

Józef GRUSZKA*, Edwin TYTYK*

PROBLEMY ERGONOMICZNE I JAKOŚCIOWE W RÓŻNYCH FAZACH ISTNIENIA WYROBÓW TECHNICZNYCH

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2018.077.05

Celem rozważań podjętych w artykule jest ukazanie złożoności problematyki jakości i ergonomii oraz jej zbieżności na gruncie inżynierskim. Te cechy powodują, że konieczne jest stosowanie systemowego i holistycznego podejścia podczas badania, analizowania i podejmowania inżynierskich działań zmierzających do podwyższania poziomu całkowitej jakości (w tym: ergonomicznej) procesów wytwarzania oraz wyrobów technicznych

W artykule skupiono się na podstawowych problemach należących do tzw. inżynierii ergonomicznej oraz inżynierii jakości, charakterystycznych dla zdefiniowanych faz istnienia wyrobów technicznych (LCA – Life Cycle Analysis). Klasę wyrobów technicznych ograniczono do maszyn, narzędzi ręcznych oraz urządzeń stosowanych do realizacji podstawowych technologii stosowanych w budowie i eksploatacji maszyn.

Ukazano zależności problematyki ergonomicznej i jakościowej występujące w różnych fazach istnienia wyrobu. Zwrócono uwagę na często zbyt powierzchowne traktowanie (z punktu widzenia ergonomii i ekologii) fazy likwidacji wyrobu. Ważnym aspektem są związki problematyki ergonomicznej i jakościowej z ekonomiczną oraz ekologiczną (w jej ramach – strategia 3R), którą należy objąć wszystkie fazy istnienia wyrobu.

Słowa kluczowe: inżynieria ergonomiczna, inżynieria jakości, fazy istnienia wyrobu

1. SPRECYZOWANIE UŻYWANYCH POJĘĆ

Pojęcia używane w tym opracowaniu są dobrze ugruntowane w ergonomii oraz w inżynierii jakości, lecz zakres zagadnień tutaj poruszanych wykracza poza tradycyjnie przyjęty obszar tej wiedzy. Z tego powodu celowe jest uściślenie niektórych

* Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

pojęć, mogących mieć różne konotacje w różnych naukach. Ergonomia jest wiedzą o charakterze interdyscyplinarnym, gdyż wiąże wiedzę o człowieku z wiedzą techniczną. Jeśli ergonomię skojarzymy z wiedzą o jakości (kwalitologią) oraz wiedzą o środowisku przyrodniczym (ekologią), to interdyscyplinarność takiego ujęcia zostanie zwielokrotniona. Poniżej zestawiono wyjaśnienie najistotniejszych pojęć, używanych w artykule.

- **inżynieria ergonomiczna** – można ją zdefiniować jako naukę i umiejętność wykonywania prac inżynierskich (projektowych i wdrożeniowych), których celem jest wytworzenie obiektów technicznych o wysokiej jakości ergonomicznej (zdefiniowanej poniżej) oraz bezpiecznych, zdrowych i przyjaznych warunków współdziałania człowieka i obiektów technicznych (Tytyk, 2009);
- **ergonomiczność** obiektów technicznych – dostosowanie ich do budowy i funkcji ciała ludzkiego oraz do psychicznych cech ludzi, a także społecznych oraz kulturowych uwarunkowań kontaktu z tymi obiektami (np. pracy) (por. Tytyk, 2001, s. 241);
- **jakość ergonomiczna** obiektu technicznego (wyrobu, narzędzia, maszyny, aparatu, przyrządu, sprzętu, pojazdu) może być rozumiana jako stopień spełnienia określonych kryteriów oceny, sformułowanych w postaci wymagań ergonomicznych zawartych w normach i innych zapisach obligatoryjnych (np. ministerialnych rozporządzeniach), literaturze przedmiotu, a także wyrażanych w opiniach użytkowników tych obiektów (Tytyk, 2001, s. 88-89);
- **jakość** – jest definiowana jako spełnienie wymagań istotnych dla konkretnej fazy w cyklu życia produktu (PN-EN ISO 9001:2016):
 - **jakość projektowa produktu** to spełnienie wymagań klientów zewnętrznych (użytkowników) i wewnętrznych (pracowników, handlowców, producentów, serwisantów), będących użytkownikami procesu realizacji projektu;
 - **jakość wykonania**, nazywana również jakością uzyskania, jakością produkcji, jakością zdolności, jest miarą zgodności gotowego produktu z wcześniej zaplanowaną i ustaloną normą, standardem, specyfikacją;
 - **jakość eksploatacyjna** – jest to zbiór właściwości (cech) urządzenia (wyrobu) określających jego przydatność do eksploatacji zgodnie z przeznaczeniem i obejmujący takie cechy, jak: funkcjonalność, niezawodność, ergonomiczność, użyteczność, podatność naprawczą itp. (Lenart, s. 368);
 - **jakość serwisowa** to możliwość zachowania wszystkich cech produktu w stanie zapewniającym pełną jego użyteczność w dłuższym czasie;
 - **jakość utylizacji** – miara zgodności procesów likwidacji wyrobu (w tym: demontażu, segregacji części, regeneracji, odzysku materiałów i utylizacji) z wymaganiami ekologii, ergonomii i ekonomii (tzw. 3E);
- **cykl życia produktu (wyrobu)** jest różnie definiowany w literaturze (Gruszka, 2013, Legutko, 2007, Łunarski, 2008, Szatkowski, 2008). Najczęściej jest on rozumiany jako okres rozpoczynający się od pojawienia się pomysłu na produkt, przez opracowanie jego koncepcji, projektu, wykonanie, dystrybucję,

