

dr DARIUSZ SMOLIŃSKI

Wyższa Hanzeatycka Szkoła Zarządzania w Słupsku

dr hab. LESZEK SOLECKI, prof. nadzw. PSWBP

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

Kontakt: solecki20@wp.pl

DOI: 10.5604/01377043.1196839

Związek warunków pracy z produktywnością stanowiska pracy

Fot. Sashkin/Bigstockphoto



W artykule tym omówiono temat powiązań warunków pracy, a zwłaszcza w kontekście bezpieczeństwa jej wykonywania i produktywności pracowników. W celu wykazania istnienia tego związku opracowano opisywaną w tekście metodę, umożliwiającą badanie zależności między poziomem bhp a produktywnością na stanowisku pracy. W metodzie tej wykorzystano powszechnie dostępne narzędzia z obszaru oceny poziomu bhp na stanowisku pracy (ryzyka zawodowego) oraz efektywności wykorzystania stanowiska pracy (OEE).
Słowa kluczowe: zarządzanie, bhp, produktywność, warunki pracy

A connection between working conditions and occupational productivity

This article discusses a topic of a connection between working conditions, with a special emphasis on the issue of safety, and the productivity of employees. In order to show such a relation's existence a method for examining the relationship between occupational safety and health (OSH) and workstation productivity was developed. This method uses commonly available tools in the area of assessing the level of OSH at the workstation (occupational risk) as well as overall equipment efficiency (OEE).

Keywords: management, OSH, productivity, working conditions

Wstęp

Przedsiębiorcy, realizujący programy poprawy technicznego bezpieczeństwa pracy, wskazują na brak narzędzi umożliwiających monitorowanie kosztów i efektów ekonomicznych, wynikających z wprowadzania kolejnych modyfikacji na stanowiskach pracy. Na skutek tego kwestie związane z bezpieczeństwem pracy są postrzegane wyłącznie w aspekcie kosztów i efektów humanitarnych, związanych z eliminacją ryzyka wypadku lub choroby związanej z pracą. Takie postrzeganie bezpieczeństwa pracy nie stymuluje do podnoszenia jego poziomu ponad stan braku wypadków przy pracy i chorób zawodowych; nie pozwala także na ustalenie optymalnego poziomu bhp z ekonomicznego punktu widzenia [1, 2].

W celu stymulacji dążenia do wprowadzania racjonalnych zmian w obszarze bhp, konieczne staje się wykorzystanie narzędzi z tego zakresu w powiązaniu z aspektami zarządzania operacyjnego i ekonomii. W artykule przedstawiono zintegrowane analizy kosztów pracy, oceny ryzyka zawodowego i wskaźnika *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Łączna ocena tych trzech elementów umożliwia określenie związku poziomu bhp z poziomem pro-

duktywności¹ na stanowiskach pracy, a tym samym, zgodnie z koncepcją tzw. trójkąta Nadlera², ocenę wpływu wprowadzanych rozwiązań techniczno-organizacyjnych na osiągnięty poziom bhp [3].

Szacowanie poziomu ryzyka zawodowego na stanowisku pracy

Punktem wyjściowym do analizy związku poziomu bezpieczeństwa pracy z poziomem produktywności na stanowisku pracy jest szczegółowa fotografia procesu pracy oraz ocena poziomu ryzyka zawodowego związanego z wykonywaniem przez

pracownika poszczególnych czynności roboczych. W tym celu konieczne jest opisanie procesu pracy z wyszczególnieniem obecnie stosowanych standardów technicznych i procesowych. Opis procesu pracy zawiera wyszczególnienie operacji (z ewentualnym wyszczególnieniem etapów i czynności) wykonywanych przez pracownika w cyklu roboczym. Ocena ryzyka zawodowego jest przeprowadzana oddzielnie w odniesieniu do każdej operacji (etapu, czynności), poprzez określenie czynników środowiska pracy, występujących w trakcie wykonywania poszczególnych operacji. Szacowanie poziomu ryzyka zawodowego występującego podczas wykonywania danej czynności powinno odbywać się metodami odpowiednimi do ich rodzaju i charakteru. Wszystkie wyniki końcowe szacowania poziomu ryzyka zawodowego muszą być określone w tej samej skali, np. pięciostopniowej.

Ocena ta pozwala na stwierdzenie, które z czynników są dominujące i występują najdłużej w trakcie trwania operacji (tabela 1.).

Wyniki oceny poziomu ryzyka zawodowego można przedstawić zarówno w sposób tabelaryczny, jak i graficzny. Graficzne przedstawienie macierzy poziomu ryzyka zawodowego ułatwia dostrzeżenie, w którym momencie występuje największy jego poziom, jak długo się utrzymuje i z czym jest powiązany (rys. 1.).

