



Ocena ergonomiczna stanowiska pracy dyspozytora metanometrii automatycznej w kopalni węgla kamiennego

Ergonomic evaluation of workplace of an automatic methanometry dispatcher in a coal mine

Dr inż. Zygmunt Korban^{*)}

Treść: W dobie powszechnej industrializacji i rozwoju technologicznego, wpływ czynników związanych ze sposobem wykonywania pracy jest jednym z podstawowych elementów kształtujących warunki pracy. Powszechna mechanizacja/automatyzacja procesów produkcyjnych oraz wykorzystywanie techniki komputerowej powoduje, że w przypadku coraz większej liczby stanowisk pracy mamy do czynienia nie tylko z elementami materialnego środowiska pracy oddziałującymi na organizm pracownika, ale także z obciążeniem statycznym i obciążeniem psychicznym. W artykule przedstawiona została diagnostyka jednego ze stanowisk pracy biurowej (dyspozytor metanometrii automatycznej): obok diagnostyki elementów materialnego środowiska pracy (oświetlenie, hałas) i przestrzeni pracy ocenie poddano także obciążenie statyczne, rozmieszczenie elementów informacyjnych i sterowniczych oraz wysiłek psychiczny.

Abstract: These days, in the widespread industrialization and technological development, the influence of factors related with the way of working, is one of the basic elements which create the working conditions. Widespread mechanization/automation of production processes and the use of computer technology result in a growing number of workplaces where not only are we facing the elements of material work environment which act on the human body, but also the static load and psychological burden. This paper presents a diagnosis of one of the workplaces in the office (automatic methanometry dispatcher). Beside the diagnostics of elements of the material work environment (lighting, noise) and the working space, the paper also analyzes the static load, location of information and control elements as well as the mental effort.

Słowa kluczowe:

diagnostyka ergonomiczna, dyspozytor metanometrii automatycznej, metoda porównawczo-jakościowa.

Key words:

ergonomic diagnostics, automatic methanometry dispatcher, comparative-qualitative method

1. Wprowadzenie

Jedną z dyscyplin naukowych, wykorzystujących wiedzę o możliwościach psychofizycznych człowieka do projektowania i korygowania wyrobów, maszyn, urządzeń i materialnego środowiska pracy, jest ergonomia. Odgrywa ona coraz to większą rolę i jak pokazuje praktyka tylko ostatnich lat, wdrażanie jej postulatów może przynosić konkretne efekty – pomijanie bądź bagatelizowanie postulatów ergonomicznych może być (i najczęściej jest) źródłem dodatkowych kosztów i strat. W przypadku tych drugich możemy mówić zarówno o stratach ekonomicznych (wymiernych) i stratach moralnych (nie poddających się ekonomicznej wycenie) [5].

Jedną z form ergonomii jest diagnoza ergonomiczna będąca źródłem danych, które uzupełniają informacje o człowieku i obiekcie technicznym o dane dotyczące układu: człowiek – obiekt techniczny jako całości, jak i o samego człowieka w procesie pracy [10]. Celem diagnozy są zarówno cechy człowieka i biologiczne skutki pracy, parametry maszyny

i urządzenia, jak i parametry materialne środowiska pracy. W przypadku człowieka, celem diagnozy ergonomicznej jest ustalenie jego cech, które określałyby możliwości jego adaptacji do warunków zewnętrznych (technicznych, organizacyjnych i społecznych), relacji energetycznych między zapotrzebowaniem obiektu technicznego a możliwościami człowieka i jego wydajnością; relacji związanych z wymianą informacji między obiektem technicznym a człowiekiem [w procesie sterowania oraz optymalnego obciążenia pracą (w zakresie, który byłby akceptowany przez organizm człowieka) [3].

Jak pokazują statystyki, elementy materialnego środowiska pracy, wysiłek dynamiczny, nienaturalne pozycje, nadmierne obciążenie statyczne, czy też nieprzystosowanie ruchów do naturalnych trajektorii, stanowią ważną grupą czynników powodujących utratę zdrowia. Wg badań przeprowadzonych przez European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, zwolnienia lekarskie spowodowane tylko chorobami układu mięśniowo-szkieletowego stanowią od 13 % (w Szwecji) do 36 % (w Austrii) ogółu wszystkich zwolnień spowodowanych niezdolnością do pracy [7].

