

Paweł KIEŁBASA, Tadeusz JULISZEWSKI, Justyna PAWŁOWICZ, Tomasz DRÓŹDŹ, Mirosława ZAGÓRDA, Stanisław SEK

ERGONOMICZNA ANALIZA WYBRANYCH STANOWISK PRACY KIEROWCÓW SAMOCHODÓW CIĘŻAROWYCH

W artykule dokonano oceny ergonomiczno-eksploatacyjnej wybranych samochodów ciężarowych wykorzystywanych w rodzinnej firmie transportowej. Uwzględniony został przedział mocy od 206 KW do 397 KW. Zakres pracy obejmował analizę teoretyczno-praktyczną badanych samochodów ciężarowych z uwzględnieniem nowoczesnych rozwiązań technicznych przekładających się na komfort i bezpieczeństwo pracy kierowcy zawodowego. Ponadto przeprowadzona została ocena ergonomiczna, dotycząca geometrii stanowiska pracy kierowcy oraz trudności obsługi urządzeń i stopnia skomplikowania urządzeń sygnalizacyjnych. Z przeprowadzonej analizy wynika, że najlepszym z badanej grupy samochodów ciężarowym w obrębie właściwości eksploatacyjno-ergonomicznych jest DAF XF105.460 oraz Volvo FH16.540.

WSTĘP

Duże znaczenie przy projektowaniu stanowisk pracy ma prawidłowe rozmieszczenie w przestrzeni wszystkich punktów, które człowiek musi dostrzec i na które musi oddziaływać. Powinny być one tak rozmieszczone, aby operator mógł przeprowadzić zmiany w ich działaniu w sposób najbardziej bezpieczny i niewymagający nadmiernego wysiłku [1]. Analiza geometrii stanowiska pracy umożliwia określenie zgodności wymiarów liniowych i kątowych stanowiska pracy z wymogami wynikającymi ze zróżnicowania danych antropometrycznych potencjalnych użytkowników [2]. Należy mieć na uwadze, że wiele czynności sterowniczych dotychczas wykonywanych w sekwencjach kilku ruchów obecnie wykonuje się jednym przyciskiem np. nawrót ciągnika rolniczego z czynnościami podnoszenia i opuszczania narzędzia, systemy automatycznego rozłączania i włączania blokady mechanizmu różnicowego przedniej osi, nie wspominając o bezstopniowej skrzyni przekładniowej. Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest odmienna struktura obciążeń, którym poddawanych jest operator, jego czynności sterownicze są ograniczone z punktu widzenia ich liczby, jednak konsekwencje pomyłki operatora są o wiele niebezpieczniejsze (błąd kilku sekwencji czynności) [3].

Kierowcy zawodowi poprzez specyfikę wykonywanego zawodu narażeni są na różne choroby, m.in.: na chorobę wibracyjną lub dyskopatię. Dolegliwości kręgosłupa wywołane nieprawidłową postawą ciała podczas prowadzenia pojazdu, braku regulacji lub zniszczonym fotelu kierowcy czy także nieprawidłowej postawie przy przenoszeniu ładunków [4]. Hałas odpowiada za obniżenie komfortu jazdy oraz utrudnia identyfikację dźwięków wewnętrznych i zewnętrznych, które są dla kierowcy źródłem informacji oraz ostrzeżeniem przed niebezpieczeństwem (np. przemieszczenie ładunku, sygnał pojazdów uprzywilejowanych, a także niewłaściwe działanie mechanizmów pojazdu) [5]. Na stanowisku pracy kierowcy zawodowego występują także dodatkowe czynniki takie jak odpowiedzialność za przewożone ładunki, konieczność posiadania wysokich umiejętności manewrowania dużym pojazdem w różnych warunkach drogowych, konieczność ścisłego przestrzegania reżimu czasowego przewozów itp. [6]. Wymagania psychofizjologiczne człowieka decydują o ergonomicznej jakości środków transportu. Cykl

