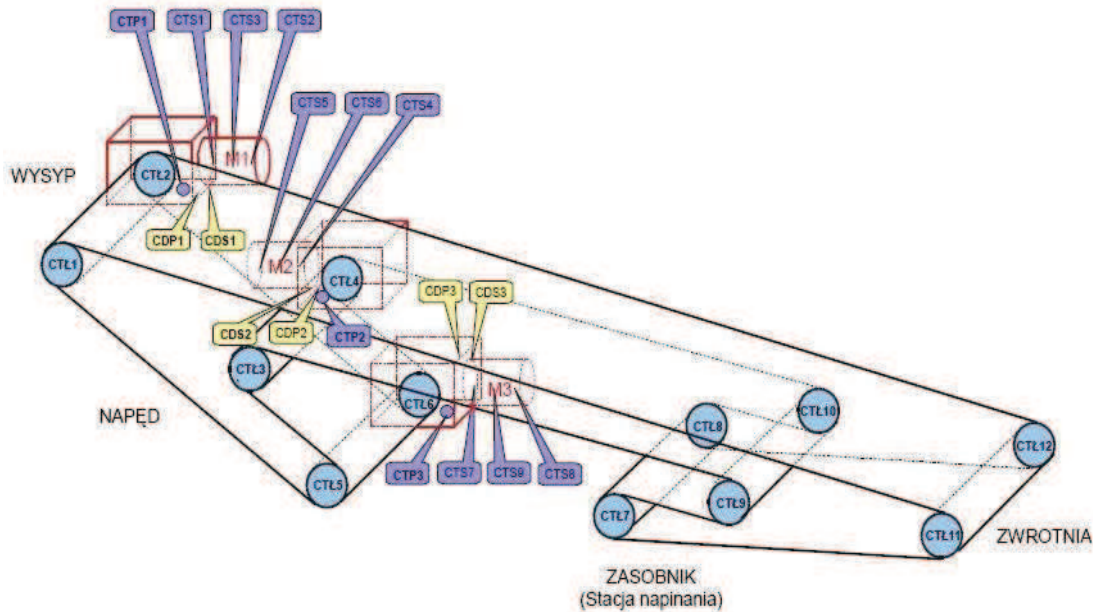
Schemat odstawy urobku w KWK Marcel przedstawia rys.1. Urobek z dwóch ścian wydobywczych lokowany jest w zbiorniku retencyjnym o pojemności 700 t. Pod zbiornikiem tym zainstalowano dwa przenośniki zgrzeblowe każdy o długości 6 m i zmiennej prędkości łańcucha, co pozwala na dozowanie strugi urobku podawanego na poziomo usytuowany przenośnik taśmowy Pioma 1200 o długości 850 m, szerokości taśmy 1200 mm, prędkości taśmy ok. 3,15 m/s, mocy napędu 2×250 kW i wydajności 1500 Mg/h. Takie rozwiązania podawania nadawy na przenośnik usytuowany na upadowej odstawczo-transportowej powoduje, że jest on ładowany równomierną strugą urobku.

Wyposażenie upadowej odstawczo-transportowej, o nachyleniu 12° , stanowi kolejka spalinowa zębata oraz przenośnik taśmowy PIOMA 1400 o długości 1860 m, który odstawia urobek na wysokość 384 m. Przenośnik ten posiada trzy napędy o mocach silników po 860 kW i napięciu zasilania 1000 V, przekładnie zębate stożkowo-walcowe o mocach obliczeniowych po 1000 kW, z zintegrowanymi sprzęgłami jednokierunkowymi i ograniczeniem momentu obrotowego oraz bębny napędowe $\varnothing 1400 \times 1600$ mm. Jeden z tych bębnow jest bębniem wysypowym. Silniki napędowe są sterowane przemiennikami częstotliwości, co umożliwia wariantowanie prędkości taśmy przenośnika w zakresie od 0,6 do 3,15 m/s. W napędach zastosowano zespoły hamulcowe typu ZRMT5 zabudowane na każdym z napędów i zasilane

z niezależnych agregatów hydraulicznych. Przenośnik wyposażony jest w pętlę typu B1400 z hydraulicznym zespołem napinającym, zasilaną z agregatu hydraulicznego i bloku hydroakumulatorów oraz hydrauliczny układ do luzowania taśmy w napędzie. Trasa przenośnika jest konstrukcją ceownikową [120, na której rozmieszczone są zestawy krążnikowe z krążnikami bocznymi nachylonymi do poziomu pod kątem 30° . W przenośniku zainstalowano taśmę gumową o szerokości 1400 mm i wytrzymałości 4500 kN/m z linkami stalowymi. Łączone odcinki taśmy wynosiły po 200 m.

