

**Arkadiusz Utrata**

AGH University of Science and Technology in Krakow  
utrata@agh.edu.pl

**Barbara Jabłońska- Firek**

Wyższa Szkoła Zarządzania i Bankowości w Krakowie  
bjf@agh.edu.pl

## **FUNKCJA NARASTANIA PRACOCHOŃNOŚCI PROCESU WYDOBYWCZO – PRZERÓBCZEGO**

### **Wprowadzenie**

O efektywności procesów produkcyjnych w górnictwie w zasadniczym stopniu decyduje specyfika produkcji górniczej oraz specyficzne i zmienne w czasie uwarunkowania realizacji procesów produkcyjnych. Wydobywczo-przeróbczy charakter procesów wraz ze specyficznymi i zmiennymi w czasie warunkami ich realizacji decydują o obiektywnym zróżnicowaniu poziomu wydajności pracy oraz kosztów jednostkowych w warunkach poszczególnych kopalń. Zróżnicowanie to stwarza konieczność stosownego doboru techniki, technologii i organizacji procesów produkcyjnych do naturalnych uwarunkowań geologiczno-górnicznych poszczególnych kopalń, a także decyduje o potrzebie monitorowania i sterowania przebiegiem procesów wydobywczo-przeróbczych w aspekcie pożądanego wzrostu ich efektywności.

Pro efektywnościowa analiza procesu wydobywczo-przeróbczego z wykorzystaniem wskaźników wydajności pracy, zaprezentowana w opracowaniu „*Funkcja zaniku wydajności pracy procesu wydobywczo – przeróbczego*”<sup>1</sup>, w ujęciu kompleksowym wymaga uzupełnienia o badanie chłonności pracy poszczególnych elementów analizowanego procesu w aspekcie zmian poziomu i struktury zatrudnienia. Ilustracja takiej analizy wraz z możliwością praktycznego wykorzystania wskaźników pracochłonności oraz funkcji narastania pracochłonności kolejnych etapów procesu produkcyjnego w górnictwie jest przedmiotem niniejszego opracowania.

---

<sup>1</sup> Utrata A., Jabłońska- Firek B.: *Work efficiency decrease in mining and processing*. Zeszyt Naukowy No 22, WSZiB w Krakowie, Zarządzanie– 2013

## 1. Wydajność pracy a pracochłonność

Wydajność pracy jest uznawana za podstawowy i najważniejszy miernik efektywności i skuteczności funkcjonowania przedsiębiorstwa, a także jego możliwości dostosowawczych do zmieniającego się bliskiego i dalszego otoczenia. Szczególne znaczenie tego problemu dotyczy górnictwa, charakteryzującego się znacznym udziałem kosztów stałych (około 60% do 70%) i dużym udziałem kosztów robocizny w kosztach własnych (około 60%).

Przydatne do analizy i oceny procesów rozwojowych i restrukturyzacyjnych w górnictwie, ilościowe i wartościowe mierniki wydajności pracy ilustruje zależność ogólna<sup>2</sup>:

$$w = \frac{P}{T} \quad (1)$$

gdzie:

$P$  – wielkość produkcji uzyskana przez analizowaną grupę pracowników, określona w jednostkach ilościowych lub wartościowych,

$T$  – nakłady czasu pracy (nakłady pracy żywej), określone liczbą zatrudnionych lub sumą przepracowanych dniówek, godzin, itp., w zależności od specyfiki procesu produkcyjnego.

Istotne uzupełnienie proponowanej w opracowaniu „*Funkcja zaniku wydajności pracy procesu wydobywco–przeróbczego*”<sup>3</sup> analizy i oceny z wykorzystaniem ilościowych mierników wydajności pracy, w odniesieniu do procesów produkcyjnych w górnictwie stanowi analiza ich chłonności. Chłonność pracy charakteryzują znaczeniowo zbliżone do siebie mierniki - czasochłonność i pracochłonność. W praktyce, czasochłonność wykorzystuje się w normowaniu pracy do określania chłonności pracy dla zadań roboczych, czy też wybranych procesów produkcyjnych. Natomiast pracochłonność określa chłonność pracy procesu produkcyjnego w odniesieniu do jednostki produktu finalnego.