projektowania ergonomicznego, dzięki specyfikacji środków transportu odbywa się dwutorowo. Z jednej strony realizowane są wymagania dotyczące przestrzeni pasażerskiej, z drugiej zaś wymagania związane ze stanowiskiem pracy operatora (tzn. pilota, maszynisty, kierowcy). Według Polskiej Normy PN-81/N-08010 „Ergonomiczne zasady projektowania systemów pracy” projektowanie układu człowiek – maszyna (środek transportu) powinno obejmować wyszczególnione w niej zadania. Niestety coraz częściej pojawiają się obciążenia statyczne – wynikające np. z czasu pracy, przeciążenia psychicznego, konstrukcji fotela, obciążenia hipokinetycznego i monotonii, które mogą stać się czynnikami powodującymi zagrożenie zdrowia, a nawet życia, np. przypadki zaśnięcia kierowców podczas długotrwałej jazdy samochodem po autostradzie, czy dolegliwości występujące u pasażerów podróżujących autobusami lub samolotami. Od możliwości spostrzegania sygnałów i zrozumienia zawartych w nich informacji zależy poprawność decyzji podejmowanych przez operatora. Wzrok niewątpliwie jest najważniejszym zmysłem, dzięki któremu człowiek odbiera ok. 80% wszystkich sygnałów informacyjnych o świecie zewnętrznym. Podczas procesu sterowania podstawą do podjęcia decyzji i wykonania celowego działania są sygnały, które odbiera operator. Urządzenia sterownicze umożliwiają operatorowi bezpieczne, sprawne i poprawne wykonanie procesu sterowania obiektem transportowym. Mają one zróżnicowaną konstrukcję, która zależy od rodzaju spełnianej funkcji technicznej [7]. Z punktu widzenia środków transportu istotne jest spełnienie norm z zakresu drgań, hałasu, oświetlenia, mikroklimatu, zanieczyszczenia oraz zapylenia powietrza, a także promieniowania elektromagnetycznego [PN-80/Z-08052]. Prewencja wypadków w transporcie drogowym powinna polegać na szeroko rozumianej optymalizacji warunków pracy kierowcy. Obejmuje ona zarówno przystosowanie stanowiska pracy do możliwości i umiejętności człowieka, jak również dobór do zawodu kierowcy osób, które spełniają kryteria wynikające z charakteru zadań wykonywanych przez kierowcę, a także czynności i warunków jego pracy [8]. Zachowanie prawidłowej pozycji ciała, zapewniającej komfort podczas prowadzenia pojazdu, wpływa na ograniczanie obciążenia i zmęczenia układu mięśniowo-szkieletowego kierowcy [9].

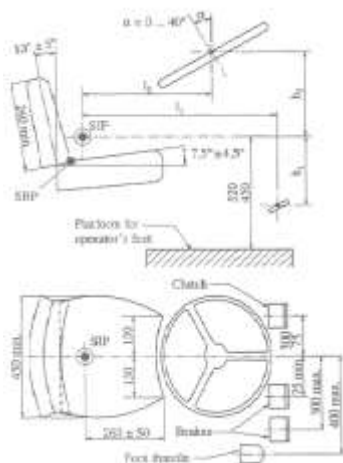
1. CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań była ergonomiczna ocena stanowiska pracy kierowcy zawodowego na podstawie ciągników siodłowych z naczepą, a także samochodów ciężarowych typu wywrotka. Założono hipotetycznie, że współczesne miejsce pracy kierowcy zawodowego może być udoskonalone pod względem spełnianych wymagań ergonomicznych, które stawiane są producentom samochodów ciężarowych. Założono także, że kierowcy są świadomi następstw zdrowotnych, które mogą wystąpić na ich stanowisku pracy.

Zakres pracy obejmował analizę teoretyczno-praktyczną badanych ciągników siodłowych oraz samochodów ciężarowych typu wywrotka z uwzględnieniem nowoczesnych rozwiązań technicznych przekładających się na efektywność pracy kierowcy zawodowego. Ponadto przeprowadzono ocenę ergonomiczną, dotyczącą geometrii stanowiska pracy kierowcy zawodowego oraz trudności obsługi i stopień skomplikowania urządzeń sterowniczych. Ciągnik siodłowy: DAF XF 105 460 KM Euro 6 Space Cab, DAF XF 95 Super Space Cab, wywrotka Steyr 19S24, MAN FE 410 A, Volvo FH 540.

2. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzone zostały w pięciu różnych kabinach, zamontowanych w samochodach ciężarowych różnego przeznaczenia. Geometrię stanowiska pracy odniesiono do wymiarów antropometrycznych odpowiadających wartościom progowym (C_5 i C_{90}) dla kobiet i mężczyzn [10] oraz normy PN – 90/S – 47013 (Samochody ciężarowe, autobusy i trolejbusy. Miejsce pracy kierowcy. Wymagania). Pomiary wykonano przy pomocy standardowych przyrządów mierniczych z dokładnością do 5 mm w trzech płaszczyznach (rys. 1).



Rys. 1. Wyznaczanie odległości taśmą mierniczą

Pomiary skorygowano o obciążenie siedziska operatora.

Parametryzacja urządzeń

W tabeli 1 przedstawiono sposób parametryzacji poszczególnych elementów składowych oceny ergonomiczno-eksploatacyjnej. Liczba i struktura punktacji oparta jest na wiedzy eksperckiej oraz analizy przeprowadzonego wywiadu z zawodowymi kierowcami będącymi użytkownikami samochodów ciężarowych.

Tab. 1. Szczegółowa ocena wybranych parametrów eksploatacyjno-ergonomicznych analizowanych samochodów ciężarowych

Opis	Maksymalna liczba punktów
Moc silnika (maksymalna)	25
Max moment obrotowy	40
Zużycie paliwa	50
Pojemność zbiornika paliwa	35
Podsumowanie	150
Liczba biegów do przodu	60
Liczba biegów do tyłu	60
Sprawność (łatwość) przełączania (zmiany) biegów	60
Liczba biegów pełzających	20
Podsumowanie	200
Łatwość dołączania i rozłączania naczepy	50
Łatwość podłączania przewodów pneumatycznych	50
Podsumowanie	100
Pojemność ładunkowa	50
Podsumowanie	50
Norma emisji spalin	50
Podsumowanie	50
Poziom hałasu w kabinie	30
Dostęp do dźwigni i przełączników	45
Widoczność z kabiny (dzień i noc)	60
Widoczność wskaźnik kontrolki i przyrządów pomiarowych (jednoznaczność)	45
Geometria urządzeń	15
Intuicyjność sterowania	45
Fotel	30
Klimatyzacja (nawiew powietrza)	15
Dostęp do korka wlewu paliwa	15
Podsumowanie	300
OCENA ŁĄCZNA	850