Przenośnik wyposażony został w odpowiednie, ponadstandardowe systemy czujników, co pozwala na odczyt i rejestrację monitorowanych parametrów, którymi są:

- temperatura węzłów łożyskowych bębnow,
- temperatura przekładni,
- drgania przekładni,
- drgania węzłów łożyskowych bębnow,
- temperatura uzwojeń i łożysk silników napędowych,
- prędkość taśmy przenośnika,
- masa urobku podawanego na przenośnik,
- czas pracy (ogółem lub w danym reżimie sterowania),
- zadziałanie urządzenia gaśniczego,
- zadziałanie wyłączników awaryjnych,
- ciśnienie medium w stacji napinającej,
- położenie stacji napinającej.



Rys. 2. Rozmieszczenie czujników w przenośniku PIOMA 1400 [3]

CTL – czujniki temperatury łożysk bębnow, CTP – czujniki temperatury przekładni,
CTS – czujniki temperatury łożysk silników, CDS – czujniki drgań silników, CDP – czujniki drgań przekładni

W zastosowanych przemiennikach częstotliwości monitorowane są:

- napięcie zasilania,
- prąd obciążenia,
- częstotliwość napięcia wyjściowego,
- zadziałania zewnętrznych zabezpieczeń,
- temperatury radiatorów elementów mocy.

Rozmieszczenie w przenośniku czujników temperatury i drgań przedstawiono na rys. 2.

Bardzo istotnym novum w diagnozowaniu pracy przenośnika jest zastosowanie systemu kontroli rozcięcia taśmy, dla potrzeb którego w taśmie co 100 m zawulkanizowane zostały odpowiednie metalowe pętle. Przecięcie takiej pętli, będące równoznacznie z przecięciem wzdłużnym taśmy, jest podstawą generowania przez detektor sygnału wyłączającego napęd przenośnika. Zapobiega to propagacji wzdłużnych uszkodzeń taśmy i tym samym jej dewastacji. Stosowanie takich systemów w górnictwie podziemnym na taśmach z linkami stalowymi niweluje często wyrażane obawy i niechęć do taśm tego typu, które uważane są za bardzo podatne na przecięcia wzdłużne.

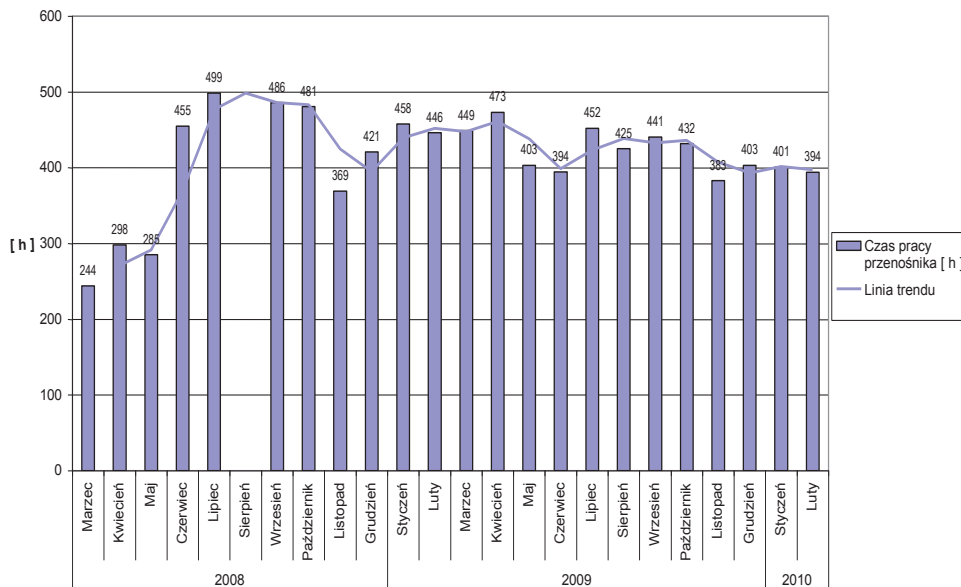
Opisywany przenośnik posiada system nadzoru wizyjnego. W systemie tym pracują odpowiednie, przystosowane do warunków pracy pod ziemią, kamery i monitory zainstalowane na stanowiskach obsługi przenośnika i na powierzchni.

System diagnostyki i rejestracji opracowany został przez PUP SOMAR Sp. z o.o. W systemie tym dzienna praca przenośnika jest raportowana. W raporcie dziennym podawane są najważniejsze informacje o diagnozowanych parametrach.

