

Identyfikacja sezonowości sprzedaży kopalni odkrywkowej surowców skalnych z zastosowaniem metod statystycznych

The study of sale seasonality in opencast mine of rock and raw materials performed by the use of statistic methods



*Dr hab. inż. Beata Trzakuś-Żak**)



Dr hab. inż. Zdzisław Galaś (prof. AGH))*



*Dr hab. inż. Darisz Fuksa**)



*Dr inż. Romuald Ogrodnik**)

Treść: W artykule podjęto próbę identyfikacji zjawiska sezonowości sprzedaży w kopalni odkrywkowej surowców skalnych X, przy zastosowaniu jednej z grupy metod data mining – metody CHAID oraz za pomocą sporządzonego skategoryzowanego wykresu ramka-wąsy. Do tego celu wykorzystano program komputerowy STATISTICA 10. Badano szereg czasowy sprzedaży miesięcznej z okresu sześciu lat. Obie wykorzystane metody potwierdziły występowanie sezonowości sprzedaży w analizowanej kopalni, jak również podzieliły sezonowość sprzedaży na trzy grupy o podobnej wartości średniej miesięcznej sprzedaży.

Abstract: This paper attempts to identify the phenomenon of sale seasonality in opencast mine X of rock and raw materiale by the use of one of the data mining methods – CHAID method and box and whisker plot. This analysis was performed by the computer program STATISTICA 10. This kind of research was made on data grouped in time series of monthly sales within a period of six years. Both methods have confirmed the presence of seasonality in the analysed mine. They grouped the seasonality of sales in three groups of similar average monthly sales.

Słowa kluczowe:

sezonowość sprzedaży, metoda CHAID, wykres ramka-wąsy

Key words:

sale seasonality, CHAID method, box and whisker plot

*) AGH w Krakowie

1. Wprowadzenie

Surowce wydobywane w górnictwie skalnym mieszczą się w 24 grupach i są wykorzystywane w różnych branżach przemysłu [1]. Surowce skalne obejmują szeroką i zróżnicowaną grupę skał, do której zalicza się wszystkie kopaliny stałe poza surowcami energetycznymi, metalicznymi i chemicznymi. W skład tej grupy wchodzi zarówno kopaliny bardzo zwarte i zwarte (w tym boczne), jak również surowce okruchowe (piaski, żwiry) i ilaste (gliny itp.) [8]. W Polsce według Wyższego Urzędu Górniczego działa 6895 odkrywkowych zakładów górniczych, w tym 6878 zakładów objętych prawem własności nieruchomości gruntowej, w różnej fazie działalności (prowadzące działalność, w których eksploatacja nie została jeszcze rozpoczęta, zakłady w których eksploatacja została wstrzymana i zaniechana, oraz w stanie likwidacji i rekultywacji). Zakłady objęte prawem własności gruntowej, regulowanej przez art.10 prawa geologicznego i górniczego, zatrudniają 18 630 pracowników według stanu na dzień 31.12.2014 r.

Specyfika działalności górnictwa surowców skalnych, a w szczególności szeroki zakres odbiorców produktów górnictwa (cementownia, drogownictwo, kolejnictwo, energetyka, budownictwo, przemysł nawozowy, spożywczy, szklarski itp.) przejawia się między innymi tym, że wydobycie i popyt na nie, wykazują wyraźne zmiany sezonowe. W przypadku kopalń surowców skalnych, dla dowolnie wybranego roku wspomniana sezonowość ma podobną tendencję, wzrost wydobycia i produkcji kruszyw w miesiącach sprzyjających ich wykorzystaniu, czyli w okresie lata i wczesnej jesieni, spadek natomiast tych wielkości w pozostałym okresie. Wspomniane zmiany sezonowe zarówno po stronie wydobycia, jak i sprzedaży mają istotny wpływ na podstawowe wielkości ekonomiczne kopalni, takie jak przychody, koszty, należności (rys. 1 i 2), zysk i w konsekwencji na płynność finansową [15].

