

Ocena poziomu ergonomicznego układu maszynista – lokomotywa elektryczna – otoczenie

Referat dotyczy metod oceny poziomu ergonomicznego układu maszynista – lokomotywa elektryczna – otoczenie. Przedstawiono autorską metodę opartą na uogólnionych współczynnikach wagowych, określanych na podstawie tzw. cech priorytetowych i ich wag wygenerowanych poprzez badania ankietowo - ekspertowe. Współczynniki te wyznaczono metodą wagową oraz wagowo – rozmytą. Stanowią one podstawę globalnego współczynnika diagnozy. Metodę zastosowano w ocenie poziomu ergonomicznego kabin w czterech typach lokomotyw elektrycznych, najczęściej eksploatowanych w PKP. W referacie przedstawiono przebieg i wyniki badań.

1. WSTĘP

Ergonomia w przystosowaniu techniki do człowieka ma swoje zadania zarówno w fazie projektowania, jak i użytkowania maszyny. W każdym przypadku konieczne jest określenie poziomu ergonomicznego, czyli przeprowadzenie diagnozy ergonomicznej. Zakres i treść diagnozy zazwyczaj związane są z rodzajem i stopniem automatyzacji stanowiska pracy oraz zadań wykonywanych przez człowieka. Oprócz ogólnych kryteriów ergonomicznych diagnoza musi uwzględnić specyfikę obiektu technicznego, którym w tym wypadku jest pojazd szynowy. Pojęcie to zatem obejmuje również lokomotywy elektryczne. Metodologicznie prawidłowa diagnoza poziomu ergonomicznego układu człowiek – maszyna – otoczenie musi zawierać ocenę ergonomiczną układu. Przegląd literatury krajowej i światowej wskazuje [1,5,6,7,8,9,10] na rozwój w ostatnim czasie metod oceny stosowanych w ergonomii. Obecnie w ergonomii wykorzystywanych jest ok. 60 metod [8,9]. Część z nich nie jest szerzej znana, gdyż są to zazwyczaj metody autorskie, opracowywane na potrzeby konkretnych układów człowiek – maszyna – otoczenie (lotnictwo, transport morski, transport samochodowy). Opracowanie oceny ergonomicznej układu operator – pojazd szynowy – otoczenie, stanowiącej podstawę kompleksowej diagnozy wymagało zastosowania odpowiednich metod badawczych, do których zaliczono przede wszystkim metodę ankietowo – ekspertową oraz modelowanie i symulację komputerową.

2. ZAŁOŻENIA BUDOWY OCENY ERGONOMI- CZNEJ JAKO ELEMENTU KOMPLEKSOWEJ DIAGNOZY ERGONOMICZNEJ

Założenia metodologiczne kompleksowej diagnozy pozwoliły na ustalenie etapów jej budowy. Opracowano trzy metody oceny ergonomicznej układu, określające globalny współczynnik diagnozy. Dwie pierwsze bazują na badaniach ankietowo – ekspertowych, w wyniku których określano cechy priorytetowe i ich wagi oraz cząstkowe wskaźniki poziomu ergonomicznego (wagowa, wagowo-rozmyta). Trzecia metoda ocenia poziom ergonomiczny układu wykorzystując model heurystyczny oddziaływania operatora na urządzenia sterownicze (rozmyta). Niniejszy referat nie obejmuje zagadnień heurystycznego modelowania działań operatora i wynikającej z niego „rozmytej” oceny ergonomicznej [4].

Przyjęto następujące założenia metodologiczne diagnozy:

- Diagnoza stanowiska pracy operatora dotyczy czynników: ludzkiego, konstrukcyjno – technicznego, materialnego środowiska pracy, których ocena ma charakter jakościowy lub ilościowy,
- Diagnoza zawiera umowny wskaźnik, tzw. globalny współczynnik diagnozy, umożliwiający porównanie poziomu ergonomicznego stanowiska pracy w pojazdach szynowych tego samego rodzaju,
- Udział czynników w sformułowaniu globalnego współczynnika diagnozy jest jednakowy (na obecny stan wiedzy nie znane są badania pozwalające na racjonalne zróżnicowanie udziału tych czynników),
- Każdy czynnik opisany jest cechami wartościującymi jego poziom ergonomiczny,
- Ilość i rodzaj cech opisujących poszczególne czynniki determinuje specyfika diagnozowanego stanowiska,
- Cechy, nazwane priorytetowymi, jakościowo i ilościowo tworzą zbiór wystarczający zarówno do oceny ustalonych czynników jak i końcowej diagnozy ergonomicznej.
- Różnicowanie cech każdego czynnika następuje poprzez nadanie im wag.
- Cechy priorytetowe i przynależne im wagi określone są w oparciu o wyniki badań ankietowo – ekspertowych.
- Wartości wag dla poszczególnych cech są wynikiem uśrednienia wartości uzyskanych z badań ankietowych:

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij}}{m} \quad (1)$$

gdzie: a_i - średnia waga i -tej cechy, a_{ij} - waga i -tej cechy nadana przez j -tego eksperta,

m - liczba ankiet na bazie której oszacowano wartość średnią.

- Wagi są zmiennymi losowymi. Odchylenie standardowe wagi obliczane jest zgodnie z zależnością:

$$D(a_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (a_i - a_{ij})^2}{m(m-1)}} \quad (2)$$

- Każda cecha podlega ocenie zgodnie z określonym dla niej kryterium ergonomicznym.
- Przyjmuje się następujący 4 – stopniowy podział kryteriów ocen:

2 - ocena niedostateczna (stan cechy niedopuszczalny, powodujący niedopuszczalny stopień uciążliwości pracy, stwarzający zagrożenie, dezorganizujący pracę),

3 - ocena dostateczna (stan cechy powodujący uciążliwość pracy, ale nie stwarzający zagrożenia),

4 - ocena dobra (stan cechy stwarzający minimalną uciążliwość pracy, nie dający jednak poczucia komfortu pracy),

5 - ocena bardzo dobra (stan cechy nie budzący zastrzeżeń, dający poczucie komfortu).

- Każdy z czynników oceniony jest poprzez określenie uogólnionego współczynnika wagowego ,
 - Przyjmuje się dwie metody określenia uogólnionych współczynników wagowych:
1. Metoda „wagowa”, w której współczynniki te mają postać:

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_i M_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad (3)$$

gdzie:

Q_j - uogólniony wagowy współczynnik oceny j-tego czynnika

a_i - waga i-tej cechy

M_i - ocena i-tej cechy

2. Metoda „wagowo – rozmyta”, w której uogólnione współczynniki generowane są z heurystycznego modelu lingwistycznego ,
- Określenie uogólnionych współczynników wagowych dla każdego czynnika stanowi podstawę sformułowania globalnego współczynnika diagnozy ergonomicznej,
- Zgodnie z przyjętymi kryteriami ocen, za nie odpowiadające wymaganiom ergonomicznym uzna się te stanowiska, na których chociaż jedna z cech uzyska ocenę niedostateczną (2). W takim przypadku zarówno uogólniony współczynnik wagowy jak i współczynnik globalnej diagnozy przyjmują wartość niedostateczną (2). Hipotetycznie ocena niedostateczna oznacza niedopuszczenie stanowiska do eksploatacji aż do momentu poprawienia istniejącego stanu cechy. Końcowa postać globalnego współczynnika diagnozy ergonomicznej – Q_{glob} określona zostanie wzorem:

$$Q_{glob} = \begin{cases} \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3} & \wedge_{i,j} M_{i,j} \neq 2 \\ 2 & \vee_{i,j} M_{i,j} = 2 \end{cases} \quad (4)$$

gdzie:

Q_1 - uogólniony wagowy współczynnik oceny „czynnika ludzkiego”,

Q_2 - uogólniony wagowy współczynnik oceny „czynnika konstrukcyjno-technicznego”,

Q_3 - uogólniony wagowy współczynnik oceny „czynnika materialnego środowiska pracy”,

□ Ocena większa lub równa dostatecznej oznacza , że poziom ergonomiczny badanego stanowiska pracy mieści się w przedziale od dostatecznego do bardzo dobrego. Globalny współczynnik diagnozy służy porównaniu poziomu ergonomicznego kabiny operatora w różnych egzemplarzach badanego typu trakcyjnego pojazdu szynowego oraz określeniu w zależności od wagowych współczynników kolejności działań modernizacyjnych.

