

AWARYJNOŚĆ I NIEZAWODNOŚĆ ŚRODKÓW TECHNICZNYCH JAKO DETERMINANTY JAKOŚCI ŻYCIA OSÓB STARSZYCH W SYSTEMACH ANTROPO – I SOCJOTECHNICZNYCH

Andrzej WIECZOREK

Streszczenie: W artykule podjęto temat niezawodności i awaryjności środków technicznych eksploatowanych przez osoby starsze. Ujęto je jako determinanty jakości ich życia w systemach antropo – i socjotechnicznych. Przedstawiono tematykę sposobów oceny takiej jakości, zwracając uwagę na potrzebę jej kształtowania z wykorzystaniem metod oceny stosowanych w eksploatacji. Zaprezentowano możliwości wykorzystania sposobów oceny awaryjności oraz niezawodności, a także perspektywy zmian w obszarze stanowiącym przedmiot rozważań.

Słowa kluczowe: awaryjność, niezawodność, eksploatacja, zarządzanie, osoby starsze, jakość życia

1. Wprowadzenie

Środki techniczne w procesie eksploatacji ulegają awariom, tym samym przyczyniając się do braku możliwości wykonywania, z ich wykorzystaniem zadań zgodnie z przeznaczeniem. Takich sytuacji doświadczają między innymi osoby starsze, które są użytkownikami wielu środków technicznych. Wykorzystanie tych środków w wielu przypadkach wiąże się z zagwarantowaniem komfortu takim osobom w relacjach: człowiek starszy – obiekt techniczny. Zakłócenie w funkcjonowaniu środków technicznych, jakim jest zdarzenie niezamierzone przyczynia się do pogorszenia jakości życia wymienionych osób. Dlatego też istotnym zadaniem staje się ograniczanie występowania uszkodzeń, jako zadanie kształtowania tej jakości, jaka jest udziałem osób starszych. Będzie się ona dokonywać poprzez ocenę awaryjności i na jej podstawie poprzez wpływanie na proces eksploatacji, a także poprzez podejmowanie odpowiednich działań w procesie projektowo – konstrukcyjnym środków technicznych.

W artykule podjęto temat niezawodności oraz awaryjności środków technicznych eksploatowanych przez osoby starsze. Ujęto ją jako determinantę jakości ich życia w systemach antropo – i socjotechnicznych. Przedstawiono tematykę sposobów oceny takiej jakości, zwracając uwagę na potrzebę jej kształtowania z wykorzystaniem metod oceny awaryjności. Zaprezentowano możliwości wykorzystania sposobów oceny awaryjności, a także perspektywy zmian w omawianym obszarze.

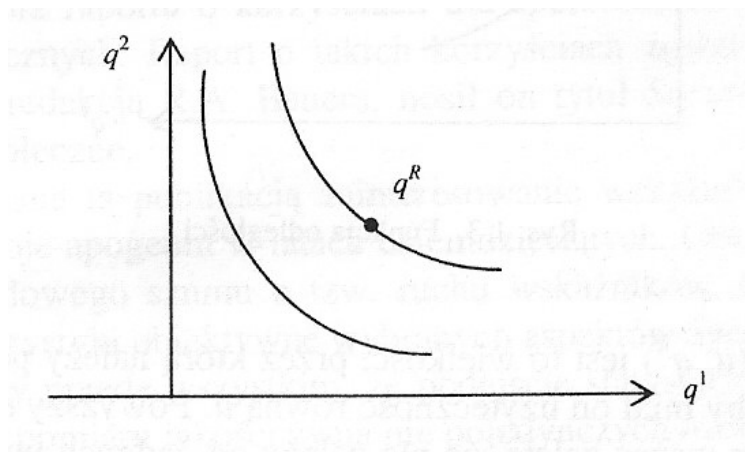
2. Jakość życia osób starszych a awaryjność środków technicznych – wybrane zagadnienia

Według definicji Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, World Health Organization) jakość życia to „indywidualny sposób postrzegania przez jednostkę jej pozycji życiowej w

kontekście kulturowym i systemu wartości, w którym żyje, oraz w odniesieniu do zadań, oczekiwań i standardów wyznaczonych uwarunkowaniami środowiskowym” [13].

