Optymalizacja struktury produkcji kopalni z uwzględnieniem kosztów stałych i zmiennych

Beata TRZASKUŚ-ŻAK[1], Andrzej ŻAK[2]

[1] dr hab. inż.; AGH Kraków, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
[2] dr hab.; AGH Kraków, Wydział Matematyki Stosowanej

DOI: 10.29227/IM-2017-02-35

Streszczenie

Artykuł zajmuje się problemem optymalizacji struktury produkcji na przykładzie kopalni odkrywkowej surowców skalnych. Opracowano model optymalizacyjny, który uwzględnia podział kosztów na stałe i zmienne, a co za tym idzie - koszt jednostkowy zmienny produkcji w poszczególnych miesiącach dla każdego asortymentu osobno, jednostkowy koszt magazynowania, popyt oraz zdolności produkcyjne kopalni. Rozwiązanie uzyskano za pomocą metody programowania liniowego i programu LP-Solve. Otrzymane rozwiązanie w czytelny sposób ilustruje jaki rodzaj asortymentu i w jakiej ilości powinna kopalnia produkować i magazynować w poszczególnych miesiącach, przy jednoczesnym pokryciu zapotrzebowania, aby zminimalizować całkowity koszt produkcji i magazynowania, przy uwzględnieniu zdolności produkcyjnych.

Słowa kluczowe: optymalizacja, programowanie liniowe, struktura produkcji

Wprowadzenie

Podejmowanie racjonalnych decyzji ekonomicznych wymaga przeprowadzenia rachunków optymalizacyjnych. Rachunki te umożliwiają rozstrzygnięcie, która z możliwych decyzji jest najlepsza. Należy się przy tym posłużyć odpowiednim kryterium, uwzględnienie którego pozwoli ocenić i porównać skutki podjęcia poszczególnych decyzji. Metodami umożliwiających wyznaczenie optymalnych decyzji ekonomicznych są metody programowania optymalnego [2].

W artykule zastosowano metodę programowania optymalnego (liniowego) w celu minimalizacji łącznych kosztów produkcji i magazynowania. Do analizy wykorzystano wartość jednostkowego kosztu zmiennego wyznaczonego za pomocą metody najmniejszych kwadratów, której wyniki zamieszczono w tabeli 1. W podejściu do analizowanego problemu uwzględniono również zdolności produkcyjne kopalni, które w niektórych miesiącach analizy kształtowały się poniżej wielkości popytu na dany asortyment (np. klińce).

Istotą programowania optymalnego jest wykorzystanie metod matematycznych do wyznaczania optymalnych rozwiązań różnorodnych problemów decyzyjnych występujących w przedsiębiorstwie. Zastosowanie metod programowania optymalnego umożliwia obiektywne odzwierciedlenie w postaci modeli matematycznych, zjawisk i procesów gospodarczych występujących w przedsiębiorstwie (kopalni odkrywkowej surowców skalnych w analizowanym przypadku). Metody te stwarzają obiektywne przesłanki do podjęcia racjonalnych decyzji, zaś modele programowania optymalnego mogą być wykorzystane do opisu różnych sytuacji decyzyjnych [1–6].

Celem przeprowadzonych obliczeń w niniejszym artykule jest stworzenie modelu matematycznego minimalizującego łączny koszt produkcji (uwzględniając podział kosztów na stałe

i zmienne, które zostały wyznaczone za pomocą metody najmniejszych kwadratów dla każdego asortymentu osobno) i magazynowania produkowanych asortymentów, przy jednoczesnym pokryciu zapotrzebowania w każdym miesiącu na kruszywo, oraz uwzględnieniu zdolności produkcyjnej kopalni.

W tym celu wykorzystany został model programowania liniowego.

Model optymalizacji struktury produkcji analizowanej kopalni

Przedsiębiorstwa (kopalnie) muszą podejmować decyzje dotyczące rodzajów wytwarzanych wyrobów, ich struktury i wielkości produkcji. Każda decyzja dotycząca struktury asortymentowej i wielkości produkcji znajduje odzwierciedlenie w ponoszonych kosztach i osiąganych przychodach, a w konsekwencji w osiąganych zyskach. Przedsiębiorstwa (kopalnie) zainteresowane są produkcją takiego asortymentu wyrobów i sprzedażą w takich ilościach, aby osiągnięty zysk ze sprzedaży był jak największy.