- sprzedaż
i eksploatację, aż do momentu fizycznej kasacji;
- **eksploatacja** – ciąg działań, procesów i zjawisk związanych z wykorzystywaniem obiektów technicznych przez człowieka (Legutko, 2007, s. 367);
 - **likwidacja** obiektu technicznego – wycofanie z eksploatacji w wyniku decyzji o kasacji, demontaż, segregacja części, odzysk materiałów nadających się do recyklingu oraz utylizacja materiałów nie nadających się do powtórnego użycia (np. kompostowanie, spalanie, neutralizacja);
 - **naprawa** – forma obsługi technicznej, umożliwiająca doprowadzenie do stanu używalności uszkodzonych ogniw lub pojedynczych zespołów (podzespołów) maszyny albo inaczej: czynności organizacyjno-techniczne mające na celu przywrócenie zespołom lub podzespołom stanu zdatności użytkowej (Legutko, 2007, s. 369);
 - **obsługa techniczna** – podtrzymywanie lub odtworzenie stanu zdatności urządzenia do wykonywania przewidywanych zadań (np. obsługa bieżąca, przegląd techniczny, konserwacja, remont) (Legutko, 2007, s. 371);
 - **produkcja wyrobu** – realizacja procesu produkcji zgodnie z zaprojektowaną technologią wykonania wyrobu, przeprowadzeniem kontroli wyrobu i oceną gotowego wyrobu;
 - **sprzedaż i dystrybucja** – pozyskanie klientów, w tym użytkowników wyrobów oraz dostarczenie do klienta;
 - **utyliczacja** (wycofanie wyrobu ze sprzedaży i zadbanie o bezpieczeństwo środowiska);
 - **użytkowanie** – wykorzystywanie obiektu technicznego zgodnie z jego przeznaczeniem i właściwościami funkcjonalnymi, w celu zaspokojenia potrzeb ludzkich (Legutko, 2007, s. 374).

2. CYKL ISTNIENIA WYROBU

Analiza cyklu istnienia wyrobu (ang. Life Cycle Analysis – LCA) jest użytecznym i często stosowanym narzędziem do oceny skutków, jakie dany wyrób wywiera na środowisko podczas całego czasu istnienia, wskutek wzrostu zużycia zasobów i powodowania obciążeń środowiska. Ocena wpływu na środowisko może być prowadzona zarówno dla wyrobu, jak i dla jego funkcji.

Podstawowymi działaniami w ramach LCA są (Legutko, 2007):

- zidentyfikowanie i ocena ilościowa obciążeń wprowadzanych do środowiska, tj. zużytych materiałów i energii, oraz emisji i odpadów wprowadzanych do środowiska,
- ocena potencjalnych wpływów tych obciążeń,
- oszacowanie możliwości zmniejszenia obciążeń.