Można zaproponować następujące sposoby podejścia do tego zagadnienia. Według [10] są to:

- podejście ekonomiczne (do pomiaru dobrobytu) – podstawę dobrobytu ekonomicznego stanowi konsumpcja dóbr. Idea pomiaru tego dobrobytu jest dość prosta. Przyjmuje się pewien koszyk dóbr q^R jako punkt odniesienia. Może to być np. koszyk określający minimum egzystencji biologicznej lub koszyk określający typową konsumpcję. Miarę dobrobytu konsumenta posiadającego koszyk dóbr q definiuje się wówczas jako krotność koszyka standardowego. Inny sposób pomiaru dobrobytu bazuje na założeniu, że wszyscy konsumenci mają określone preferencje, które mogą być wyrażane liczbowo za pomocą funkcji nazywanej użytecznością. Wszystkie koszyki dóbr, dla których wartość funkcji użyteczności jest taka sama, stanowią tzw. krzywą obojętności w przestrzeni dóbr. Krzywe takie przedstawiono schematycznie na rys. 1 dla przypadku koszyka składającego się z dwóch dóbr: q^1 i q^2 ,



Rys. 1. Krzywe obojętności [4]

- podejście statystyczne – wg [10] podejście to polega na zgromadzeniu danych charakteryzujących jakość życia jako całość lub tylko niektóre jego aspekty, a następnie dokonaniu ich agregacji w celu uzyskania jednego wskaźnika syntetycznego,
- podejście psychologiczne – wg [10] obecnie dążenia ludzkie od dobrobytu ekonomicznego przesuwają się w kierunku dobrostanu psychicznego. Dobrobyt materialny można mierzyć nawet obiektywnie, tzn. dobrobyt jednostki może być oceniony przez tzw. osobę trzecią. Stanu ducha jednostki natomiast nie można ocenić inaczej, jak tylko zwracając się do danej jednostki. Nikt nie może powiedzieć, że temperatura w pomieszczeniu, w którym się znajdują jest optymalna, jeśli ja czuję zimno. Temperaturę można zmierzyć obiektywnie, np. za pomocą termometru, ale można też ją „zmierzyć” subiektywnie, pytając osobę o odczucie ciepła lub zimna. Podobnie jest w przypadku wysokości emerytur – wielkość emerytury można traktować jako tzw. wskaźnik obiektywny, z drugiej zaś strony

jest to też wskaźnik subiektywny, będący odpowiedzią na pytanie: czy jest Pan(i) zadowolony(a) ze swoich zarobków ? [10],

- podejście medyczne – podejście to zakłada, że jakość życia jest uwarunkowana zdrowiem człowieka. Przykład tego podejścia znajduje się w [2].

Pomiar jakości życia może się odbywać z wykorzystaniem wskaźnika jakości życia (ang. Quality of Life Index). Jest to wskaźnik opracowany w 2005 przez brytyjski tygodnik „The Economist” w celu odzwierciedlenia poziomu życia i satysfakcji życiowej.

Inżynierską odpowiedzią na potrzebę kształtowania jakości życia człowieka są dyscypliny, które dostarczają wiedzy na temat wpływu środka technicznego na człowieka. Jedną z nich może być eksploatacja która dostarcza wiedzy na temat własności i właściwości środków technicznych. Należą do nich między innymi trwałość i niezawodność. Przeciwnościem niezawodności może być awaryjność, którą można definiować jako podatność na awarie.

Dlatego też w dalszej części artykułu zostanie zwrócona uwaga tylko na te aspekty związane z niezawodnością i awaryjnością środków technicznych, które mają związek z kształtowaniem jakości życia człowieka

Awaryjność i niezawodność środków technicznych – wybrane zagadnienia

Definicji niezawodności jest wiele. Jedną z nich traktuje niezawodność jako prawdopodobieństwo poprawnej pracy obiektu w założonym czasie. Prawdopodobieństwo to określone jest przez następującą funkcję [5]:

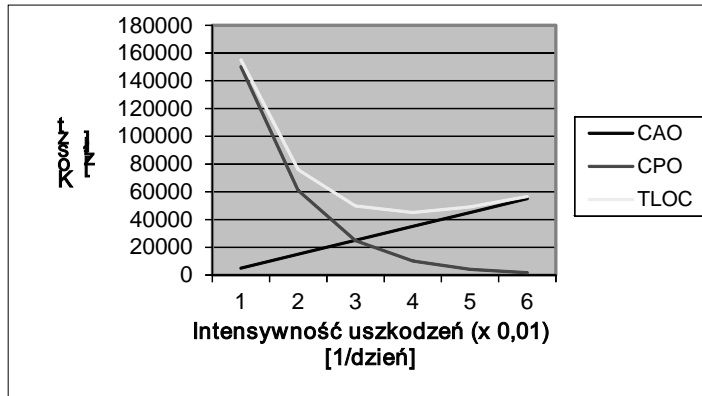
$$R(t) = P\{t \leq T\} \quad (1)$$

Wzór ten należy rozumieć jako prawdopodobieństwo, że obiekt, który rozpoczął pracę w chwili $t = 0$ nie przejdzie w stan niezdatności eksploatacyjnej przed upływem chwili $t \leq T$, gdzie T jest trwałością.

Przeciwnościem funkcji niezawodności jest funkcja zawodności, którą określa się następującym wzorem [5]:

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (2)$$

Wzór ten pozwala na obliczenie prawdopodobieństwa wystąpienia awarii. Według [7] w praktyce przemysłowej modele niezawodnościowe są powiązane z realizowanymi strategiami eksploatacyjnymi, w szczególności ze strategią według ilości wykonanej pracy. Dla celów wyboru odpowiedniej strategii eksploatacji zaproponowano wzór [1] za pomocą którego oblicza się koszty ponoszone w wyniku realizacji strategii napraw polegających na usuwaniu skutków awarii, strategii obsługi i napraw planowo – zapobiegawczych oraz strategii napraw przeprowadzanych w oparciu o rzeczywisty stan techniczny. Wzór ten można wykorzystać w ocenie jakości życia osoby starszej z perspektywy ekonomicznej. Efektem zastosowania zależności jest charakterystyka kosztu całkowitego, ponoszonego w całym czasie „życia” środka technicznego (ang. Total Lifetime Operating Cost – TLOC) w funkcji intensywności uszkodzeń λ (rys. 2).



Rys. 2. Charakterystyka kosztów eksploatacji jako funkcji intensywności uszkodzeń, gdzie: CPO – koszt początkowy związany z nabywaniem środka technicznego, CAO – koszt będący sumą kosztu ponoszonego w wyniku występujących awarii oraz kosztów obsług i napraw ponoszonych w całym cyklu życia środka technicznego [1].

Wartość kosztu TLOC ustala się na podstawie zależności [1]:

$$TLOC = C_{PO} + C_{AO} \quad (3)$$

gdzie:

- C_{PO} – koszt początkowy związany z nabywaniem środka technicznego (jest on sumą następujących wielkości: cena zakupu, koszt dostawy, koszt instalacji, inne koszty),
- C_{AO} – koszt będący sumą kosztu ponoszonego w wyniku występujących awarii oraz kosztów obsług i napraw ponoszonych w całym cyklu życia środka technicznego.

Wartość kosztu C_{AO} będzie rezultatem przyjętej strategii eksploatacji. Dlatego też dla potrzeb dokonania jej wyboru, wielkość tą proponuje się obliczyć. W przypadku, gdy rozważa się możliwość realizacji strategii napraw polegających na usuwaniu skutków awarii lub koszt realizacji strategii napraw w oparciu o rzeczywisty stan techniczny, koszt C_{AO} można obliczyć na podstawie następującego wzoru [1]:

$$C_{AO} = C_{BM} = [C_M + (C_P + C_A)MDT]\lambda T \quad (4)$$

gdzie:

- C_M – – średni koszt materiałów przypadający na jedną obsługę / naprawę,
- C_P – – średni koszt pracy pracowników przypadający na 1 godzinę,
- C_A – – koszty wynikające z występujących awarii przypadające na 1 godzinę,
- MDT – – średni czas przestoju,
- λ – – intensywność użytkowania,
- T – – całkowity czas realizacji procesu.

Jeżeli przewiduje się wdrożenie strategii obsługi i napraw planowo – zapobiegawczych, wówczas koszt jej realizacji oblicza się według wzoru:

$$C_{AO} = C_{PM} = [C_M + (C_P + C_{PZ})MMT] mT \quad (5)$$

gdzie:

- C_{PZ} – koszt obsługi / naprawy planowanej, ponoszony ze względu na potrzebę ograniczenia lub nierealizowania, w wyniku postępu określonych zadań,
 MMT – średni czas obsługi / naprawy,
 $M=1/T_M$ – częstość obsługiwanie środków technicznych lub ich elementów.