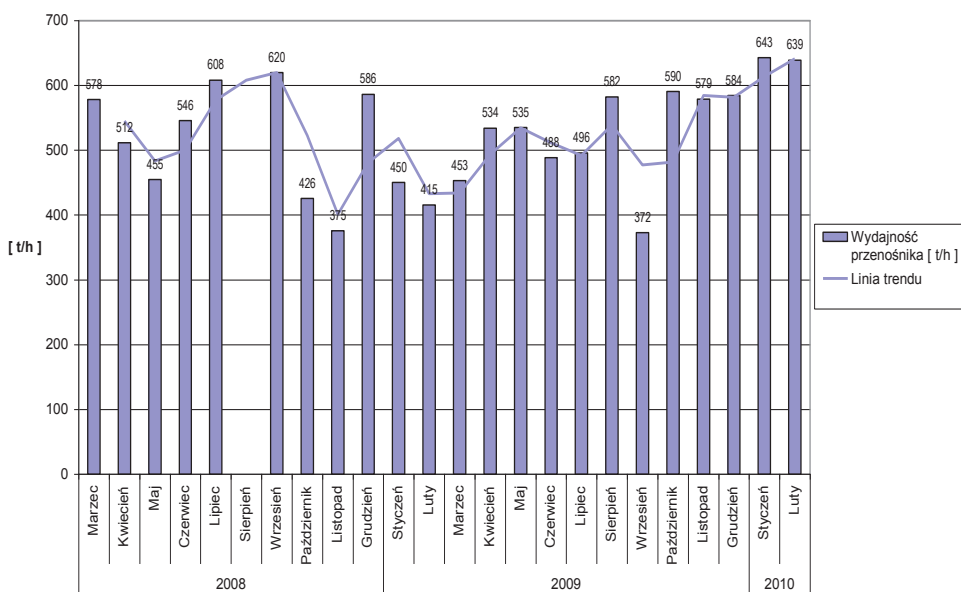
3. ANALIZA REJESTROWANYCH WYNIKÓW PRACY PRZENOŚNIKA ODSTAWCZEGO

Rejestrowane parametry pracy przenośnika pozwoliły na ich analizę za okres od początku eksploatacji. Analizie poddano wybrane wyniki eksploatacyjne przenośnika świadczące o intensywności jego użytkowania, a więc czas jego pracy i uzyskiwaną średnią wydajność oraz wyniki zmian temperatury łożysk sześciu bębnow przenośnika; trzech bębnow napędowych, jednego zwrotnego i dwóch bębnow zasobnika taśmy [3]. Wybór temperatury łożysk bębnow przenośnika wynika z faktu, iż są one niewrażliwymi elementami. Awaria bębna w przenośniku pracującym po wzniosie skutkuje koniecznością wykonania szeregu złożonych i pracochłonnych operacji. Unieruchamia przenośnik na stosunkowo długi czas potrzebny do usunięcia uszkodzenia. Stąd wyjątkowa uwaga odnoszona do sygnałów, w tym i temperaturowych, płynących z węzłów łożyskowych. Mogą one świadczyć o zakłóceniach w poprawnej ich pracy, co wymaga natychmiastowej reakcji ze strony obsługujących system diagnostyczno-kontrolny i przenośnik.

Na rys. 3 przedstawiono czas pracy przenośnika w poszczególnych miesiącach jego użytkowania, a na rys. 4 średnią miesięczną wydajność osiąganą tym przenośnikiem. Nadmienić należy, że nominalna wydajność przenośnika dobrana została na jego zdolność docelową, planowaną w okresach późniejszych.



Rys. 3. Czas pracy przenośnika PIOMA 1400 w poszczególnych miesiącach od uruchomienia

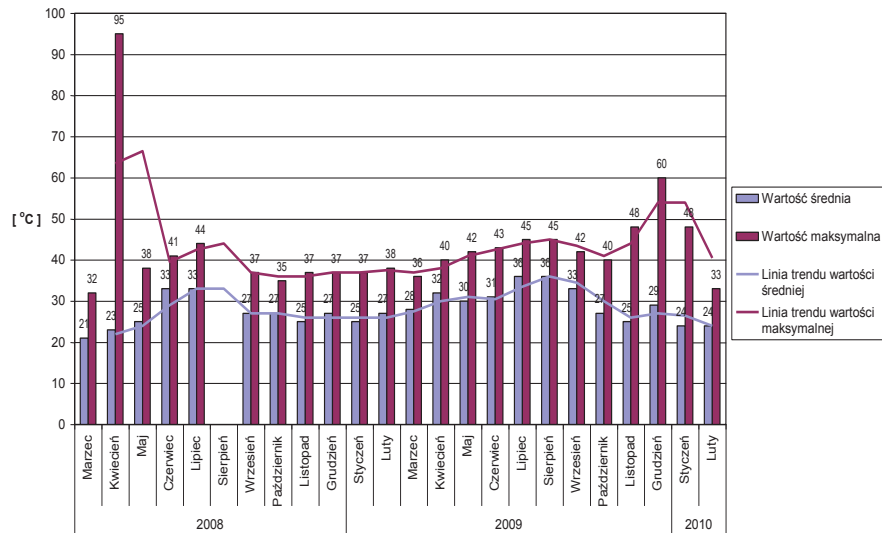


Rys. 4. Obliczona wydajność przenośnika PIOMA 1400 w poszczególnych miesiącach od uruchomienia