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Charakterystyka wybranych stanowisk pracy

Pierwszym analizowanym ciągnikiem siodłowym był debiutujący w październiku 2005 roku podczas targów w Amsterdamie DAF XF105 (rys. 2), który w 2006 roku wszedł do produkcji seryjnej, zastępując tym samym DAF XF95. Należy zaznaczyć że w 2007 roku model DAF XF105 otrzymał tytuł „Truck of the Year 2007”.



Rys. 2. DAF XF105.460 Euro 6 Space Cab

Wejście do kabiny jest przestronne a ze względu na trzy, pionowo umieszczone stopnie i poręcze bardzo sprawne. Fotel kierowcy wyposażony jest w pneumatyczną regulację poziomu amortyzacji ale pozostały zakres regulacji fotela kierowcy jest dość niewielki. W przypadku ustawienia kierownicy w jej maksymalnym położeniu zasłania ona dolną część wyświetlacza i analogowe urządzenia sygnalizacyjne. Wolant na którym umieszczone są klawisze sterujące pozwala na wygodne sterowanie radiem, telefonem, oraz tempomatem. Po zamknięciu drzwi kierowcy nieco ograniczona wydaje się przestrzeń na lewą nogę, co jest wynikiem przesunięcia fotela kierowcy w lewą stronę ze względu na szeroki, choć niski tunel silnika w kabinie. Duża deska rozdzielcza, przednia szyba, duże

lustra i pionowe słupki powodują, że widoczności na drodze i komfort jazdy nie budzi zastrzeżeń. Deska rozdzielcza (rys. 3b) wyposażona jest w duże zegary analogowe, podświetlone czerwonym kolorem. Wyświetlacz komputera pokładowego (rys. 3a) pokazuje najważniejsze informacje w przejrzysty sposób.



Rys. 3. Wyświetlacz komputera pokładowego (a) oraz deska rozdzielcza (b).

Kabina typu Space Cab wyposażona zapewnia komfort pracy kierowcy podczas kilkudniowej lub kilkutygodniowej trasy. Innowacyjnym rozwiązaniem w samochodach typu DAF jest zamek NightLock (uniemożliwia otwarcie drzwi ciężarówki z zewnątrz nawet przy użyciu łomu). Umieszczenie nawigacji (rys. 4) na pochylej desce rozdzielczej, powoduje że dzień jest mało czytelna z uwagi na odbijające się światło słoneczne.



Rys. 4. Widok nawigacji umieszczonej we wnętrzu kabiny.

Dodatkowo samochód wyposażony jest w zaawansowane systemy bezpieczeństwa takie jak: ACC (tempomat adoptowalny), VSC (układ kontroli stabilności pojazdu), EBS (elektroniczny układ hamulcowy), FCW (układ ostrzegania przed uderzeniem przodem pojazdu), ABS (system zapobiegający blokowaniu kół podczas hamowania), oraz zestaw zewnętrznych kamer. Drugim badanym samochodem ciężarowym był DAF XF95 Super Space Cab produkowaną od 2002 do 2006 roku (rys.5). Wyposażony w kabinę Super Space Cab cechującą się wyżej umieszczonym dachem niż kabina Space Cab i związaną z tym przestronnością.



Rys. 5. DAF XF95 Super Space Cab Euro 4.

Prawie pionowa, duża przednia szyba, bezwibracyjne lusterka wsteczne zapewniają kierowcy znakomite pole widzenia. Kabina wewnątrz wyposażona jest tzw. stalowa klatka, która ma za zadanie chronić kierowcę oraz pasażera w razie wypadku. Wyposażenie kabiny obejmuje również roletę przeciwsłoneczną. Wejście do kabiny ułatwiają trzystopniowe schodki oraz uchwyty umiejscowione po lewej i prawej stronie kabiny (rys. 6).



Rys. 6. Wnętrze kabiny DAF XF95 Super Space Cab Euro 4.

Fotel kierowcy i pasażera (zmiennika) wyposażony jest w trójpunktowe pasy bezpieczeństwa oraz zagłówki. Fotel zmiennika wyposażony jest w dwa podłokietniki, które można regulować. Deska rozdzielcza rozmieszczona jest wokół kierowcy, pozwala na łatwy dostęp do wszystkich elementów sterowniczych. Wielofunkcyjny wyświetlacz (rys.7) na desce rozdzielczej jest czytelny i przejrzysty.



Rys. 7. Widok wyświetlacza z zegarami analogowym i cyfrowymi

Można śledzić zużycie paliwa, temperaturę na zewnątrz czy obroty silnika. Samochód wyposażony jest w silnik o mocy 480 KM, momencie obrotowym 2100 Nm. Samochód posiada także skrzynie biegów (rys. 18a) zwaną: niska i wysoka – niska skrzynia posiada wolne biegi (4 biegi wolne do przodu, 1 bieg wolny do tyłu), zaś wysoka skrzynia posiada szybkie biegi (4 biegi szybkie do przodu, 1 bieg szybki do tyłu).