Określenie zjawiska sezonowości, zwłaszcza sprzedaży, wpływa m.in. na planowanie zatrudnienia, remontów maszyn, realizowanie nowych inwestycji, jak również na planowanie wielkości produkcji, a co za tym idzie wykorzystanie posiadanych zdolności produkcyjnych [5]. Na poziom sprzedaży wyrobów gotowych górnictwa surowców skalnych poza sezonowością wpływają m.in. takie czynniki, jak: rozwój inwestycji drogowych i budowlanych, wzrost gospodarki krajowej, jakość wytwarzanych wyrobów, lokalizacja kopalni

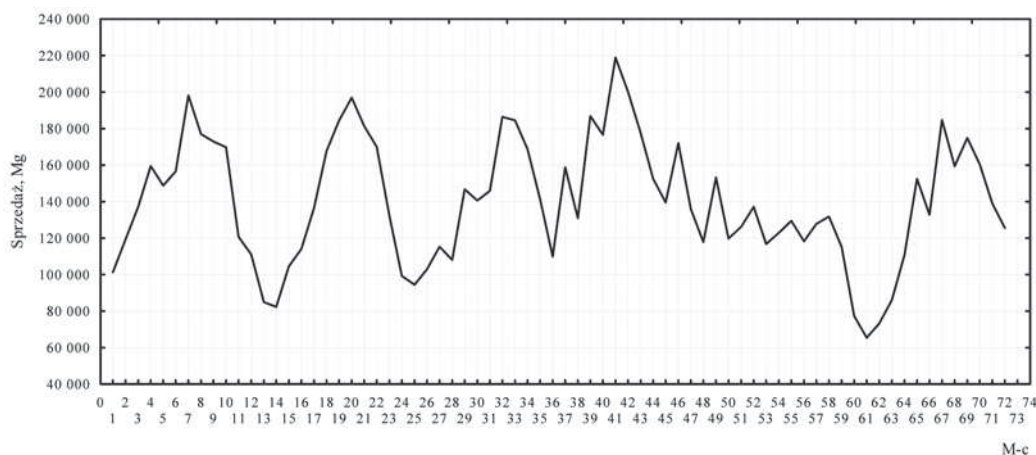
i z tym związane koszty transportu, koszt własny produkcji, jak również konkurencja cenowa wyrobów.

Jak już wcześniej zwrócono uwagę zjawisko sezonowości powoduje, że przychody ze sprzedaży, koszty własne sprzedaży, a także zysk wykazują bardzo znaczne wahania sezonowe. Wobec wysokich kosztów stałych stwarza to kopalniom istotne trudności w utrzymaniu płynności finansowej, zwłaszcza w okresach zimowych i późno jesiennych. Ma to również niekorzystny wpływ na zróżnicowane sezonowo wykorzystanie zdolności wydobywczych i w efekcie trudności z ustaleniem podstawowych kosztów wytworzenia [2].

Badaniem zjawiska sezonowości w górnictwie odkrywkowym surowców skalnych zajmowali się m. in. tacy autorzy jak Czopek K. [3; 15], Gałaś Z. [5], Modrzejewski T. [11], Modrzejewski Sz. [12; 13], Łochańska D., Stryzewski M. [10], Obrzut M. [14], Uberman R. [16]. Wykorzystywali oni różnego rodzaju metody matematyczne m.in. metodę analityczną wyodrębniania tendencji rozwojowej, metody szeregów czasowych, metodę harmoniczną (Obrzut M.), wskaźnik dynamiki sprzedaży, histogram, współczynnik zmienności, odchylenie standardowe, wariancję (Gałaś Z.).

W artykule zidentyfikowano zmiany sezonowe kopalni odkrywkowej surowców skalnych po stronie sprzedaży wykorzystując w tym celu metodę z grupy data mining - CHAID oraz wykres ramka-wąsy. Analizowaną sezonowość sprzedaży ilustruje sporządzony wykres szeregu czasowego analizowanej kopalni odkrywkowej za okres 6 lat (rys. 1). Na rysunku 2 przedstawiono natomiast, sezonowe zmiany wielkości sprzedaży wraz z sezonowymi zmianami niektórych wskaźników ekonomicznych, tj. przychodów ze sprzedaży, kosztów ogółem oraz należności.

Z przedstawionych rysunków 1 i 2 można odczytać jak duży wpływ wywiera sezonowość na wielkość sprzedaży i pozostałe wskaźniki ekonomiczne, tj. przychody ze sprzedaży, koszty, przychody i należności (rys. 2) analizowanej kopalni. Uwagę zwracają zmiany wartości należności w kolejnych miesiącach, które mają bardzo podobny przebieg do zmian wartości przychodów. Niekorzystnym zjawiskiem jest natomiast występowanie znacznie większych wartości należności w danym miesiącu w stosunku do odpowiedniej wartości przychodu w tym miesiącu. Dodatkowym, niekorzystnym faktem jest również okresowe zwiększanie kosztów działalności kopalni w stosunku do wartości przychodów, co wynika z danych analizowanej kopalni.