^{*)} Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii

2. Diagnoza ergonomiczna na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej KWK – omówienie wyników badań

W związku z prowadzeniem przez KWK robót dołowych w warunkach zagrożenia metanowego (III i IV kategoria) za pomocą czujników metanometrii automatycznej MM-2PW oraz MM-4, kontrolowana jest zawartość CH_4 w powietrzu. Nadzór nad pracą central typu CST – 40 i CMS – 3MS (umożliwia obsługę urządzeń o działaniu cyklicznym oraz kontrolę urządzeń o pomiarach ciągłych z 2-sekundowym cyklem odczytu i rejestracji) sprawuje dyspozytor metanometrii automatycznej. Dyspozytor metanometrii automatycznej odpowiedzialny jest za ciągłą obserwację wyników pomiarów metanometrii automatycznej i innych systemów monitorujących parametry wentylacyjne kopalni oraz za zgłaszanie dyspozytorowi ruchu kopalni wszelkich przekroczeń zadanych progów alarmowych na czujnikach stężenia metanu, dwutlenku węgla, tlenku węgla (także na stacjach pomiarowych, na których dotychczas nie występował) i tlenu. Dyspozytor metanometrii automatycznej winien zgłaszać dozorowi oddziału ds. łączności i metanometrii stwierdzonych uszkodzeń i nieprawidłowości w działaniu systemów metanometrycznych i telemetrycznych oraz ma prawo wydawać zezwolenia na rozpoczęcie okresowych kontroli czujników metanometrycznych i telemetrycznych.

2.1. Diagnostyka elementów materialnego środowiska pracy

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 20.04.2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, w pomieszczeniach dyspozytora metanometrii automatycznej przeprowadzane są pomiary elementów materialnego środowiska pracy (oświetlenie i hałas¹). Pomiary natężenia oświetlenia sztucznego, obliczenia oraz ocenę zgodności z wymaganiami wykonywane są w oparciu o normę PN-EN 12464-1 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach”. Ocenie poddana została średnia wartość natężenia oświetlenia E_{sr} oraz równomierność natężenia oświetlenia δ w polu zadania (obszar, w obrębie którego wykonywane są zadania wzrokowe) oraz w polu bezpośredniego otoczenia (pas otaczający pole zadania o szerokości co najmniej 0,5m). Zgodnie z PN-EN 12464-1 „Oświetlenie miejsc pracy cz. 1. Miejsce pracy we wnętrzach” pomiary oświetlenia przeprowadzone zostały w 4 punktach pomiarowych (2 w pomieszczeniu, w których mieszczą się biurka i monitory, 2 w pomieszczeniu szaf telemetrycznych). W przypadku natężenia oświetlenia średnia jego wartość na powierzchni biurka wyniosła 585,3 lx (w polu zadania) i 408,3 lx (w polu otoczenia), zaś w pomieszczeniu szaf telemetrycznych, odpowiednio: 526,8 lx i 415,2 lx. Równomierność oświetlenia (za wyjątkiem powierzchni biurka w polu zadania) w każdym przypadku była identyczna i wyniosła 1,0 (na powierzchni biurka w polu zadania $\delta = 0,9$).

W przypadku hałasu pomiary, obliczenia i ocenę zgodności z wymaganiami przeprowadzono opierając się na PN-ISO 9612 „Akustyka. Wytyczne do pomiarów i oceny ekspozycji na hałas w środowisku pracy”. W czasie dokonywania pomiarów pracownik przebywał w bezpośredniej bliskości źródeł hałasu a mikrofon umieszczony został w odległości około 10 cm od kanału ucha zewnętrznego, po stronie ucha narażonego na wyższe wartości równoważnego poziomu dźwięku (mikrofon został skierowany w tym samym kierunku, w którym zwrócona jest twarz pracownika na stanowisku pracy).

W przypadku realizacji zadań roboczych (obserwacja wskaźników szaf telemetrycznych, monitorów, rozmowy telefoniczne) równoważny poziom dźwięku A w czasie pomiaru wyniósł 65,5 dB, maksymalny poziom dźwięku A – 73,3 dB, a szczytowy poziom dźwięku C – 90,1 dB (łącznie czas ekspozycji to 450 min). W przypadku 30 min przerwy stwierdzono równoważny poziom dźwięku A w czasie pomiaru na poziomie 60,1 dB, maksymalny poziom dźwięku A na poziomie 63,5 dB i szczytowy poziom dźwięku C na poziomie 90,0 dB. Tym samym na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej KWK poziom ekspozycji na hałas dla 8 godz. $L_{\text{ex, 8h}}$ wyniósł 65,3 dB.

2.2. Diagnostyka elementów informacyjnych i sterowniczych.

W celu zdiagnozowania jakości elementów informacyjnych i sterowniczych występujących na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej w KWK wykorzystano listę kontrolną opracowaną na podstawie ergonomicznej listy ILO. W ramach przeprowadzonych badań zdefiniowanych zostało 10 pytań. Zadaniem respondentów (5 osób zatrudnionych na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej, co stanowiło 100 % obsady stanowiska pracy) było zakreślenie jednej z dwóch odpowiedzi (TAK, NIE): jeżeli przy danym punkcie kontrolnym nie było potrzeby podejmowania działań korekcyjnych (naprawczych) należało zaznaczyć odpowiedź NIE, w przypadku kiedy takie nieprawidłowości występowały – odpowiedź TAK. Dodatkowo w przypadku odpowiedzi twierdzących należało wybrać te, które przyniosą największe korzyści i oznaczyć je jako PRIORYTET.

