

W. Sitko, M. Kozdrój, J. Stachowicz, N. Musioł

WPLYW MECHANIZACJI I KONCENTRACJI PRZODKOWEJ
NA PRACOCHOŃNOŚĆ POZAPRZODKOWĄ W KOPALNIACH
DVRNICKIEGO ZJEDNOCZENIA PRZEMYSŁU WĘGLOWEGO

Streszczenie: W artykule przy pomocy korelacji wielorakiej regresji obliczono sumaryczny wpływ mechanizacji i koncentracji na kształtowanie się pracochłonności pozaprzodkowej. Materiał wyjściowy stanowiły dane statystyczne z kopalń RZPW.

Artykuł niniejszy zamyka cykl artykułów publikowanych w Zeszytach Naukowych Politechniki Śląskiej na temat realcji zachodzących pomiędzy mechanizacją, koncentracją a pracochłonnością pozaprzodkową. W dwóch pierwszych artykułach określono wpływ mechanizacji na pracochłonność pozaprzodkową, a następnie wpływ koncentracji przodkowej na pracochłonność pozaprzodkową w kopalniach RZPW. Obecnie wykazany zostanie sumaryczny wpływ mechanizacji i koncentracji na pracochłonność pozaprzodkową jako całość oraz jej składowe elementy.

Dotychczasowe badania wykazały, że spośród analizowanych czynników dominujący wpływ na kształtowanie się pracochłonności pozaprzodkowej, a w szczególności pracochłonności transportu urobku, transportu materiałów oraz warsztatów i brygad naprawczych ma mechanizacja wybierania i koncentracja przodkowa.

Ścisłość zachodzącego związku zbadana została metodami ekonometrycznymi w sposób podobny jak uczyniono to we wspomnianych poprzednich artykułach.

Posłużono się więc korelacją wieloraką pozwalającą określić w sposób jednoznaczny i matematycznie sprawdzalny zwłaszcza przy regresji wielorakiej, czy ilość zmiennych wprowadzona do analizy opisuje w sposób dostateczny badane związki.

Celem badań przeprowadzonych w ramach niniejszego artykułu jest ustalenie wzrostu lub zmalenia pracochłonności cząstkowych przypadającego na jednostkowy wzrost mechanicznego wybierania oraz jednostkowy wzrost koncentracji.

Współczynnik korelacji wielorakiej pozwala ustalić ścisłość związku pomiędzy cechą kryterium a zespołem cech wielorako działających na zmienną zależną. W zespole cech dobranych do analizy znajdują się takie, które działają dodatnio i ujemnie na przebieg badanych zależności. Analiza wieloraka pozwala określić łączny wpływ jednych i drugich cech bez względu na kierunek działania na cechę kryterium.

Obliczenia dokonano za pomocą wzoru na kwadrat współczynnika korelacji wielorakiej, który w przypadku trzech zmiennych cech ma postać następującą:

$$R_{1.23}^2 = \frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12} \cdot r_{13} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2} \quad (1)$$

Łączny wpływ mechanizacji wybierania i koncentracji przodkowej na pracochłonność pozaprzodkową jako całość obliczony wg powyższego wzoru wynosi:

$$R_1 \cdot 35 = 0,37$$

Przy $67 - 3 = 64$ w stopniach swobody i trzech zmiennych, R wielorakie istotne na poziomie 0,01 wynosi 0,364, a na poziomie

0,05, 0,297 otrzymane $R_{1.35} = 0,37$ jest wyższe od obydwu poziomów istotności.

Błąd standardowy R wielorakiego wynosi:

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{N - m}} \quad (2)$$

gdzie:

$N-m$ - liczba stopni swobody

m - liczba zmiennych

$$R_{1.35} = 0,108$$

Na tej podstawie można założyć, że R z populacji określone wskaźnikiem mechanizacji wybierania i koncentracji przodkowej nie będzie się różniło od R z próby o więcej aniżeli 0,108 jednostek w obu kierunkach od $R = 0,37$.

Daje to szansę, że 2/3 R wielorakich dla prób o 64 stopniach swobody znajdzie się w przedziale 0,27 do 0,47.

