

dr hab. inż. KONRAD TOTT  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Możliwości przyspieszenia wdrażania dyrektyw NATO w obszarze ergonomii techniki wojskowej

Autor postuluje w artykule ustanowienie tzw. celowych projektów badawczych, które pozwoliłyby na doprowadzenie do zgodności norm obowiązujących w polskiej armii z normami NATO. Jako przykład współpracy placówek naukowo-badawczych autor omówił aspekty ergonomiczne w badaniach pojazdów wojskowych.

### Possibilities of acceleration in the implementation of NATO directives in the field of the ergonomics of military technology

In this article, the author argues for establishing so-called goal-oriented research projects, which would make it possible to harmonize Polish army and NATO standards. The ergonomic aspects of research on military vehicles are an example of cooperation between scientific research institutes.

### Wprowadzenie

Producenci, pracodawcy i użytkownicy maszyn mają wiele pracy przed sobą, by dostosować produkowane i eksploatowane w Polsce maszyny do wymagań dyrektyw i norm europejskich.

Wielka odpowiedzialność stoi również przed organami rządowymi, nadzorującymi tworzenie narzędzi prawnych, legalizujących proces dostosowywania produkcji i eksploatacji maszyn do wymagań obowiązujących w Unii Europejskiej.

Wcale nie mniejsze problemy do rozwiązania mają w Polsce ci, którzy odpowiadają za użytkowanie i obsługiwanie techniki wojskowej.

W związku z przystąpieniem Polski do NATO musi w stosunkowo niedługim czasie nastąpić zgodność norm obowiązujących w polskiej armii z normami NATO. Czy jest to realne w świetle poważnych ograniczeń budżetowych w ostatnich latach? Czy potrafimy stworzyć wymagane systemy organizacyjno-techniczne, tak by dyrektywy i normy europejskie oraz normy NATO mogły być spełniane w procesach wytwarzania, użytkowania, obsługiwania i badania maszyn, które są i w przyszłości będą eksploatowane w wojsku? Czy w doprowadzaniu do zgodności przepisów krajowych do norm i dyrektyw europejskich oraz NATO-wskich potrafimy wychodzić poza dotychczasowe bariery resortowe? Oto garść dylematów, które powinny stać się przedmiotem rozwiązań systemowych.

W zasygnalizowanym obszarze postulowanej zgodności procedur badawczych techniki wojskowej z normami NATO, powinny być uruchomione projekty badawcze, tzw. celowe, które – przy udziale odpowiednich placówek naukowo-badawczych – w ciągu kilku miesięcy dostarczyłyby propozycji racjonalnych rozwiązań.

Dalsze rozważania zostaną ograniczone do wycinka sygnalizowanego obszaru problemu w sferze techniki wojskowej, a mianowicie do ergonomii. Po pierwsze, z racji pełnoprawnego funkcjonowania wymagań ergonomicznych w normach NATO. Po drugie, z racji publikowania tego artykułu w miesięczniku „Bezpieczeństwo Pracy”, wydawanego przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, a w szczególności dlatego, że właśnie pod adresem Instytutu formułowana jest koncepcja współpracy w badaniach problemów ergonomii techniki wojskowej.

W tym artykule zostaną omówione NATO-wskie procedury badawcze, opublikowane przez Wojskową Agencję Standaryzacyjną MAS w AVTP „Allied Vehicle Testing Publications” i wprowadzone w NATO w formie dyrektyw STANAG 4357 i STANAG 4358.

O wyborze zilustrowania prezentowanych tu rozważań badaniem pojazdów wojskowych zdecydowały dwie przesłanki. Po pierwsze, pojazdy wojskowe są bardziej znane czytelnikowi, do którego kierowana jest ta publikacja, niż wyrzutnie rakiet czy haubice artyleryjskie. Po drugie, jest to problematyka realizowana

przez Wojskowy Instytut Techniki Panczernej i Samochodowej w Sulejówku, który będzie wdrażał na gruncie polskim „natowskie” procedury badawcze dotyczące pojazdów wojskowych.

### Główne obszary badania pojazdów wojskowych

Przed wprowadzeniem do eksploatacji lub po dokonaniu modernizacji określonego typu pojazdu wojskowego musi on przejść specjalistyczne badania, których program określa 11 obszarów głównych, poprzedzonych zbiorem zasad ogólnych.