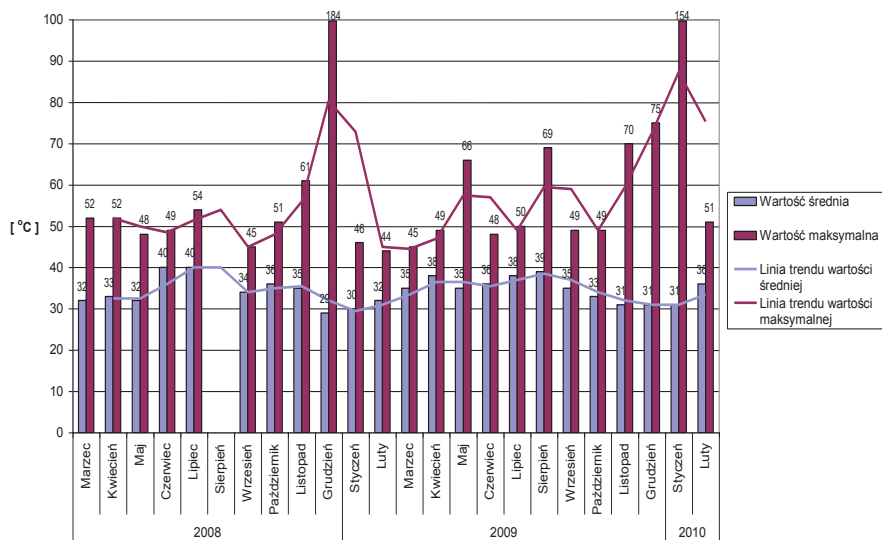
Wyniki przedstawionej analizy wskazują, iż przenośnik nie był zbyt intensywnie eksploatowany. W sierpniu 2008 roku pojawiły się pewne problemy z systemem rejestracji wyników eksploatacyjnych przenośnika, czego wynikiem jest brak danych.

Na kolejnych rysunkach, rys. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 i 16 przedstawiono wy-

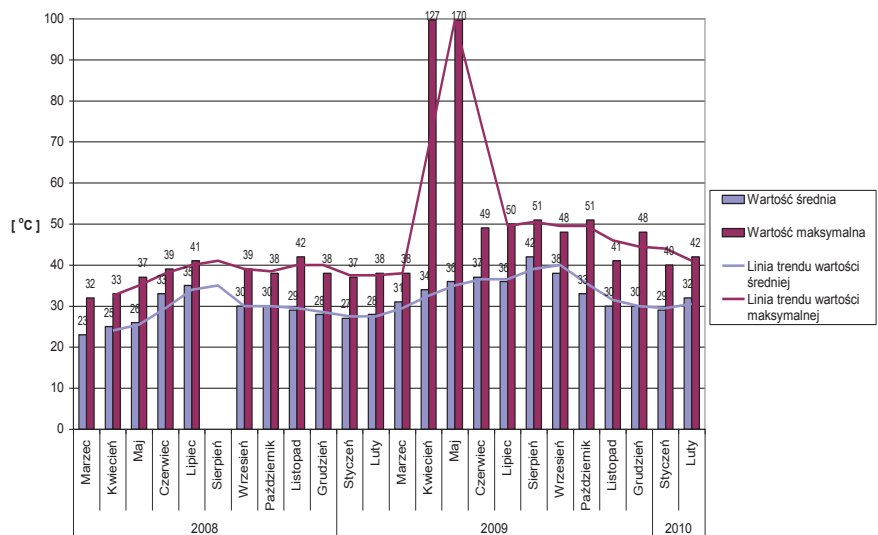
niki analizy temperatury pracy poszczególnych łożysk bębnow przenośnika rejestrowane z czujników CTŁ 1-12. Na każdym z rysunków podana jest średnia miesięczna temperatura łożyska i temperatura maksymalna rejestrowana w danym miesiącu. Na rysunkach zaznaczono także linie trendu tych temperatur.



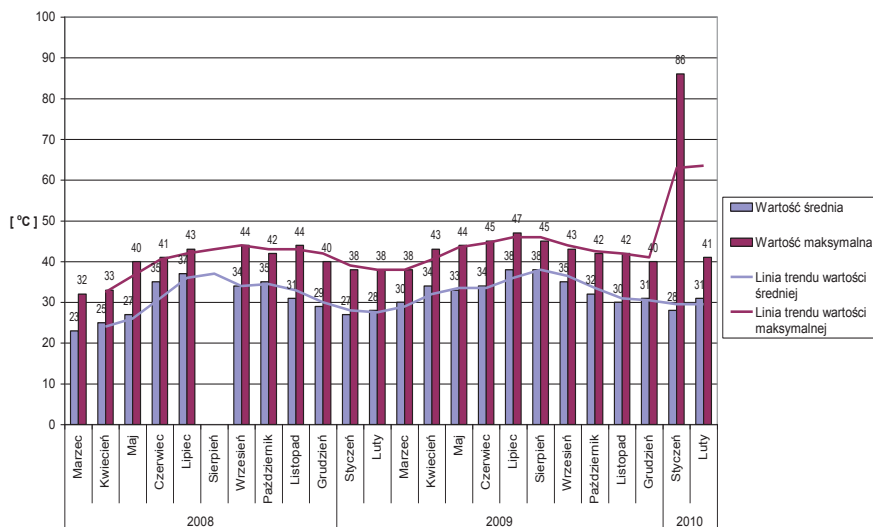
Rys. 5. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTE1