W drugim etapie badań określono wpływ mechanizacji wybierania i koncentracji przodkowej na pracochłonności cząstkowe. Kształtują się one następująco:

- dla pracochłonności transportu urobku

$$R_{a.35} = 0,305$$

- dla pracochłonności transportu materiałów

$$R_{b.35} = 0,66$$

- dla pracochołności przy utrzymaniu wyrobisk

$$R_{c.35} = 0,58$$

- dla pracochołności warsztatów i brygad naprawczych

$$R_{d.35} = 0,68$$

Błąd standardowy R wielorakiego obliczamy według wzoru 2
wynosi:

$$R_{a.35} = 0,14$$

$$R_{b.35} = 0,086$$

$$R_{c.35} = 0,11$$

$$R_{d.35} = 0,089$$

Można przypuszczać, że 2/3 R wielorakich obliczonych dla prób o 41 stopniach swobody znajdzie się w przedziale dla:

pracochołności transportu materiałów	od 0,58 do 0,74
" przy utrzymaniu wyrobisk	od 0,40 do 0,62
" warsztatów i brygad naprawczych	od 0,60 do 0,76

Uzasadnione więc jest zwrócenie szczególnej uwagi na mechanizację wybierania i koncentrację przodkową jako czynniki determinujące pracochołności cząstkowe w sposób ścisły.

Wysokie wartości R potwierdzają celowość przeprowadzonych badań.

Ustalony stopień ścisłości przy pomocy współczynników korelacji umożliwia z kolei przez rozwiązanie równań regresji ustalenie jednostkowego wpływu zmiennych niezależnych na zmienną zależną.

Ponieważ między wskaźnikiem mechanicznego wybierania oraz średnią wielkością koncentracji przodkowej a pracochłonnością pozaprzodkową istnieje zależność liniowa, linię regresji opisującą tę zależność wyprowadzono z równania linii prostej, którego ogólna postać jest następująca:

$$Y = ax + b \quad (3)$$

Z równania tego otrzymuje się równanie regresji liniowej dla dwóch zmiennych

$$Y = r_{xy} \frac{\sigma_x}{\sigma_y} |x - Mx| + My \quad (4)$$

gdzie:

Y - wartość zmiennej programowanej, a więc pracochłonności pozaprzodkowej,

r_{xy} - współczynnik korelacji całkowitej dla zmiennej programowanej i zmiennej, na podstawie której dokonuje się programowania,

σ_y - odchylenie standardowe zmiennej programowanej zależnej

σ_x - odchylenie standardowe zmiennej niezależnej na podstawie której dokonuje się programowania,

Mx - średnia arytmetyczna zmiennej niezależnej

My - średnia arytmetyczna zmiennej zależnej.

Całkowitą wartość zmiennej programowanej, a więc pracochłonności pozaprzodkowej ustalono na podstawie następującego wzoru

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + C \quad (5)$$

- $Y_{1,2,3,4}$ - wartości zmiennych programowanych cząstkowych,
 C - wartość średnia wielkości nieobjętych w analizie,
 Y_1 - wartość cząstkowa zmiennej zależnej pracochłonności transportu urobku,
 Y_2 - wartość cząstkowa zmiennej zależnej pracochłonności transportu materiałów,
 Y_3 - wartość cząstkowa zmiennej zależnej pracochłonności przy utrzymaniu wyrobisk,
 Y_4 - wartość cząstkowa zmiennej zależnej pracochłonności warsztatów i brygad naprawczych.

Wykonując obliczenia względem mechanizacji wybierania otrzymano następujące równania:

$$Y'_1 = 1,22 x + 1047,5 \quad (6)$$

Z interpretacji powyższego równania wynika, że przy wzroście mechanicznego wybierania o 10% otrzymujemy wzrost pracochłonności przy transporcie urobku o 12,2 pdn/10.000 ton

$$Y'_2 = 6,25 x + 473 \quad (7)$$

Z równania 7 wynika, że przy wzroście mechanicznego wybierania o 10% nastąpi wzrost pracochłonności w transporcie materiałów o 62,5 pdn/10.000 ton

$$Y'_3 = -0,9 x + 375 \quad (8)$$

Zauważa się tu spadek pracochołności przy utrzymaniu wyrobisk o 9 pdn/10000 t przy wzroście mechanizacji wybierania o 10%

$$Y_4' = 2,05 x + 245 \quad (9)$$

Ze wzrostem mechanicznego wybierania o 10% następuje tu wzrost pracochołności w warsztatach i brygadach naprawczych o 20,5 pdn/10000 t.

Z powyższych równań wynika, że przy wzroście mechanizacji wybierania o 10% sumaryczny wzrost pracochołności pozaprzodkowej wynosi 89 pdn/10.000 t.