Prowadzenie analiz niezawodności oraz awaryjności środków technicznych (w tym z wykorzystaniem wzorów 1 – 3 wymaga posiadania danych o zdarzeniach eksploatacyjnych oraz przyczynach ich powstawania. Dlatego też poniżej zwrócono uwagę na to zagadnienie.

Klasyfikując uszkodzenia ze względu na ich wpływ na działanie środka technicznego, wyróżnia się następujące klasy uszkodzeń [6]:

- uszkodzenia krytyczne, wykluczające możliwość dalszego użytkowania środka technicznego,
- uszkodzenia ważne, wymagające niezwłocznego podjęcia działań zmierzających do przywrócenia zdolności środka technicznego,
- uszkodzenia mało ważne, w przypadku których podjęcie działań związanych z przywróceniem zdolności środka technicznego może być odłożone w czasie,
- uszkodzenia nieistotne, których wpływ na działanie środka technicznego jest pomijalnie mały.

Można również w miejsce przedstawionej klasyfikacji wprowadzić inną, w ramach której wyróżnia się uszkodzenia (należące do klas: „uszkodzenia krytyczne” lub „uszkodzenia ważne”) oraz niesprawności (stanowiące klasy „mało ważne” i „nieistotne”). W następstwie wystąpienia uszkodzeń krytycznych, w nieznacznej perspektywie czasowej, obejmującej czas oczekiwania na obsługiwanie, niezbędne jest przeprowadzanie napraw polegających na usuwaniu ich skutków. W pozostałych przypadkach naprawy są wykonywane bezpośrednio po wystąpieniu uszkodzenia (mogą to być naprawy bieżące, średnie lub główne).

Uwzględniając miejsce występowania uszkodzenia oraz obsługującego, uszkodzenia można podzielić na:

- uszkodzenia, które mogą być usunięte przez użytkowników w miejscu wystąpienia zdarzenia,
- uszkodzenia, które mogą być usunięte przez obsługujących w miejscu wystąpienia zdarzenia,
- uszkodzenia, które mogą być usunięte przez obsługujących poza miejscem wystąpienia zdarzenia (na przykład w bazie obsługowo – naprawczej).

W wielu przypadkach w prowadzeniu analiz, ukierunkowanych na otrzymywanie optymalnej postaci procesów oraz systemów eksploatacji, zdarzeniom eksploatacyjnym należy przyporządkować informację o przyczynach ich występowania. Przyczyny występowania zdarzeń niezamierzonych mają związek bądź z działaniem środka technicznego, bądź też z jego otoczeniem. Pierwszy rodzaj przyczyn nazywa się przyczynami wewnętrznymi, natomiast drugi to przyczyny zewnętrzne.

Wśród przyczyn uszkodzeń, mających związek ze środkiem technicznym, wyodrębnić można grupy tych przyczyn, które pozostają w określonej relacji z działaniami, podejmowanymi w stosunku do tego środka technicznego, to znaczy [5]:

- przyczyny produkcyjne (związane z realizacją funkcji celu),
- przyczyny związane z obsługiwaniem,
- przyczyny związane z poprzednio wykonanymi naprawami.

Do wewnętrznych przyczyn uszkodzeń można zaliczyć przyczyny związane z oddziaływaniami mechanicznymi (opory ruchu, siły napędowe, siły ciężkości, siły bezwładności, siły sprężystości), cieplnymi (niekontrolowana przemiana form energii), elektrycznymi (przetężenia, przepięcia), chemicznymi oraz elektrochemicznymi, a także z zaburzeniami przepływu płynów [3, 5].

Przyczyny uszkodzeń związane z oddziaływaniami zewnętrznymi to [3, 5]:

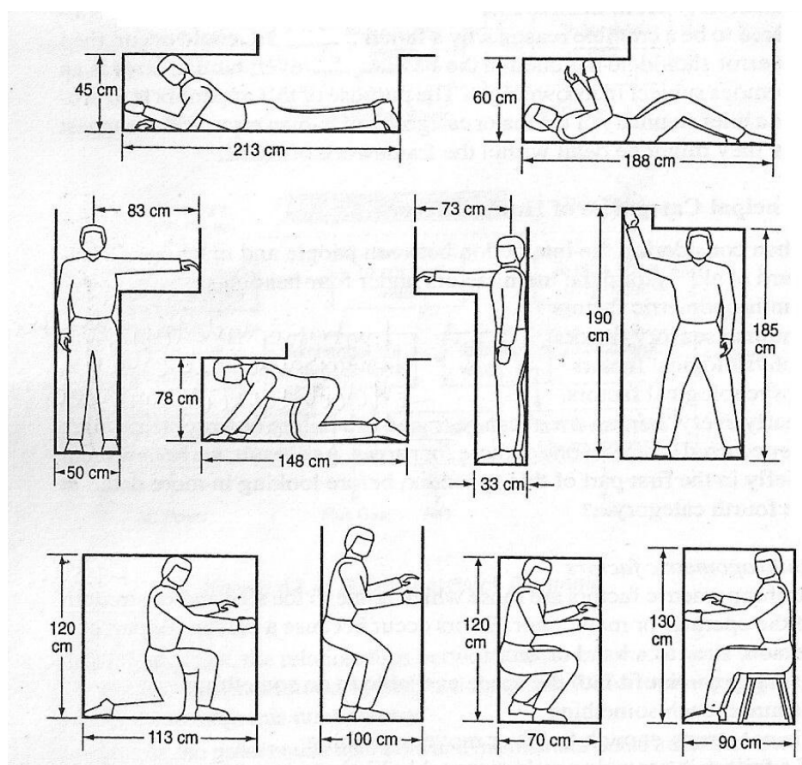
- nadmierne obciążenia („przeciążenia”) mechaniczne, elektryczne, cieplne itp.,
- niestabilność czynników zasilających (także – niewłaściwy dobór takich czynników),
- oddziaływania innych obiektów,
- oddziaływania czynników przyrodniczych (oddziaływanie fauny i flory, burze, powodzie, trzęsienia ziemi, usuwanie się gruntu),
- oddziaływania czynników klimatycznych (niskie i wysokie temperatury, wilgoć, ciśnienie atmosferyczne, promieniowanie cieplne),
- oddziaływania czynników środowiskowych (korozja, erozja, pył, chemiczne skażenie otoczenia).

Niewłaściwe warunki pracy osób starszych jako obsługujących środki techniczne mogą być przyczyną awarii tych środków. Dlatego też, ze względu na potrzebę kształtowania jakości życia osób starszych należy w prowadzonych analizach niezawodności oraz awaryjności środków technicznych wykorzystywać klasyfikacje uszkodzeń, występujących z winy człowieka oraz przyczyny ich powstawania. Wśród przyczyn tego rodzaju uszkodzeń można wyróżnić:

- przypadki niewłaściwego użycia środka technicznego, wynikające z braku wiedzy lub umiejętności użytkownika,
- zaniedbanie działań obsługowych,
- działania zmierzające do celowego uszkodzenia danego środka technicznego,
- decyzje o użyciu środka technicznego w warunkach przekroczenia jego parametrów użytkowych (np. próby załadunku na pojazd ładunku przekraczającego dopuszczalną ładowność),
- decyzje o wykorzystaniu danego środka technicznego niezgodnie z przeznaczeniem.

Zgodnie z [8] można wyróżnić następujące czynniki wpływające na popełnianie błędów przez człowieka:

- *antropometryczne*; wiążą się z wymiarami oraz obciążeniami organów organizmów użytkowników oraz obsługujących. Defekty takie występują, ponieważ osoba (lub jej organ, np. ręka lub ramię) nie jest dopasowany do przestrzeni dostępnej w celu wykonania zadania (czynności w procesie produkcyjnym, obsługi / naprawy itd.), nie może sięgnąć ręką, np. po narzędzie lub nie jest wystarczająco władna, aby je wyciągnąć lub przesunąć. Jedynym racjonalnym rozwiązaniem, które należy przyjąć, gdy wystąpi ryzyko wystąpienia takiego defektu jest poddać obiekt techniczny przeprojektowaniu. To spowoduje, że przestrzeń, do której organ człowieka nie jest dopasowany, stanie się bardziej dostępna, a element, który trudno przemieścić będzie mógł łatwo zmienić pozycję. Na rys. 3 pokazano wybrane przestrzenie, będące przedmiotem rozważań pracowników US Navy, w celu racjonalnego dopasowania człowieka do przestrzeni zamkniętych,



Rys. 3. Dopasowanie człowieka do przestrzeni zamkniętych [9]