Kolejnym z badanych samochodów ciężarowy Steyr 19S24 z 1996 roku (rys. 8).



Rys. 8. Samochód ciężarowy typu wywrotka marki Steyr 19S24.

Kabina posiada prawie pionową przednią szybę oraz trzy lusterka zapewniające dobrą widoczność. Przednia szyba posiada osłonę przeciwsłoneczną. Wejście do kabiny (rys.9) umożliwiają dwustopniowe schodki oraz uchwyt umiejscowiony po prawej stronie kabiny. Fotel kierowcy nie posiada pneumatycznej regulacji stopnia amortyzacji, nie posiada również podłokietników oraz zagłówka.



Rys. 9. Wnętrze samochodu ciężarowego marki Steyr.

Na desce rozdzielczej (rys.10) znajdują się wyświetlacze analogowe. Informują one operatora o obrotach silnika, prędkości samochodu, stanie zbiornika paliwa, a także poziomie oleju silnikowego, itp. Samochód ten nie posiada automatycznej regulacji kierownicy



Rys. 10. Widok deski rozdzielczej z analogowymi wyświetlaczami, oraz kierownicy

W przypadku samochodu ciężarowego **MAN FE 410 A** (rys. 11) wejście do kabiny ułatwiają trzystopniowe schodki oraz poręcze, rozmieszczone po obydwu stronach wejścia. Przednia szyba, elektrycznie regulowane lusterka zapewniają kierowcy dobrą widoczność.



Rys. 11. MAN FE 410 A Euro 3.

Fotel operatora jest wyposażony w zagłówek i posiada pneumatyczną regulację. Po lewej stronie od siedziska kierowcy zamontowana jest dźwignia sterująca skrzynią samowyladowczą a po prawej stronie znajdują się dźwignia zmiany biegów. Samochód jest wyposażony w ośmiobiegową manualną skrzynię biegów z półbiegami. Kabina nie posiada charakterystycznej dla samochodów ciężarowych rolety przeciwsłonecznej, posiada natomiast osłony przeciwsłoneczne charakterystyczne dla samochodów osobowych.

Deska rozdzielcza (rys. 12) po prawej stronie kierowcy wyposażona jest w nawiewy, pokrętła sterowania podgrzewaniem przedniej szyby, szyb bocznych, ogrzewaniem wewnątrz kabiny, a także podgrzewaniem fotela kierowcy.



Rys. 12. Widok deski rozdzielczej MAN FE 410 A.

Bliżej kierownicy rozmieszczone są przyciski włączania świateł mijania, pozycyjnych czy awaryjnych. Przycisk do włączania napędu, a także do uruchamiania przystawki podczas kiprowania. Zegary analogowe sygnalizują m.in. poziom oleju w silniku, temperaturę płynu chłodniczego, obroty silnika, czy prędkość samochodu. Wyświetlacz cyfrowy informuje o stanie technicznym samochodu, m.in. średnie spalanie, zasięg, ABS, itp.

Charakterystyczne dla samochodu MAN jest umieszczenie hamulca ręcznego na desce rozdzielczej. Samochód wyposażony jest w silnik o mocy 410 KM o maksymalnym momencie obrotowym 1300 Nm.

Samochód ciężarowy **Volvo FH 16.540** (rys. 13) posiada opływową kabinę typu Globetrotter umożliwiającą kierowcy zajęcie w niej pozycji stojącej. Samochód ten w przedsiębiorstwie przeznaczony był głównie do transportu masy bitumicznej do budowania dróg.



Rys. 13. Volvo FH 540 Euro 5.

Wejście do kabiny jest wygodne i ergonomicznie poprawne (rys. 14). Fotel kierowcy posiada zagłówek, regulację położenia wzdłużnego oraz wysokości, kąta ustawienia oparcia a także regulację podparcia części lędźwiowej.



Rys. 14. Wejście do wnętrza samochodu Volvo FH 450

Kierownica ma średnicę 450 mm i posiada regulację wysokości (90 mm) oraz kąta ustawienia w płaszczyźnie pionowej do 20°. Kabina wyposażona jest w wyjście bezpieczeństwa o wymiarach 50 x 70.

Wyświetlacz (SID High) jest wykorzystywany m.in. podczas wykonywania manewru cofania, wyładunku materiału i transporcie wielkogabarytowych elementów. Kabina posiada cztery kamery. Żaluzje nie ograniczają przestrzeni kierowcy nawet po otwarciu schowków. Lusterka wsteczne oraz szyby boczne są podgrzewane i elektrycznie sterowane. Deska rozdzielcza (rys. 15) jest charakterystycznie wyprofilowana, nie ograniczając swobody i wygody pracy kierowcy. Po prawej stronie operatora na desce rozdzielczej znajdują się przyciski sterujące m.in. światłem ostrzegawczym, ogrzewaniem, klimatyzacją, itp. Na wyświetlaczu graficznym znajdującym się bezpośrednio przed kierowcą znajduje się dużo informacji (obciążenia osi, ciśnienie w oponach, poziom naładowania akumulatora), jednak aby je uzyskać należy użyć odpowiedniej sekwencji przycisków na kole kierownicy.

