

BARTNICKI ADAM¹
 PRZYBYSZ Mirosław²
 KROGUL Piotr³

Stanowisko zdalnego sterowania pojazdem bezzałogowym w zadaniach zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych

platformy mobilne,
 zdalne sterowanie,
 pulpit zdalnego sterowania

Streszczenie

Wykorzystanie zdalnie sterowanych pojazdów bezzałogowych w zadaniach zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych pozwala na odsunięcie operatora od strefy bezpośredniego zagrożenia życia i zdrowia. Brak bodźcowego sprzężenia zwrotnego ze sterowanym obiektem, długotrwałe, precyzyjne sterowanie w funkcji teleoperatora determinuje rozwiązania konstrukcyjne stanowisk zdalnego sterowania pojazdami bezzałogowymi. W referacie przedstawiono wymagania stawiane stanowiskom i pulpitom zdalnego sterowania bezzałogowymi platformami lądowymi, zaprezentowano wybrane rozwiązania tego typu stanowisk i zaproponowano własną koncepcję stanowiska.

REMOTE CONTROL STATION OF UNMANNED PLATFORM IN TERMS OF CONDUCTING MISSIONS AIMING AT REDUCING THREAT CAUSED BY UNCONTROLLED LEAK OF DANGEROUS SUBSTANCES

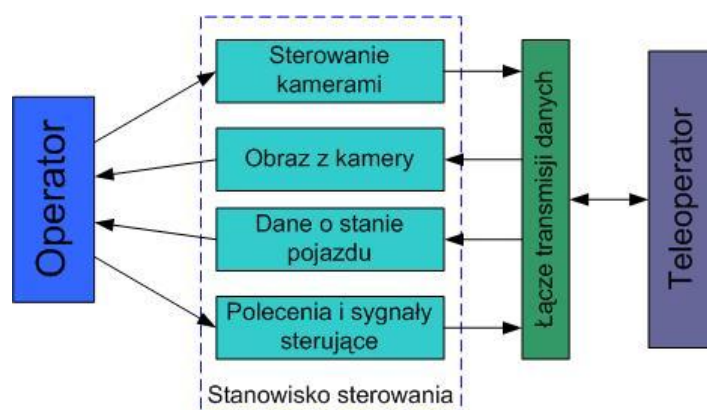
Abstract

Use remote controlled unmanned vehicles in terms of conducting missions aiming at reducing threat caused by uncontrolled leak of dangerous substances allows to move away operator from the danger zone of life and health. Lack of stimulus feedback with control object, long-lasting and precision control in function of teleoperation determine structural solutions of remote control stations for unmanned vehicle. In this article present requirements for remote control stations and control desks for unmanned ground platforms, selected solutions of this type of stations and propose own conception of remote control station.

1. WSTĘP

Stanowisko zdalnego sterowania jest jednym z elementów systemu teleoperacji, odpowiedzialnym za realizację procesu sterowania w funkcji teleoperatora.

Schemat funkcjonalny systemu teleoperacji prezentujący zależności pomiędzy jej poszczególnymi elementami przedstawiono poniżej (rys. 1).



Rys.1. Schemat funkcjonalny systemu teleoperacji

¹Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny; 00-908 Warszawa; ul. Gen. S. Kaliskiego 2. Tel. + 48 22 683-93-88, E-mail: abartnicki@wat.edu.pl

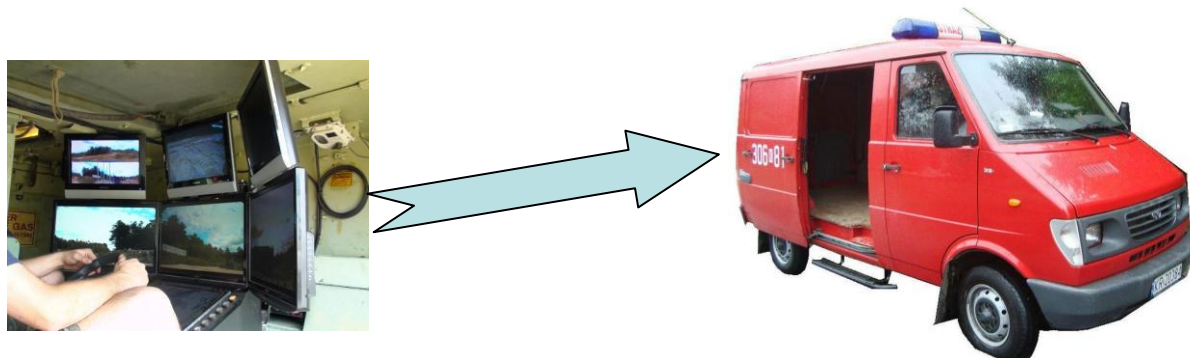
²Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny; 00-908 Warszawa; ul. Gen. S. Kaliskiego 2. Tel. + 48 22 683-74-16, E-mail: mprzybysz@wat.edu.pl

³Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny; 00-908 Warszawa; ul. Gen. S. Kaliskiego 2. Tel. + 48 22 683-74-16, E-mail: pkrogul@wat.edu.pl

Zarówno z uwagi na specyfikę prowadzonych zadań ratowniczych, w których biorą udział platformy lądowe, jak i obszar ryzyka wystąpienia zagrożenia [1], zasadne jest, aby projektowane stanowisko sterowania systemem teleoperacji cechowało się tzw. podatnością transportowaną. Dodatkowo drugą pożądaną cechą jest mobilność, rozumiana jako możliwość zainstalowania stanowiska w przestrzeni ładunkowej typowych środków transportowych w stanie gotowości realizowania funkcji sterowania bezpośrednio z pojazdu.