Pracochłonność  $ch$  dla określonej grupy pracowników, obsługujących proces wydobywco–przeróbczy (lub jego część składową), opisują wzory:

$$ch = \frac{1}{w} = \frac{T}{P} = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_n}{P} = ch_1 + ch_2 + \dots + ch_n \quad (2)$$

<sup>2</sup> Krawczyk W., Jabłońska- Firek B.: *Ekonomika przedsiębiorstwa górniczego*. Skrypty uczelniane. Nr 702. Kraków 1980.

<sup>3</sup> Utrata A., Jabłońska- Firek B.: *Funkcja .....*, op. cit.

gdzie:

$D_i$  – liczba dniówek przepracowanych na  $i$ -tym stanowisku pracy,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,

– pozostałe oznaczenia jak we wzorze (1).

W górnictwie najczęściej pracochłonność określa się w [dn/10 000t]. Niemniej w zależności od tego, jakie grupy pracowników i jakie składowe procesy wydobywczego – przeróbczego są przedmiotem analizy, pracochłonność jest określana na podstawie dniówek przepracowanych na stanowiskach robotniczych lub na podstawie dniówek przepracowanych przez wszystkich pracowników i wyrażana stosownie w [rdn/10 000 t] lub w [pdn/10 000 t].

Przedstawiony powyżej wzór (2) ujawnia szczególną własność miernika w postaci pracochłonności. W odróżnieniu od miernika wydajności pracy, pracochłonność cechuje możliwość prostego sumowania. Oznacza to, iż pracochłonność procesu wydobywczego - przeróbczego jest sumą pracochłonności poszczególnych ogniw (stanowisk pracy) realizujących ten proces. Ponadto, można określać pracochłonności pewnych ściśle określonych części składowych procesu wydobywczego - przeróbczego, stąd operowanie pojęciami pracochłonności: na węglu (rudzie, kamieniu), pracochłonności przodkowej, oddziałowej, dołowej, powierzchniowej, ogólnej, a także pracochłonności oddziałów górniczych (wydobywczych, przygotowawczych), elektrycznych, mechanicznych, czy też pracochłonności generowanej przez grupy pracowników (przykładowo - inżyniersko-technicznych).

Ponieważ miernik pracochłonności stanowi prostą odwrotność miernika wydajności pracy (wzory 1, 2) wzrost wydajności pracy w górnictwie jest uwarunkowany możliwością zmniejszenia pracochłonności realizowanych procesów wydobywczego- przeróbczych.

## **2. Analiza pracochłonności procesu wydobywczego- przeróbczego**

Przedstawiony poniżej schemat analizy pracochłonności procesu wydobywczego- przeróbczego wraz z ilustracją możliwości praktycznego jego wykorzystania w wersji tabelarycznej i graficznej jest efektem analizy możliwych do wykorzystania obszarów analizy pracochłonności.

## 2.1. Obszary analizy

Analizę pracochłonności procesu wydobywczego - przeróbczego można prowadzić z w różnych przekrojach, przy czym do najczęściej stosowanych należą<sup>4 5</sup>:

- analiza struktury pracochłonności, w celu określenia najbardziej chłonnych grup robót w zakładzie górniczym, w grupie kopalń, itp,
- analiza dynamiki zmian pracochłonności w danym okresie, w odniesieniu do całego zakładu górniczego i poszczególnych grup robót, co może stanowić podstawę oceny jakości działań restrukturyzacyjnych,
- analiza porównawcza chłonności stanowisk pracy w różnych zakładach górniczych, charakteryzujących się różnymi technologiami, układami techniczno – organizacyjnymi, modelach organizacyjnym, stanowiąca podstawę oceny przydatności konkretnych rozwiązań do danych warunków.

W każdym z tych obszarów badanie pracochłonności można przeprowadzić w ujęciu; bezwzględnym lub względnym. W ujęciu bezwzględnym analizuje się zmiany pracochłonności w odniesieniu do jednego zakładu pracy lub wybranych zakładów:

- dla tej samej grupy stanowisk pracy w czasie, określając trend zmian jako pozytywny lub negatywny,
- różnych grup robót w tym samym czasie, szukając składowych procesu produkcyjnego o największej chłonności pracy.