□ Warunkiem ustalenia harmonogramu działań modernizacyjnych i wdrożeniowych dla konkretnego stanowiska pracy jest szczegółowa analiza uogólnionych współczynników wagowych.

3. APLIKACJA OPRACOWANYCH ZAŁOŻEŃ DO OCENY ERGONOMICZNEJ UKŁADU MASZYNISTA – LOKOMOTYWA ELEKTRYCZNA – OTOCZENIE.

Integralnym elementem badawczym diagnozy jest ustalenie cech, zwanych priorytetowymi oraz ich znaczenia w badanym pojeździe poprzez nadanie im wag. Wymagało to przeprowadzenia badań empirycznych. W tym celu opracowano zbiór pytań, które następnie ujęto w ankiecie. Zakres pytań ustalono na podstawie badań pilotażowych dotyczących wstępnego zbioru czynników i cech diagnozujących poziom ergonomiczny stanowisko pracy. Jednocześnie przyjęto, że respondentami – ekspertami ankiety będą maszyniści, pracownicy nadzoru PKP konstruktorzy taboru PKP oraz pracownicy naukowcy z dziedziny ergonomii i transportu. Prowadzone badania oparte zostały zatem na dwóch podstawowych metodach : metodzie ankietowej i ekspertowej oraz zrealizowane zostały w dwóch etapach. Analiza danych uzyskanych z ankiet w I etapie wykazała, że eksperci przy ocenie poziomu ergonomicznego stanowisk pracy maszynisty za istotne uznali następujące cechy [2,3]:

czynnik ludzki (CZL) - kondycja psychofizyczna, przystosowanie do pracy, wysiłek psychiczny, staż pracy, wysiłek fizyczny;

czynnik konstrukcyjno – techniczny (CZK-T) - widoczność szlaku, konstrukcja fotela, widoczność urządzeń sterowniczych i sygnalizacyjnych, struktura przestrzenna, rozmieszczenie pozostałego wyposażenia;

czynnik materialnego środowiska pracy (CZMŚP) - hałas, drgania, mikroklimat, oświetlenie, zapylenie.

Celem badań ankietowo - ekspertowych II etapu było nadanie wag przez ekspertów poszczególnym cechom , uznanym za priorytetowe w I etapie (część A ankiety) oraz dokonanie oceny poziomu ergonomicznego w aktualnie eksploatowanych lokomotywach (część B ankiety) [3]. W części A ankiety eksperci mieli do dyspozycji 5 – punktową skalę, w której 1 punkt oznaczał bardzo małe znaczenie cechy, a 5 punktów – bardzo duże jej znaczenie w kierowaniu

lokomotywą. Ostateczne wartości wag poszczególnych cech obliczono, uśredniając wagi uzyskane z badań ankietowych. Część B ankiety zawierała takie same czynniki i ich cechy jak w części A, lecz oceniany był stan poziomu ergonomicznego poszczególnych cech wg 4 – stopniowej skali (zgodnie z rozdz. 2). Ostateczne oceny, podobnie jak i wagi cech uzyskano drogą uśrednienia wyników z ankiet. Badania przeprowadzono wśród maszynistów i pracowników obsługi, zatrudnionych w czterech zakładach taboru, tj. krakowskim, warszawskim, lubelskim, szczecińskim, eksploatujących lokomotywy elektryczne tych samych typów i elektryczne zespoły trakcyjne, tzn. EP, EU, ET, oraz EZT. Uzyskano 843 prawidłowo wypełnionych ankiet. Według danych PKP, w wybranych zakładach taboru pracuje 1606 maszynistów trakcji elektrycznej. Ogólna liczba maszynistów tej trakcji wynosi 6850. Oznacza to, że dane ankietowe uzyskano od 11,5% populacji maszynistów trakcji elektrycznej (co jest zgodne z zaleceniami statystycznymi).

3.1. Analiza uzyskanych wag

Obliczone metodą uśrednienia danych zebranych drogą ankietową wagi wykazują wyraźne zróżnicowanie. Wskazuje to na różny priorytet, który ankietarzy przypisali kolejnym cechom z danej grupy. Przetestowano hipotezę parametryczną o równości wartości poszczególnych wag (hipoteza zerowa) wobec hipotezy alternatywnej, że wartości wag nie są równe. Wszystkie wartości statystyk dla nadanych wag są wyższe od wartości krytycznej statystyki dla przyjętego poziomu istotności ($\alpha=0,05$). A zatem można przyjąć, że miary wag są zróżnicowane. Można zatem ustalić gradację od cech bardziej do mniej istotnych.