Określając strukturę asortymentową i wielkość produkcji kopalnia musi również uwzględnić różnego typu uwarunkowania prowadzonej działalności w analizowanym przypadku m.in. koszty produkcji z podziałem na koszty stałe i zmienne, sezonowość produkcji i sprzedaży, koszty magazynowania, popyt oraz zdolność produkcyjną kopalni.

Tab. 1. Wyniki metody najmniejszych kwadratów zastosowanej w celu wyznaczenia kosztów stałych i zmiennych. Źródło: Opracowanie własne

Tab. 1. The results of the division of fixed and variable costs carried out through the least squares method

Wyszczególnienie	Grysy	Klińce	Mieszanki	SUMA
Koszty stałe, K_s, zł	71 152 013,69	9 186 962,96	861 553,80	**81 200 530,45**
Koszty zmienne, K_z zł	68 097 846,07	5 753 269,87	2 502 040,15	**76 353 156,09**
K_s+K_z , zł	139 249 859,76	14 940 232,82	3 363 593,95	**157 553 686,53**
Koszt jednostkowy zmienny, zł/Mg	9,10	6,74	13,30	

Analizowana kopalnia produkuje różne rodzaje asortymentów tj. grysy, klińce i mieszanki. Celem analizowanej kopalni jest produkować i sprzedawać swoje wyroby w takich ilościach, aby całkowity koszt produkcji i magazynowania był jak najniższy, a co za tym idzie – zysk jak najwyższy.

W przeprowadzonej analizie w pierwszym kroku wyznaczono koszty stałe i zmienne analizowanych asortymentów wykorzystując metodę najmniejszych kwadratów. Wyniki z przeprowadzonych obliczeń zamieszczono w tabeli 1.

W artykule przyjęto następujące oznaczenia dla analizowanego roku Z:

g_i – ilość produkcji grysów w poszczególnych miesiącach roku Z, i = 1,…, 12, Mg

k_i – ilość produkcji klińców w poszczególnych miesiącach roku Z, i = 1,…, 12, Mg

m_i – ilość produkcji mieszanek w poszczególnych miesiącach roku Z, i = 1,…, 12, Mg

Asortyment 1 (grysy):

$a_{g,i}$: jednostkowy koszt zmienny produkcji grysu w miesiącu i, zł/Mg

$z_{g,i}$: ilość magazynowanego grysu w miesiącu i, Mg

$b_{g,i}$: jednostkowy koszt magazynowania grysu w miesiącu i, zł/Mg

$p_{g,i}$: zapotrzebowanie (popyt) na grysy w miesiącu i, Mg

Asortyment 2 (klińce):

$a_{k,i}$: jednostkowy koszt zmienny produkcji klińca w miesiącu i, zł/Mg

$z_{k,i}$: ilość magazynowanego klińca w miesiącu i, Mg

$b_{k,i}$: jednostkowy koszt magazynowania kamienia w miesiącu i, zł/Mg

$p_{k,i}$: zapotrzebowanie (popyt) na kliniec w miesiącu i, Mg

Asortyment 3 (mieszanki):

$a_{m,i}$: jednostkowy koszt zmienny produkcji mieszanek w miesiącu i, zł/Mg

$z_{m,i}$: ilość magazynowanych mieszanek w miesiącu i, Mg

$b_{m,i}$: jednostkowy koszt magazynowania mieszanek w miesiącu i, zł/Mg

$p_{m,i}$: zapotrzebowanie (popyt) na mieszanki w miesiącu i, Mg

oraz:

$w_{g,i}$ $w_{k,i}$, $w_{m,i}$, : maksymalna zdolność produkcyjna dla asortymentów (grysów, klińców i mieszanek) w miesiącu i, Mg

K_s – koszty stałe, zł

Teoretyczna postać opracowanego modelu uwzględniającego podział kosztów na koszty stałe i zmienne