W ujęciu względnym analizuje się procentowe zmiany pracochłonności w odniesieniu do jednego lub wybranych zakładów pracy.

## 2.2. Funkcja narastania pracochłonności

Funkcja narastania pracochłonności jest funkcją, w której zmienna zależna jest sumą pracochłonności dla kolejnych stanowisk pracy, zaś argumentem jest zmienna określająca udział dniówek, zrealizowanych w ramach danej grupy stanowisk, w ogólnej pracochłonności procesu wydobywczego przeróbczego. Zatem zmienną niezależną w tej funkcji jest zmienna  $\lambda_i$  określona z relacji:

---

<sup>4</sup> Baluch K.: *Wykorzystanie wskaźnika pracochłonności w analizie efektywności pracy ludzkiej*. Wiadomości Górnicze 1999. Nr 1.

<sup>5</sup> Utrata A.: *Wykorzystanie funkcji narastania pracochłonności do analizy chłonności pracy procesu wydobywczego-przeróbczego*. Przegląd Górniczy; 2011 t. 67 nr 9 s. 168–172.

$$\lambda_i = \frac{D_i}{D_{kop}} * 100\% \quad (3)$$

gdzie:

$D_i$  – liczba dniówek przepracowana w  $i$ -tej grupie stanowisk pracy,

$D_{kop}$  – ogólna liczba dniówek przepracowana w zakładzie górniczym (dniówki ogółem),

$i=1, 2, \dots$ , – kolejne stanowiska pracy w zakładzie górniczym.

Zależność pomiędzy dniówkami i pracochłonnością można przedstawić następująco:

$$\begin{aligned} D_i &= ch_i * P \\ D_{kop} &= ch_{kop} * P \end{aligned} \quad (4)$$

Zatem, korzystając ze wzorów (3) i (4) można opisać pracochłonności dla  $i$ -tej grupy stanowisk pracy następująco zależnością:

$$\lambda_i = \frac{ch_i * P}{ch_o * P} * 100\% = \frac{ch_i}{ch_o} * 100\% \quad \Rightarrow \quad ch_i = \frac{ch_o * \lambda_i}{100\%} \quad (5)$$

gdzie:

$ch_i$  – pracochłonność generowana  $i$ -tej grupie stanowisk pracy,

$ch_{kop}$  – ogólna pracochłonność generowana w zakładzie górniczym.

Jeżeli  $ch_1, ch_2$  określają pracochłonności generowane odpowiednio przez grupę stanowisk  $i=1$  oraz  $i=2$ , a  $\lambda_1$  oraz  $\lambda_2$  udział dniówek odpowiednio w grupie stanowisk  $i=1$  oraz  $i=2$ , to sumaryczną pracochłonność dla tych dwóch grup stanowisk pracy można określić następująco:

$$\Sigma ch_2 = ch_1 + ch_2 = \frac{ch_o * \lambda_1}{100\%} + \frac{ch_o * \lambda_2}{100\%} = \frac{ch_o}{100\%} (\lambda_1 + \lambda_2) \quad (6)$$

Ogólnie dla  $n$  – grup stanowisk pracy sumaryczną pracochłonność można określić następująco:

$$\Sigma ch_n = ch_1 + ch_2 + \dots + ch_n = \frac{ch_o}{100\%} (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n) \quad (7)$$

Funkcję narastania pracochłonności można przedstawiać dla konkretnego zakładu górniczego w układzie tabelarycznym lub w sposób graficzny.

W przypadku wersji tabelarycznej, argumenty funkcji i jej wartości przedstawia się w kolumnach tabeli, co pozwala na analizę procesu wydobywczego - przeróbczego zarówno w aspekcie struktury jak i kształtowania się pracochłonności.

W przypadku wersji graficznej można przeprowadzić identyczne analizy, co w przypadku wersji tabelarycznej, ale wymaga ona większego doświadczenia osoby, wykorzystującej wykres do analizy procesu wydobywczego- przeróbczego w aspekcie struktury i wartości pracochłonności. Wynika to z faktu, że dane pośrednie na wykresie jest trudniej odczytywać.