Rys. 6. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTE2



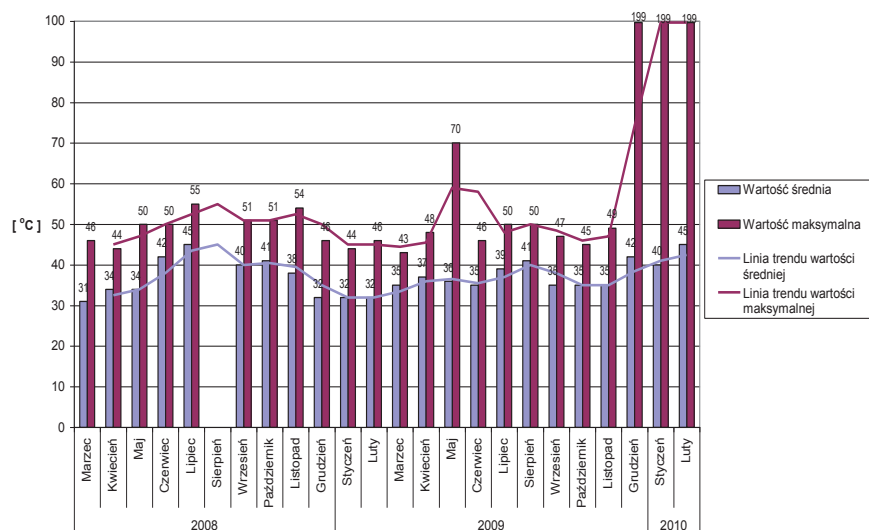
Rys. 7. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTE3



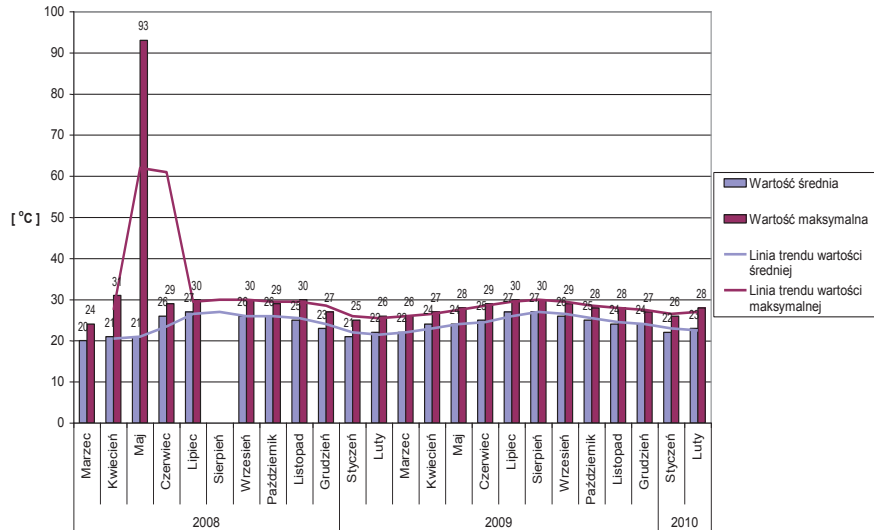
Rys. 8. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTŁ4



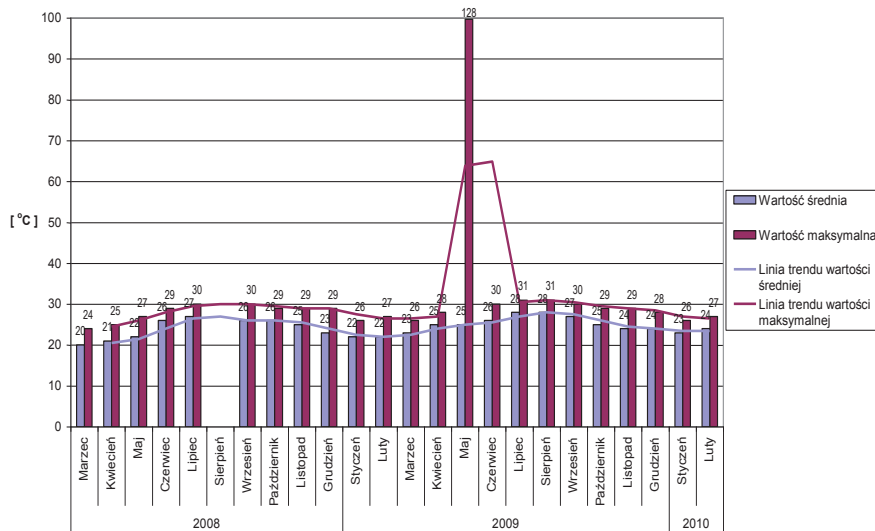
Rys. 9. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTŁ5