Zdaniem wszystkich osób ankietowanych elementy sterujące maszyn są zabezpieczone przed przypadkowym uruchomieniem, a często wykorzystywane materiały i przełączniki są łatwo dostępne. Także wszystkie osoby biorące udział w badaniach stwierdziły, że stosowane wyłączniki i przełączniki są wyraźnie i jednoznacznie oznakowane, a dostęp do nich nie wymaga przyjmowania wymuszonych, nienaturalnych pozycji ciała. Podobna zgodność opinii ma miejsce w przypadku oceny siedzisk występujących na stanowisku roboczym – w opinii osób ankietowanych stanowiska pracy wyposażone jest w krzesła z regulowanymi oparciami. Ruch elementów sterujących odbywa się zgodnie z oczekiwanymi efektami (skojarzeniami). 60 % osób ankietowanych było zdania, że powierzchnia robocza znajduje się na wysokości łokcia pracownika lub nieco poniżej. 40 % spośród osób ankietowanych było zdania, że niskim pracownikom nie zapewnia się możliwość sięgania do wszystkich urządzeń sterowniczych i materiałów przy zachowaniu naturalnej pozycji ciała.

W zgodnej opinii respondentów osoby zatrudnione na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej przechodzą regularne badania wzroku (praca przy monitorach), przy czym tylko 60 % spośród nich używa odpowiednich okularów.

2.3. Diagnostyka przestrzeni pracy dyspozytora metanometrii automatycznej KWK

Ocenę przestrzeni pracy na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej przeprowadzono przy wykorzystaniu programu ErgoEaser. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż skorygowania wymaga usytuowanie siedziska (brak możliwości regulacji jego wysokości) i podłokietników oraz wysokości umiejscowienia klawiatury komputera i myszki. Należałoby także zwiększyć podparcie nadgarstka przy klawiaturze (o 5 cm) oraz przy myszce (o 4 cm).

¹ pomieszczenie jest klimatyzowane i z tego względu warunki klimatyczne nie były brane pod uwagę.

W przypadku pozostałych elementów wyposażenia stanowiska pracy występuje możliwość ich dostosowania do indywidualnych potrzeb pracowników.

2.4. Ocena obciążenia statycznego

W procesie oceny obciążenia statycznego wykorzystana została metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment) [1], [2], [8]. W trakcie wykonywania zadań roboczych na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej ramię pracownika jest zgięte (podniesione) do 20°, a słuchawka telefoniczna jest trzymana w ręce zdecydowanie ponad 10 min w ciągu zmiany. Przedramię pracownika jest zgięte w łokciu o kąt 60-100°, zaś zgięcie dłoniowe wynosi powyżej 15°. Pracownik utrzymuje głównie pozycję statyczną, w przypadku kończyn górnych brak jest obciążenia zewnętrznego. W trakcie zmiany roboczej głowa – szyja pochylone są o kąt do 10°, tułów w pozycji wyprostowanej jest dobrze podparty podczas siedzenia, zaś ciężar ciała jest równomiernie rozłożony na guzach kulszowych. Pozycja jest głównie statyczna.

Wskaźnik całkowitego obciążenia pracownika zatrudnionego na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej KWK wynosi 4, co wg kryteriów PN – N – 18002 odpowiada średniemu ryzyku zawodowemu.

2.5. Ocena obciążenia psychicznego

Na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej mamy do czynienia z tzw. monotonią motoryczną, której ocenę przeprowadzono wykorzystując skalę punktową [9]. Praca na przedmiotowym stanowisku pracy wymaga co prawda stałej uwagi ale charakteryzuje się niską intensywnością i wąskim zakresem (3 pkt.), jest realizowana w warunkach jednostajnego hałasu (1 pkt.), w warunkach nie zmieniającego się

otoczenia zewnętrznego (1 pkt.), występują dłuższe interwały czasowe, w trakcie których pracownik nie ma możliwości komunikowania się z innymi osobami (2 pkt.). Sumaryczna liczba punktów przekracza 6 i w związku z tym można uznać, iż ze względu na monotonię praca wykonywana na stanowisku dyspozytora metanometrii automatycznej jest uciążliwa.