Podkreśla się istotne zalety metody LCA:

- brak pominięcia jakiegokolwiek etapu istnienia wyrobu,
- uwzględnienie najważniejszych ekosystemów i ich elementów, umożliwiające pełną ocenę wpływu na środowisko,
- metoda ta uwzględnia powstawanie zanieczyszczeń,
- szczegółowy opis metody jest zawarty w normach ISO.

Nie jest przypadkiem, że zamiennie używa się nazwy „cykl istnienia” lub „cykl życia” – istnieje pełna analogia w tym znaczeniu między organizmami żywymi a wyrobami technicznymi (tab. 1).

Tabela 1. Cykle życia: organizmów żywych oraz wyrobów technicznych

Organizm biologiczny	Artefakt (wyrób techniczny)
poczęcie	narodziny koncepcji
narodziny	opracowanie projektu
dorastanie	wytwarzanie części, montaż całości, próby
życie dorosłe	eksploatacja: użytkowanie i obsługiwane
śmierć	likwidacja

Należy mieć świadomość, że kolejność etapów w cyklu życia nie tworzy struktury liniowej. Po śmierci organizmu żywego materia wraca do środowiska i w dalszym ciągu bierze udział w obiegu materii i energii w przyrodzie, a w przypadku rzeczy technicznej powinno być tak samo. Oznacza to, że wyroby techniczne wycofane z eksploatacji powinny być zdemontowane, części zdadne do użytku – przeznaczone do wykorzystania (organy na przeszczepy), a materiały, z których wytworzono części niezdatne do dalszego użytku – przetworzone w celu odzyskania materiału oraz energii. Materiały nieużyteczne powinny być neutralizowane i utylizowane w sposób nienaruszający równowagi ekosystemu.

Pojęcie cyklu życia wyrobu odnosi się do faz jego istnienia, począwszy od badań rynkowych, a skończywszy na utylizacji. Podział na poszczególne fazy zależy od przyjętego stopnia szczegółowości. Zaproponowano następujący podział (Grieves, 2006):

- wizja wyrobu – pomysł, inspiracja przedstawiciela producenta,
- badania rynkowe – ocena potrzeb potencjalnych użytkowników,
- projektowanie konstrukcji wyrobu z uwzględnieniem wyników badań rynkowych (opracowanie rysunków wykonawczych z uwzględnieniem potrzeb potencjalnych użytkowników),
- projektowanie technologii wytwarzania – opracowanie kart technologicznych dla wyrobu,

- organizacyjne przygotowanie produkcji – zidentyfikowanie, zapewnienie i utrzymywanie zasobów niezbędnych do realizacji procesu produkcji,
- produkcja wyrobu – realizacja procesu produkcji zgodnie z zaprojektowaną technologią wykonania wyrobu, przeprowadzeniem kontroli wyrobu i oceną gotowego wyrobu,
- sprzedaż i dystrybucja – pozyskanie klientów, w tym użytkowników wyrobów i dostarczenie do klienta,
- użytkowanie i eksploatacja wyrobu – ocena funkcjonowania wyrobu w warunkach rzeczywistego zastosowania,
- utylizacja (wycofanie wyrobu ze sprzedaży i zadbanie o bezpieczeństwo środowiska).