W każdym obszarze są precyzowane zadania badawcze, przez określenie ich:

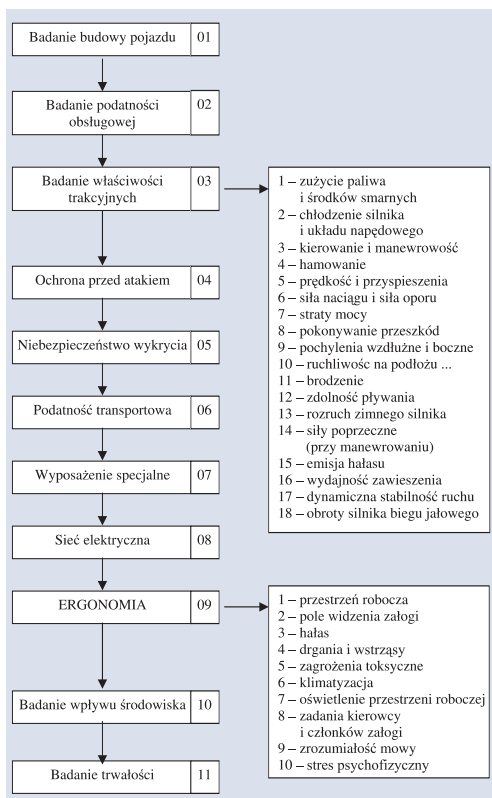
- zakresu
- wyposażenia i przyrządów
- warunków przeprowadzania badań
- procedur badawczych
- danych wejściowych badanych zjawisk i wielkości
- form prezentacji wyników.

Na rysunku (s. 22) została przedstawiona struktura jedenastu obszarów głównych, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru 03 (badań trakcyjnych) i obszaru 09 (ergonomii).

Przedstawiony program badań pojazdów wojskowych – wg procedur NATO – uzupełniany jest badaniami powiązanych interpersonalnych, badaniami podzespołów, procedurami rozwiązań alternatywnych oraz wykazem kilkudziesięciu STANAG-ów będących w określonych relacjach do badań przewidzianych w normach STANAG 4357 i STANAG 4358.

### Ergonomia w badaniu pojazdów wojskowych

W dotychczasowej praktyce badań techniki wojskowej sprawy ergonomii nie były wyraźnie akcentowane. Nie można co prawda zarzucić projektantom i konstruktorom techniki wojskowej,



Rys. Struktura głównych obszarów badania pojazdów wojskowych wg STANAG 4357 i 4358

że nie brali pod uwagę uwarunkowań ich przyszłych użytkowników. Jednak bardziej obowiązywała zasada optymalizacji parametrów taktyczno-technicznych, wedle kryteriów maksymalizacji efektów i skuteczności techniki na polu walki, niż poszukiwania pewnych kompromisów ze względu na kryteria ergonomiczne.

Z opinii specjalistów, którzy poświęcili swoją aktywność zawodową badaniom techniki wojskowej wynika, że znaczny procent najcięższych wypadków można byłoby uniknąć, gdyby obowiązywały takie procedury, jak w analizowanym przykładzie wg STANAG 4357 i 4358.

**Pomiary przestrzeni roboczej**

Odpowiednia przestrzeń robocza pojazdu jest warunkiem koniecznym do satysfakcjonującego współdziałania systemu człowiek-maszyna. Przestrzeń robocza powinna być dostosowana do określonej populacji użytkowników. Przeprowadzone badania statyczne i dynamiczne przestrzeni roboczej załogi prowadzą do oceny właściwego lub niewłaściwego jej rozplanowania. Badania dynamiczne przeprowadzane są na dro-

gach utwardzonych i gruntowo-pofałdowanych. Wykorzystywana jest przy tym aparatura do pomiarów odległości, kątów i sił (na drążkach sterownych).

W badaniach stacjonarnych są oceniane:

- wejścia „do” i wyjścia „z” obszaru roboczego
- możliwości ewakuacji i udzielenia pomocy
- swoboda ruchów oraz maksymalne i minimalne zasięgi
- dostępy wpływające na efektywność pracy operatorów
- funkcjonowanie stanowisk roboczych podczas pracy ciągłej
- lokalizacja oraz widoczność wskaźników i przelączników
- siły niezbędne do pokonania oporów (elementów sterujących, włazów) przy różnych kątach przechylenia i pochylenia pojazdu
- dostępność i sposób przechowywania wyposażenia osobistego
- łatwość przeprowadzania obsługi przez operatorów/członków załogi
- zabezpieczenia przed obrażeniami i przypadkowymi włączeniami elementów sterujących
- ocena siedziska i uprząży bezpieczeństwa.