- *sensoryczne* – defekty, których przyczynami są takie czynniki, są konsekwencją występowania słabej widoczności oraz czytelności instrumentów oraz pulpików sterowniczych. Błędy, których przyczynami są czynniki sensoryczne pojawiają się również w pracy pracowników przeprowadzających obsługi oraz naprawy; w takim przypadku są one najczęściej wynikiem słabej widoczności określonych miejsc (zakątków, miejsc ukrytych) skomplikowanych systemów. Na zdolność operatora i przeprowadzającego obsługi/naprawy do obserwacji użytkowanego/obsługiwanego obiektu ma także wpływ wielkość i zmienność poziomu tła akustycznego w miejscu pracy. W przypadku występowania omawianych defektów najbardziej racjonalnym rozwiązaniem jest przeprojektowanie środka technicznego w celu osiągnięcia łatwiejszej widoczności pulpików sterowniczych/miejsc obsługiwanego lub/i po to, aby zredukować poziomy hałas, występującego w miejscu pracy,
- *czynniki fizjologiczne*; termin ‘czynniki fizjologiczne’ odnosi się do oddziaływań środowiskowych, które wpływają na funkcjonowanie człowieka. Wśród takich oddziaływań można wyróżnić: wysokie lub niskie temperatury, głośne lub drażniące hałasy, nadmierną wilgotność, wysoki poziom drgań, narażenie na toksyczne chemikalia lub promieniowanie lub zbyt długą pracę (w szczególności wymagającą wysiłku fizycznego lub psychicznego, bez odpowiedniej przerwy). Do czynników oddziaływania środowiskowego należy również zaliczyć niekorzystny klimat organizacyjny. Pomimo, iż nie musi on koniecznie mieć następstw o charakterze fizjologicznym, może prowadzić do zwiększonej predyspozycji do popełniania

błędów psychologicznych. Jeśli występują defekty, których przyczynami są czynniki fizjologiczne, należy zredukować oddziaływania, które te defekty wywołują, np. zmniejszając temperaturę lub wyposażając pracowników w ochronniki słuchu. Należy ponadto zmienić procedury użytkowania w sposób, który nadmiernie obciążonym osobom daje szansę do odzyskania zdrowia (dłuższe, bardziej częste lub bardziej dokładnie ustalone przerwy w pracy). W przypadku, gdy w miejscu pracy występuje niekorzystny klimat organizacyjny, należy przyczynić się do jego złagodzenia.

- *czynniki psychologiczne* – wśród defektów, których przyczynami są takie czynniki można wyróżnić: błędy polegające na realizacji planowanych zadań w niepoprawny sposób, pominięcie etapu planowanej sekwencji zdarzeń, niewłaściwe zastosowanie dobrej zasady, zastosowanie złej zasady, niewłaściwa odpowiedź na nową, nieprawidłową sytuację, naruszenie ustalonego porządku / procedury lub akty sabotażu. Do rozwiązań przyczyniających się do zmniejszenia ryzyka wystąpienia omawianych błędów można zaliczyć przeprojektowanie systemu lub wybranego/wybranych jego elementów.

Ze względu na możliwy scenariusz powstawania zdarzenia niezamierzonego wyróżnia się dwa typy błędów człowieka, które powinny być rozpatrywane w ramach analiz niezawodności [11]:

- błędy aktywne, których skutki są odczuwalne praktycznie natychmiast,
- błędy utajone, których oddziaływanie na system może wystąpić nawet po długim czasie, na przykład, gdy wystąpi sprzyjająca temu odpowiednia kombinacja innych negatywnych czynników.

Według [11] w analizie niezawodności wyróżnia się trzy typy błędów ludzkich:

- błąd pominięcia – niewykonanie zadania,
- błąd popełnienia – niewłaściwe wykonanie zadania lub wykonanie zadania w niewłaściwym czasie,
- błąd wykonania niepotrzebnego działania – wykonanie zadania, mimo, iż nie było takiej dyspozycji.

Wśród przyczyn popełnienia błędu przez człowieka, według [12] można wyróżnić: czynniki zewnętrzne (warunki środowiskowe, wyposażenie struktury organizacyjnej), czynniki wewnętrzne (przygotowanie zawodowe, stan emocjonalny, kondycję fizyczną, cechy osobowe), a także fizjologiczne i psychologiczne czynniki stresu (zmęczenia, bólu i dyskomfortu, uczucia głodu i pragnienia, pilności i wielkości zadania oraz długości czasu podwyższonej czujności oraz poziomu ryzyka).