Tabela 1 zawiera wagi i odchylenia standardowe cech priorytetowych dla badanej populacji lokomotyw. W grupie czynnika ludzkiego na pierwszym miejscu znalazła się cecha „przystosowanie do pracy” (4,36). Z wartości tej wynika rola i znaczenie z jednej strony doboru maszynistów (predyspozycje) z drugiej realizacja oczekiwań maszynistów w stosunku do swojej pracy. Najmniejszą wagę przypisano wysiłkowi fizycznemu maszynisty (1,40). Głównym elementem obciążenia fizycznego w pracy maszynisty jest obciążenie statyczne. W związku z tym maszyniści nie identyfikują wysiłku fizycznego z wydatkiem energetycznym (pracą mięśni) lecz tylko ze znużeniem, wynikającym ze skurczu mięśni, któremu zapobiegać można poprzez zmianę pozycji przy pracy. W grupie czynnika konstrukcyjno – technicznego największą wagę przypisano widoczności szlaku (4,72), która to cecha ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa jazdy. Najmniejszą wagę maszyniści przywiązują do „rozmieszczenia pozostałego wyposażenia kabiny”, które sprowadza się do takich elementów jak szafka i umywalka. Urządzenia te zwykle znajdują się w miejscu oddalonym od pulpitu i nie przeszkadzają maszyniście w pracy. W grupie czynnika materialnego środowiska pracy dominującą cechą jest „hałas” (4,76), który przekraczając wartości graniczne uciążliwości powoduje zmęczenie i utrudnia odbiór sygnałów akustycznych. Natomiast cecha „zapylenie”, ze względu na możliwość wymiany powietrza w kabinie maszynisty uznana jest za najmniej ważną (1,34).

Tabela 1. Wagi i odchylenia standardowe cech priorytetowych dla badanej populacji lokomotyw

Rodzaj czynnika	Nazwa cechy priorytetowej	Waga Uśredniona	Odchylenie standartowe
Czynnik ludzki CZL	Kondycja psychofizyczna	4,04	0,0303
	Przystosowanie do pracy	4,36	0,0348
	Obciążenie psychiczne	3,10	0,0279
	Staż pracy	2,11	0,0148
	Wysiłek fizyczny	1,40	0,0126
Czynnik konstrukcyjno – techniczny CZK-T	Widoczność szlaku	4,72	0,0354
	Konstrukcja fotela	3,12	0,0265
	Widoczność urządzeń sterowniczych i sygnalizacyjnych	3,62	0,0326
	Struktura przestrzenna	2,34	0,0192
	Rozmieszczenie wyposażenia kabiny	1,21	0,0094
Czynnik materialnego środowiska pracy CZMŚP	Hałas	4,76	0,0381
	Drgania	3,82	0,0363
	Mikroklimat	2,39	0,0210
	Oświetlenie	2,70	0,0211
	Zapylenie	1,34	0,0127

3.2 Analiza uzyskanych ocen

Oceny cech priorytetowych nadane zostały przez ekspertów w części B ankiety.

Tabela 2. Oceny i odchylenia standardowe cech priorytetowych dla poszczególnych typów lokomotyw