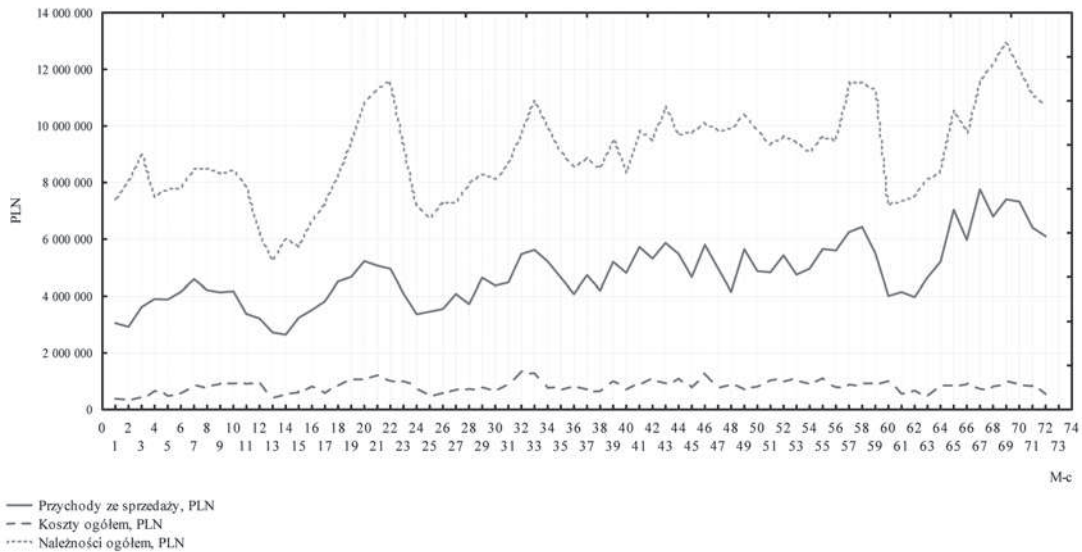


Rys. 1. Kształtowanie się sprzedaży kruszywa analizowanej kopalni

Fig. 1. Time series of sale volume in the analysed opencast mine

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own elaboration



Rys. 2. Kształtowanie się podstawowych wielkości ekonomicznych badanej kopalni odkrywkowej w analizowanym okresie

Fig. 2. Crucial economic factors of the analysed opencast mine in a specific time period

Źródło: Opracowanie własne
 Source: Own elaboration

2. Wykorzystanie metody CHAID do badania sezonowości sprzedaży kopalni X

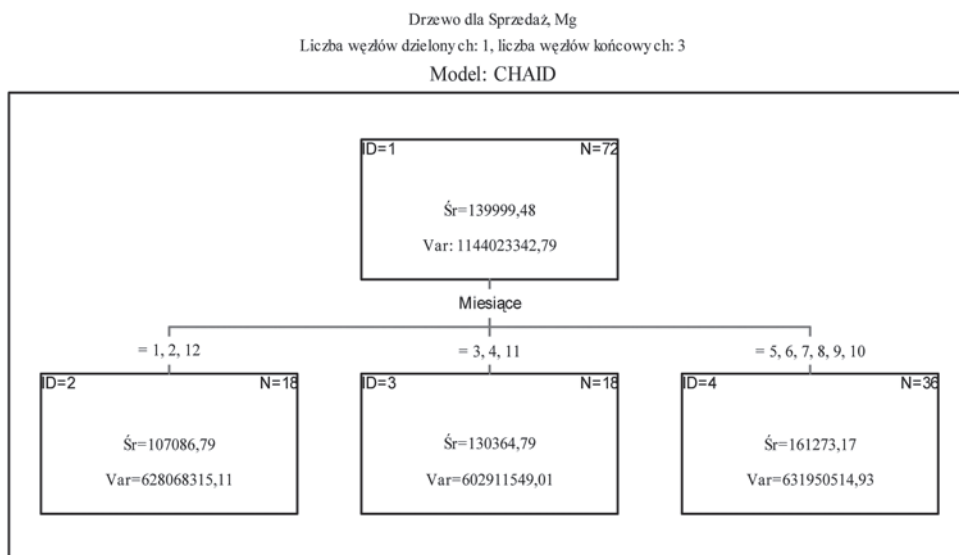
Metoda CHAID (*Chi-squared Automatic Interaction Detection*) służy do rozwiązywania jakościowych oraz ilościowych problemów predykcijnej eksploracji danych. Algorytm CHAID buduje drzewo, z którego węzłów mogą wychodzić więcej niż dwie gałęzie. Metoda wybiera ze zbioru zmiennych te, które mają największy wpływ na zmienną przewidywaną. Do wyznaczenia kolejnych przedziałów wykorzystywany jest test *Chi-kwadrat* (dla zmiennych jakościowych i problemów klasyfikacyjnych) lub test *F Fishera* (dla zmiennych ilościowych i problemów regresyjnych) [6].