3. Podsumowanie

Wyniki postępowania badawczego dla stanowiska pracy dyspozytora metanometrii automatycznej KWK posłużyły do wyznaczenia zagregowanego wskaźnika ocenowego W_z wyznaczonego w oparciu o metodę porównawczą-jakościowa [4], [6]. Wartości wskaźników techniczno-organizacyjnych (określających stosunek czasu oddziaływania zagrożenia do czasu trwania zmiany roboczej) dla wszystkich ocenianych elementów wyniosły 1,0. W zgodnej opinii osób zatrudnionych na ww. stanowisku pracy (pięciu dyspozytorów) wartości rang (znaczenia) elementów materialnego środowiska pracy określone zostały na poziomie 1,0 (ranga niewielka), a w przypadku cech opisujących elementy informacyjne, sterownicze, przestrzeń pracy i obciążenia psycho-fizycznego – na poziomie 2,0 (ranga duża). Zestawienie wartości ocen przypisanych badanym elementom (0,0 – ocena „prawidłowa”, 0,5 – ocena „warunkowa”, 1,0 – ocena „nieprawidłowa”) przedstawia tablica 1.

Końcowy wskaźnik dla ocenianego stanowiska pracy nie jest zadawalający i wyniósł

$$W_z = \left\{ \prod_{i=1}^k (1 - \bar{X}_i)^{g_i} \right\}^{\frac{1}{m}} \approx 0,376 \quad (1)$$

gdzie: \bar{X}_i – iloczyn średnich wartości ocen i wskaźników techniczno-organizacyjnych;

Tablica 1. Oceny identyfikatorów zagrożeń/narażeń zdiagnozowanych na stanowisku pracy dyspozytora metanometrii automatycznej KWK
(opracowanie własne)

Table 1. Ratings of identifiers of threats/risks diagnosed at the workplace of the automatic methanometry dispatcher in a coal mine

			Oceny identyfikatorów zagrożeń/narażeń				
			Dyspozytor nr 1	Dyspozytor nr 2	Dyspozytor nr 3	Dyspozytor nr 4	Dyspozytor nr 5
Materialne środowisko pracy	oświetlenie	E_{st} w polu pracy wzroku	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		δ w polu pracy wzroku	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		E_{st} w polu bezpośredniego otoczenia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		δ w polu bezpośredniego otoczenia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hałas	$L_{ex,sh}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elementy informacyjne i sterownicze	Oznakowanie wyłączników i przełączników		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Usytuowanie wyłączników i przełączników w płaszczyźnie roboczej.		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Zabezpieczenie przed przypadkowym uruchomieniem		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Przestrzeń pracy	Usytuowanie płaszczyzn roboczych		0,0	0,0	0,5	0,5	0,0
Obciążenie psycho-fizyczne	Obciążenie postularne i czynnościowe kończyn górnych		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Monotonia motoryczna		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

\bar{g}_i – średnia ranga i – tego zagrożenia/narażenia;
 m – suma rang średnich.

Konieczne działania korekcyjne na przedmiotowym stanowisku pracy winny dotyczyć zarówno struktury przestrzennej stanowiska pracy, jak i obciążenia psychicznego. Dostosowanie umiejscowienia elementów sterowniczych do wysokości pracowników, modyfikacja siedziska i usytuowania elementów PC (klawiatura, mysz) oraz zminimalizowanie monotonii pracy winny stanowić główne kierunki działań naprawczych. Stres, wzrost obciążeń statycznych, czy też obciążeń wynikających z ograniczeń ruchowych przy ich jednoczesnym wielokrotnym powtarzaniu prowadzi bowiem do coraz częstszego występowania tzw. chorób XXI wieku – nerwic i dolegliwości mięśniowo-szkieletowych.

Literatura

1. Corlett E. N., Bishop R. P. A.: Technique for assessing postural discomfort. *Ergonomics*, 1976, 19, 2.
2. Corlett E. N., Madeley S. J., Manenica I.: Posture targetting: A technique for recording working postures. *Ergonomics*, 1979, 22, 3.
3. Górską E.: *Ergonomia*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Warszawa 2002
4. Korban Z.: Zastosowanie metody porównawczo – jakościowej w procesie diagnozowania stanu zagrożenia w przodku górniczym – studium przypadku. *Przeгляд Górnicy* nr 9 2012, s. 80÷84.
5. Kotarbiński T.: *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk*. Ossolineum, Wrocław 1990.
6. Krzemiń S.: Teoretyczne podstawy określania miar stanu zagrożenia bezpieczeństwa w wyrobiskach górniczych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej* nr 1178. Gliwice 1992.
7. Lubaś P.: *Diagnoza ergonomicznych czynników ryzyka*. Okręgowy Inspektorat Pracy w Szczecinie, 2010.
8. Mc Atamney L., Corlett E. N.: – RULA: a survey method for the investigation of work – related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 1993, 24.
9. *Praca zbiorowa Instytutu Medycyny Pracy im. prof. dr med. J. Nofera*. – Poradnik metodyczny oceny obciążenia fizycznego oraz stosowania przerw w pracy. Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Warszawa 1994.
10. *Pr. zbior. pod red. Koradeckiej E.*: *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia*. CIOP. Warszawa, 1999.