Analogiczne równania dla średniej koncentracji przodkowej przedstawiają się następująco:

$$Y_1'' = -1,82 x + 1308 \quad (10)$$

Przy wzroście średniej koncentracji przodkowej o 10 ton/przodek i dobę pracochołność transportu urobku maleje o około 18,2 pdn/10000 t

$$Y_2'' = 4,65 x + 170 \quad (11)$$

Wzrost koncentracji o 10 t/przodek i dobę powoduje podwyższenie pracochołności transportu materiałów o 46,5 pdn/10000 t.

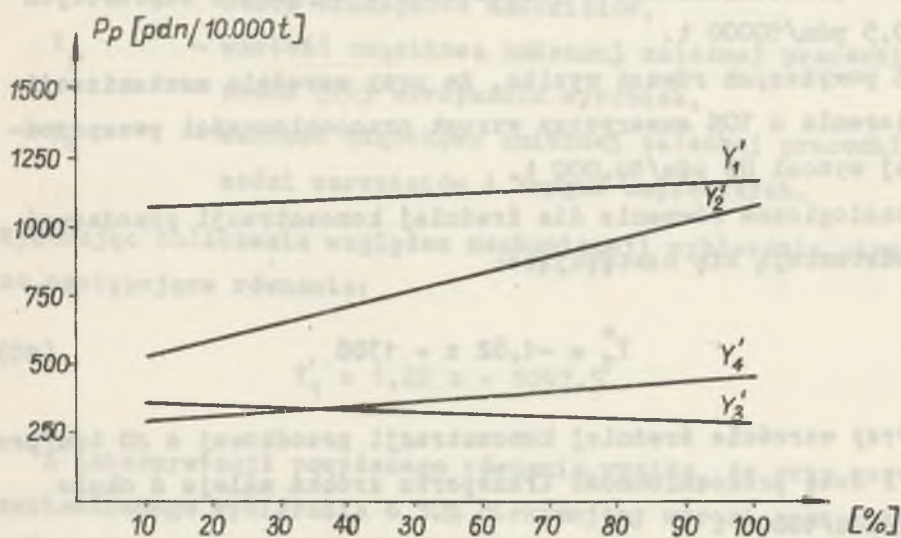
$$Y_3'' = -1,02 x + 461 \quad (12)$$

Ze wzrostem koncentracji o 10 ton/przodek pracochołność przy utrzymaniu wyrobisk maleje o 10,2 pdn/1000 t

$$Y_4'' = 1,16 x + 185 \quad (13)$$

Zwiększając koncentrację o 10 ton/przodek i dobę otrzymuje się wzrost pracochłonności warsztatów i brygad naprawczych o 11,6 pdn/10000 t.

Wykresy odpowiednich równań pokazano na poniższych rysunkach.



Rys. 1. Wykresy równań a, b, c, d, gdzie pracochłonności cząstkowe są funkcją mechanizacji wybierania

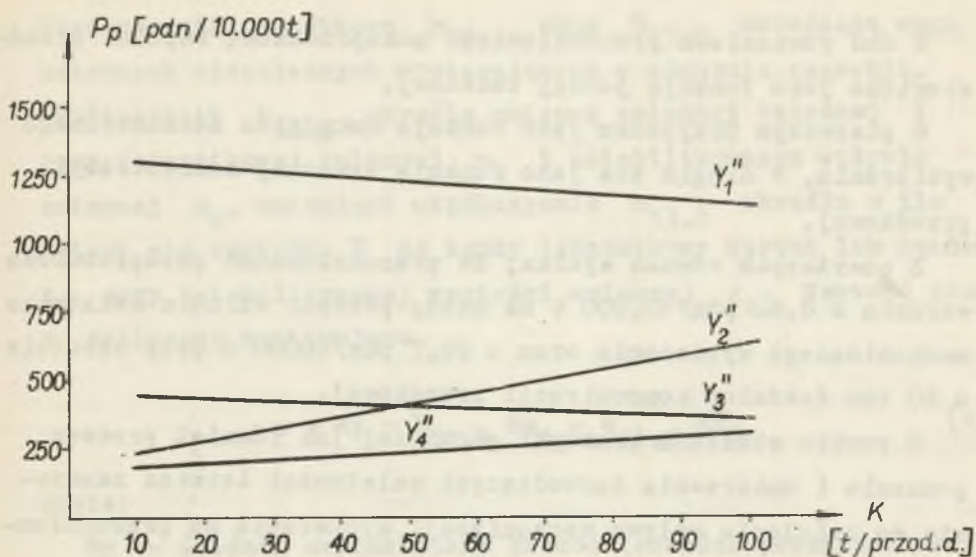
Nawiązując do wzoru 5 odpowiednie równania regresji przyjmą postać:

- względem mechanizacji wybierania

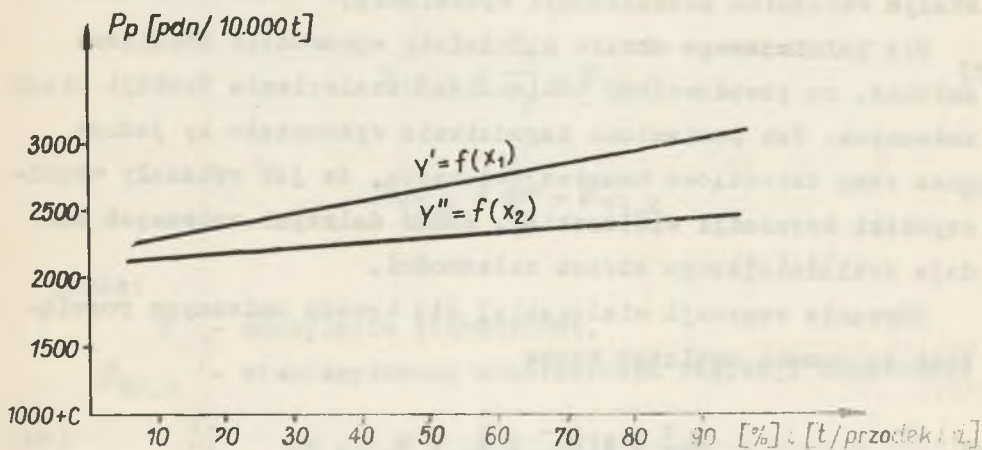
$$Y' = 3,62 x_1 + 2140,5 + C \quad (15)$$

- względem średniej koncentracji przodkowej

$$Y'' = 2,97 x_2 + 2124 + C$$



rys. 2. Wykresy równań e, f, g, h gdzie pracochońności cząstkowe są funkcją średniej koncentracji przodkowej



rys. 3. Równania regresji (1), (3)

W obu równaniach pracochłonność pozaprzodkową kopalni przedstawiono jako funkcję jednej zmiennej.

W pierwszym przypadku jako funkcja wskaźnika mechanicznego wybierania, w drugim zaś jako funkcja średniej koncentracji przodkowej.

Z powyższych równań wynika, że pracochłonność pozaprzodkowa wzrasta o 8,62 pdn/10.000 t na każdy procent wzrostu wskaźnika mechanicznego wybierania oraz o 29,7 pdn/10000 t przy wzroście o 10 ton średniej koncentracji przodkowej.

Z punktu widzenia praktyki górniczej jak również procesu poznania i zmierzenia zachodzących zależności istotne znaczenie ma ustalenie wpływu mechanizacji wybierania na pracochłonność pozaprzodkową przy ustabilizowanym średnim wydobyciu z przodka (koncentracja) i równocześnie ustalenie wpływu średniej koncentracji przodkowej na pracochłonność pozaprzodkową, przy stałym wskaźniku mechanizacji wybierania.

Dla pełniejszego obrazu należałoby wprowadzić dodatkowe zmienne, co powodowałoby konieczność znalezienia funkcji wielu zmiennych. Tak postawione zagadnienie wykraczało by jednak poza ramy określone tematem zwłaszcza, że jak wykazały współczynniki korelacji wielorakiej, dobór dalszych zmiennych nie daje dokładniejszego obrazu zależności.

Równanie regresji wielorakiej dla trzech zmiennych rozwiązano za pomocą ogólnego wzoru

$$Y = a + b_{12.3} x_1 + b_{13.2} x_2 \quad (14)$$

gdzie:

a - wartość stała,

x_1 - wskaźnik mechanicznego wybierania ‰,

x_2 - średnia koncentracja przodkowa kopalni (ton/przodek i dobę).