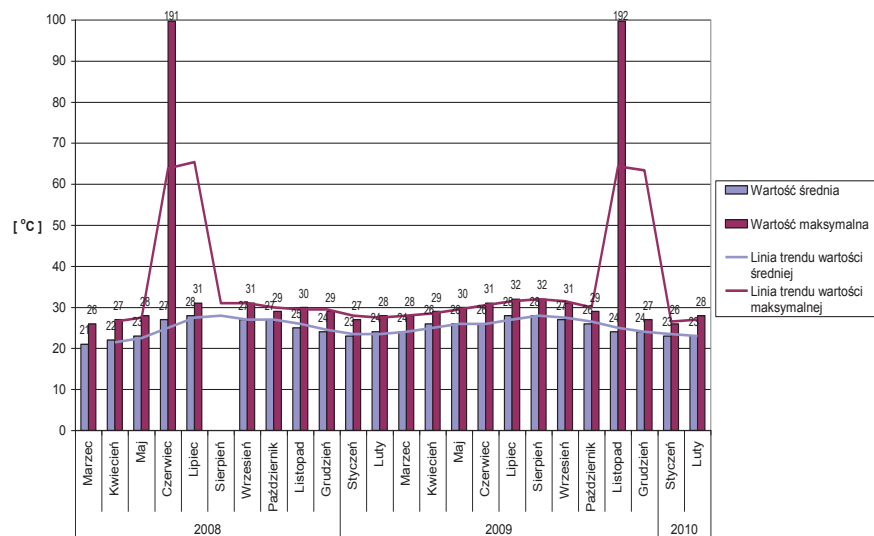
Rys. 10. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTŁ6



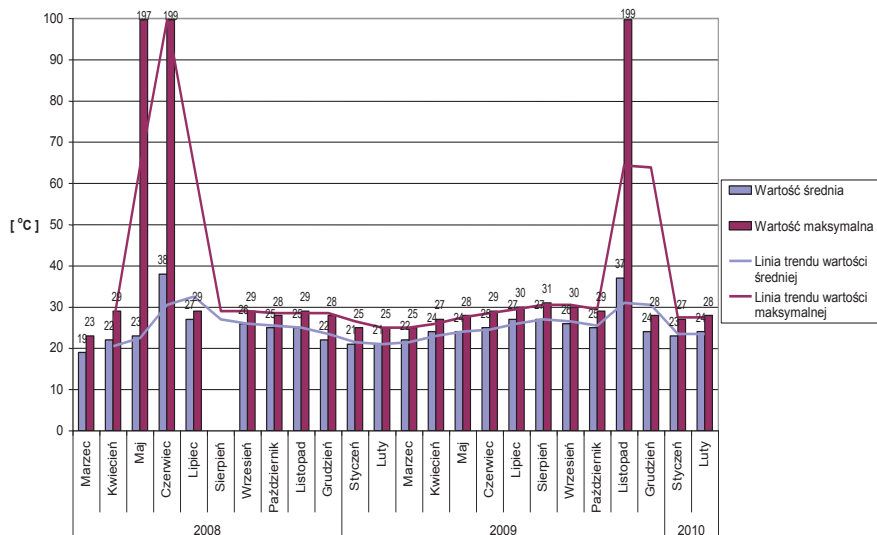
Rys. 11. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTL7



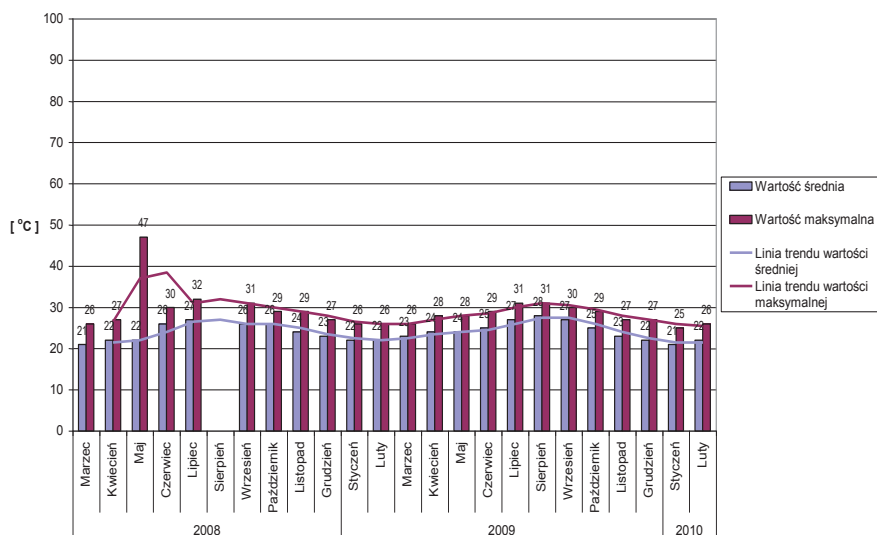
Rys. 12. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTL8