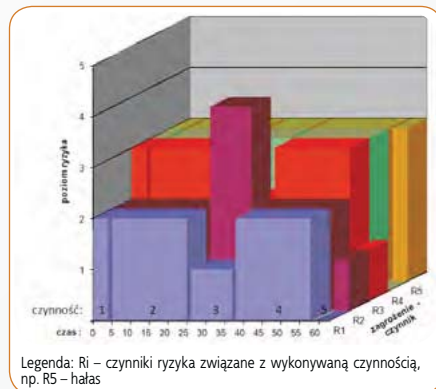
¹ Produktywność – wielkość produkcji w stosunku do liczby zużytych zasobów. Całkowita produktywność to suma uzyskanych efektów podzielona przez całkowite nakłady. Oprócz produktywności całkowitej wyróżnia się produktywności częściowe jako iloczyn całkowitego efektu i jednego rodzaju nakładu.

² Koncepcja systemu idealnego G. Nadlera opiera się na poszukiwaniu systemu idealnego, a następnie dostosowaniu go do systemu dającego się wdrożyć w praktyce. Podstawą trójkąta Nadlera jest system aktualnie istniejący (nieoptymalny), a wierzchołkiem system idealny. Wierzchołek trójkąta symbolizujący system idealny (tj. nieosiągalny) pozwala uzmysłowić istnienie różnych innych rozwiązań: systemu idealnego perspektywicznego, idealnego realizowanego technologicznie, optymalnego (proponowanego).

Tabela 1. Poziom ryzyka zawodowego przy poszczególnych czynnościach
 Table 1. Risk level of particular activities: an example (own elaboration)

Czynność nr	Opis	Czas czynności	Kontrola jakości				
			Poziom ryzyka związanego z poszczególnymi czynnikami				
			R1	R2	R3	R4	R5
			Zagrożenie uderzeniem spadającym elementem – kończyn dolnych	Oświetlenie sztuczne (możliwość postępowania szczegółów)	Obciążenie fizyczne – dynamiczne	Zagrożenie skażeniem obrabianym elementem – kończyn górnych	Hałas
1	Pobranie elementu	4 s	3	2	3	4	4
2	Przeniesienie elementu na stół montażowy	22 s	3	2	3	4	4
3	Ocena elementu	12 s	1	4	2	4	4
4	Odłożenie elementu do skrzyni	21 s	3	2	3	4	4
5	Oczekiwanie	4 s	0	1	1	0	4
			Ryzyko resztkowe po zastosowaniu środków ochrony indywidualnej				
			Buty ochronne	:	:	Rękawice ochronne	Ochronniki słuchu
1	Pobranie elementu	4 s	2	2	3	3	3
2	Przeniesienie elementu na stół montażowy	22 s	2	2	3	3	3
3	Ocena elementu	12 s	1	4	2	3	3
4	Odłożenie elementu do skrzyni	21 s	2	2	3	3	3
5	Oczekiwanie	4 s	0	1	1	0	3
Maksymalny poziom ryzyka zawodowego związanego z operacją			---	4	---	---	---

Tabele, rysunki oraz równania: oprac. własne autorów



Rys. 1. Wizualizacja poziomu ryzyka zawodowego przy poszczególnych czynnościach

Fig. 1. Visualization of the risk level of particular activities: an example

Ustalanie kosztu pracy na stanowisku pracy

Do realizacji procesu produkcyjnego lub usług potrzebne są dwa składniki: materiał i maszyny/urządzenia/narzędzia, za pomocą których można dokonać przetworzenia materiału na produkt. Implikuje to również, że w procesie pracy musi uczestniczyć zawsze człowiek. W celu zapewnienia mu warunków umożliwiających wykonanie określonej pracy, konieczne jest stworzenie odpowiedniego środowiska pracy. Tym samym po stronie kosztów procesu pracy zawsze będą występować cztery składniki: materiał, technologia oraz materialne i społeczne środowisko pracy.

Na koszt pracy składają się koszty materiałów, a także koszty pracy maszyn i pracy człowieka.

Ewentualny wpływ tej ostatniej na koszty materiałowe i technologiczne jest marginalny, a tym samym można go w tym aspekcie pominąć. Natomiast fakt, że w procesie pracy bierze udział człowiek, ma istotne znaczenie w obszarze kosztów ponoszonych na utrzymanie materialnego i społecznego środowiska pracy. Koszty te są bezpośrednio powiązane z wydatkami w obszarze bhp i dlatego stanowią centralny element badania związku poziomu bhp z poziomem produktywności na stanowisku pracy.