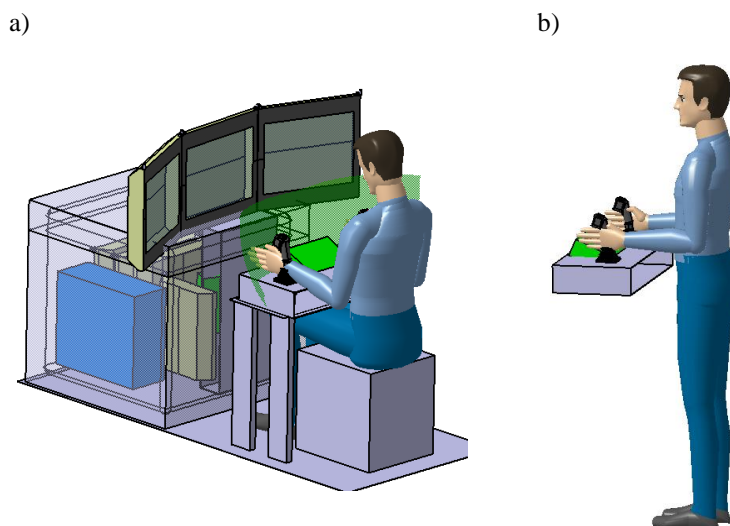
Typowym pojazdem transportowym, przyjętym do opracowania koncepcji stanowiska sterowania jest samochód dostawczy Daewoo Lublin (rys.2) [5], w którym wielkość przestrzeni ładunkowej wynosi- 270/185/150cm (wymiary przestrzeni odpowiednio- długość/ wysokość/ szerokość). Wielkość przestrzeni ładunkowej ogranicza maksymalne wymiary zewnętrzne stanowiska.

Realizowanie funkcji stanowiska mobilnego sprawia, iż jest ono szczególnie narażone na uszkodzenia mechaniczne wynikające z wymuszeń towarzyszącym ruchowi pojazdu. W związku z tym, stanowisko powinno cechować się zwartą, kompaktową konstrukcją zapewniającą jego bezpieczny transport wraz ze wszystkimi podzespołami elektronicznymi będącymi na jego wyposażeniu pojazdu.



Rys.2. Stanowisko sterowania zainstalowane wewnątrz pojazdu oraz typowy pojazd transportowy stosowany w ratownictwie [5,7]

Kolejną pożądaną cechą stanowiska sterowania jest możliwość pracy w trybie stacjonarnym (rys.3a) oraz przenośnym (rys.3b) wynikająca z różnorodności wykonywanych zadań. Praca w trybie stacjonarnym realizowana jest zdalnie ze stanowiska sterowania i realizowana jest zawsze tam, gdzie występuje ryzyko zagrożenia zdrowia operatora. Z kolei praca w trybie przenośnym możliwa jest jedynie w przypadku, kiedy nie występuje ryzyko zagrożenia zdrowia operatora, a sterowanie może odbywać się na podstawie obserwacji robota, czego niewątpliwą zaletą jest nie ograniczanie percepcji operatora, jak w przypadku sterowania na podstawie obrazu z kamer. Spełnienie tego wymagania możliwe jest poprzez zastosowanie budowy modułowej stanowiska, pozwalającej na pracę panelu sterującego zarówno w trybie stacjonarnym jak i przenośnym. Budowa modułowa stanowiska powinna zapewniać także w relatywnie szybki i prosty sposób, przejście z trybu transportowego w tryb pracy.



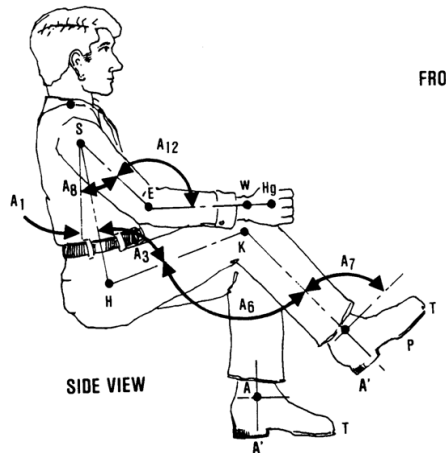
Rys. 3. Tryb sterowania: a- stacjonarny, b- przenośny

W związku z przewidywanym czasem wykonywania przez platformy lądowe akcji ratowniczych (nawet do 8 godzin), szczególnie istotnym aspektem brany pod uwagę podczas projektowania stanowiska jest jego ergonomia. Wpływa ona na precyzję sterowania, wygodę oraz bezpieczeństwo pracy operatora, a także wskazuje rozmieszczenie kluczowych podzespołów na stanowisku tak, aby zapewnić możliwie najlżejszą intuicyjność sterowania. Rozmieszczenie elementów

stanowiska nie powinno wpływać niekorzystnie na stopień trudności wykonywania czynności sterowania i zapewnić możliwość długotrwałego sterowania nie powodując przy tym nadmiernego zmęczenia operatora podczas tego procesu.