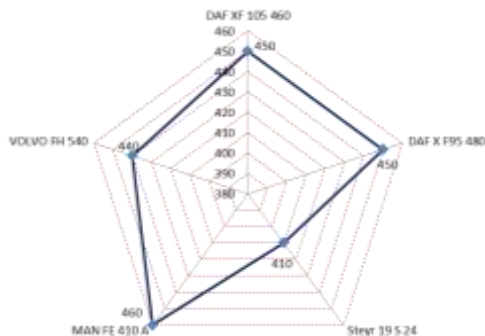


Rys. 15. Deska rozdzielcza Volvo FH 450

Volvo FH16 540 wyposażone jest w liczne systemy ułatwiające pracę kierowcy. Pierwszym systemem jest I – ParkCool. Jest to schładzacz powietrza, gdy pojazd znajduje się na postoju. System ten może współdziałać z postojowym ogrzewaniem PH CAB. I – ParkCool ma za zadanie utrzymanie komfortowej temperatury wewnątrz kabiny, wówczas gdy na zewnątrz temperatura spada. Układ oblicza wydajność chłodzenia i ilość energii do pobrania z akumulatorów, która potrzebna jest do chłodzenia kabiny i monitoruje poziom stanu akumulatorów, tak aby rozruch silnika przebiegł bez większych problemów. Drugim systemem jest ACC (aktywny tempomat) i System Ostrzegania Kierowcy z Funkcją Awaryjnego Hamowania. Tempomat za pomocą radaru utrzymuje stałą odległość od pojazdu poprzedzającego, a także automatycznie steruje silnikiem i utrzymuje stałą prędkość jazdy. Samochód posiada półautomatyczną 12 biegową skrzynia, z dwoma biegami wstecznymi. Dodatkowo samochód wyposażony jest w system I – See, który współpracuje z GPS. Dzięki systemowi I – See następuje ciągły odczyt informacji o nachyleniu drogi, również inne systemy wspomagające I – Shift przekazują informację o masie pojazdu, prędkości, przyspieszeniu. Trzeci system to GPS. Czwarty system to licznik czasu pracy kierowcy – zarządza czasem pracy i odpoczynkiem. Samochód posiada silnik o mocy 540 KM i maksymalnym momencie obrotowym 2600 Nm.

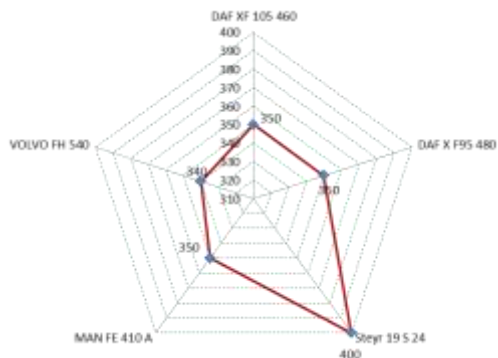
3.2. Geometria wybranych stanowisk pracy

Na rysunku 16 przedstawiono odległości wybranych urządzeń sterowniczych od siedziska w samochodach ciężarowych w przedziale mocy od 206 KW do 397 KW. Najmniejszą odległość kierownicy od siedziska kierowcy odnotowano w przypadku samochodu Steyr 19S24 gdzie wynosiła 410 mm, natomiast największą 460 mm w samochodzie MAN FE 410 A.



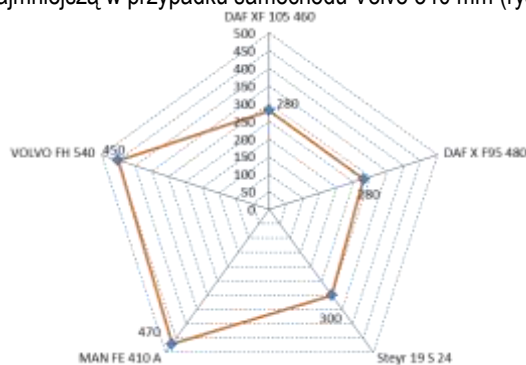
Rys. 16. Odległość kierownicy w płaszczyźnie poziomej od punktu bazowego siedła

Największą odległością dźwigni hamulca postojowego charakteryzował się samochód MAN FE 410 A, ponieważ dźwignia znajduje się na desce rozdzielczej i wynosiła 470 mm. Najmniejsze odległości stwierdzono w samochodach DAF XF 105 oraz XF 95 (rys. 17).



Rys. 17. Odległość dźwigni hamulca postojowego w płaszczyźnie poziomej od punktu bazowego siedła

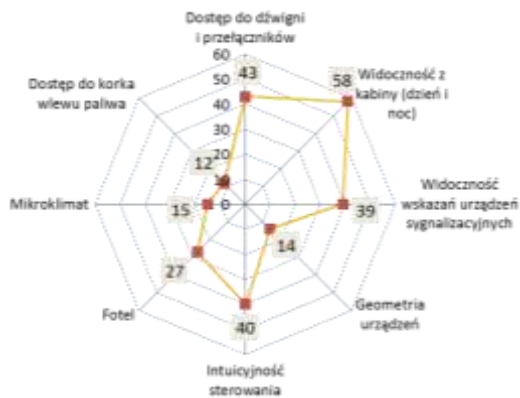
Największą odległość siedziska (SRP) od dźwigni zmiany biegów odnotowano w przypadku samochodu Steyr, bo aż 400 mm, zaś najmniejszą w przypadku samochodu Volvo 340 mm (rys. 18).