W odniesieniu do poszczególnych stanowisk pracy można wyróżnić składniki płacowe (Cs) oraz koszty ponoszone na działania prewencyjne w obszarze bhp (Cr). Łącznie można je nazwać społecznymi kosztami pracy, gdyż odnoszą się bezpośrednio do pracy człowieka (Cs + Cr).

Składnik płacowy (Cs) to głównie koszty związane z wynagrodzeniem brutto pracownika/pracowników zatrudnionych na danym stanowisku, odniesione do jednostki czasu (np. zł/min). Składnik płacowy w niektórych przypadkach jest uzależniony od warunków bhp występujących na danym stanowisku pracy, np. może uwzględniać tzw. dodatki szkodliwe. Koszt działań prewencyjnych (Cr) jest to przede wszystkim suma składników kosztów związanych z:

- a) nadzorowaniem stanu bhp (Cbhp)
- b) utrzymaniem rzeczowego środowiska pracy, głównie środków ochrony zbiorowej (Cśoz)
- c) zapewnieniem środków ochrony indywidualnej (Cśoi)
- d) profilaktycznymi badaniami lekarskimi (Cbl)
- e) szkoleniami bhp (Csbhp).

Ad. a) Koszt nadzorowania stanu bhp składa się z kosztu pracy pracownika służby bhp, kosztu administracyjnego ponoszonego w celu utrzymania

działu bhp oraz kosztów ponoszonych na badania i pomiary środowiska pracy w odniesieniu do danego stanowiska pracy. Koszt ten może być ustalony na podstawie danych podawanych służby bhp i księgowość (równanie 1.).

Równanie 1. Określenie kosztu nadzorowania bhp (Cbhp) w przeliczeniu na jedno stanowisko pracy

$$Cbhp = \left[\frac{BHP + W_{BHP}}{Ls} + \frac{K_{PSP}}{T_{PSP}} \right] : [TP * 60]$$

gdzie:

- Cbhp – koszt nadzorowania stanu bhp [zł/min];
- BHP – średni miesięczny koszt administracyjny utrzymania służby bhp (pomieszczenie, telefony, dokumentacja itd.);
- W_{BHP} – wynagrodzenie miesięczne pracownika bhp (lub pracowników bhp, jeśli w zakładzie jest zatrudniona więcej niż 1 osoba) [zł];
- Ls – liczba stanowisk pracy w zakładzie;
- K_{PSP} – koszty badań środowiska pracy dla stanowiska pracy [zł];
- T_{PSP} – czasookres badania środowiska pracy (zgodnie z rozporządzeniem) [miesiąc];
- TP – czas pracy na badanym stanowisku w miesiącu (normatywny) [godz.].

Ad. b) Koszt utrzymania rzeczowego środowiska pracy można określić na podstawie ustalenia wydatków ponoszonych na oświetlenie, ogrzewanie, wentylację i utrzymanie innych środków ochrony zbiorowej, zainstalowanych na danym stanowisku pracy. Jest to średni koszt eksploatacji i bieżących konserwacji oraz napraw dokonywanych na stanowisku, a dotyczących elementów związanych z bhp (równanie 2.).

Równanie 2. Określenie kosztu utrzymania rzeczowego środowiska pracy (Cśoz), w przeliczeniu na stanowisko pracy

$$Cśoz = \left(\sum_{j=1}^n \$OZ_j \right) : [TP * 60]$$

gdzie:

- Cśoz – koszt utrzymania rzeczowego środowiska pracy [zł/min];
- SOZ – wydatki poniesione na utrzymanie rzeczowego środowiska pracy, w tym środków ochrony zbiorowej z okresu objętego badaniem – dla danego stanowiska, dla „j” od 1 do n określającego poszczególne środki ochrony zbiorowej;
- TP – czas pracy na badanym stanowisku w okresie objętym badaniem [godz.].

Ad. c) Koszt utrzymania środków ochrony indywidualnej to wydatek, który został poniesiony na zakup środków ochrony indywidualnej, obuwia i odzieży roboczej dla pracowników zatrudnionych na danym stanowisku (równanie 3.).

Równanie 3. Określenie kosztu utrzymania środków ochrony indywidualnej, obuwia i odzieży roboczej (Cśoi), w przeliczeniu na stanowisko pracy

$$Cśoi = \left(\sum_{j=1}^n \$OI_j \right) : [TP * 60]$$

gdzie:

- Cśoi – koszt utrzymania środków ochrony indywidualnej na danym stanowisku pracy [zł/min];
- SOI – wydatki poniesione na utrzymanie środków ochrony indywidualnej, obuwia i odzieży roboczą z okresu objętego badaniem – dla pracowników zatrudnionych na badanym stanowisku, dla „j” od 1 do n określającego poszczególne środki ochrony indywidualnej, obuwia i odzieży roboczą;
- TP – czas pracy na badanym stanowisku w okresie objętym badaniem [godz.].