W badaniach trakcyjnych badane są:

- bezpieczne kierowanie pojazdem w nierównym terenie
- bezpieczne działanie elementów sterujących
- siły na drążkach przy manewrach skrętów
- czytelność wskazań wskaźników.

**Badanie pola widzenia załogi**

Zapewnienie maksymalnego pola widzenia członkom załogi – zarówno w dzień, jak i w nocy oraz we wszystkich warunkach pogodowych – jest warunkiem koniecznym prawidłowego działania systemu człowiek-pojazd. Obserwacje przez urządzenia zarówno optyczne, jak i optoelektryczne mogą być ograniczone czynnikami pogodowymi, wpływającymi na stan zewnętrznych powierzchni przyrządów. Ocena możliwości obserwacji pola przez członków załogi musi być dokonywana z uwzględnieniem wykonywanych przez nich zadań.

Wykorzystywana jest do tego aparatura do pomiaru: odległości, kąta, poziomu oświetlenia, czasu, prędkości, warunków atmosferycznych (ciśnienia, wilgotności, temperatury).

Ponadto wykorzystywane są: komora klimatyczna oraz urządzenia do wytwarzania lodu i mgły na przyrządach obserwacyjnych.

W badaniach stacjonarnych – dziennych i nocnych są określane:

- widoczność podłoża w zakresie 360°
- widoczność zewnętrzna na wysokości oczu
- pionowy kąt obserwacji
- oświetlenie drogi w kierunku jazdy

przy górnej i dolnej granicy wiązki światła, w różnych warunkach oświetlenia, łącznie z zaciemnieniem.

W badaniach trakcyjnych (poligonowych) badania są przeprowadzane w warunkach dziennych i nocnych przy maksymalnie bezpiecznej prędkości, przy jeździe do przodu i do tyłu. Badania trakcyjne powinny być powtarzane aż do uzyskania statystycznego poziomu ufności oszacowania mierzonych wielkości na poziomie minimum 95%.

**Badanie hałasu**

Ciągle oddziaływanie hałasu może powodować obniżenie zdolności psychofizycznych operatorów sprzętu. Pod wpływem długotrwałego oddziaływania na człowieka hałasu o znacznych poziomach mogą następować nieodwracalne zmiany w narządzie słuchu. Poziom hałasu w pojazdach kołowych i gąsienicowych powinien być określony z dokładnością nie mniejszą niż 1,5 dB.

W badaniach stacjonarnych przeprowadzane są pomiary hałasu dla wszystkich istotnych wariantów pracy silnika głównego i wyposażenia pomocniczego pojazdu. Badania trakcyjne są przeprowadzane na drodze prostej przy kilku przedziałach prędkości oraz w warunkach poligonowych z maksymalną, bezpieczną prędkością.

**Badanie komfortu jazdy – drgań i wstrząsów**

Drgania mechaniczne mogą być czynnikiem ograniczającym wydajność człowieka, szczególnie w warunkach obciążenia drganiami o wysokim poziomie intensywności. Duże obciążenie drganiami może negatywnie wpływać na układ kostny i mięśniowy oraz na krążenie krwi i funkcjonowanie narządów wewnętrznych człowieka.

**Badanie zagrożeń toksycznych**

Spalanie paliw powoduje wydzielanie się gazów toksycznych, które w różnym stopniu zależnym od stężenia, wpływają na zdolności psychofizyczne. Przy wysokich stężeniach mogą one powodować utratę przytomności, a nawet śmierć. Procedura badawcza określa sposoby pomiarów niebezpieczeństwa zatrucia załogi pojazdu spalinami z silnika i układu ogrzewania. Omawiana procedura nie obejmuje ryzyka zatrucia gazami prochowymi. Badania przeprowadzane są przy różnej prędkości pojazdu, na to-

rach o utwardzonej powierzchni, drodze gruntowej oraz w basenie do brodzenia i pływania.