Przykładowe funkcje narastania pracochłonności dla wybranej kopalni, w wersji tabelarycznej przedstawiono w tabeli 1., zaś w wersji graficznej na rysunku 1.

**Tab. 1. Charakterystyka pracochłonności dla wybranego procesu wydobywczego- przeróbczego**

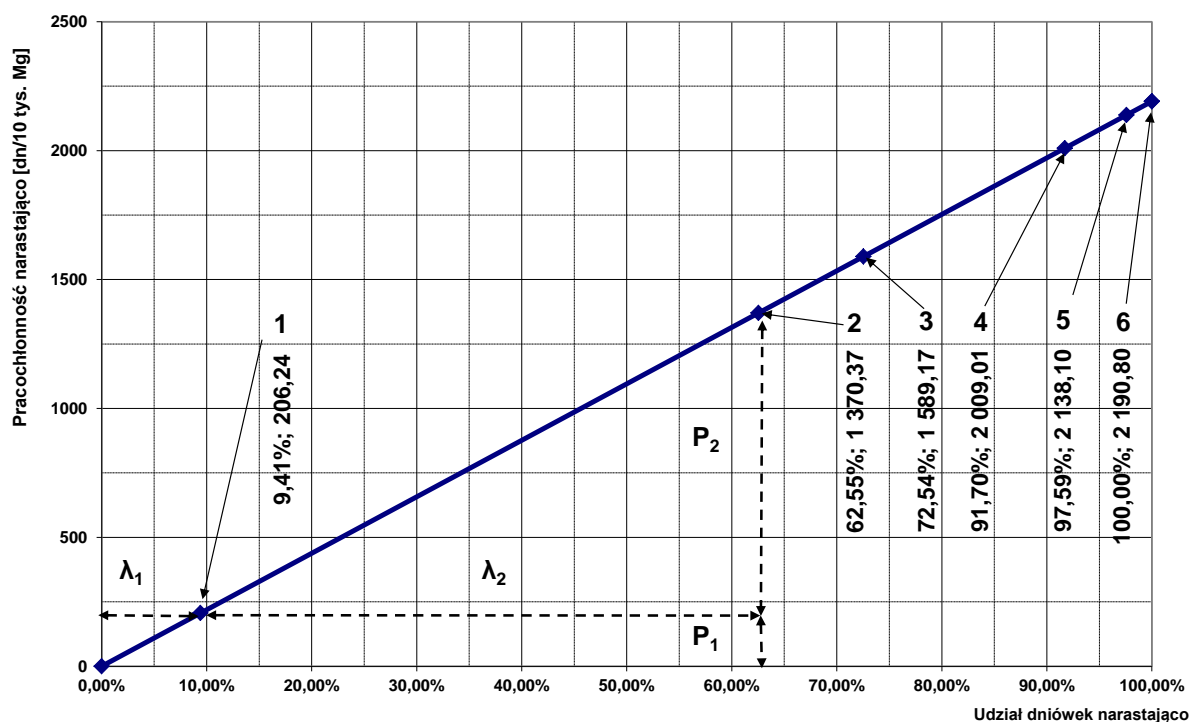
Lp.	Grupa robót (stanowisk pracy)		Udział dniówek grupy w dniówkach ogółem $\lambda_i$	Pracochłonność grupy $ch_i$ [dn/10 tys. Mg]	Udział dniówek narastająco $\Sigma\lambda_i$	Pracochłonność narastająco $\Sigma ch_i$ [dn/10 tys. Mg]
	nazwa	$i$				
	1	2	3	4	5	6
1.	Roboty przodkowe	1	9,41%	206,24	9,41%	206,24
2.	Roboty pomocnicze	2	53,14%	1 164,13	62,55%	1 370,37
3.	Dozór dolowy	3	9,99%	218,81	72,54%	1 589,17
4.	Robotnicy na powierzchni	4	19,16%	419,83	91,70%	2 009,01
5.	Dozór na powierzchni	5	5,89%	129,09	97,59%	2 138,10
6.	Prac. adm. i inż.-techn.	6	2,41%	52,71	100,00%	2 190,80
7.	Razem zakład górniczy	7	100,00%	2 190,80	100,00%	2 190,80

Źródło: Utrata A.: *Wykorzystanie .....*, op. cit.