W analizowanym przypadku problem programowania liniowego przyjmuje następującą postać [5]:

$$\begin{aligned} K_c = K_s &+ a_{g,1}g_1 + a_{g,2}g_2 + \ldots + a_{g,12}g_{12} + b_{g,1}z_{g,1} + b_{g,2}z_{g,2} + \ldots + b_{g,12}z_{g,12} + \\ &+ a_{k,1}k_1 + a_{k,2}k_2 + \ldots + a_{k,12}k_{12} + b_{k,1}z_{k,1} + b_{k,2}z_{k,2} + \ldots + b_{k,12}z_{k,12} + \\ &+ a_{m,1}m_1 + a_{m,2}m_2 + \ldots + a_{m,12}m_{12} + b_{m,1}z_{m,1} + b_{m,2}z_{m,2} + \ldots + b_{m,12}z_{m,12} \to \min \end{aligned} \tag{1}$$

Przyjęte ograniczenia:

$$\begin{aligned} & z_{g,0} + g_1 - p_{g,1} = z_{g,1} \\ & z_{g,1} + g_2 - p_{g,2} = z_{g,2} \\ & \ldots \\ & z_{g,11} + g_{12} - p_{g,12} = z_{g,12} \\ & z_{g,0} = z_{g,12} \end{aligned} \tag{2a}$$

$$\begin{aligned} & z_{k,0} + k_1 - p_{k,1} = z_{k,1} \\ & z_{k,1} + k_2 - p_{k,2} = z_{k,2} \\ & \ldots \\ & z_{k,11} + k_{12} - p_{k,12} = z_{k,12} \\ & z_{k,0} = z_{k,12} \end{aligned} \tag{2b}$$

$$\begin{aligned} & z_{m,0} + m_1 - p_{m,1} = z_{m,1} \\ & z_{m,1} + m_2 - p_{m,2} = z_{m,2} \\ & \ldots \\ & z_{m,11} + m_{12} - p_{m,12} = z_{m,12} \\ & z_{m,0} = z_{m,12} \end{aligned} \tag{2c}$$

$$\begin{aligned} & g_{1,\ \ldots,}g_{12} \le w_{g\ max} \\ & k_{1,\ \ldots,}k_{12} \le w_{k\ max} \\ & m_{1,\ \ldots,}m_{12} \le w_{m\ max} \end{aligned} \tag{3}$$

$$g_1,\ \ldots,\ g_{12},\ k_1,\ \ldots,\ k_{12},\ m_1,\ \ldots,m_{12},\ z_{g,1},\ \ldots,\ z_{g,12},\ z_{k,1},\ \ldots,\ z_{k,12},\ z_{m,1},\ \ldots,\ z_{m,12} \ge 0 \tag{4}$$

Funkcja celu (1) przedstawia łączny koszt produkcji i magazynowania asortymentów analizowanej kopalni, przy uwzględnieniu podziału kosztów na stałe i zmienne oraz założeniu, że zapas z roku poprzedniego jest równy zapasowi na koniec roku bieżącego w celu zachowania rezerwy zapasów. Ograniczenia (2a), (2b) i (2c) obrazują sposób w jaki zmieniają się ilości produkowanego, sprzedawanego i magazynowanego asortymentu w danym miesiącu (m.in. zapewniają, że jest pokryte zapotrzebowanie odpowiednio na grysy (2a), klińce (2b) i mieszanki (2c) w każdym miesiącu analizowanego roku Z).

Biorąc pod uwagę ograniczenie $z_{g,1} + g_2 - p_{g,2} = z_{g,2}$, kolejne składniki oznaczają:

$z_{g,1}$ – ilość grysu jaką kopalnia magazynuje po 1 miesiącu,

g_2 – ilość wyprodukowanego grysu w 2 miesiącu (lutym) analizowanego roku Z,

$p_{g,2}$ – popyt (sprzedaż) na grysy w 2 miesiącu (lutym) analizowanego roku Z,

$z_{g,2}$ – ilość grysu jaka zostaje zmagazynowana w 2 miesiącu analizowanego roku Z.

Tak więc ilość grysu jaką dysponujemy w 2 miesiącu to $z_{g,1} + g_2$. Po sprzedaży części pokrywającej zapotrzebowanie $p_{g,2}$ w magazynie pozostaje $z_{g,2}$ Mg grysu.

Z kolei ograniczenia (3) określają maksymalną (3) i (4) miesięczną zdolność produkcyjną trzech produkowanych przez kopalnię asortymentów.