Zestaw urządzeń pomiarowych przewiduje przyrządy do pomiaru:

- tlenku węgla (CO)
- karboksyhemoglobiny (CO-Hb)
- dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>)
- dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>)
- tlenków azotu (NOx)
- węglowodorów (HC)
- parametrów mikroklimatu:
- prędkości wiatru
- temperatury
- ciśnienia atmosferycznego
- wilgotności względnej.

Badania stacjonarne przeprowadzane są przy zamkniętych i otwartych drzwiach, oknach i włazach, przy wietrze minimalnym (0,5 m/s) i wietrze maksymalnym (>6 m/s) – przy różnych konfiguracjach pracy silnika. Badania trakcyjne, podobnie jak stacjonarne, przeprowadzane są przy różnych wariantach otwarcia i zamknięcia otworów, a także przy ogrzewaniu ustawionym na pół mocy oraz na pełną moc. Są one dokonywane na wspomnianych wcześniej rodzajach dróg oraz podczas pływania i brodzenia. W przypadku, gdy wartości zmierzone przekroczą dopuszczalne stężenie substancji szkodliwych, badania powinny być powtórzone bez udziału załogi. Testy trakcyjne uzależnione są od poziomu ochrony układu oddechowego kierowcy.

#### Badanie klimatyzacji

Prawidłowe funkcjonowanie człowieka w aspekcie psychofizycznej sprawności jest ograniczone do stosunkowo małego przedziału mikroklimatu. Oddziaływania klimatyczne poza tym zakresem mogą ujemnie wpływać na biologiczne mechanizmy regulacyjne i stać się przyczyną zmniejszenia sprawności operatora.

Omawiane badania mają na celu ocenę parametrów klimatyzacji wewnętrznej na stanowisku pracy. Jednocześnie mogą być przeprowadzane pomiary temperatury ciała i wydzielania potu.

Badania klimatyzacyjne przeprowadzane są albo w komorze klimatyzacyjnej, albo w naturalnych warunkach klimatu ciepłego i chłodnego. Podczas tych badań zachodzi konieczność użycia aparatury do pomiarów:

- prędkości powietrza
- wielkości strumienia objętości powietrza

- temperatury
- prędkości pojazdu
- promieniowania ciepła
- wilgotności względnej
- ciśnienia atmosferycznego.

Przed badaniem systemu klimatyzacji pojazd musi być wyregulowany zgodnie ze specyfikacją techniczną producenta. W badaniach powinny być zastosowane ubiory letnie, zimowe i specjalne. Stosowany jest następujący zakres temperatur zewnętrznych: -20 °C do +44 °C, z uwzględnieniem cyklu dziennego w trakcie lata i zimy. Badania stacjonarne (zalecane w komorze klimatyzacyjnej) powinny być przeprowadzane przy zamkniętych włazach, a pomiary temperatury dokonywane na wysokości głowy i stóp załogi. Testy trakcyjne, przeprowadzane w ruchu pojazdu z maksymalną bezpieczną prędkością na nawierzchni utwardzonej, powinny zapewnić podobne wymagania pomiarowe, jak w badaniach stacjonarnych. Poziom ufności ocenianych wielkości nie powinien być mniejszy niż 95%.

#### Pozostałe badania ergonomiczne

Pozostałe badania ergonomiczne określone przez NATO-wskie normy STANAG 4357 i STANAG 4358 to :

- badanie oświetlenia przestrzeni roboczej członków załogi pojazdu, przez pomiary jego intensywności na powierzchniach wskaźników oraz na poziomie oczu załogi, z uwzględnieniem efektu olśnienia
- analizy wykonywanych przez kierowcę zadań typowych i skrajnie trudnych oraz ich wpływu na skuteczność jego funkcjonowania w różnych sytuacjach rzeczywistych
- badanie zrozumiałości mowy w pokładowych systemach łączności, w warunkach odpowiadających pracy wszystkich systemów jednocześnie
- badanie stresu psychofizycznego i zmęczenia w warunkach odpowiadających działaniom na polu walki oraz działaniom o długim okresie trwania.

Zrealizowanie opisanych zadań wymaga typowych dla ergonomii badań interdyscyplinarnych oraz wiedzy z zakresu funkcjonowania człowieka w warunkach ekstremalnych podczas wykonywania złożonych zadań, wymagających precyzji.

Wspólne projekty badań Wojskowego Instytutu Techniki Pancernej i Samochodowej oraz CIOP-PIB można byłoby więc powitać z zadowoleniem.



Ze zbiorów WITPiS w Sulejówku