Rys. 18. Odległość dźwigni zmiany biegów w płaszczyźnie poziomej od punktu bazowego siedła

3.3. Wybrane parametry ergonomiczne przestrzeni pracy

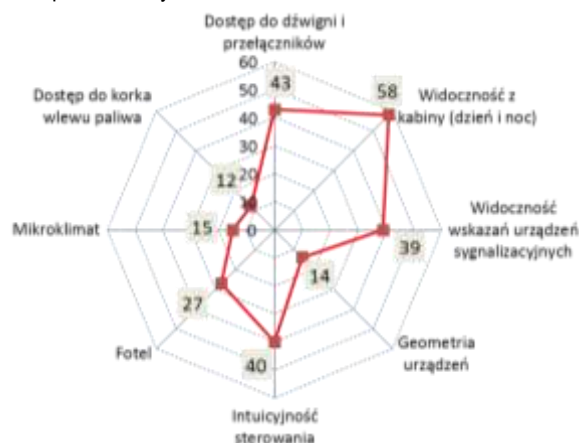
Biorąc pod uwagę pozostałe sparametryzowane elementy przestrzeni pracy kierowcy samochodu ciężarowego XF 105 460 (rys. 19) stwierdzono, że otrzymane oceny będące wynikiem wywiadu z użytkownikami oraz ocen eksperckich plasują samochód pod względem wyszczególnionych parametrów ergonomicznych bardzo wysoko. Sumaryczna liczba była tylko o 15,3% mniejsza w stosunku do możliwej do uzyskania liczby punktów.



Rys. 19. Parametry ergonomiczne samochodu ciężarowego DAF XF 105 460

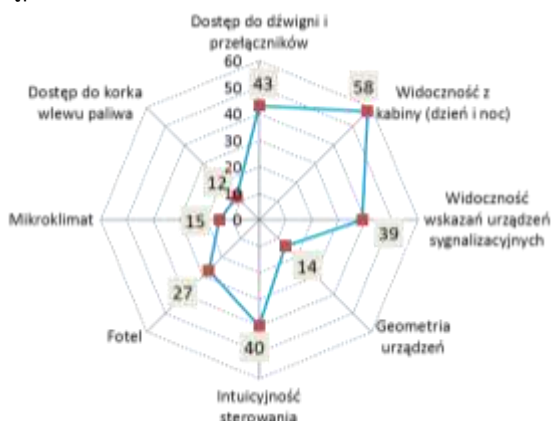
Najwyższą różnicę względną wynoszącą 25% odnotowano w przypadku oceny widoczności wskaźników i urządzeń sygnalizacyjnych, należy jednak nadmienić że różnica ta w przeliczeniu na wartości bezwzględne wynosiła 10 pkt. (na 45 pkt. możliwych). Na rysunku 20 przedstawiono ocenę ergonomiczną samochodu DAF XF

95 480, której sumaryczna wartość punktowa wynosiła 228 pkt. na 270 pkt. możliwych.



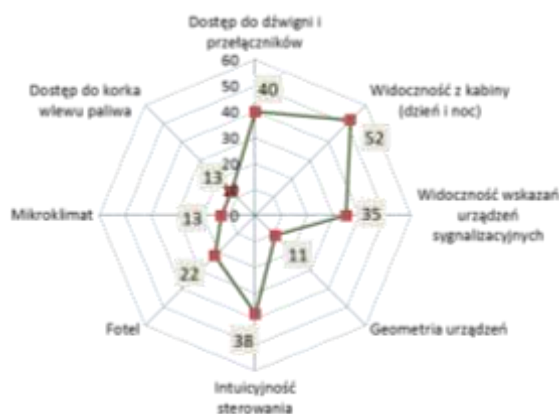
Rys. 20. Parametry ergonomiczne samochodu ciężarowego DAF XF 95 480

Odnotowano, że podobnie jak w przypadku samochodu ciężarowego DAF XF 105 460 również w samochodzie DAF XF 95 480 ocena widoczności urządzeń sygnalizacyjnych wypadła najslabiej ponieważ różnica względna między liczbą punktów maksymalną a otrzymaną wynosiła 26%. Analizując parametry ergonomiczne samochodu ciężarowego Steyr 19 S 24 (rys. 21) odnotowano że różnica względna między maksymalną liczbą punktów a otrzymaną wynosiła 28% (78 pkt.) co wynika głównie z rozwoju rozwiązań ergonomicznych, które w czasie produkcji samochodu były niedostępne.