W analizie jako zmienną zależną w metodzie CHAID uwzględniono wielkość sprzedaży w Mg, zaś jako predyktor jakościowy przyjęto poszczególne miesiące w roku. W wy-

niku zastosowania metody CHAID otrzymano dopasowane drzewo decyzyjne i podział na trzy grupy (węzły końcowe) (rys. 3 i 4), które odzwierciedlają kształtowanie się sprzedaży na podobnym poziomie, tj:

1. Grupa I – miesiące styczeń, luty i grudzień, charakteryzujące się najniższą wartością średniej miesięcznej sprzedaży – 107086,79Mg.
2. Grupa II – miesiące marzec, kwiecień i listopad; średnia miesięczna wielkość sprzedaży – 130364,79Mg).
3. Grupa III – miesiące maj-październik, wyróżniające się najwyższą wartością średniej miesięcznej sprzedaży - 161273,17Mg.

W kolejnym kroku analizy za pomocą metody CHAID wykorzystano narzędzie do łączenia klas w programie



Rys. 3. Wyniki struktury drzewa w metodzie CHAID

Fig. 3. Results of tree structure in CHAID method

Źródło: Opracowanie własne
 Source: Own elaboration

Etykiety dla zgrupowanych klas zmiennej jakościowej		
Miesiące wyznaczonych dla zmiennej zależnej Sprzedaż, Mg		
1	2	3
Etykieta	Liczba	Opis
1 Grupa1(3)	101	Klasa: 1, 12, 2
2 Grupa2(3)	102	Klasa: 3, 4, 11
3 Grupa3(6)	103	Klasa: 5, 6, 7, 8, 9, 10

Rys. 4. Tabela kontyngencji – struktury drzewa w metodzie CHAID

Fig. 4. Contingency table – tree structure in CHAID method

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own elaboration

STATISTICA. Jego najważniejszą zaletą jest natychmiastowe otrzymanie zmiennych z nowymi grupami. Podobnie jak we wcześniejszym przypadku jako zmienna zależna – wybrana została zmienna *Sprzedaż, Mg*, jako predyktor została przyporządkowana zmienna – poszczególne *Miesiące*. Po wykonaniu analizy przez program STATISTICA, uzyskano arkusze z zawartością nowych grup (rys. 5).

Specyfikacja zgrupowanych klas predyktora jakościowego	
Miesiące wyznaczonych dla zmiennej zależnej Sprzedaż, Mg	
1	2
Miesiące	Zgrupowane
1	1 Grupa1(3)
2	12 Grupa1(3)
3	2 Grupa1(3)
4	3 Grupa2(3)
5	4 Grupa2(3)
6	11 Grupa2(3)
7	5 Grupa3(6)
8	6 Grupa3(6)
9	7 Grupa3(6)
10	8 Grupa3(6)
11	9 Grupa3(6)
12	10 Grupa3(6)

Rys. 5. Tabela kontyngencji łączenia grup w metodzie CHAID
Fig. 5. Contingency table of connecting groups in CHAID method

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own elaboration

Otrzymane wyniki są takie same, jak otrzymane wcześniej. Dodatkowo w wejściowym arkuszu danych program umieścił przypisanie poszczególnych przypadków do klas. Umożliwia to wykorzystanie wartości zgrupowanych w celu prognostycznym.

3. Badanie sezonowości za pomocą wykresu ramka-wąsy

Na wykresach ramka-wąsy wykreślane zostają zakresy wartości wybranej zmiennej (lub zmiennych), oddzielnie dla grup przypadków zdefiniowanych za pomocą zmiennej skategoryzowanej (grupującej, w analizowanym przypadku poszczególne miesiące). Miary tendencji centralnej (np. mediana lub średnia) oraz statystyki zakresu lub zmienności (np. kwantyle, błędy standardowe lub odchylenia standardowe) są wyliczane dla każdej grupy przypadków a ich wartości są

prezentowane w wybrany sposób na wykresie. Na wykresie mogą zostać również wykreślone odstające punkty. Na wykresie ramka wąsy rozkład zmiennej ilustrowany jest przez trzy składniki wykresu:

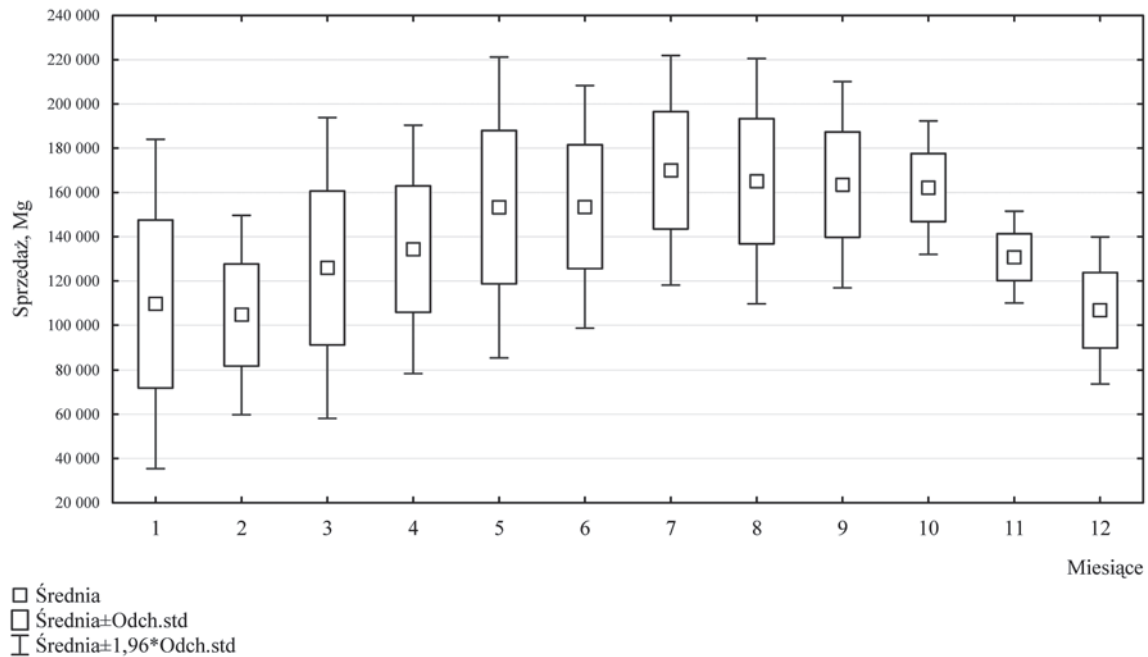
1. Punkt środkowy, ilustrujący tendencję centralną.
2. Ramkę, ilustrującą rozrzut wokół średniej.
3. Wąsy poza ramką, ilustrujące zakres zmienności.

Wykresy tego typu mają dwa typowe zastosowania. Pierwsze z nich dotyczy możliwości porównywania zakresów wartości pomiędzy grupami przypadków oraz porównywanie rozkładów czy zmienności w grupach (przedstawiając średnią jako „punkt”, błędy standardowe jako „ramki”, a odchylenia standardowe jako „wąsy”). Wykresy takie pozwalają na pierwszy rzut oka ocenić stopień zależności pomiędzy zmienną zależną (wykreślaną) a zmienną grupującą. Drugie główne zastosowanie tego typu wykresów dotyczy analizy wartości odstających i ekstremalnych [7].

Na sporządzonym wykresie ramka-wąsy (rys. 6) mały kwadracik reprezentuje średnią (tendencję centralną) zmiennej, czyli wielkość sprzedaży, natomiast zmienność reprezentowana jest przez ramkę o wysokości ± 1 odchylenie standardowe oraz przez wąsy; $\pm 1,96 \cdot$ odchylenie standardowe, co przy założeniu normalności rozkładu daje 95 % przedział ufności. Na uwagę zwraca fakt, że na wykresie nie uwidoczono punktów (wartości) odstających od średniej w poszczególnych miesiącach. Podział na trzy grupy, który wykazała metoda CHAID jest również widoczny na sporządzonym skategoryzowanym wykresie ramka-wąsy (rys. 6).