Rodz. czynnika	Nazwa cechy	EN-57		EU-07		ET-22		EP-09	
		Oce- na \bar{Y}	D(\bar{Y})	Oce- na \bar{Y}	D(\bar{Y})	Oce- na \bar{Y}	D(\bar{Y})	Oce- na \bar{Y}	D(\bar{Y})
CZL	Kondycja psychofizyczna	4,23	0,2583	3,94	0,2364	4,20	0,2310	4,45	0,2670
	Przystosowanie do pracy	4,43	0,2437	4,40	0,2860	4,41	0,1764	4,72	0,2313
	Obciążenie psychiczne	3,41	0,0887	3,79	0,1023	3,48	0,0974	3,85	0,1078
	Staż pracy	4,12	0,1154	4,00	0,1120	3,90	0,1131	4,06	0,1137
	Wysiłek fizyczny	3,35	0,0905	3,38	0,0879	3,44	0,0929	3,82	0,1109
CZK-T	Widoczność szlaku	3,70	0,0888	3,75	0,0825	4,02	0,1005	4,13	0,0950
	Konstrukcja fotela	2,63	0,0605	2,78	0,0612	3,09	0,0742	3,49	0,0837
	Widoczność US i USyg	3,34	0,0868	3,49	0,0838	3,81	0,0991	4,14	0,1076
	Struktura przestrzenna	3,28	0,0951	2,94	0,0823	3,30	0,0891	3,64	0,1019
	Rozmieszczenie wyposażenia kabiny	3,11	0,0871	3,21	0,0963	3,27	0,0917	3,14	0,0879
CZMŚP	Hałas	2,48	0,0521	2,55	0,0536	2,50	0,0550	3,09	0,0680
	Drgania	2,84	0,0653	3,13	0,0687	2,56	0,0589	3,20	0,0768
	Mikroklimat	2,73	0,0683	2,83	0,0821	3,06	0,0765	3,05	0,0641
	Oświetlenie	3,31	0,0794	3,20	0,0832	3,24	0,0907	3,45	0,0987
	Zapylenie	3,16	0,0853	3,25	0,0975	3,23	0,0969	3,27	0,0948

Obliczając oceny uśrednione wzięto pod uwagę wszystkie oceny nadawane przez respondentów, tzn. również niedostateczne. Uwzględnienie tych ocen w obliczaniu wartości uśrednionej pozwoliło na porównanie poziomu ergonomicznego poszczególnych typów lokomotyw a także badanej populacji. Uzyskane oceny cech czynnika ludzkiego kształtują się w przedziale 3,39 – 4,15 co oznacza, że maszyniści są przystosowani do wykonywania swojej pracy.

Zwiększenie obciążenia psychicznego i wysiłku fizycznego wynika z monotonii i monotypowości pracy. Z jednej strony cechy te są charakterystyczne dla zawodu maszynisty a z drugiej na obecnym poziomie rozwiązań konstrukcyjnych kabin lokomotyw trudno jest je wykluczyć.

Poziom ergonomiczny badanych stanowisk pracy w lokomotywach determinowany jest w dużym stopniu czynnikiem konstrukcyjno-technicznym. Przy czym uzyskane oceny (tab.2) świadczą o braku komfortu ergonomicznego w zakresie budowy fotela oraz struktury przestrzennej, na którą składa się rozmieszczenie USyg i US, decydujące o sprawności działania maszynisty i bezpieczeństwie ruchu kolejowego. Analiza wyników wykazała również niski poziom ocen cech CZMŚP. Jedynie w przypadku lokomotywy EP-09 żadna z cech tego czynnika nie uzyskała oceny niedostatecznej.

Tabela 3 zawiera uogólnione współczynniki wagowe oraz globalne współczynniki diagnozy ergonomicznej dla badanej populacji lokomotyw. Zgodnie z założeniami diagnozy ergonomicznej (rozdz.2.2) uogólnione współczynniki wagowe można również określić metodą „wagowo – rozmytą”. W celu porównania tych współczynników i globalnego współczynnika diagnozy uzyskanych metodą „wagową” i „wagowo-rozmytą” jako dane wejściowe przyjęto oceny cząstkowe dla lokomotywy EP-09. Wszystkie uśrednione oceny cząstkowe tej lokomotywy przekroczyły wartość 3. W wyniku otrzymano wartości współczynników przedstawione w tabeli 4.

Tabela 3. Uogólnione współczynniki wagowe i globalny współczynnik diagnozy ergonomicznej dla badanych lokomotyw.

Współczynniki diagnozy	Cała grupa przebadanych lokomotyw	EU-07	EN-57	ET-22	EP-09
Uogólniony współczynnik wagowy CZL Q_1	4,02	4,00	3,97	4,00	4,29
Uogólniony współczynnik wagowy CZT-K Q_2	3,44	3,32	3,27	3,61	3,84
Uogólniony współczynnik wagowy CZMŚP Q_3	2,87	2,92	2,82	2,80	3,20
Globalny współczynnik diagnozy ergonomicznej Q_{glob}	3,44	3,41	3,35	3,47	3,78

Tabela 4. Zestawienie uogólnionych współczynników wagowych i globalnego współczynnika diagnozy dla lokomotywy EP-09 uzyskanych dwiema metodami.