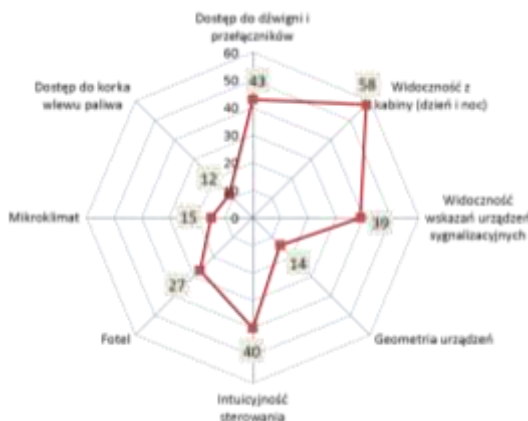
Rys. 21. Parametry ergonomiczne samochodu ciężarowego Steyr 19 S 24

Najniższa względna ocena dotyczyła mikroklimatu w kabinie kierowcy, który był kontrolowany w niewielkim stopniu (różnica względna 66%). Bardzo słabo oceniono również fotel kierowcy którego parametry ergonomiczne zgromadziły połowę możliwych do uzyskania punktów. Natomiast dobrze oceniono dostęp do dźwigni i przełączników, gdzie różnica względna między maksymalną liczbą punktów a otrzymaną wynosiła tylko 17%. Na rysunku 22 przedstawiono wybrane parametry ergonomiczne samochodu ciężarowego MAN FE 410 A. Odnotowano, że najbardziej od optymalnego rozwiązania pod względem ergonomii odbiegał fotel kierowcy oraz geometria urządzeń gdzie różnica względna między maksymalną liczbą punktów a przyznaną wynosiła 26%.



Rys. 22. Parametry ergonomiczne samochodu ciężarowego MAN FE 410 A

Biorąc pod uwagę wszystkie oceniane parametry ergonomiczne stwierdzono 17% różnicę względną między maksymalną liczbą punktów a przyznaną co jest wynikiem dobrym. Znacznie wyżej uplasował się samochód ciężarowy Volvo FH 450 (rys. 23) w przypadku którego różnica względna między maksymalną liczbą punktów a przyznaną wynosiła tylko 8%. Najwyżej ocenianymi parametrami była widoczność z kabiny oraz geometria urządzeń i dostęp do dźwigni i przełączników gdzie liczba punktów była prawie maksymalna.



Rys. 23. Parametry ergonomiczne samochodu ciężarowego Volvo FH 450

Najniżej oceniono widoczność wskaźników urządzeń sygnalizacyjnych w przypadku których różnica względna między maksymalną liczbą punktów a przyznaną wynosiła 13%, należy jednak zaznaczyć że w wartościach bezwzględnych to 6 pkt. na 45 możliwych do uzyskania. W przypadku oceny silników w przedziale mocy od 206 KW do 397 KW (tab.2) zaobserwowana została 32 % różnica względna w ilości uzyskanych punktów między DAF XF 105.460, który uzyskał najwięcej, ponieważ aż 143 punkty, a Steyr 19S24, który uzyskał 97 punktów.

Tab. 2. Szczegółowa ocena wybranych parametrów eksploatacyjno – ergonomicznych analizowanych samochodów ciężarowych

Opis	Maksymalna liczba punktów	DAF XF 105 460	DAF XF 95 480	Steyr 19 S 24	MAN FE 410 A	Volvo FH 450
Właściwości techniczno-eksploatacyjne silnika						
Moc silnika (maksymalna)	25	23	23	20	20	23
Max moment obrotowy	40	37	35	25	34	37
Zużycie paliwa	50	48	35	30	37	45

Pojemność zbiornika paliwa	35	35	27	22	25	27
Podsumowanie	150	143	120	97	116	132
Skrzynia biegów						
Liczba biegów do przodu	60	57	50	45	50	57
Liczba biegów do tyłu	60	58	50	48	50	55
Łatwość zmiany biegów	60	50	50	40	50	60
Podsumowanie	200	165	150	133	150	172
Ładowość						
Pojemność ładunkowa	50	48	48	37	35	48
Podsumowanie	50	48	48	37	35	48
Europejski standard emisji spalin						
Norma emisji spalin	50	50	30	10	20	40
Podsumowanie	50	50	30	10	20	40
Razem	450	406	348	277	321	392

Porównując pracę skrzyń biegów w przedziale mocy: 206 KW – 397 KW odnotowano, że najwyższą liczbę punktów bo 172 pkt. otrzymał samochód Volvo FH16 540. Najmniej samochód Steyr 19S24, który otrzymał 133 punkty. Różnica względna między tymi samochodami ciężarowymi wyniosła 23 %. Samochody ciężarowe: DAF XF 105.460, DAF XF95.480 oraz Volvo FH16.540 mają taką samą pojemność skrzyni ładunkowej mieszczącą się w granicach 24 – 28 ton. Najmniejszą pojemnością ładunkową cechuje się MAN FE 410A gdzie wynosiła 14 ton. Różnica względna między najmniejszą a największą liczbą otrzymanych punktów wynosi 27 %. Najwyższą normę Euro 6 obowiązującą od 2014 roku spełniającą najwyższy europejski standard emisji spalin posiada ciągnik siodłowy DAF XF105.460. Najniższą normę Euro 2 spełniającą europejski standard emisji spalin posiada Steyr 19S24. Normy te wynikają z roku produkcji samochodów oraz zastosowanych w nich silnikach. Różnica względna między najwyższą, a najniższą liczbą otrzymanych punktów wynosi 80 %. Najmniejszą liczbę punktów 192 podczas oceny ergonomii przestrzeni pracy kierowcy otrzymał samochód Steyr 19S24, który był wyprodukowany w 1996 roku i był najstarszym badanym samochodem, dlatego odstaje od reszty ocenianych ciągników siodłowych. Kierowcy najbardziej komfortowo pracowaliby się w Volvo FH 450, który otrzymał największą liczbę punktów, bo aż 248 na 270 pkt. możliwych. Samochód jest bardzo komfortowy, wykonany z myślą o kierowcach pracujących na trasach długodystansowych, a jego ergonomiczność sprzyja efektywnej i funkcjonalnej pracy. Różnica względna pomiędzy ocenianymi samochodami wyniosła 31 %.