Ad. d) Koszt profilaktycznych badań lekarskich jest ponoszony w związku z kierowaniem pracowni-

ków na profilaktyczne badania lekarskie do lekarza medycyny pracy (równanie 4.).

Równanie 4. Określenie wydatków ponoszonych na profilaktyczne badania lekarskie (Cbl), w przeliczeniu na stanowisko pracy

$$C_{bl} = \left[\frac{BL + T_{BL} * C_s}{T_B} \right] : [TP * 60] * LPR$$

gdzie:

Cbl – koszt profilaktycznych badań lekarskich [zł/min];
BL – koszt profilaktycznego badania lekarskiego [zł];
T_{BL} – średni czas trwania badań lekarskich wraz z dojazdem [min];
C_s – składnik płacowy [zł/min];
T_B – czasookres badań profilaktycznych (zgodny z zaleceniem lekarza) [miesiąc];
TP – czas pracy na badanym stanowisku w miesiącu (normatywny) [godz.];
LPR – liczba pracowników zatrudnionych na stanowisku.

Ad. e) Koszt szkoleń bhp odnosi się do wydatków ponoszonych na przygotowanie do pracy pracownika zatrudnionego na danym stanowisku w ramach szkoleń okresowych bhp (równanie 5.)

Równanie 5. Określenie kosztu szkoleń bhp (Csbhp) w przeliczeniu na stanowisko pracy

$$C_{sbhp} = \left[\frac{SBHP + T_{SBHP} * C_s}{T_{so}} \right] : [TP * 60] * LPR$$

gdzie:

Csbhp – koszt szkolenia okresowego [zł/min];
SBHP – koszt szkolenia okresowego [zł];
T_{SBHP} – czas szkolenia okresowego [min];
C_s – składnik płacowy [zł/min];
T_{so} – czasookres szkolenia okresowego [miesiąc];
TP – czas pracy na badanym stanowisku w miesiącu (normatywny) [godz.];
LPR – liczba pracowników zatrudnionych na stanowisku.

Wyrażenie kosztu pracy w jednostkach zł/min umożliwia odniesienie go do bieżącego czasu pracy pracownika na stanowisku pracy, a tym samym powiązanie kosztów z efektywnością pracy. W niektórych przypadkach konieczne jest wyrażenie kosztu pracy na jednostkę produktu lub usługi, tj. w zł/szt. lub zł/kg produktu (tabela 2.).

Oddzielną grupą są koszty inwestycyjne, do których zalicza się wszystkie koszty ponoszone okazjonalnie, ale związane z wprowadzaniem modyfikacji na stanowisku pracy lub też zatrudnianiem nowych pracowników (Io).

Określanie efektywności wykorzystania stanowiska pracy

Do określenia zdolności produkcyjnej na stanowisku pracy można zastosować narzędzie z obszaru zarządzania operacyjnego, oparte na *Overall Equipment Effectiveness*, czyli wskaźniku wykorzystania wyposażenia [4]. Pozwala on na badanie takich głównych obszarów, jak czas dostępności stanowiska pracy, wydajność i jakość pracy. Pozwala także na identyfikację problemów ograniczających liczbę i jakość wytwarzanych produktów lub usług. Metoda wskaźnika OEE oparta jest na porównaniu stanu założonego z efektem osiąganym na stanowisku pracy [5]. Porównania tego dokonuje się na podstawie prowadzenia swoistej fotografii dnia roboczego, zawierającej informację o przedziale czasowym potrzebnym na wykonanie poszczególnych operacji, a także przerw (postojów) występujących w procesie pracy (fot. 2.).

Tabela 2. Społeczny koszt pracy – przykład zestawienia wyników

Tabela 2. Social work cost – a sample summary of results, own elaboration

Cs	0,2823 zł/min	0,4386 zł/szt.
<i>Cbhp</i>	0,0070 zł/min	0,0109 zł/szt.
<i>Csoz</i>	0,0263 zł/min	0,0409 zł/szt.
<i>Csoi</i>	0,0086 zł/min	0,0134 zł/szt.
<i>Cbl</i>	0,0019 zł/min	0,0030 zł/szt.
<i>Csbhp</i>	0,0022 zł/min	0,0034 zł/szt.
Cr = Cbhp+Csoz+Csoi+Cbl+Csbhp	0,046 zł/min	0,0716 zł/szt.
Razem: Cs+Cr	0,3283 zł/min	0,5102 zł/szt.