4. Podsumowanie

Sezonowość wydobycia i sprzedaży występuje praktycznie we wszystkich grupach kopalni, chociaż najwyraźniej ten problem widać w przypadku kruszyw naturalnych i łamanych. Stan taki jest konsekwencją zmiennego sezonowo popytu na surowce skalne, największego w miesiącach letnich i spadającego w okresie zimowo-wiosennym [3]. Natomiast wyniki otrzymane za pomocą metody CHAID potwierdzone przez sporządzony wykres ramka-wąsy, ukazały podział na trzy podobne grupy miesięcy (spośród dwunastu miesięcy w roku), ze względu na średnią sprzedaż kruszywa. Pojawiła się więc dodatkowa grupa miesięcy o podobnych wielkościach sprzedaży. Przeprowadzona analiza uszczegółowiła podział sezonowy z dwóch przewidywanych okresów na trzy podobne. Jest to istotne ze względu na sporządzanie planów produkcyjnych na przyszłe okresy (prognozowanie produkcji i sprzedaży kruszywa), w związku z tym wiedza ta wpłynie pozytywnie na efektywność zarządzania analizowaną kopalnią.



Rys. 6. Skategoryzowany wykres ramka-wąsy obrazujący sezonowość sprzedaży kruszywa w kopalni odkrywkowej surowców skalnych „X”

Fig. 6. Categorized box and whisker plot of aggregates sale seasonality of opencast rock materials mine

Zródło: Opracowanie własne

Source: Own elaboration

Publikację wykonano na AGH w Krakowie w 2015 r. w ramach badań statutowych, umowa nr: 11.11.100.693, zadanie 5.

Literatura

1. *Bednarczyk J., Modrzejewski Sz.*: Polskie górnictwo skalne na drodze największego wielosurowcowego rozwoju wydobywania. *Przeгляд Górnicy*, 2014, tom.70, nr 9, s. 15÷20.
2. *Czopek K.*: Ekonomiczne problemy kopalń kruszyw łamanych. *Górnictwo Odkrywkowe*, 2007, R.49, nr 5-6, s. 45÷50.
3. *Czopek K.*: Wpływ sezonowości wydobywania i sprzedaży surowców skalnych na efekty ekonomiczne kopalń, *Górnictwo Odkrywkowe* 2003, nr 7-8, s.5÷7.
4. *Galaś Z.*: Sezon na żwir. Sezonowość sprzedaży naturalnych kruszyw piaszczysto-żwirowych, *Surowce i Maszyny Budowlane*, 2012, nr1, s.22÷26.
5. *Gruber J., Józwiak J., Mosio Ł.*: Zastosowanie eksploracji danych do wykrywania nadużyć w systemach biznesowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie*. 2006, z. 64, s.61÷71.
6. Internetowy podręcznik statystyki, *www.statsoft.pl*, lipiec 2014.
7. *Koziol W., Czaja P.*, *Górnictwo skalne w Polsce-stan obecny, perspektywy i uwarunkowania rozwoju*, *Górnictwo i Geologia* 2010, Tom 5, Z.3, s.41÷58.
8. *Łapczyński M., Migut G., Demski T.*: *Data Mining IIb – modele i metody*, Materiały kursowe, Kraków StatSoft Polska 2011.
9. *Lochańska D., Strykowski M.*: Optymalizacja bilansowania podaży z popytem na kruszywa naturalne, *Przeгляд Górnicy* 2014, Tom 70, Z.10, s.36÷40.
10. *Modrzejewski T.*: Zarządzanie płynnością finansową w przedsiębiorstwie wydobywającym surowce skalne, *Górnictwo Odkrywkowe* 2001, nr 4/2001, s. 74÷88.
11. *Modrzejewski Sz.*: Ekonomiczno-techniczne, prawne i środowiskowe uwarunkowania górnictwa skalnego, *Górnictwo Odkrywkowe* 2004, nr 1, s.90÷92.
12. *Modrzejewski Sz.*: Stan i kierunki rozwoju górnictwa skalnego, *Górnictwo Odkrywkowe* 2005, nr 1, s. 66÷76.
13. *Obrzut M.*: Metoda kompleksowej oceny sezonowości na przykładzie kopalni pozyskiwanych odkrywkowo, *Górnictwo Odkrywkowe* 2004, nr 7-8, s.97÷102.
14. *Trzaskus-Żak B., Czopek K.*: Wpływ sezonowości i wartości sprzedaży na poziom należności krótkoterminowych w wybranych kopalniach odkrywkowych, *Górnictwo Odkrywkowe*, 2014, R. 55 nr 1, s. 61÷66.
15. *Uberman R., Uberman Ro.*: Sezonowość w odkrywkowym górnictwie surowców skalnych. *Wyzwanie dla zarządzających*, *Górnictwo odkrywkowe* 2002, nr 4/2002, s. 30÷34.