PODSUMOWANIE

Samochody ciężarowe przeznaczone są do przewozu ładunków na trasach długo i krótkodystansowych. Mnogość rozwiązań technologicznych oraz niezawodność techniczna, intuicyjność, równowaga pomiędzy funkcjonalnością, a łatwością obsługi mają zapewnić bezpieczeństwo i komfort pracy kierowcy, które przekłada się na efektywność jego pracy. Na podstawie analizy można wytyścić samochód najbardziej w stosunku do pozostałych odbiega pod względem ergonomicznym (nie jest to zrozumiałe), natomiast wskazanie najlepszego nie jest już takie łatwe. Z przeprowadzonej analizy wynika, że najlepszym ciągnikiem siodłowym w ocenie badanej załogi biorąc pod uwagę wybrane parametry eksploatacyjno – ergonomiczne był Volvo FH 16.540 oraz DAF XF105.460. Należy zaznaczyć, że różnice w ocenie ciągników siodłowych, które zostały sklasyfikowane na dwóch pierwszych miejscach są niewielkie.

BIBLIOGRAFIA

- Kielbasa P., Budyn P., Klamka K., Kadłuczka F., Nalepa K., 2007. Ergonomiczna ocena geometrii stanowiska pracy. Inżynieria Rolnicza, nr 2(90) s. 93-100.
- Kielbasa P., Juliszewski T., Cieślowski B., Bąba K. 2015. Ergonomiczna ocena geometrii stanowiska pracy wybranych ciągników rolniczych. Czasopismo Logistyka, nr 4/2015 ISSN 1231-5478, s. 4016-4032.
- Juliszewski T., Cieślowski B., Kielbasa P., Bąba S. 2014. Ergonomiczna charakterystyka urządzeń sterowniczych we współczesnych ciągnikach rolniczych o mocy od 130kw do 165kw. Czasopismo Logistyka, nr 6/2014 ISSN 1231-5478, s. 4938-4955.
- Kowal E., Rybakowski M., Dudarski G. 2013. Subiektywna ocena ergonomiczności stanowiska pracy kierowcy zawodowego. CIOP, nr 5, s. 15-18.
- Wągrowska – Koski E. 2007. Zagrożenia zdrowia kierowców pojazdów silnikowych związane ze szkodliwymi i uciążliwymi warunkami środowiska pracy. Instytut Medycyny Pracy, Łódź
- Wągrowska – Koski E., Pawlaczek – Łuszczynska M. 2000. Drgania mechaniczne. Wskazówki do rozpoznawania i zapobiegania chorobom wywołanym przez wibracje ogólne. Instytut Medycyny Pracy, Łódź.
- Tytyk E. 2001. Projektowanie ergonomiczne. Wydawnictwo PWN, Warszawa
- Najmiec A., Łuczak A. 2012. Czynniki psychospołeczne w pracy kierowców, Warszawa.
- Bartuzi P. 2010. Ergonomia Pracy Kierowcy Pojazdu Ciężkiego. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Centralny Instytut Badawczy. Warszawa.
- Gedliczka A. 2001. Atlas miar człowieka – Dane do projektowania i oceny ergonomicznej. Centralny Instytut Ochrony Pracy. Warszawa. ISBN 83 – 88703 – 38 – 2.
- PN-80/Z-08052 - Ochrona pracy -- Niebezpieczne i szkodliwe czynniki występujące w procesie pracy – Klasyfikacja

Ergonomic evaluation of the working environment professional driver

The aim was operational and - ergonomic assessment truck used in the family business to carry freight transport on short and long-haul routes. Included is a power range from 206 kW to 397 kW. The scope of work included analysis of theoretical - practical surveyed trucks including modern technical solutions translate into comfort and safety professional driver. In addition, the ergonomic assessment has been carried out concerning the geometry of the job of the driver and the difficulties operating and the complexity of the signaling equipment. The analysis shows that the best truck taking into account the operational and performance - ergonomic is XF105.460 DAF and Volvo FH16.540.

Autorzy:

dr hab. inż. **Paweł Kielbasa** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, pawel.kielbasa@ur.krakow.pl

prof. dr hab. inż. **Tadeusz Juliszewski** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,

mgr inż. **Justyna Pawłowicz** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,

dr inż. **Tomasz Drózdź** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,

dr inż. **Mirosław Zagórda** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,

dr inż. **Stanisław Sęk** – Zespół Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego w Hańczowej.