2. WYZNACZANIE STREF ERGONOMII

Ergonomia rozmieszczenia podstawowych elementów stanowiska jest ściśle związana z fizjonomią oraz rozmieszczeniem stref wygody pracy człowieka. Obejmuje ona przede wszystkim: pozycję długotrwałego ułożenia kończyn przez operatora, określa korzystny zakres ich ruchu oraz sposób wykonywania ruchów manipulacyjnych, ułożenia kręgosłupa, umieszczenia elementów sygnalizacyjnych, wyświetlaczy itp. (rys. 4).



Rys.4. Model człowieka do wyznaczenia ergonomii [8]

Odpowiednie rozmieszczenie kluczowych elementów, z punktu widzenia wykonywanych funkcji sterowania, powinno zapewniać operatorowi możliwość ciągłego realizowania procesu sterowania, nie wzmagając przy tym nadmiernie uczucia zmęczenia, czy dekoncentracji co wpływałoby negatywnie na zdolności oraz precyzję sterowania.

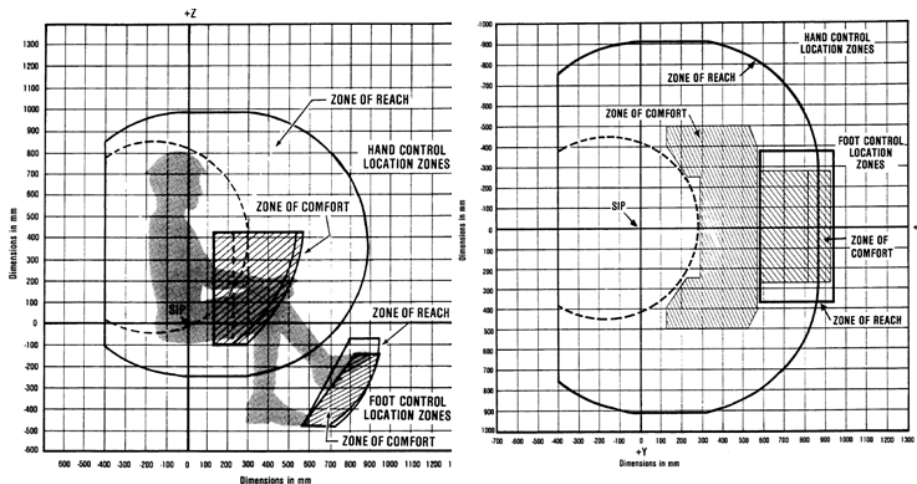
Konstrukcja stanowiska zdalnego sterowania powinna zapewnić operatorowi:

- 1) ergonomię pozycji zajmowanej przez operatora;
- 2) ergonomiczne rozmieszczenie elementów sterujących (joysticki);
- 3) optymalne ustawienie monitorów służących do przekazywania obrazu z kamer zamontowanych na pojeździe;
- 4) czujniki do kontroli wybranych parametrów dających informację o danych sterowanego obiektu.

Biorąc pod uwagę ww. aspekty ergonomii podczas projektowania stanowiska sterowania, należy mieć na uwadze zasadę ważności, pozwalającą sklasyfikować elementy sterujące pod kątem istotności dla procesu sterowania oraz częstotliwości ich używania. Dodatkowo w celu zwiększenia ergonomii, stanowisko powinno posiadać regulację podstawowych podzespołów (tj. fotela, monitorów, elementów sterujących) w celu optymalnego ustawienia ich pozycji, zgodnego z indywidualnymi preferencjami operatora.

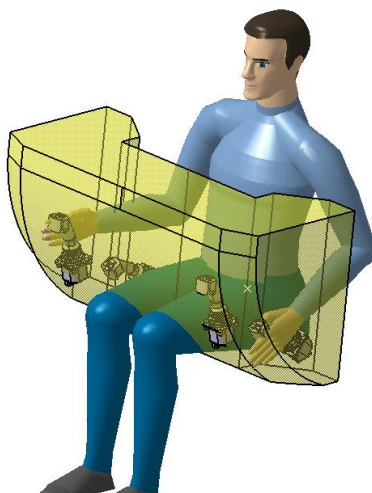
W celu wyznaczenia ergonomii pracy operatora realizującego proces sterowania posłużono się obowiązującymi normami (rys 5):

- 1) SAE J833- „Human physical dimensions” [9];
- 2) SAE J898 “Control locations for off-road work machines” [8].



Rys. 5. Wyznaczenie stref ergonomii ułożenia podstawowych elementów[8]

Analiza norm pozwoliła na określenie rozmieszczenia podstawowych elementów stanowiska oraz położenia stref wygodnej manipulacji (rys. 6) tj. pulpitu sterowania, przycisków funkcyjnych, ułożenia elementów sterujących (mając przy tym na uwadze zasadę ważności), fotela operatora. Na tej podstawie przyjęto wielkości geometryczne stanowiska.