Rys. 2. Wizualizacja strat

Fig. 2. Visualization of loss

Wskaźnik OEE jest wypadkową trzech współczynników (równanie 6.):

– współczynnika dostępności, będącego stosunkiem czasu dostępnego do planowanego czasu prowadzenia procesu

– współczynnika wykorzystania (wydajności), będącego stosunkiem czasu wykorzystania do czasu dostępności;

– współczynnika jakości, będącego stosunkiem wytworzonych elementów lub usług o dobrej jakości (spełniającej wymagania jakościowe) do łącznej produkcji/usług.

Równanie 6. Wskaźnik OEE

$$OEE = W_D * W_W * W_J$$

gdzie:

$$W_D = [T_D / T_O] * 100\%$$

$$W_W = [(L_c * T_c) / T_D] * 100\%$$

$$W_J = [(L_e - L_b) / L_c] * 100\%$$

Legenda:

W_D – współczynnik dostępności;
W_W – współczynnik wydajności;
W_J – współczynnik jakości;
T_D – czas dostępności; czas pozostały po odjęciu od planowanego czasu procesu strat związanych z nieplanowanymi przerwami w pracy, np. awarii, ustawień, regulacji; T_D = T_O - T_{PN};
T_O – planowany czas prowadzenia procesu;
T_{PN} – czas nieplanowanych przerw w pracy;
T_c – czas cyklu (zakładany), wynikający z możliwości technologicznych;
L_c – liczba wytworzonych elementów (dobrych i wadliwych);
L_b – liczba braków; liczba wytworzonych elementów o nieodpowiedniej jakości – wadliwych.

Do określania wskaźnika OEE konieczne jest zebranie informacji o przedziałach czasowych operacji i przyczynach przerw w pracy, a także o liczbie i jakości wytworzonych elementów. Wymagane

jest odnotowywanie kilku podstawowych informacji, a mianowicie: kiedy doszło do przerwy, jaki był jej rodzaj, a także wskazania, ile elementów wytworzono (wykonano usług), w tym również - ile z nich zostało wykonanych w sposób nieprawidłowy (braki). Dane te odnotowywane są w skali czasu, tak aby można było łatwo zidentyfikować moment, w którym doszło do przerw i powstawania braków (tabela 3.).

Na koniec każdej zmiany roboczej dla stanowiska pracy dokonuje się wyliczenia osiągniętego wskaźnika OEE (tabela 4.).

Na podstawie raportów dziennych (zmianowych) można sporządzać raporty okresowe: np. tygodniowe, miesięczne, roczne. Wartości z raportowanego okresu pokazują nam, jakie średnie wyniki są osiągnięte, gdzie występują straty, a także – jaki jest trend zmian (rys. 3.).

Analiza związku jakości środowiska pracy z poziomem produktywności

W celu dokonania analizy występujących zależności pomiędzy warunkami środowiska pracy a produktywnością konieczne jest stałe lub okresowe monitorowanie poszczególnych wskaźników, tj.: ryzyka zawodowego, kosztów i OEE. Jeśli w przedsiębiorstwie nie prowadzi się stałego pomiaru wskaźnika OEE, to warto go dokonywać okresowo.

Porównanie w czasie wartości wskaźnika OEE pozwala na wychwycenie zmian. Obniżenie się jego poziomu może być wskazówką, że stan techniczny lub organizacyjny bezpieczeństwa pracy wymaga korekt. Natomiast wzrost wskaźnika niewynikający z wprowadzanych zmian technicznych i organizacyjnych może być wskazówką, że dochodzi do odstępstw od zasad bhp. W pierwszym przypadku spadek wskaźnika bhp może być np. związany z usterkami maszyny na stanowisku, licznymi zacięciami i awariami, których samodzielne usuwanie przez pracownika jest przyczyną niezidentyfiko-

Tabela 3. Przykładowa karta zmianowa do odnotowywania przebiegu pracy wg metody OEE

Table 3. A sample work schedule to record work time, according to OEE

data: 2011-08-08												
stanowisko pracy: prasa HP23-2												
operator: Adam Kozub												
czas		przerwy planowane			przerwy nieplanowane					liczba wyprodukowanych elementów	liczba braków	
od	do	szkolenie	przerwa	inne	awaria	prześrój	regulacja	restart	inne			
8:00	8:15										78	
08:15	08:30										123	3
08:30	08:45		00:10								87	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15:30	15:45				00:15						0	
15:45	16:00				00:15						0	
razem		00:00	00:45	00:15	00:00	00:45	00:20	00:00	00:00		1867	85