3. Kształtowanie jakości życia osób starszych z wykorzystaniem miar oraz charakterystyk niezawodności oraz awaryjności – inżynierskie ujęcie problemu

Na podstawie przeprowadzonych badań, zaprezentowanych w artykule można stwierdzić, że istnieją następujące potrzeby w zakresie prowadzenia analiz niezawodności i awaryjności w poniżej wymienionych obszarach (potrzeby te zostaną zrealizowane w toku dalszych prac badawczych):

- szacowanie wartości funkcji niezawodności środków technicznych, eksploatowanych przez osobę starszą; należy mieć na uwadze fakt, że osoba taka eksploatuje środek techniczny w całym okresie trwania swojej starości, albo też czyni to tylko w pewnym jej etapie (wczesnej starości, zaawansowanej starości, późnej starości). Pojawia się w związku z tym problem wystąpienia końca starzenia

moralnego wcześniej, aniżeli starzenia fizycznego. Problem ten można rozwiązać poprzez przeprowadzenie zadania optymalizacji poprzez symulację, której celem byłoby wskazanie trwałości i niezawodności środka technicznego, z uwzględnieniem kryterium jego użyteczności,

- zagwarantowanie jakości życia osoby starszej poprzez zapewnienie posiadania sprawnego środka technicznego; wykorzystanie modelu, opisanego za pomocą zależności (3), (4), (5) stanowi szansę oceny jakości życia takiej osoby z perspektywy ekonomicznej (stanowiąc uzupełnienie podejścia ekonomicznego do problemu jakości życia). Model ten umożliwi ustalenie kosztów eksploatacji środka technicznego, a w jego następstwie wskazanie optymalnej strategii jego eksploatacji,
- zagwarantowanie jakości życia osoby starszej poprzez ocenę niezawodności / awaryjności środków technicznych, eksploatowanych przez osoby starsze, z wykorzystaniem modeli (1) – (5); ocena taka powinna być przeprowadzona w oparciu o dane o zdarzeniach eksploatacyjnych, których przyczyny wynikają ze starości człowieka. Mogą to być dysfunkcje w organizmie człowieka związane ze zmianami w mózgu, z pogorszeniem wzroku, pogorszeniem słuchu, węchem i smakiem, zmianami dotyczącymi snu, z upośledzeniem fizycznym, podniesieniem się progu odczuwania dotyku, obniżeniem się progu wrażliwości na temperaturę otoczenia, podwyższaniem się progu bólowego, upośledzeniem umysłowym, starzeniem się fizjologicznym, zmianami innymi; ocena taka, a w jej następstwie przeprowadzone zmiany w projekcie / konstrukcji / organizacji eksploatacji środka technicznego zagwarantują jego niezawodne działanie niezależnie od problemów zdrowotnych człowieka,
- opracowanie koncepcji nowatorskich sposobów organizacji pracy w systemach produkcyjnych / usługowych, wykorzystujących „klasyczną” wiedzę z zakresu planowania zadań produkcyjnych / usługowych i eksploatacyjnych, skojarzoną z wiedzą pochodzącą z nauk o człowieku (w szczególności ergonomii); zgodnie z tą koncepcją powstała idea wykorzystania systemu „hybrydowego” oceny eksploatacji (w tym oceny niezawodności) środków technicznych w układzie antropotechnicznym, wykorzystującego skojarzenie „klasycznych” wskaźników i miar eksploatacji (w tym miar niezawodnościowych) z modelami 3D,
- wykorzystanie filozofii Technology Assessment w poprawie niezawodności środków technicznych w układach technicznych i antropo- oraz socjotechnicznych; istota koncepcji polega na wykorzystaniu wiedzy na temat środków i sposobów oceny opinii uczestników procesów produkcji oraz eksploatacji środków technicznych (zaproporzonych na podstawie studiów wiedzy socjologicznej oraz psychologicznej) w poprawie niezawodności omawianych układów w wybranych organizacjach. Zastosowanie metod z tego obszaru (stanowiących socjologiczno-psychologiczne podejście do problemu jakości życia człowieka, w tym człowieka starszego) zagwarantuje otrzymanie informacji (ilościowych lub jakościowych) o funkcjonowaniu środka technicznego. Informacje te będą efektem subiektywnej oceny, przeprowadzonej między innymi przez osoby starsze, zachowania się takiego środka, będąc wartościowym uzupełnieniem takiej oceny o rzeczywistych zdarzeniach oraz procesach eksploatacyjnych, wykorzystanej dla potrzeb eksploatacji środka technicznego lub/i w procesie projektowo – konstrukcyjnym. Będą one stanowić podstawę do ustalenia poziomu jakości życia użytkowników środka technicznego,
- wykorzystanie rozwiązań narzędziowych w wyżej wymienionym obszarze.