Rys. 6. Strefa wygodnej pracy operatora wyznaczona na podstawie normy [8]

Kolejnym etapem było wyznaczenie ilości oraz pozycji zamocowania monitorów wyświetlających obraz z kamer zamontowanych na pojeździe. Jak wynika z badań systemów wizyjnych platform bezzałogowych skonstruowanych w Katedrze Budowy Maszyn WAT, możliwość zdalnego sterowania, z uwagi na ograniczoną zdolność jednoznacznej oceny otoczenia, w którym znajduje się teleoperator, na podstawie widoku 2D pochodzącego z monitora, wymaga wykorzystania rozbudowanych układów wizyjnych [2,4]. W związku z czym zakłada się, że stanowisko operatora wyposażone będzie w 3 niezależne monitory ustawione w sposób szeregowy, służące do projekcji obrazu z poszczególnych kamer.

Zgodnie z przyjętą koncepcją w oparciu o pole widzenia człowieka, wyznaczono parametry wymiarowe usytuowania monitorów względem pozycji zajmowanej przez operatora (rys.7). Dodatkowo wyznaczono pozycję zamocowania wyświetlacza pomocniczego zamontowanego w pulpicie sterowania, służącego do śledzenia bieżących parametrów pracy pojazdu oraz sygnalizujących bieżące funkcje.

a)



b)



Rys. 7. Pole widzenia operatora: a) widok z perspektywy operatora, b) widok zza pleców operatora

Na podstawie określonej ergonomii stanowiska sterowania oraz uwzględniając postawione oczekiwania, sprecyzowano następujące wymagania odnoszące się do konstrukcji projektowanego stanowiska:

1. Ergonomia stanowiska sterowania powinna pozwalać operatorowi na długą ciągłą pracę, minimalizując przy tym wpływ zmęczenia;
2. Kompaktowa konstrukcja powinna umożliwiać transport stanowiska w przestrzeni ładunkowej samochodów transportowych oraz instalować go w trybie pracy stacjonarnej w pojeździe;
3. Modułowa budowa - pulpit przenośny powinien umożliwiać realizację procesu sterowania w trybie stacjonarnym i mobilnym.

Doświadczenia zebrane w Katedrze Budowy Maszyn WAT, podczas realizacji projektów badawczych systemów wizyjnych pozwoliło (w oparciu o powyższe wymagania) zaproponować koncepcję stanowiska sterowania systemem teleoperacji [3,6].

3. STANOWISKO ZDALNEGO STEROWANIA POJAZDEM BEZZAŁOGOWYM W ZADANIACH ZMNIEJSZENIA ZAGROŻENIA WYWOŁANEGO NIEKONTROLOWANYM UWALNIANIEM SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH

Poszukując rozwiązania konstrukcyjnego stanowiska zdalnego sterowania pojazdem bezzałogowym w zadaniach zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych, rozpatrywano kilka koncepcji. Pierwsza koncepcja to stanowisko o budowie modułowej (rys.9) zbudowane w standardzie umożliwiającym jego transport w skrzyniach firmy PELI (rys.8) [10], które dodatkowo można zabudować urządzeniami elektrycznymi i elektronicznymi (źródła zasilania, sterowniki, układy nadawczo-odbiorcze). Cechą charakterystyczną konstrukcji skrzyń jest ich wysoka odporność na uszkodzenia mechaniczne i warunki atmosferyczne.



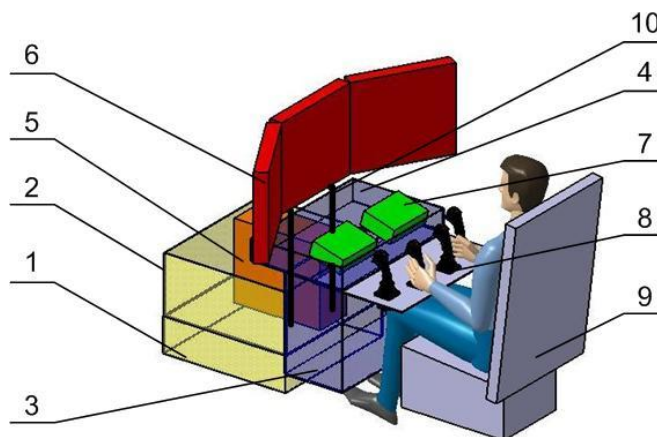
104,4x94,2x98,6



83,2 x 53 x 55,7

Rys.8. Skrzynie ładunkowe podwyższonej wytrzymałości, wyposażone w podzespoły stanowiska sterowania

Wyposażenie skrzyń transportowych w odpowiednie uchwyty mocujące, umożliwia łączenie ze sobą poszczególnych ich części składowych, tworząc tym samym spójną bazę stanowiska według założonej konfiguracji - rys.9.

