

Marek Talaga

Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze

ZWIĄZKI ERGONOMII Z TECHNOLOGIĄ I ORGANIZACJĄ PRACY NA PRZYKŁADZIE EMISJI HAŁASU W PRZEMYSŁE BUDOWLANYM

Streszczenie. Referat zawiera analizę powiązań ergonomii z organizacją i technologią pracy. Na przykładzie zagrożenia pracowników hałasem, udowadnia konieczność uwzględniania przy tworzeniu opisów pola akustycznego parametrów o charakterze organizacyjnym i technologicznym. Analiza poparta jest przykładami z przemysłu budowlanego.

Doświadczenia z zakresu analizy i ochrony pracowników przed hałasem pozwalają stwierdzić, że dotychczas zagadnienia warunków pracy, a głównie czynników materialnego środowiska pracy traktowane były zbyt jednostronnie. Zarówno w badaniach przemysłowych i rozważaniach teoretycznych jak i w praktyce analizowano w zasadzie tylko czynniki materialne, elementy fizyczne, mechaniczne itp. Podejście takie jest niewystarczające. Człowiek bowiem nie tylko bezpośrednio obcuje z czynnikami kształtującymi środowisko pracy, to znaczy z polem hałasu, stężeniem toksycznych par związków chemicznych, mikroklimatem, maszyną, urządzeniami, narzędziami itp., ale obcuje z tymi czynnikami w ściśle określony lecz różny sposób. Te sposoby obcowania z fizyczną, chemiczną, mechaniczną stroną uzbrojenia stanowisk pracy są częścią organizacji pracy na danym stanowisku. Sposób obcowania z materialnymi czynnikami pracy można także rozumieć bardziej szeroko, nie tylko w ujęciu człowiek-maszyna, ale pracownicy-zbiór maszyn wraz z obiektami budowlanymi, zapleczem itp.

Związki między ergonomią, a organizacją pracy zauważa L. Pacholski w pracach [2,3]. Stwierdza on m.in. "...Zarysy granic ergonomii i organizacji produkcji pozwalają dość czytelnie wykazać obszary wspólne obu dziedzinom. Obszarami tymi w obrębie problematyki organizatorskiej są: aspekt organizatorski problematyki czynnika ludzkiego w procesach produkcyjnych oraz badanie metod pracy i organizacji stanowisk roboczych..."

Jednym z najistotniejszych czynników materialnego środowiska pracy jest hałas. Wskazuje na to fakt, że uszkodzenia słuchu stanowią od kilku lat najczęstszą przyczynę chorób zawodowych. Koszty leczenia, jednorazowych rent inwalidzkich związanych z utratą słuchu itp. szacuje się rocznie na 15 do 30 mld zł. Znamienne przy tym jest, że uszkodzenia słuchu nie są jedynym i najważniejszym skutkiem działania nadmiernego hałasu.

Nadmierny hałas na stanowiskach pracy powoduje także [5]:

- spadek wydajności pracy,
- wzrost liczby wypadków przy pracy,
- wzrost fluktuacji kadr,
- wzrost czasu reakcji,
- pogorszenie ogólnego stanu zdrowia załogi.

Aby przeciwdziałać skutkom hałasu w przemyśle konieczne jest podanie możliwych do wykorzystania w praktyce przemysłowej opisów propagacji hałasu w pomieszczeniach przemysłowych. Próby utworzenia takich metod hamowane są brakiem przydatnych do tych metod wyników badań z innych dziedzin. Do takich barier należy między innymi brak pełniejszych badań wpływu parametrów o charakterze organizacyjnym (lub technologiczno-organizacyjnym), czyli parametrów opisujących przebieg procesów pracy, które mają wpływ na kształt modeli zagrożenia hałasem. Do tej pory badania takie przeprowadzone były szerzej przez W. Rybarczyka [4] i E. Kowala [1]. Dotyczyły one przemysłu drzewnego i miały stosunkowo wąski zakres. Szeroka analiza tych czynników pod kątem ich wpływu na kształt opisu pola akustycznego została przeprowadzona w pracy [6].

Do głównych czynników o charakterze organizacyjnym i technologicznym mających wpływ na kształt modelu zagrożenia pracowników hałasem należą [6]:

- zmienna w czasie zmiany produkcyjnej odległość D: pracownik-źródło hałasu,
- sposób rozmieszczenia źródeł hałasu w pomieszczeniu,
- procesy pracy źródeł hałasu (cykliczność, niecykliczność i wynikające z tego związki pracowników ze źródłami hałasu),
- zmienność parametrów akustycznych źródła hałasu w zależności od rodzaju obrabianych elementów,
- sposób zagospodarowania przestrzeni produkcyjnej (ograniczonosc przestrzeni, w której rozchodzi się dźwięk),
- liczba pracowników obsługujących poszczególne źródła hałasu,
- związek mocy akustycznej źródła hałasu z przemieszczaniem się względem niego pracowników itp.