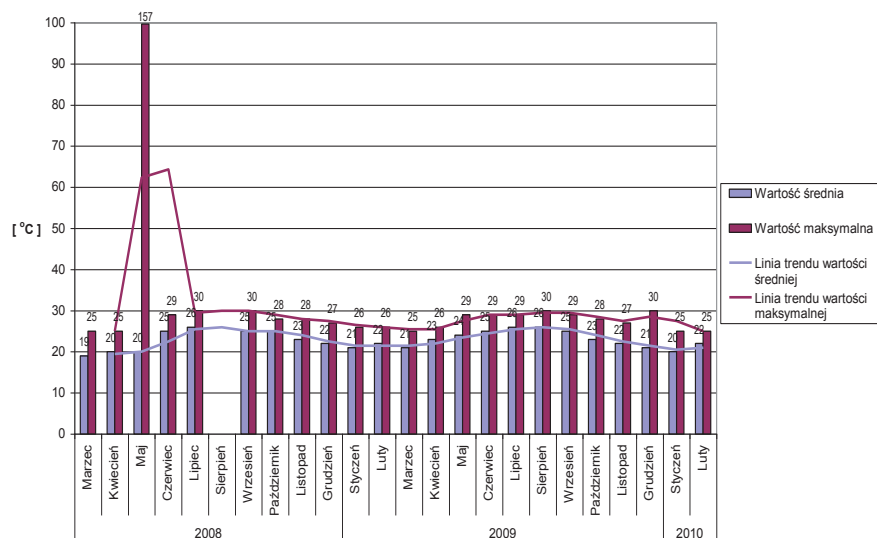
Rys. 13. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTL9



Rys. 14. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTŁ10



Rys. 15. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTŁ11



Rys. 16. Średnia i maksymalna miesięczna temperatura pracy łożyska rejestrowana z czujnika CTŁ12

Tabela 1

Średnie temperatury łożysk obliczone dla całego okresu wykonywanej analizy

Temperatura łożyska, °C											
CTL1	28,2	CTL3	31,4	CTL5	31,4	CTL7	24,0	CTL9	25,0	CTL11	24,0
CTL2	34,4	CTL4	31,5	CTL6	37,2	CTL8	24,4	CTL10	25,1	CTL12	22,9
różn.	6,2	różn.	0,1	różn.	5,8	różn.	0,4	różn.	0,1	różn.	- 1,1

Tabela 2

Maksymalne temperatury łożysk obliczone dla całego okresu wykonywanej analizy

Temperatura łożyska, °C											
CTL1	43,2	CTL3	31,4	CTL5	50,8	CTL7	30,9	CTL9	43,1	CTL11	29,0
CTL2	63,5	CTL4	43,1	CTL6	68,8	CTL8	32,5	CTL10	50,1	CTL12	33,2
różn.	20,3	różn.	11,7	różn.	18,0	różn.	1,6	różn.	6,4	różn.	4,2

Tabela 3

Średnie okresowe temperatury poszczególnych łożysk bębnow przonośnika w okresach lato zima i różnice tych temperatur

Łożysko	CTL1	CTL2	CTL3	CTL4	CT5	CTL6
zima	26	33	30	29	23	30
lato	31	36	34	34	25	34
Różnica	5	3	4	5	2	4
Łożysko	CT7	CT8	CTL8	CTL10	CT11	CLT12
zima	24	24	24	24	23	22
lato	26	26	26	26	25	24
Różnica	2	2	2	2	2	2

Wyniki analizy przedstawione na rysunkach cechuje pewne zróżnicowanie zarówno co do temperatur średnich jak i temperatur maksymalnych rejestrowanych w poszczególnych miesiącach. Temperatury łożysk bębnow napędowych wydają się być wyższe od temperatur bębna zwrotnego i bębnow pętlicy. Weryfikując to stwierdzenie, obliczono temperatury średnie z całego okresu wykonywanej analizy dla każdego z łożysk bębna. I tak obliczono średnią temperaturę całego okresu ze średnich temperatur rejestrowanych w łożyskach w poszczególnych miesiącach, jako średnią arytmetyczną tych temperatur. Podobnie obliczono średnią temperaturę całego okresu z maksymalnych temperatur rejestrowanych w poszczególnych miesiącach. Wyznaczone średnie temperatury zestawiono parami dla poszczególnych bębnow przonośnika i wyznaczono różnice tych średnich. Wyniki tej analizy przedstawiono w tab. 1 i 2.