4. Podsumowanie

Właściwe funkcjonowanie układów antropeo – i socjotechnicznych jest uwarunkowane szeregiem czynników, w tym działalnością człowieka. O tym, że układ taki funkcjonuje prawidłowo decyduje między innymi dobrostan człowieka – użytkownika lub obsługującego środek techniczny. Dlatego też konieczne jest podejmowanie działań na poszczególnych etapach cyklu życia człowieka, gwarantujących odpowiedni poziom jakości życia człowieka, jako użytkownika oraz obsługującego środek techniczny. Jest to zadanie przede wszystkim inżyniera, ale również specjalistów reprezentujących inne dziedziny wiedzy: ekonomistów, psychologów, socjologów, ekologów itd. Wszyscy oni powinni dostarczać wiedzy inżynierowi, tj. metod, modeli, miar, technik, które pozwolą na osiągnięcie zamierzonego celu. Zadaniem inżyniera jest sprawne posługiwanie się nimi. Do omawianych środków i sposobów zaliczają się te, które pozwalają na obliczanie niezawodności oraz awaryjności środków technicznych.

Szczególną grupą eksploatatorów środków technicznych stanowią osoby starsze. Problemy jakich doświadczają w swoim życiu – w środowisku przemysłowym, ale również poza zakładem pracy wymagają posiadania przez takie osoby specyficznych środków technicznych. Dlatego też powstała dziedzina wiedzy nazywana gerontechnologią, która wychodzi im naprzeciw. Projektowanie i konstruowanie nowych środków technicznych w tym obszarze wymaga doboru odpowiednich zasobów intelektualnych, które zagwarantują osobom starszym odpowiednią jakość ich życia. Będzie to przedmiotem dalszych prowadzonych badań.

Literatura

1. Bentley J. P.: Introduction to reliability & quality engineering. Addison – Wesley, Harlow (England), 1999.
2. Breda H., Eubank N. G., Mohtadi M. R. L. J., Preston W. J. C., Herbert E.: Further validation and reliability testing of the Rotator Cuff Quality of Life Index (RC-QOL) according to the Consensus-Based Standards for the Selection of Health Measurement Instruments (COSMIN) guidelines. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, wolumin 26, t. 2, luty 2017, s. 314-322.
3. Downarowicz O.: System eksploatacji. Zarządzanie zasobami techniki. Biblioteka Problemów Techniki. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Gdańsk – Radom, 2000.
4. Erikson R.: Description of Inequality: the Swedish Approach to Welfare Research. W: Nussbaum M., Sen A.(red.): The Quality of Life, Clarendon Press, Oxford, 1993.
5. Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000.
6. Loska A.: Bazy danych we wspomaganiu zarządzania eksploatacją maszyn i urządzeń. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Zabrze, 2001.
7. Loska A.: Przegląd modeli ocen eksploatacyjnych systemów technicznych. Materiały Konferencji „Komputerowo zintegrowane zarządzanie”, 2011, s. 37 – 46.
8. Moubray J.: Reliability – Centred Maintenance. Elsevier, New York-Oxford, 2007.
9. NAVSHIPS 94234, Maintainability Design Criteria Handbook for Designers of Shipboard Electronic Equipment. US Navy, Washington DC
10. Ostasiewicz W. i inni: Ocena i analiza jakości życia. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław, 2004.

11. Radkowski S.: Podstawy bezpiecznej techniki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003.
12. Szopa T.: Niezawodność i bezpieczeństwo. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
13. Wnuk M. i inni: Przegląd koncepcji jakości życia w naukach społecznych. Hygeia Public Health, 2013, 48(1), s. 10-16

Dr inż. Andrzej WIECZOREK
Instytut Inżynierii Produkcji
Wydział Organizacji i Zarządzania
Politechnika Śląska
41 – 800 Zabrze, ul. Roosevelta 26 – 28
tel.: (0-32) 277 73 63
fax.: (0-32) 277 73 62
e-mail: Andrzej.Wieczorek@polsl.pl