Oczywiście wprowadzenie wszystkich tych czynników do opisu pola akustycznego rozbudowałoby ten opis w stopniu uniemożliwiającym jego praktyczne stosowanie. W pracy [6] przeprowadzono szczegółową analizę wszystkich tych czynników i zaproponowano modele zagrożenia hałasem uwzględniające przebieg procesów pracy. W celu zilustrowania problemu niżej przedstawiono dwa przykłady takich modeli.

1. Model zagrożenia hałasem na elementarnym wyizolowanym stanowisku pracy.

Model ten opisuje hałas docierający do pracownika na wyizolowanym od wpływów otoczenia stanowisku pracy, na którym jeden pracownik obsługuje

jedną maszynę; źródło hałasu, przy czym zarówno moc akustyczna tej maszyny jak i odległość D : człowiek-maszyna są zmienne w czasie. Zapisanie tego modelu polega na określeniu wartości tzw. akustycznego wskaźnika integracji pracownika z obsługiwanym urządzeniem - f . Wartość tego wskaźnika f , w omawianym przypadku, precyzuje wzór (1), przy założeniu, że pracownik przemieszcza się w pewnym obszarze S [6]:

$$f = \sum_{k=1}^s \frac{Q_k q_k}{Q} \int_S f_k(S) g_k(S) dS, \quad (1)$$

gdzie: $k=1, 2, \dots, s$ - numer stanu akustycznego źródła,

q_k - względny czas pracy źródła hałasu w k -tym stanie akustycznym:

$$q_k = \frac{t_k}{\sum_{k=1}^s t_k}, \quad (2)$$

t_k - czas trwania k -tego stanu akustycznego źródła hałasu,

Q_k - moc akustyczna źródła hałasu w k -tym stanie akustycznym,

Q - średnia wartość mocy akustycznej,

$f_k(S)$ - akustyczny wskaźnik integracji pracownika przebywającego w danym punkcie obszaru S z obsługiwanym urządzeniem pracującym w k -tym stanie akustycznym,

$g_k(S)$ - gęstość prawdopodobieństwa przebywania pracownika w danym punkcie obszaru S , podczas gdy źródło pracuje w k -tym stanie akustycznym.

Natężenie hałasu na jaki narażony jest pracownik oblicza się ze wzoru:

$$K_{D+} = f \cdot Q, \quad (3)$$

gdzie: K_{D+} - natężenie hałasu (hałas), w $\text{mW/m}^2(\text{A})$ pochodzące od pola fal bezpośrednio docierających od źródła hałasu.

2. Techniczny model hałasu dla pomieszczeń przemysłowych o stałych stanowiskach pracy.

Model ten dotyczy struktur przemysłowych o stałych w czasie zmiany produkcyjnej stanowiskach pracy i źródeł hałasu o stałych wartościach mocy akustycznych [4, 5, 6]:

$$K = \frac{M_1 B Q}{2\pi M N} + \frac{5Q}{2\pi F} + \frac{4Q}{R} + U, \quad (4)$$

gdzie: U - natężenie hałasu w strukturze przemysłowej,

M_1 - liczba pracowników obsługujących źródła hałasu,

M - liczba pracowników w strukturze przemysłowej,

B - średnia z odwrotności kwadratów odległości pracowników związanych z obsługą źródeł hałasu od tych źródeł [4, 5],

Q - suma wartości mocy akustycznej źródeł hałasu,

- F - powierzchnia prostokąta roboczego, najmniejszego, w który można wpisać część powierzchni struktury przemysłowej zajmowana przez wszystkie stanowiska pracy,
R - stała akustyczna pomieszczenia przemysłowego,
U - natężenie hałasu, w $\text{mW/m}^2(\text{A})$, pochodzącego od źródeł nielokalizowanych.

Z podanych powyżej dwóch przykładów modeli zagrożenia pracowników hałasem wynika, że czynniki o charakterze organizacyjnym mają podstawowy wpływ na wartość tego zagrożenia.