Argumenty funkcji narastania pracochłonności oraz jej wartości zostały przedstawione w kolumnach 5 i 6 tabeli 1. Te same wielkości zostały przedstawione na wykresie zamieszczonym na rysunku 1. Wielkości z kolumn 3 i 4 są także przedstawione na tym wykresie, ale w sposób pośredni, co pokazano poprzez wyznaczenie wielkości  $\lambda_1$  i  $\lambda_2$  oraz  $ch_1$  i  $ch_2$ . Analizując wykres oraz dane przedstawione w tab. 1. można wytypować stanowiska o największej pracochłonności, których analiza decyduje o skuteczności zarówno przedsięwzięć rozwojowych jak i restrukturyzacyjnych.

Analiza w ujęciu statycznym nie pozwala jednak na badanie dynamiki zmian w kształtowaniu się pracochłonności oraz określenie tendencji zmian w chłonności pracy analizowanego procesu. Ujęcie statyczne nie pozwala również na porównanie danego zakładu górniczego z innymi zakładami (benchmarking zewnętrzny), czy też na porównanie różnych oddziałów w ramach jednego zakładu górniczego (benchmarking wewnętrzny). Celem tych benchmarkingów jest ocena wpływu warunków geologiczno- górniczych, modelu kopalni, wyposażenia technicznego, czy też kwalifikacji załogi na pracochłonność procesów górniczych.

Rysunek 1. Funkcja narastania pracochłonności dla przykładowej kopalni

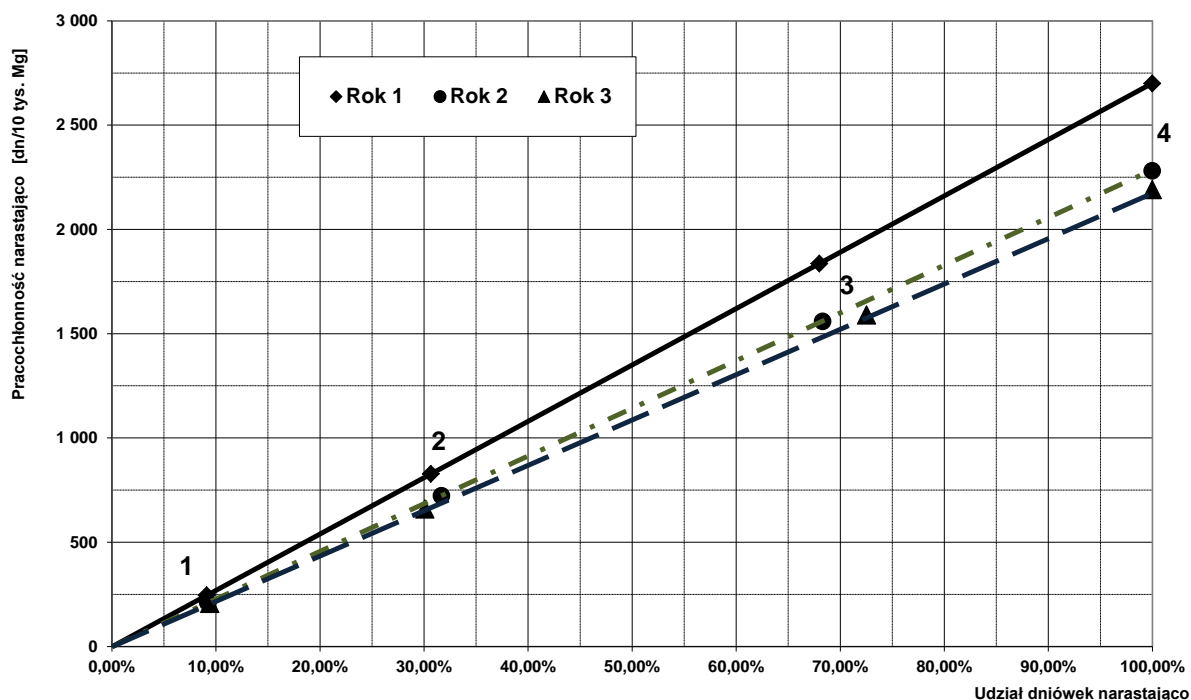


Legenda: 1- roboty przodkowe, 2- roboty przodkowe i pomocnicze, 3- roboty dołowe z dozorem, 4- roboty dołowe plus robotnicy na powierzchni, 5- zakład górniczy bez pracowników administracyjnych i inżynierjno- technicznych, 6- zakład górniczy

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 1.