Rodzaj metody oceny	Q_1	Q_2	Q_3	Q_{glob}
Wagowa	4,29	3,84	3,20	3,78
Wagowo-rozmyta	4,18	3,72	3,04	3,65

Z zestawienia wynika, że metoda wagowo – rozmyta jest w ocenie poziomu ergonomicznego bardziej rygorystyczna niż metoda wagowa. Jednocześnie ma ona większe walory poznawcze, gdyż pozwala na uwzględnienie w ocenie relacji zachodzących między cechami w obrębie jednego czynnika.

Najwyższy globalny współczynnik diagnozy ergonomicznej uzyskała lokomotywa EP-09, tzn. 3,78 w metodzie wagowej a 3,65 w metodzie wagowo-rozmytej.

Wśród badanych lokomotyw - lokomotywa EP-09 jest przykładem najnowszego rozwiązania konstrukcyjnego. Otrzymała ona najlepsze oceny cech priorytetowych.

4. PODSUMOWANIE

Przyjęte założenia metody diagnozy ergonomicznej stanowiska pracy maszynisty i wstępna jej aplikacja umożliwiły rozpoznanie i ocenę poziomu ergonomicznego kabin w badanych lokomotywach elektrycznych. Określony w pracy Q_{glob} ma charakter heurystyczny. Bazuje on na wagach i ocenach nadanych przez ekspertów. Ten sposób wartościowania wag i ocen zawiera elementy subiektywizmu, "pomniejszone" poprzez uśrednienia statystyczne. Uzyskane oceny cech priorytetowych jakościowo zgodne są z ocenami uzyskanymi "inaczej", tzn. przy wykorzystaniu m.in. technik pomiarowych. Dowodem tego są np. wyniki oceny poziomu cech CZMŚP, przeprowadzone w ramach badań sprawdzających, niezbędnych przy opracowywaniu norm dla lokomotyw elektrycznych [4].

5. LITERATURA

- [1] Drury, C.G.: *Human factors audits*. In G.Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, pp. 1593-1616, 2nd Edition John Wiley & Sons.Inc., New York, 1997.
- [2] Grabarek I.: *Inquiry Research of Experts as the Basis for the Ergonomic Evaluation of Working Places*. ERGON – AXIA'2000, *Proceedings of the Second International Conference on Ergonomics and Safety for Global Business Quality and Productivity*. Central Institute for Labour Protection, 19 – 21 May, pp. 387-39, 2000.
- [3] Grabarek, I.: *Zagadnienia metodologiczne diagnozy ergonomicznej stanowisk pracy w lokomotywach*. Materiały konferencyjne „Ergonomia w środkach

- transportu". Oficyna Wydawnicza PW s. 9-34. Warszawa, 2000.
- [4] Grant KBN: Modelowanie i symulacja układu człowiek – maszyna – otoczenie ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień ergonomicznych i wpływu destruktorów na zachowanie człowieka. (Grabarek, I. - kierownik pracy) NR 4 P05D 01917, 2001.
- [5] Kania, J.: Metody ergonomiczne. PWE, Warszawa, 1980.
- [6] Luczak, H., Schlich, Ch. And Springer, J.: A Guide to Scientific Sources of Ergonomics Knowledge. In W. Karwowski and W.S. Marras (Eds), *The Occupational Ergonomics Handbook*, pp. 27-50, CRC, Press, Boca Raton 1999.
- [7] Shoaf, Ch., Genaidy, A. Shell, R. : A perspective on work system analysis: classification and evaluation of methods. *Ergonomics*, 41(6), pp.881-898, 1998.
- [8] Stanton N.A., Young M.S.: A Survey of Ergonomics Methods. In W. Karwowski (Ed.) *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*, pp.1903-1907, 2001.
- [9] Stanton N.A., Young M.S.: Is utility in the mind of the beholder? A review of ergonomics methods. *Applied Ergonomics*, 29 (1), pp.41-54, 1998.
- [10] Wilson, J. and Corlett , N.: *Evaluation of Human Work. 2nd Edition*, pp.1-39. Taylor & Francis, London, 1995 .