Tabela 4. Wskaźnik OEE – przykład

Table 4. OEE indicator – a sample chart

Analiza OEE (Overall Equipment Effectiveness)			
Stanowisko pracy	Prasa HP23-2		
Data	1 lipca 2013		
DOSTĘPNOŚĆ			
Całkowity czas dostępności	T_{CCD}	480	minut
Planowane przerwy w pracy	T_{PP}	20	minut
Planowany czas prowadzenia procesu	$T_O = T_{CCD} - T_{PP}$	460	minut
Czas nieplanowanych przerw w pracy	T_{PN}	70	minut
Czas dostępności	$T_D = T_O - T_{PN}$	390	minut
Współczynnik dostępności	$W_D = [T_D / T_O] \times 100\%$	84,8%	
WYKORZYSTANIE			
Ilość wyprodukowanych elementów	L_c	263	szt.
Czas cyklu (zakładany)	T_c	1,08	min./szt.
Współczynnik wydajności	$W_w = [(L_c * T_c) / T_D] * 100\%$	72,8%	
JAKOŚĆ			
Liczba braków	L_b	12	szt.
Współczynnik jakości	$W_j = [(L_c - L_b) / L_c] * 100\%$	95,4%	
OEE			
Całkowita efektywność wyposażenia	$W_D * W_w * W_j$	58,9%	

wanych zagrożeń wypadkowych. W drugim przypadku wzrost wskaźnika może świadczyć o tym, że pracownicy – z uwagi np. na rutynę – zaczynają pomijać procedury bezpieczeństwa, zwiększając swoje tempo pracy.

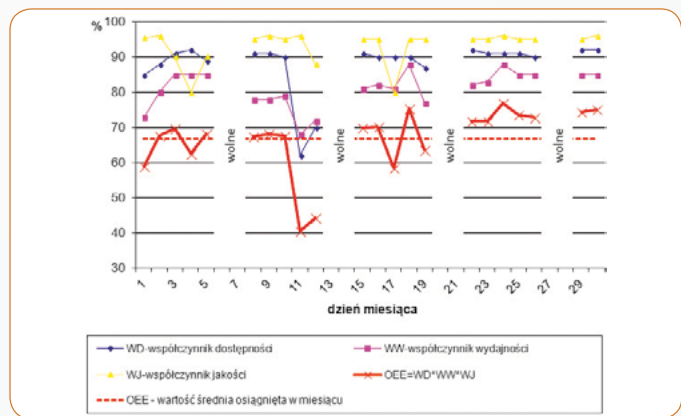
Ocenę wskaźnika OEE oraz określenie społecznych kosztów pracy dobrze jest przeprowadzać równoległe z okresową oceną stanu bhp na stanowisku pracy (ryzyka zawodowego). Okresowy pomiar wskaźnika OEE przeprowadza się w odniesieniu do przynajmniej 5 dni roboczych, aby wyeliminować wpływ incydentalnych sytuacji. Reprezentatywna jest uśredniona wartość wskaźnika OEE w stosunku do badanego okresu.

Po dokonaniu okresowej oceny warunków pracy i wprowadzeniu ewentualnych działań korygujących w obszarze bhp (modyfikacji lub modernizacji stanowiska) wskazane jest ponowne określenie poziomu ryzyka zawodowego (rys. 4.), kosztu pracy i wskaźnika OEE.

Przeprowadzenie badania wskaźnika OEE i społecznego kosztu pracy „przed” i „po” wprowadzeniu modyfikacji na stanowisku, związanych z działaniami

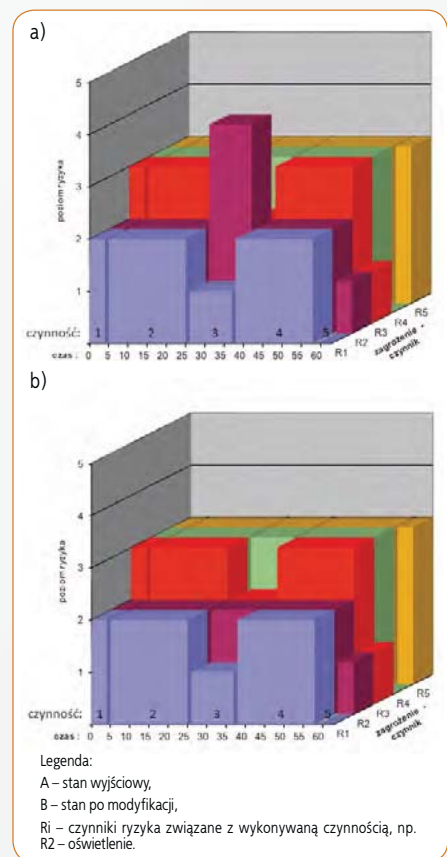
mi korygującymi w obszarze bhp, pozwala na obserwację zmian tych wskaźników w zależności od stanu bhp występującego na stanowisku pracy (rys. 5).