Z danych przedstawionych w tabelach 1 i 2 wynika, że istnieją pewne różnice w temperaturach pracy łożysk w bębnach napędowych i pozostałych. W przypadku temperatur średnich różnice te wynoszą od kilku do kilkunastu stopni. W przypadku temperatur maksymalnych różnice te są znacznie większe i dochodzą do trzydziestu sześciu stopni (trzeci bęben napędowy i pierwszy bęben pętlicy). Z danych w tabelach wynika, że różnice temperatur występują też w łożyskach poszczególnych bębnow napędowych. Największe różnice występują w pierwszym i trzecim bębnie napędowym. Różnica temperatur średnich poszczególnych łożysk wyniosła 6,2°C w pierwszym bębnie napędowym i 5,8°C w bębnie trzecim. Różnica temperatur maksymalnych jest znacznie większa i wynosi odpowiednio 20,3 C i 18,0°C. Wyższe temperatury występują w łożyskach usytuowanych w bębnie od strony napędu.

Analizując linie trendu temperatur poszczególnych łożysk dostrzeżono monotoniczność zmian tych temperatur w pewnych przedziałach czasu. Dokonano arbitralnego podziału całkowitego czasu analizy na okresy letni (miesiące: kwiecień-wrzesień) i zimowy (październik-marzec). Dla tych okresów wyznaczono średnie ze średnich temperatur łożysk rejestrowanych w poszczególnych miesiącach. Wyniki zestawiono w tab. 3.

Z danych przedstawionych w tabeli wynika, że istnieją różnice temperatur poszczególnych łożysk w analizowanych okresach. Temperatury pracy łożysk w okresie „lato” są wyższe. W przypadku bębnowych napędowych różnice dochodzą do 5°C. W łożyskach pozostałych bębnowych różnice temperatur kształtują się na tym samym poziomie i wynoszą 2°C.

4. PODSUMOWANIE

W opracowaniu przedstawiono wyniki analizy wybranych parametrów eksploatacyjnych przenośnika taśmowego pracującego w upadowej odstawczo-transportowej w KWK Marcel, który jest jednym z najnowocześniejszych przenośników zainstalowanych w polskich kopalniach węgla kamiennego. Dokonano także analizy zmian temperatur pracy łożysk bębnowych napędowych.

Stwierdzono, że temperatury pracy łożysk bębnowych napędowych są nieco wyższe od temperatur pracy pozostałych bębnowych.

Stwierdzono także, że temperatury pracy poszczególnych łożysk bębnowych napędowych wykazują pewne różnice. Największe różnice występują w pierwszym i trzecim bębnie napędowym. Różnica temperatur średnich poszczególnych łożysk wyniosła 6,2°C w pierwszym bębnie napędowym i 5,8°C w bębnie trzecim. Różnica temperatur maksymalnych jest znacznie większa i wynosi odpowiednio 20,3°C i 18,0°C. Wyższe temperatury występują w łożyskach usytuowanych w bębnie od strony napędu.

Pewne różnice średnich temperatur pracy łożysk zauważyć także można w okresach półrocznych: kwiecień-wrzesień i październik-marzec. W tym pierwszym okresie temperatury są wyższe od 2°C w bębnach zwrotnym oraz bębnach pętlicy i do 5°C w bębnach napędowych.

Analizując wyniki badań stwierdzono także epizodyczne wysokie wzrosty temperatur pracy łożysk. W trzecim bębnie napędowym temperatura pracy łożyska od strony napędu wzrosła w trzech kolejnych miesiącach do 199°C. W przypadku innych bębnowych

napędowych też pojawiały się pojedynczo maksymalne temperatury pracy łożysk dochodzące do 170 i 184°C. Powtarzanie się takich zjawisk powinno skłonić do ich wnikliwej analizy. Mogą one bowiem stanowić sygnał o zachodzących niekorzystnych zjawiskach w węźle łożyskowym.

Literatura

1. *Antoniak J.*: Długie energooszczędne przenośniki taśmowe wznoszące. Polski Kongres Górniczy. Górnictwo podziemne. Tom 2. Wydział Górnictwa i Geologii. Gliwice 2010.
2. *Antoniak J., Lutyński A.*: Odstawa urobku z pola Markłowice z poziomu 400 m do zakładu przeróbki mechanicznej w KWK Marcel. Koncepcja rozwiązania. Gliwice 05.2006 (praca niepublikowana).
3. *Górnica M.*: Analiza pracy przenośnika taśmowego wznoszącego w upadowej odstawczo-transportowej KWK Marcel. Praca dyplomowa magisterska. Wydział Górnictwa i Geologii Pol. Śląskiej. Gliwice 2010.
4. *Lutyński A., Kozubek A.*: Bezpieczna eksploatacja przenośników taśmowych wznoszących dużej mocy. Materiały Konferencji „Górnictwo zrównoważonego rozwoju 2009”. Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej. Gliwice 25.11.2009 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Antoni Skoć