Badanie dynamiki w zakresie kształtowania się pracochłonności procesu górniczego w odniesieniu do wybranych grup robót lub w odniesieniu do całości procesu wydobywczo-przerobczego wymaga znajomości funkcji narastania pracochłonności, dotyczących różnych okresów. Przeprowadzona na ich podstawie analiza porównawcza pozwala na określenie charakteru zaobserwowanych trendów, a także na dokonanie oceny skuteczności podjętych działań restrukturyzacyjnych. Przykładowe funkcje narastania pracochłonności dla trzech kolejnych okresów ilustruje rysunek 2.

Rys. 2. Funkcje narastania pracochłonności dla przykładowej kopalni w ujęciu dynamicznym



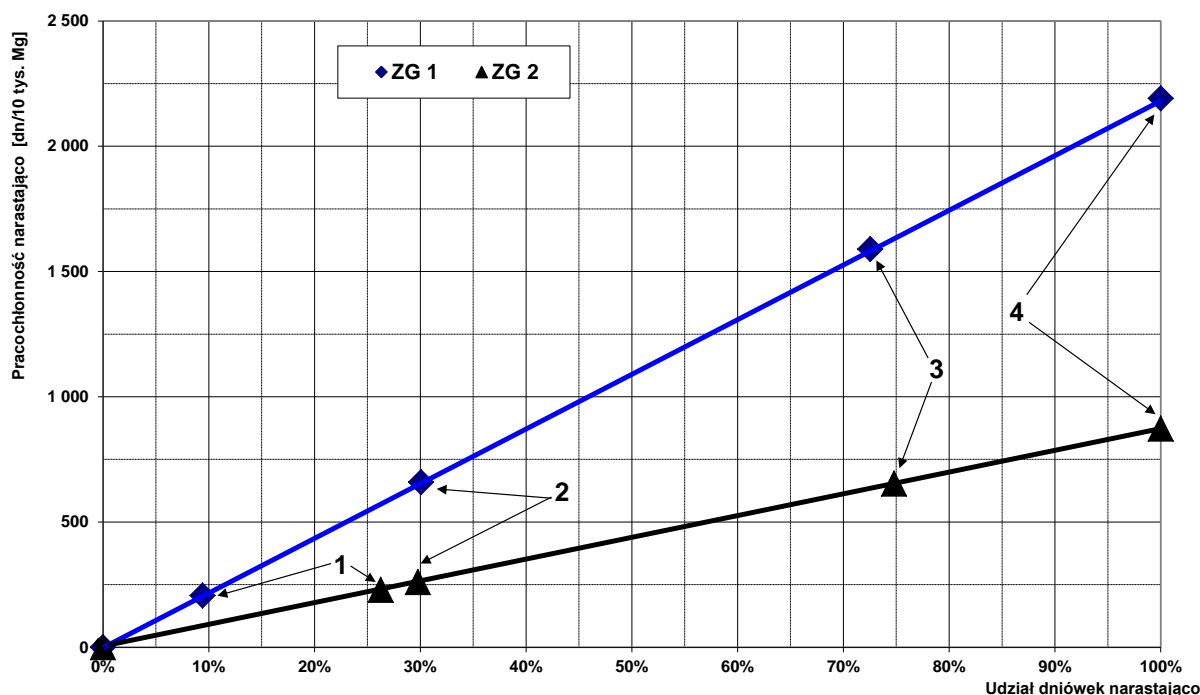
Legenda: pracochłonność: 1–przodkowa, 2–oddziałowa, 3–dołowa, 4–zakładu górniczego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Utrata A.: *Wykorzystanie .....*, op. cit.