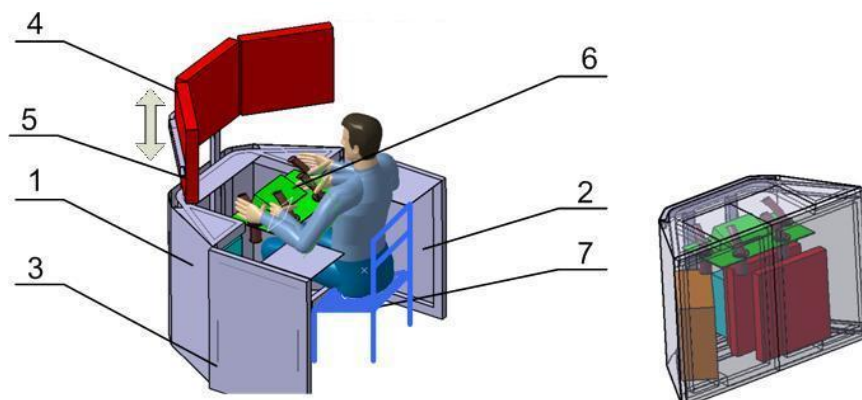


Rys.9. Stanowisko sterowania wg koncepcji pierwszej :1- górna część pierwszej skrzyni ładunkowej, 2- część dolna pierwszej skrzyni ładunkowej, 3- górna część drugiej skrzyni ładunkowej, 4- część dolna drugiej skrzyni ładunkowej, 5- jednostka obliczeniowa, 6- zestaw trzech monitorów, 7- wyświetlacze panelu sterującego, 8- pulpit sterujący, 9- siedzisko operatora, 10- wspornik monitorów

Wewnątrz skrzyni składającej się z dwóch części: dolnej i górnej (1, 2) przewiduje się umieszczenie jednostki centralnej stanowiska (5) oraz wspornika wysuwnego (10) służącego do zamontowania monitorów (6), wyświetlających obraz z kamer. W skrzyni drugiej zainstalowany może być pulpit sterujący (8) z zamontowanymi wyświetlaczami (7) oraz joystickami służącymi do sterowania teleoperatorem. Zamocowanie wahliwej pulpitu sterującego oraz zastosowanie odpowiedniego mechanizmu blokującego jego położenie w zadanej pozycji, pozwala na szybkie przejście z trybu transportowego w tryb pracy (sterowanie teleoperatorem). W zależności od przyjętej koncepcji sterowania pulpit (8) może być wyposażony w zestaw dwóch lub czterech joysticków oraz jednego lub dwóch wyświetlaczy (7).

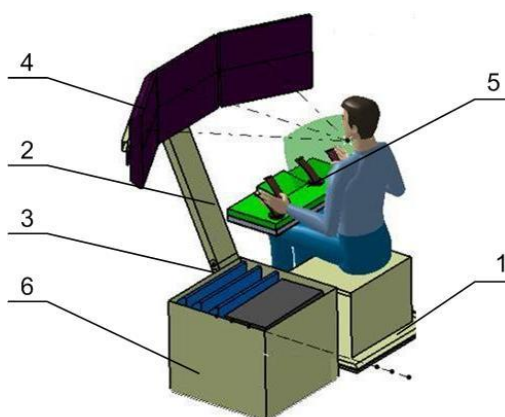
W drugiej koncepcji zaproponowano stanowisko mobilne o zwartej, zamkniętej konstrukcji w trybie transportowym (rys.10). Do części zasadniczej konstrukcji (1), tworzącej podstawę stanowiska, zamontowane zostały w sposób wahliwy dwie części (2,3), które będą stanowiły osłony zabezpieczające przed uszkodzeniami mechanicznymi w czasie transportu, a w procesie sterowania poprawią ergonomię pracy operatora. Stanowisko wyposażone będzie we wspornik wysuwny (5)

służący do mocowania monitorów oraz pulpit sterujący zamontowany w sposób wahliwy, pozwalający ustalać mu dwie pozycje: złożoną w pozycji transportowej oraz wysuniętą w trybie pracy.



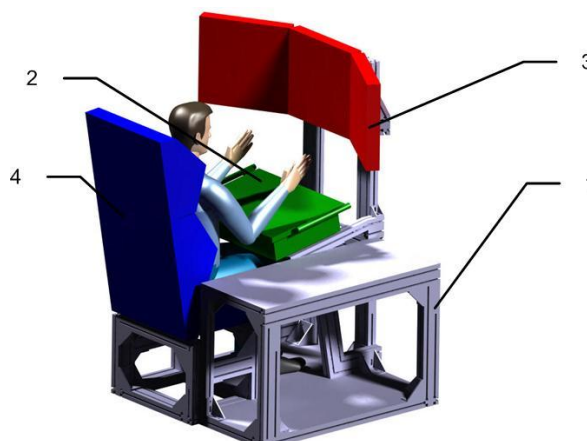
Rys.10. Stanowisko sterowania wg koncepcji drugiej: 1- część stała stanowiska, 2- część ruchoma stanowiska, 3- część ruchoma stanowiska, 4- zestaw monitorów, 5- wsporniki wysuwne wraz z belką poprzeczną, 6- pulpit sterujący, 7- siedzenie operatora

W kolejnej wersji zaproponowano stanowisko o prostej i lekkiej konstrukcji blachownicowej (rys. 11), które składać się będzie z podstawy oraz wahliwego wspornika do zamontowania monitorów systemu sterowania. Dodatkowo stanowisko wyposażone będzie w blat, do którego montowany będzie pulpit sterujący, wyposażony w joysticki oraz wyświetlacz. Koncepcja przewiduje wykorzystanie skrzyń transportowych dla bezpiecznego przewozu elementów systemu narażonych na uszkodzenie.