Na podstawie danych analizowanej kopalni, czyli ilości wytworzonej produkcji, ilości sprzedaży oraz jednostkowego kosztu zmiennego wytworzenia każdego z trzech rodzajów asortymentów (wyznaczonego na podstawie metody najmniejszych kwadratów) w analizowanych miesiącach roku Z, przy założeniu, że koszt magazynowania 1 Mg zapasu dla każdego asortymentu wynosi 1,5 zł/Mg, utworzono funkcję celu, zamieszczoną poniżej. Funkcja ta posłużyła do rozwiązania analizowanego problemu, czyli optymalizacji struktury produkcji w poszczególnych miesiącach w celu obniżenia kosztów produkcji i magazynowania, co w konsekwencji przełoży się również na wzrost zysku kopalni.

W opracowanym modelu jako zapotrzebowanie na dany asortyment w określonym miesiącu uwzględniono wielkość jego sprzedaży w tymże miesiącu.

Natomiast jako ograniczenie wielkości produkcji, w każdym miesiącu przyjęto największą miesięczną wielkość produkcji, dla każdego z trzech analizowanych asortymentów w badanych 11 miesiącach, za wyjątkiem miesiąca grudnia, gdzie przyjęto poziomy produkcji z tego miesiącu zaokrąglone do pełnych tys. Mg, czyli:

– grysy – 60000 Mg/m-c,
– klińce – 85000 Mg/m-c,
– mieszanki – 24000 Mg/m-c.

Opracowany model matematyczny programowania struktury produkcji uwzględniający koszty stałe i zmienne

Przy przyjętych założeniach opracowany model matematyczny (przygotowany do rozwiązania w programie LP-Solve ma postać:

$$min:\quad 81200530,45+9,10_{g1}+9,10_{g2}+9,10_{g3}+9,10_{g4}+9,10_{g5}+9,10_{g6}+9,10_{g7}+9,10_{g8}\ +9,10_{g9}++9,10_{g10}+9,10_{g11}+9,10_{g12}+1,5z_{g,1}+1,5z_{g,2}+1,5z_{g,3}+1,5z_{g,4}+1,5z_{g,5}+1,5z_{g,6}+1,5z_{g,7}+1,5z_{g,8}+1,5z_{g,9}+1,5z_{g,10}+1,5z_{g,11}+1,5z_{g,12}+6,74_{k1}+6,74_{k2}+6,74_{k3}+6,74_{k4}+6,74_{k5}+6,74_{k6}+6,74_{k7}+6,74_{k8-}+6,74_{k9}+6,74_{k10}+6,74_{k11}+6,74_{k12}+1,5z_{k,1}+1,5z_{k,2}+1,5z_{k,3}+1,5z_{k,4}+1,5z_{k,5}+1,5z_{k,6}+1,5z_{k,7}+1,5z_{k,8}+1,5z_{k,9}+1,5z_{k,10}+1,5z_{k,11}+1,5z_{k,12}+13,30_{m1}+13,30_{m2}+13,30_{m3}+13,30_{m4}+13,30_{m5}+13,30_{m6}+13,30_{m7}+13,30_{m8}+13,30_{m9}+13,30_{m10}+13,30_{m11}+13,30_{m12}+1,5z_{m,1}+1,5z_{m,2}+1,5z_{m,3}+1,5z_{m,4}+1,5z_{m,5}+1,5z_{m,6}+1,5z_{m,7}+1,5z_{m,8}+1,5z_{m,9}+1,5z_{m,10}+1,5z_{m,11}+1,5z_{m,12};$$

Przyjęte ograniczenia:

– grysy:

$g_1-z_{g,1}=30765;$
$z_{g,1}+_{g2}-z_{g',2}=24224;$
$z_{g',2}+_{g3}-z_{g',3}=38175;$
$z_{g3}+_{g4}-z_{g4}=36131;$
$z_{g4}+_{g5}-z_{g5}=51685;$
$z_{g5}+_{g6}-z_{g6}=68762;$
$z_{g6}+_{g7}-z_{g7}=52058;$
$z_{g7}+_{g8}-z_{g8}=46259;$
$z_{g8}+_{g9}-z_{g9}=33604;$
$z_{g9}+_{g10}-z_{g10}=56527;$
$z_{g10}+_{g11}-z_{g11}=35446;$
$z_{g11}+_{g12}-z_{g12}=28717;$
$z_{g0}=z_{g12};$

– klińce:

${}_{k1}-z_{k',1}=86509;$
$z_{k1}+_{k2}-z_{k2}=69485;$
$z_{k2}+_{k3}-z_{k3}=85911;$
$z_{k3}+_{k4}-z_{k4}=86391;$
$z_{k4}+_{k5}-z_{k5}=99196;$
$z_{k5}+_{k6}-z_{k6}=86482;$
$z_{k6}+_{k7}-z_{k7}=75011;$
$z_{k7}+_{k8}-z_{k8}=61316;$
$z_{k8}+_{k9}-z_{k9}=68018;$
$z_{k9}+_{k10}-z_{k10}=67826;$
$z_{k10}+_{k11}-z_{k11}=54798;$
$z_{k11}+_{k12}-z_{k12}=51133;$
$z_{k0}=z_{k12};$

– mieszanki:

${}_{m1}-z_{m1}=1457;$
$z_{m1}+_{m2}-z_{m2}=3737;$
$z_{m2}+_{m3}-z_{m3}=25383;$
$z_{m3}+_{m4}-z_{m4}=18109;$
$z_{m4}+_{m5}-z_{m5}=28506;$
$z_{m5}+_{m6}-z_{m6}=8598;$
$z_{m6}+_{m7}-z_{m7}=10616;$

Tab. 2. Wyniki rozwiązania opracowanego modelu programowania liniowego optymalizacji struktury produkcji z uwzględnieniem kosztów stałych i zmiennych kopalni odkrywkowej surowców skalnych, Mg. Źródło: Opracowanie własne

Tab. 2. The results of the developed model of linear programming of the production structure optimization taking into account fixed and variable costs in the opencast mine of rock and raw materials, Mg

L.p.	Produkcja grysów, g_j	Produkcja klińców, k_j	Produkcja mieszanek, m_j	Zapasy grysów, z_{gj}	Zapasy klińców, z_{kj}	Zapasy mieszanek, z_{mj}
1	30 765	85 000	1 457	0	2 465	0
2	24 224	85 000	5 120	0	17 980	1 383
3	38 175	85 000	24 000	0	17 069	0
4	36 678	85 000	22 615	447	15 678	4 506
5	60 000	85 000	24 000	8 762	1 482	0
6	60 000	85 000	8 598	0	0	0
7	52 058	75 011	10 616	0	0	0
8	46 259	61 316	4 409	0	0	0
9	33 604	68 018	3 343	0	0	0
10	56 527	67 826	6 424	0	0	0
11	35 446	64 905	7 385	0	10 107	0
12	28 717	45 000	6 370	0	3 974	0

$z_{m7}+_{m8}-z_{m8}=4409;$

$z_{m8}+_{m9}-z_{m9}=3343;$

$z_{m9}+_{m10}-z_{m10}=6424;$

$z_{m10}+_{m11}-z_{m11}=7385;$

$z_{m11}+_{m12}-z_{m12}=6370;$

$z_{m,0}=z_{m,12};$

Zdolności produkcyjne dla trzech analizowanych asortymentów zostały przyjęte na następujących poziomach:

- grysy:
  $g_{1,2}, ...,_{11}<=60000;$
  $g_{12}<=35000;$

- klińce:
  $k_{1,2}, ...,_{11}<=85000;$
  $k_{12}<=45000;$

- mieszanki:
  $m_{1,2}, ...,_{11}<=24000;$
  $m_{12}<=12000.$

Wyniki uzyskane po rozwiązaniu modelu w programie LP_Solve zostały zamieszczone w tabeli 2.

Całkowity koszt produkcji i magazynowania w opracowanym modelu uwzględniającym podział kosztów na stałe i zmienne, wyznaczony przez program LP-Solve w analizowanym roku Z wyniósł 93 564, 9 tys. zł. Jak widać w niektórych miesiącach, należy wyprodukować więcej asortymentu niż zapotrzebowanie, po to aby zapewnić odpowiedni poziom zapasów w miesiącach, w których zapotrzebowanie przekracza zdolności produkcyjne. Znalezione rozwiązanie minimalizuje łączne koszty produkcji i budowania koniecznych zapasów.

Podsumowanie i wnioski

W niniejszym artykule zaproponowano nowe podejście do programowania struktury produkcji wykorzystując metodę programowania optymalnego (liniowego) z uwzględnieniem kosztów stałych i zmiennych. W analizowanym przykładzie kopalni odkrywkowej surowców skalnych, podejście, w którym miesięczna produkcja byłaby równa dokładnie miesięcznemu popytowi na produkowane asortymenty (grysy, klińce i mieszanki), czyli bez ponoszenia kosztów magazynowania nie jest możliwe z powodu zapotrzebowania przekraczającego zdolności produkcyjne w niektórych miesiącach.