Na rysunku 3. przedstawiono dwie funkcje narastania pracochłonności dla dwóch różnych zakładów górniczych, dla czterech wybranych grup robót. Analizując ten wykres można zauważyć duże różnicowanie pracochłonności obu procesów, niemniej widoczne jest również pewne podobieństwo, jeżeli chodzi o procentowy udział dniówek oddziałowych i dołowych w ogólnej liczbie dniówek.



**Rys. 3. Funkcje narastania pracochłonności dla przykładowych dwóch kopalń głębinowych o odmiennej bazie surowcowej i technologii urabiania**



Legenda: pracochłonność :1–przodkowa, 2– oddziałowa, 3– dolowa, 4– zakładu górniczego

Źródło: opracowanie własne na podstawie Utrata A.: *Wykorzystanie funkcji narastania pracochłonności do analizy chłonności pracy procesu wydobywczo-przeróbczego*. Przegląd Górniczy; 2011 t. 67 nr 9 s. 168–172.

## 5. Podsumowanie

W nawiązaniu do pracy<sup>6</sup>, w której na tle scharakteryzowanej specyfiki procesów produkcyjnych oraz uwarunkowań efektywnej ich realizacji w górnictwie przedstawiono charakterystykę oraz możliwości wykorzystania funkcji zaniku wydajności pracy, w niniejszym opracowaniu przedstawiono schemat analizy funkcji narastania pracochłonności oraz przykłady jego wykorzystania w analizie chłonności pracy procesu wydobywczo-przeróbczego. W efekcie przeprowadzonych rozważań sformułowano następujące uwagi i wnioski:

- Pracochłonność, obok miernika wydajności pracy, stanowi skuteczne narzędzie wykorzystywane w analizie efektywności procesów produkcyjnych i ich elementów składowych.

<sup>6</sup> Utrata A., Jabłońska- Firek B.: *Funkcja .....*, op. cit.

- Zaletą wykorzystania miernika w postaci pracochłonności jest możliwość prostego sumowania.
- Analiza funkcji narastania pracochłonności pozwala na szybką analizę chłonności pracy procesu wydobywczo-przeróbczego, a zidentyfikowane na jej podstawie stanowiska o największym udziale przepracowanych dniówek pozwalają na ustalenie obiektów działań restrukturyzacyjnych w obszarze zatrudnienia.
- Porównanie funkcji narastania pracochłonności, opracowanych dla różnych kopalń, powinno pozwolić na zidentyfikowanie przyczyn zróżnicowania chłonności pracy i podjęcie uzasadnionych kierunków i harmonogramów działań restrukturyzacyjnych.
- Przy analizie pracochłonności pracy trzeba mieć na uwadze dwa elementy ją kształtujące. Z jednej strony są to przepracowane dniówki na poszczególnych stanowiskach, z drugiej zaś strony – wielkość produkcji. Nie zawsze wzrost liczby przepracowanych dniówek jest trendem negatywnym, ponieważ istotny jest również trend wielkości wydobyć.

## **Literatura**

- [1] Baluch K.: *Wykorzystanie wskaźnika pracochłonności w analizie efektywności pracy ludzkiej*. Wiadomości Górnicze 1999. Nr 1.
- [2] Krawczyk W., Jabłońska- Firek B.: *Ekonomika przedsiębiorstwa górniczego*. Skrypty uczelniane. Nr 702. Kraków 1980.
- [3] Utrata A.: *Wykorzystanie funkcji narastania pracochłonności do analizy chłonności pracy procesu wydobywczo-przeróbczego*. Przegląd Górniczy; 2011 t. 67 nr 9 s. 168–172.
- [4] Utrata A., Jabłońska- Firek B.: *Work efficiency decrease in mining and processing*. Zeszyt Naukowy No 22, WSZiB w Krakowie, Zarządzanie– 2013

## **Streszczenie**

Na tle pojęć wydajności pracy i pracochłonności oraz specyfiki procesów produkcyjnych w górnictwie scharakteryzowano funkcję narastania pracochłonności. Przedstawiono również potrzeby i możliwości jej badania i analizy w aspekcie monitorowania i sterowania procesami wydobywczo-przeróbczymi oraz zilustrowano przykładami opisującymi funkcje narastania pracochłonności, w ujęciu statycznym i dynamicznym, w odniesieniu do wybranych zakładów górniczych.