Rys.11. Stanowisko sterowania wg koncepcji trzeciej: 1- podstawa stanowiska, 2- wspornik do zamontowania monitorów, 3- oś obrotu wspornika, 4- zestaw monitorów, 5- pulpit sterujący, 6- skrzynia transportowa

W wyniku analizy zaproponowanych koncepcji stanowisk sterowania, w aspekcie oczekiwanych wymagań, opracowano projekt stanowiska sterowania o lekkiej budowie szkieletowej (rys. 12).

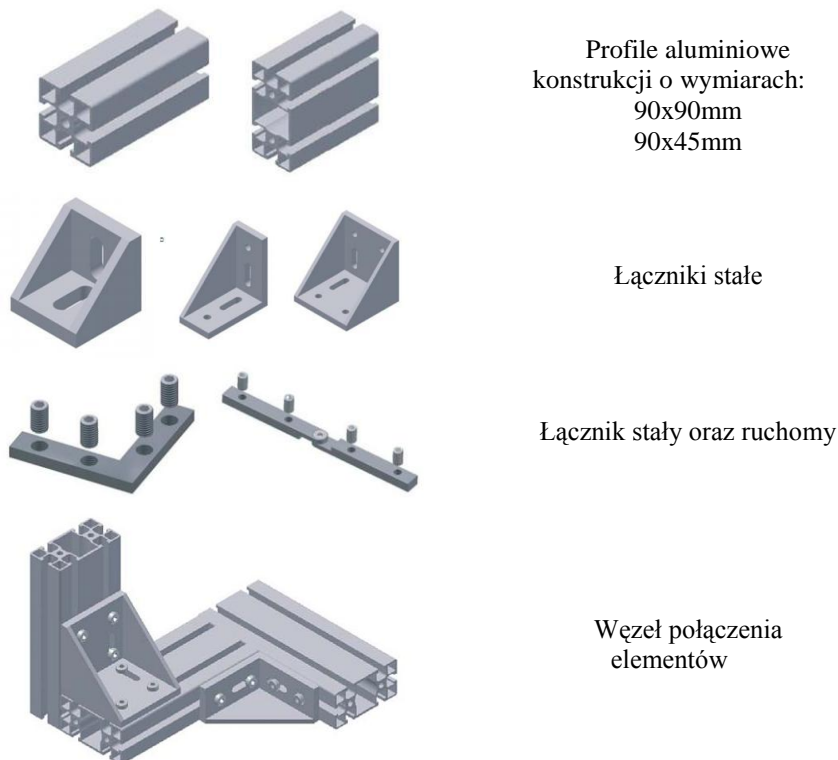


Rys.12. Stanowisko zdalnego sterowania pojazdem bezzałogowym w zadaniach zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych: 1- konstrukcja wykonana z profili stopu aluminium, 2- panel sterujący, 3- zestaw monitorów, 4- fotel operatora

Do jego budowy wykorzystano profile kształtowe wykonane ze stopu aluminium i połączone ze sobą wg systemu połączeń zaproponowanego przez firmę Ari Metal [11]. Stanowisko składa się z następujących elementów:

- panelu sterowania (2), wyposażonego w elementy sterujące (joysticki) oraz wyświetlacz pomocniczy odpowiedzialny za wyświetlanie wymaganych parametrów pracy platformy,
- zestawu monitorów systemu wizyjnego (3),
- fotela operatora (4).

Konstrukcja nośna zbudowana jest z profili o wymiarach przekroju poprzecznego 90x90mm, 90x45mm oraz stałych i ruchomych elementów łączących (rys. 13).



Rys. 13. Elementy konstrukcji stanowiska sterowania [11]

Masa zaprojektowanej konstrukcji wraz z zainstalowanymi podzespołami systemu sterowania wynosi około 70kg. Istotną cechą tej konstrukcji jest możliwość regulacji położenia podzespołów poprzez zmianę wzajemnego połączenia elementów konstrukcji. Pozwala to w relatywnie prosty sposób zmienić konfigurację położenia kluczowych podzespołów stanowiska sterowania, dla lepszego dostosowania ich do indywidualnych preferencji operatora. Dodatkową zaletą jest łatwość dalszej rozbudowy stanowiska poprzez zamontowanie dodatkowych elementów konstrukcyjnych.

Zaprojektowany pulpit zdalnego sterowania (rys.14) (o budowie modułowej) pozwala na jego pracę w trybie stacjonarnym (w panelu sterowania) i mobilnym, w którym pulpit mocowany jest w uchwytach przejezdnej podpory (sterowanie z bezpośrednią widocznością obiektu sterowanego).



Rys. 14. Panel sterujący zamontowany na stanowisku sterowania

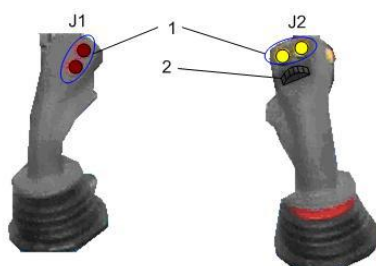
Pulpit wyposażony jest w programowalny wyświetlacz DP600 firmy Sauer-Danfoss (rys.15) [12], wykorzystujący do transmisji danych magistralę CAN.