W przemyśle budowlanym z reguły zastosowanie mają modele o największym stopniu skomplikowania. Wynika to ze specyfiki produkcji budowlanej. Pracownicy często przemieszczają się; zmieniają się odległości od obsługiwane go źródła hałasu i od źródeł nieobsługiwanych. W przeciwieństwie np. do produkcji taśmowej, czynności wykonywane przez robotników budowlanych, nawet jeśli mają charakter powtarzalny, to często są wykonywane w innych warunkach otoczenia. Oczywiście w przemyśle budowlanym można wyodrębnić różne rodzaje struktur przemysłowych, w których zagrożenie hałasem powinno być opisywane różnymi modelami. Klasyfikacja modeli w zależności od rodzaju organizacji pracy przedstawiona została szczegółowo w [6].

Znaczny wpływ na poziom hałasu docierający do pracowników wywiera stosowana technologia. W budownictwie używane są maszyny i urządzenia emitujące hałas o dużym natężeniu. Wynika to częściowo z potrzeby mechanicznej obróbki materiałów o dużej twardości, ale częściowo także ze stosowania błędnie zaprojektowanej technologii. Przykładem mogą być tu stoły wibracyjne do produkcji otworowych elementów prefabrykowanych (płyty kanałowe, elementy ścienne w systemie żerańskim itp.). Powszechnie stosowana technologia polega na układaniu podkładów i form na stołach wibracyjnych i wprawianiu w drgania całego stanowiska od dołu. Emisja hałasu na takich stanowiskach przekracza poziom 110, a nawet i 120 dB(A) (przy dopuszczalnej, chwilowo podwyższonej normie - 90 dB(A)) w odległości 1m od skraju formy. Dopiero od niedawna produkowane są przez CEBET stanowiska formowania, w których elementem drgającym, powodującym zagęszczenie masy betonowej są rdzenie wprowadzane dla uzyskania otworów. Taka technologia powoduje obniżenie poziomu emisji do 90-95 dB(A), co oznacza (przy dwunastu czterominutowych cyklach wibrowania w czasie zmiany produkcyjnej) średni poziom hałasu na jaki narażony jest pracownik rzędu 85 dB(A).

Większość produkowanych w kraju i zagranicą maszyn i urządzeń budowlanych nie posiada atestów mocy akustycznej. Także większość z nich, niejako z założenia, powoduje przekroczenia dopuszczalnych norm emisji hałasu. Rodzi to problemy nie tylko na stanowiskach pracy, ale często powoduje przekroczenia dopuszczalnych norm w zlokalizowanych w pobliżu zakładów budynkach mieszkalnych czy biurowych.

LITERATURA

- [1] Kowal E.: Model powiązań pomiędzy organizacją pracy wydziału mechanicznej obróbki materiałów drzewnych, a zagrożenie hałasem. Maszynopis rozprawy doktorskiej, Akademia Rolnicza, Poznań 1983
- [2] Pacholski L.: Studium na temat związków zachodzących między ergonomią, a organizacją produkcji. Ergonomia 1981, tom 4 nr 1 i 2
- [3] Pacholski L.: Miejsce ergonomii w systemie technologii i organizacji produkcji. Ergonomia 1984, tom 7 nr 2
- [4] Rybarczyk W.: Metodyka doboru rozwiązań technicznych zmniejszających hałas w przemyśle drzewnym i papierniczym. Prace Instytutu Technologii Drewna, R XXVIII, 21/2 93/94
- [5] Rybarczyk W., Walerian E., Kowal E.: Ogólne zasady zwalczania hałasu w przemyśle. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych (w druku)
- [6] Talaga M.: Badanie procesów pracy w aspekcie zagrożenia pracowników przemysłu hałasem. Maszynopis rozprawy doktorskiej, Politechnika Poznańska, Poznań 1987

RELATIONS BETWEEN ERGONOMY AND BUILDING TECHNOLOGY - ORGANIZATION
OF LABOUR, ON THE EXAMPLE OF NOISE HAZARD IN BUILDING INDUSTRY

Summary

This paper includes an analysis of connections of ergonomics with technology and organization of labour. On example of noise hazard of workers the necessity of taking into account organizational and technological parameters in forming description of sound field has been proven. Presented analysis is supported by some examples from building industry.

СВЯЗЬ ЭРГОНОМИИ С ТЕХНОЛОГИЕЙ И ОРГАНИЗАЦИЕЙ РАБОТЫ НА ПРИМЕРЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ШУМА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Резюме

В докладе содержится анализ связей эргономики с организацией и технологией работ. На примере опасности шума для рабочих, доказывается необходимость учета параметров организационного и технологического характера при образовании описании акустического поля. Анализ подтверждается примерами с области строительной промышленности.

Wpłynęło do Redakcji 20.03.1988 r.