Współczynniki cząstkowe $b_{12.3}$ oraz $b_{13.2}$ określają wagi zmiennych niezależnych występujących w równaniu regresji. Współczynnik $b_{12.3}$ określa zmienną zmienną zależnej Y przy jednostkowej zmiennej x_1 i ustabilizowanym wpływie zmiennej x_2 , natomiast współczynnik $b_{13.2}$ określa o ile zmieni się wartość Y na każdy jednostkowy wzrost lub spadek x_2 przy ustabilizowanej wartości zmiennej x_1 . Wartość stałą a obliczono następująco

$$a = My - b_{12.3} Mx_1 - b_{13.2} Mx_2 \quad (15)$$

gdzie:

- My - średnia arytmetyczna pracochłonności pozaprzodkowej,
- Mx_1 - średnia arytmetyczna mechanizacji wybierania,
- Mx_2 - średnia arytmetyczna koncentracji przodkowej.

Ważne współczynniki regresji

$$b_{12.3} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \cdot \beta_{12.3} \quad (16)$$

$$b_{13.2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \cdot \beta_{13.2} \quad (17)$$

gdzie:

- σ - odchylenie standardowe,
- $\beta_{12.3}$ - standaryzowany współczynnik regresji cząstkowej

$$\beta_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2} \quad (18)$$

r_{12} , r_{13} , r_{23} - współczynniki korelacji całkowitej.

Na podstawie powyższego

$$\beta_{13.5} \doteq 0,31$$

$$\beta_{15.5} = 0,15$$

Odchylenie standardowe wynosi dla:

- pracochłonności pozaprzodkowej 586 pdn/10000 t
- koncentracji przodkowej 37,2 t/przodek
- współczynnika mech. wybierania 21,52%.

Cząstkowe współczynniki regresji wynoszą:

$$b_{13.5} = 9,48$$

$$b_{15.3} = 2,65$$

Na podstawie powyższych wartości stała $a = 2317$.

Pełne równanie regresji dla pracochłonności pozaprzodkowej Y , wyrażonej jako funkcja mechanizacji wybierania x_1 i średniej koncentracji przodkowej x_2 ma następującą postać:

$$Y = 2317 + 9,48 x_1 + 2,65 x_2 \quad (19)$$

Wnioski końcowe

1. Z otrzymanej funkcji wynika, że pracochłonność pozaprzodkowa wzrasta o 9,48 pdn/10000 t wydobywania na każdy 1% wzrostu wskaźnika mechanicznego wybierania przy tym samym średnim poziomie koncentracji pozaprzodkowej.

2. Pracochłonność pozaprzodkowa wzrasta o 26,5 pdn/10000 t na każde 10 ton wzrostu średniej przodkowej koncentracji kopalni.

Zakończenie

Przeprowadzona analiza pozwala z całą pewnością stwierdzić, że wzrost mechanizacji przodkowej (mechanizacja wybierania) oraz wzrost średniej koncentracji przodkowej kopalni, powodują wzrost pracochłonności pozaprzodkowej. Zainteresowanie zarówno nauki jak i przemysłu powinno bardziej skupić się na robotach pozaprzodkowych przy równoczesnym wdrożeniu postępu techniczno-organizacyjnego w samym przodku.

Wykazane zależności zwracają uwagę na konsekwencje stosowania mechanizacji i koncentracji. Tam gdzie istnieje zależność dodatnia powinno się szukać możliwości jej złagodzenia lub nawet przejścia w ujemną, a gdzie ujemna pogłębić ją.

Cel dalszych poszukiwań wynikających z przeprowadzonych badań jest jednoznaczny: osiągnięcie takiego sumarycznego efektu ekonomicznego pracochłonności pozaprzodkowej, który wykazuje trend malejący ze wzrostem mechanizacji i koncentracji przodkowej.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАБОЯ
НА ТРУДОЕМКОСТЬ ЗНЕ ЗАБОЯ НА ЛАХТАХ РЫБИЦКОГО
ТРЕСТА УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Р е з ю м е

В работе при помощи многообразной корреляции а также регрессии сочитано суммарное влияние механизации и концентрации на формирование трудоемкости зне забоя. Исходным материалом были статистические данные с шахт Рыбницкого треста угольной промышленности.

INFLUENCE OF MECHANIZATION AND COAL-FACE CONCENTRATION UPON
THE WORKABSORPTIVENESS BEYAND THE COAL-FACE IN COLLIERES OF
THE RYBNIK COAL INDUSTRY AMALGAMATION

S u m m a r y

I the paper the total influence of mechanization and concentration on shaping of work - absorptiveness beyand the coal-face, by means of manifold correlation and regression - has been calculated.

Statistical data taken from the Rybnik Coal Industry Amalgamation have formed the material of the paper.