Funkcja programowania wyświetlacza umożliwia tworzenia intuicyjnego interfejsu użytkownika, dostosowanego do realizowanych funkcji. Pozwala to na sterowanie z poziomu pulpitu zaprogramowanymi funkcjami układu sterowania, przełączanymi przy użyciu przycisków sterujących oraz śledzenie wybranych parametrów roboczych pracy teleoperatora.



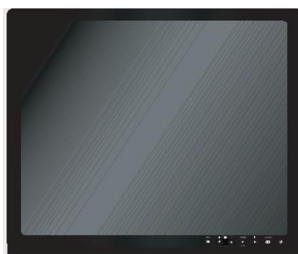
Rys.15. Wyświetlacz DP600 firmy Danfoss zastosowany do wyświetlania podstawowych parametrów [12]

Sterowanie parametrami roboczymi realizowane jest przy użyciu dwóch joysticków (rys.16), wykorzystujących transmisje danych przy użyciu magistrali CAN. Oprócz standardowego sterowania joystickami w sposób proporcjonalny poprzez ich wychylenie w jeden z czterech zdefiniowanych kierunków, możliwe jest przypisanie określonych funkcji przyciskom i scroll-owi zamontowanym na dźwigniach, zwiększając tym samym funkcjonalność elementów sterujących.



Rys. 16. Joysticki sterujące: 1- przycisk wielofunkcyjny, 2- scroll

Obraz z kamer wyświetlany jest na trzech monitorach (rys.17) ustawionych poziomo w sposób szeregowy przed operatorem, w odległości ok. 1m. Są to 19" monitory LCD firmy Samsung [13], wyposażone w wyjście wideo BNC, do których doprowadzony jest analogowy sygnał z kamer systemu wizyjnego. W razie potrzeby, możliwe jest wyświetlanie dodatkowych sygnałów wideo poprzez dzielenie ekranu monitora za pomocą video splitter'a.



Rys. 17. Monitory Samsung LCD 19" wyposażone w wyjście BNC [13]

Do konstrukcji ramy stanowiska zamontowany został fotel kubelkowy firmy TOMAS Auto tuning (rys. 18) [14], posiadający możliwość regulacji przesuwu wzdłużnego oraz kąta pochylecia oparcia, zapewniający komfortowe położenie operatora w procesie długotrwałego sterowania.

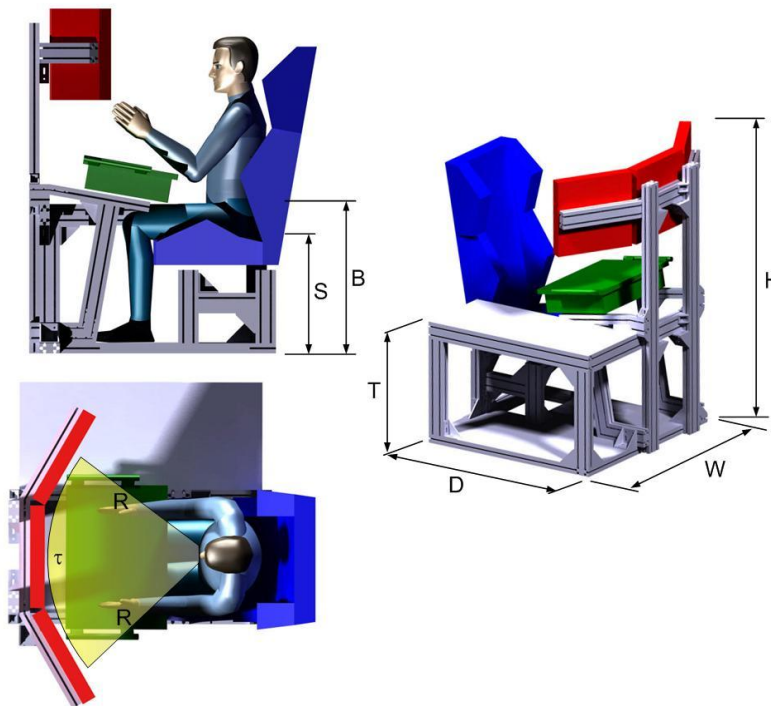
Na rys. 19 przedstawiono główne wymiary konstruowanego stanowiska, a w tabeli 1 podano wartości tych wielkości.



Rys.18. Fotel kubelkowy [14]

W celu odpowiedniego dopasowania położenia podzespołów do indywidualnych preferencji operatora stanowisko posiada możliwość regulacji (rys. 21):

- a) wysokości zamocowania monitorów;
- b) kąta rozchylenia monitorów;
- c) kąt pochylenia monitorów;
- d) położenia wzdłużnego pulpitu sterującego;
- e) położenia wzdłużnego fotela operatora;
- f) kąta pochylenia wyświetlacza na pulpicie sterującym.