Wyznaczono więc model zapewniający taki łączny poziom produkcji i zapasów w każdym miesiącu, który pokrywa zapotrzebowanie (popyt). Model ten minimalizuje łączne koszty produkcji i składowania, przy uwzględnieniu kosztów magazynowania w wysokości 1,5 zł/Mg. W takim ujęciu całkowity koszt produkcji i magazynowania wyznaczony przez program LP_Solve wyniósł 93 564, 9 tys. zł.

W niniejszym podejściu koszty uwzględnione w analizie zostały podzielone na koszty stałeh i zmienne za pomocą metody najmniejszych kwadratów. Koszty stałe odniesione na poszczególne asortymenty zostały zsumowane i odniesione do kopalni jako całości w analizowanym roku Z, natomiast poziom wyznaczonego kosztu jednostkowego zmiennego był taki sam w każdym miesiącu analizowanego roku, a różnił się w odniesieniu do poszczególnych asortymentów.

Zastosowane podejście daje optymalne rozwiązanie, przy uwzględnieniu zdolności produkcyjnych, które w niektórych miesiącach analizy kształtowały się poniżej zapotrzebowania na dany rodzaj kruszywa. Metoda programowania liniowego rozwiązuje ten problem poprzez zwiększoną produkcję w pozostałych miesiącach i magazynowanie kruszywa. Podejście to optymalizuje strukturę produkcji poprzez utrzymywanie zapasów, które są wykorzystywane w miesiącach gdzie występuje zwiększone zapotrzebowanie na dany asortyment, a kopalnia nie posiada wystarczających zdolności produkcyjnych aby go na bieżąco zaspokajać. W modelach programowania liniowego można uwzględnić również inne, dodatkowe uwarunkowania, niż te przyjęte w bieżącej analizie i na tej podstawie zmodyfikować już opracowany i przedstawiony model.

Kolejne podejście do problemu optymalizacji produkcji Autorzy zaproponowali w artykule [5], gdzie analizowali przypadek, w którym koszt jednostkowy produkcji dla poszczególnych asortymentów był różny w poszczególnych miesiącach analizowanego roku.

Publikację wykonano w AGH w Krakowie w 2017 roku w ramach badań statutowych, umowa nr: 11.11.100.693, zadanie 5.

Literatura – References

1. Gass S. I., Programowanie liniowe: metody i zastosowania, PWN, Warszawa 1980.
2. Nowak E., Zaawansowana rachunkowość zarządcza, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009
3. Trzaskuś-Żak B., Żak A., Binarne programowanie liniowe w zarządzaniu należnościami kopalni, Archiwum Górnictwa vol. 58 no. 3, s. 941–952, Wydawnictwo Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, Kraków 2013
4. Trzaskuś-Żak B., Czopek K, Optymalizacja zarządzania należnościami w kopalni
5. z wykorzystaniem programowania liniowego, Archiwum Górnictwa, vol. 58 no. 2, s. 541–550, Wyd. Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, Kraków 2013
6. Trzaskuś-Żak B., Łochańska D., Żak A., Starzykiewicz T, Optymalizacja struktury produkcji na przykładzie kopalni, Inżynieria Mineralna, R. 17 nr 2, s. 3–8, Kraków 2016
7. Radzikowski W., Programowanie liniowe i nieliniowe w organizacji i zarządzaniu, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego 1979
8. Wagner H. M., Badania operacyjne. Zastosowania w zarządzaniu, PWE, Warszawa 1980

Optimizing Mine Production Structure
Taking into Account Fixed and Variable Costs

This article presents the problem of production structure optimization based on an example of the opencast mine of the raw and rock materials. There is developed optimization model taking into account fixed and variable costs (unit variable cost) in individual months and kind of assortment, the unit cost of storage, demand and production capacity of the mine. The results were found using linear programming method and the LP-Solve. The obtained results clearly illustrate what kind of assortment and in what amount should be produce and storage in individual months, while demand coverage, to minimize the total cost of production and storage and taking into account capacity.

Keywords: optimization, linear programming, the structure of production