Zmiany w obszarze bhp są uwidocznione w klastrach ryzyka zawodowego. Na rys. 4. przedstawiono zmiany w poziomach ryzyka zawodowego, które nastąpiły w wyniku modyfikacji w obszarze bhp. Przykład pokazuje zmniejszenie poziomu ryzyka związanego z czynnikiem 2. Przed modyfikacją poziom ryzyka w pewnym momencie operacji osiągał wartość 4, w wyniku zmian w obszarze bhp nastąpiło ograniczenie poziomu ryzyka do poziomu dopuszczalnego o wartości ryzyka 2. Natomiast na rys. 5. przedstawiono zmiany, jakie nastąpiły w obszarze kosztu pracy i wskaźnika OEE. Po przeprowadzeniu modyfikacji koszt pracy zmalał z 0,0425 zł/szt. do 0,0405 zł/szt. Wartość wskaźnika OEE w wyniku modyfikacji wzrosła z 66% do 72%. Przykład ten pokazuje, że zmiana nie tylko spowodowała wzrost poziomu bezpieczeństwa w związku z ograniczeniem poziomu ryzyka związanego z czynnikiem 3, lecz także obniżyła koszty pracy i zwiększyła efektywność.



Rys. 3. Wizualizacja zmian współczynnika dostępności, wydajności i jakości oraz wskaźnika OEE na przestrzeni miesiąca

Fig. 3. Visualization of changes in the availability factor, efficiency-quality and OEE indicator over the course of a month: an example



Rys. 4. Klaster ryzyka przed (a) i po modyfikacji (b)

Fig. 4. Risk clusters before (a), and after modification (b): an example

Scenariusze zmian mogą być jednak różne – nie zawsze zmiana przynosi korzystne efekty we wszystkich wskaźnikach. W wyniku wprowadzenia modyfikacji, mającej na celu zmniejszenie poziomu ryzyka zawodowego, może występować zarówno wzrost, jak i spadek poziomu wskaźnika OEE oraz społecznego kosztu pracy (rys. 6.)

Istnieje także możliwość obserwacji zachodzących zmian w wyniku wprowadzania kolejnych modyfikacji w obszarze bhp na stanowisku pracy, zmierzających do poprawy warunków pracy. Kolejne



Rys. 5. Wskaźnik OEE i społeczny koszt pracy dla stanowiska, przed i po modyfikacji w obszarze bhp – przykładowa wizualizacja

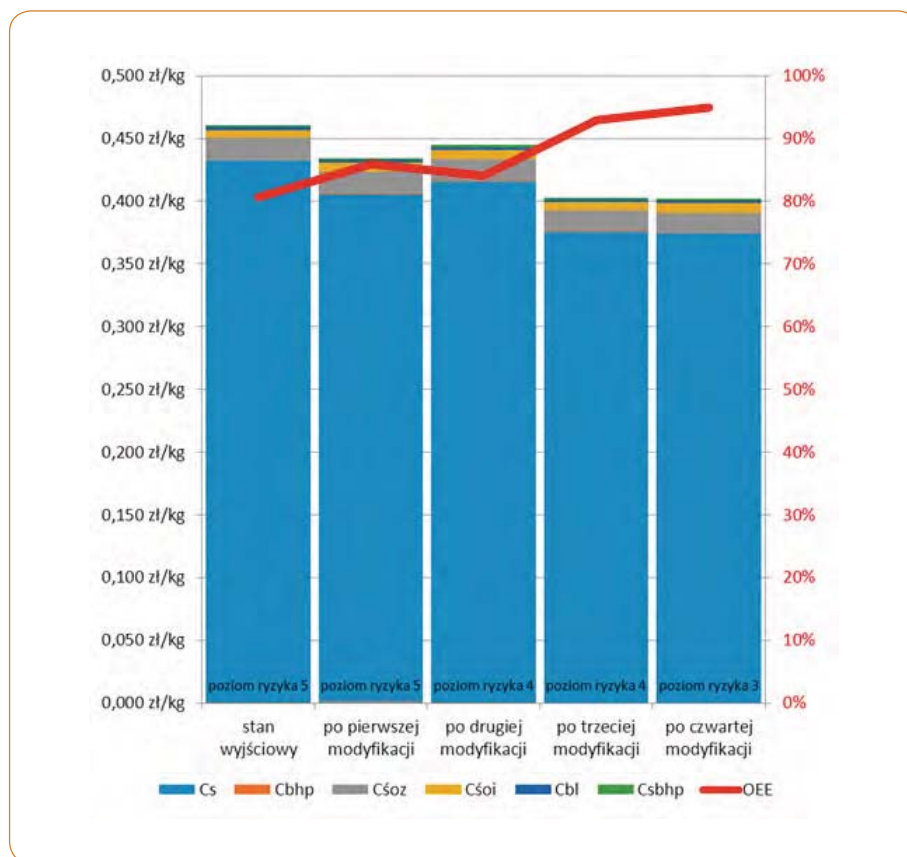
Fig. 5. OEE indicator and the social cost of work for a workstation, before and after modification in terms of OSH: a sample visualization