Rys.19. Symbole podstawowych wymiarów gabarytowych

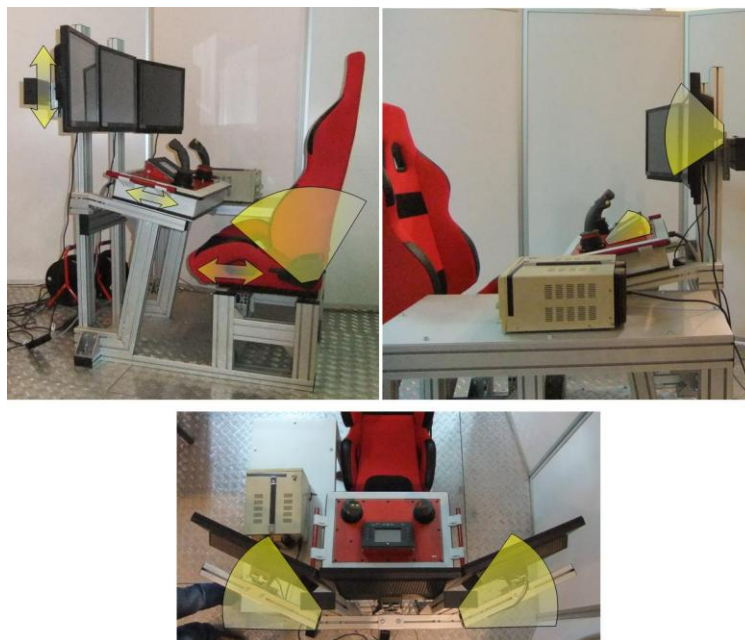
Tabela 1. Wartości wymiarów gabarytowych stanowiska

Wymiary gabarytowe								
wielkość	T	S	B	D	W	H	R	τ
wartość	650 [mm]	500 [mm]	660÷720 [mm]	1080 [mm]	1080 [mm]	1510 [mm]	775 [mm]	60 [°]

Na podstawie opracowanego w środowisku Catia modelu 3D konstrukcji stanowiska sterowania zbudowano obiekt rzeczywisty (rys.20).



Rys.20. Stanowisko zdalnego sterowania: 1- konstrukcja z profili aluminiowych, 2-panel sterujący, 3- zestaw monitorów, 4-fotel operatora.



Rys.21. Regulacja podzespołów stanowiska sterowania

4. WNIOSKI

Likwidacja skutków zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem się substancji niebezpiecznych, w warunkach bezpośredniego zagrożenia życia i zdrowia członków grup ratowniczych, wymaga podjęcia dynamicznych i precyzyjnych działań w strefie zagrożenia. Wykorzystanie w tego typu zadaniach bezzałogowych platform lądowych wydaje się dalece uzasadnione. Odsunięcie operatora od pojazdu i pozbawienie go bodźcowych sprzężeń zwrotnych narzuca wysokie wymagania systemom intuicyjnego sterowania, a tym samym stanowiskom zdalnego sterowania.

Przeprowadzone badania rozpoznawcze opracowanego i skonstruowanego stanowiska, w aspekcie ergonomii pracy i intuicyjności sterowania, potwierdziły przyjęte założenia w świetle stawianych wymagań tego typu konstrukcjom. Modułowa budowa, oparta na znormalizowanych elementach konstrukcyjnych w połączeniu z systemem prostych połączeń rozłącznych, umożliwia łatwy montaż i demontaż stanowiska, zabudowę w typowych pojazdach transportowych, modernizację i rozbudowę zarówno dla potrzeb zmian jakościowych i ilościowych funkcji sterujących, jak również indywidualnych predyspozycji operatora. Modułowość konstrukcji jest bardzo ważną cechą stanowiska, która zapewnia możliwość transportowania go w typowych pojemnikach i skrzyniach transportowych. Propozycja przenośnego pulpitu zdalnego sterowania pozwala na realizację funkcji sterowania teleoperatorem w zakresie bezpośredniej widoczności, a programowalność systemu umożliwia tworzenie indywidualny, „przyjaznych” operatorowi, interfejsów użytkownika.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bartnicki A., Łopatka M.J.: *Wymagania stawiane platformom mobilnym w zadaniach zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych*, LOGISTYKA 6/2011.
- [2] Bartnicki A., Łopatka M.J., Typiak R.: *Problemy teleoperacji w sterowaniu bezzałogowymi platformami lądowymi*, „Wiedza, ambicja technologia”, WAT, Warszawa 2011.
- [3] Bartnicki A.: *Operating parameters of the robot manipulator of engineering support*, Polish Journal of Environmental Studies, vol. 20, No. 5A 2011.
- [4] Konopka S., Typiak R.: *Dobór systemu wizyjnego dla bezzałogowej szybkobieżnej maszyny inżynierskiej*, Transport przemysłowy i maszyny robocze 2(12)/2011.
- [5] Łopatka M.J.: *Możliwości robocze bezzałogowych platform lądowych*, Warszawa, 2010 r.
- [6] Sprawozdanie z PBR 15-454/2008/WAT, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, *Inżynierski robot wsparcia misji EOD/IED – usuwania ładunków niebezpiecznych*, WAT, Warszawa 2011.
- [7] www.daewoo.lublin.pl.
- [8] SAE J833: *Human physical dimensions*.
- [9] SAE J898: *Control locations for off-road work machines*.
- [10] www.peli.com.
- [11] www.alu-system.pl.
- [12] www.sauer-danfoss.com.
- [13] www.samsung.com.
- [14] www.tomas.com.pl.

Niniejsza praca jest częściowo finansowana z projektu rozwojowego nr 1649/B/T00/2010/40