Wzrost wskaźnika OEE (zmiana pozytywna)	Wzrost wskaźnika OEE (zmiana pozytywna)
Wzrost kosztu pracy (zmiana niepożądana)	Spadek kosztu pracy (zmiana pozytywna)
Spadek wskaźnika OEE (zmiana niepożądana)	Spadek wskaźnika OEE (zmiana niepożądana)
Wzrost kosztu pracy (zmiana niepożądana)	Spadek kosztu pracy (zmiana pozytywna)

Rys. 6. Scenariusze zmian po wprowadzeniu działań korygujących (modyfikacji) na stanowisku w obszarze bhp

modyfikacje w obszarze bhp nie zawsze prowadzą do poprawy wskaźników ekonomicznych. Można jednak spodziewać się, że docelowo przełożą się one na zwiększenie wskaźnika OEE.

Przykład zmian kosztów pracy i wskaźnika OEE w wyniku wprowadzania kolejnych modyfikacji w obszarze bhp ilustruje rys. 7. Pierwsza modyfikacja prowadzi do zmniejszenia kosztów pracy i wzrostu



Rys. 7. Zmiany poziomu bhp, wskaźnika OEE oraz społecznego kosztu pracy w wyniku kolejno wprowadzanych zmian w obszarze bhp na stanowisku pracy

Fig. 7. The influence of the level of OSH on the OEE indicator, and the social cost of work following consecutive changes in OSH at the workstation

wskaźnika OEE, co jest korzystnym efektem ekonomicznym. Zmiana druga nie prowadzi jednak do poprawy wskaźników ekonomicznych: następuje wzrost kosztu pracy i spadek wskaźnika OEE. Dopiero kolejne zmiany ponownie prowadzą do poprawy wskaźników ekonomicznych.

Badania wskazują, że najlepsze przedsiębiorstwa osiągają wskaźnik OEE na poziomie przekraczającym 85%. Jednakże w większości zakładów wskaźnik kształtuje się na znacznie niższym poziomie i średnio wynosi 60% [6]. Można przypuszczać, że na stanowiskach pracy, na których wskaźnik OEE jest mniejszy od 80% modyfikacje w obszarze bhp powinny przynieść pozytywne efekty ekonomiczne.

Podsumowanie

Zaprezentowana metoda analizy kosztów pracy pozwala określić podstawowe składniki kosztowe, związane z wykonywaną pracą na stanowisku roboczym.

Szacowanie poziomu ryzyka zawodowego związanego z wykonywaniem poszczególnych czynności, jest dobrym rozwiązaniem, pozwalającym na precyzyjne ustalenie, jakiego rodzaju sytuacje zagrażają zdrowiu pracowników.

Zastosowanie metody OEE wydaje się być dobrym rozwiązaniem, gdyż pomiar odnosi się nie tylko do podstawowego składnika efektywności, którym jest wydajność, lecz uwzględnia także czas i jakość produkcji na stanowisku pracy. Metoda OEE pozwala

ła również na precyzyjne wychwycenie zmian, które występowały w efektywności stanowiska pracy po wprowadzaniu modyfikacji w obszarze bhp.

Przedstawione podejście pozwala na równoczesną obserwację parametrów w obszarze bhp, efektywności i kosztów pracy, a tym samym – umożliwia śledzenie relacji zachodzących między warunkami pracy a produktywnością na stanowisku pracy. Badanie związku warunków pracy z produktywnością może być realizowane praktycznie w każdym przedsiębiorstwie, niezależnie od jego wielkości oraz stopnia wdrożenia systemowych rozwiązań w zakresie zarządzania bezpieczeństwem pracy.

BIBLIOGRAFIA

[1] Kowal E. *Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii*. PWN, Warszawa – Poznań 2002

[2] Smoliński D. *Ekonomiczno-ergonomiczne aspekty projektowania stanowisk pracy*. [w:] Marcinkowski J., Horst W. *Aktualne problemy bezpieczeństwa pracy i ergonomii*. Instytut Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007

[3] Nadler G. *Work Systems Design. The Ideals Cconcept*, Irwin, Homewood 1967

[4] Smoliński D. *Ile kosztuje bezpieczeństwo i higiena pracy? „Zastosowania Ergonomii” CZE, Zielona Góra 2007, 1-2: 111-120*

[5] Hansen A. *Overall equipment effectiveness*. Industrial Press, Nowy Jork 2001

[6] <http://www.oeo.com/world-class-oeo.html> [dostęp: 18.12.2015]