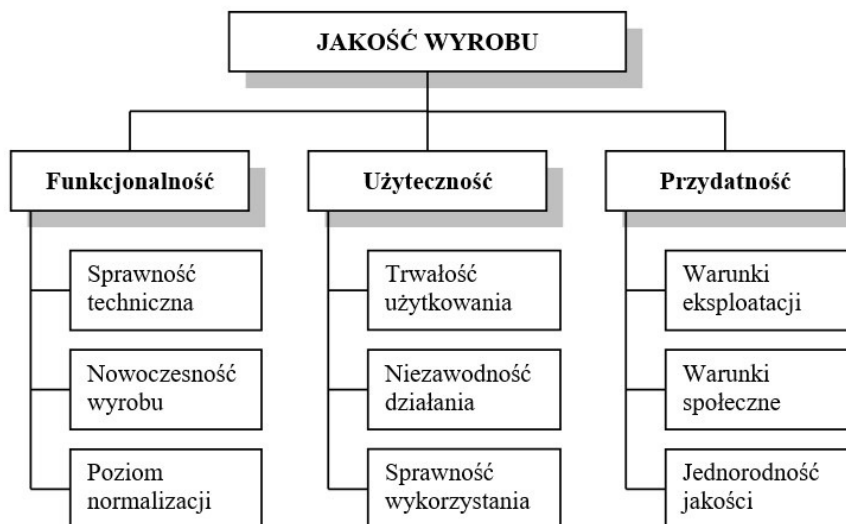
Cykl istnienia (lub życia) wyrobu – jest wyróżnikiem kompleksowego podejścia w strategii zarządzania przez jakość. Uznaje się, że cykl istnienia wyrobu tworzą trzy sfery: przedprodukcyjna, produkcyjna i poprodukcyjna, dzielące się z kolei na fazy i etapy (wg Gołaś i Mazur, 2010, s. 11-13) i (Olejnik i Wieczorek, 1982, s. 182-184).

W każdej z tych sfer i w każdym etapie należy w działaniach inżynierskich – w diagnozowaniu oraz w projektowaniu – uwzględnić specyficzne dla nich kryteria jakości wyrobu, w tym – kryteria jakości ergonomicznej. Zagadnienia te zostaną omówione w rozdziałach 4–6.

3. JAKOŚĆ WYROBU I KRYTERIA JEJ OCENY

Pojęcie jakości było wielokrotnie i z różnych pozycji analizowane i definiowane. Można je znaleźć w różnych źródłach literaturowych, np. w (Adamczyk, 2002, Bielawna, 2011, Chodyński, 2000, Chodyński, 2003, Gołaś i Mazur, 2010, Grieves, 2006, Gruszka, 1997, Hamrol, 2007, Jabłoński, 2006, Kowalski i in., 2007, Łunarski, 2008, Mantura, 2010, Olejnik i Wieczorek, 1982, Stefanowicz, 1996, Tytyk, 2001) oraz w niecytowanych tutaj pracach T. Borysa, A. Kilińskiego, Z. Zbichorskiego i wielu innych (ograniczając się tylko do autorów polskich). Jakość jest pojęciem rozumianym i używanym w mowie potocznej, ale jest też od wielu wieków przedmiotem rozważań filozoficznych. Jest pojęciem stosowanym w technice, ekonomice, handlu, polityce społecznej (jakość wyrobów, towarów, usług, życia). Jakość może być opisywana jedną lub kilkoma cechami (np. jakość funkcjonalna młotka, jakość chleba), ale może też obejmować kilkadziesiąt lub więcej cech (w przypadku wysoce złożonych wyrobów przemysłowych, albo w przypadku dokonywania bardzo wyrafinowanej i szczegółowej oceny produktu, np. wina). Można mówić o jakości: funkcjonalnej, użytkowej, eksploatacyjnej, wzorniczej, ergonomicznej, przy czym nie muszą to być kategorie rozłączne.

Wśród wielu propozycji uporządkowania zbiorów cech jakości wyrobów, na uwagę zasługuje zwięzła klasyfikacja kryteriów jakości wyrobu zaproponowana przez Teobalda Olejnika i Ryszarda Wieczorka (1982, s. 133) (rys. 1).



Rys. 1. Klasyfikacja kryteriów jakości wyrobu wg T. Olejnika i R. Wieczorka (1982)

4. INŻYNIERIA ERGONOMICZNA I INŻYNIERIA JAKOŚCI W SFERZE PRZEDPRODUKCYJNEJ WYROBU

Sfera przedprodukcyjna z fazą koncepcji i technicznego przygotowania produkcji stanowi początek cyklu życia wyrobu. Stanowi określony układ tematyczny poszczególnych etapów prac (tab. 2), w wyniku których powstają projekty przyszłych wyrobów. Podstawą fazy tworzenia koncepcji wyrobu winny być założenia zrównoważonego rozwoju wyrobu i procesu jego wytwarzania z uwzględnieniem kryteriów jakości problematyki ergonomicznej, jakości wyrobów oraz ochrony środo-

Tabela 2. Fazy i etapy w sferze przedprodukcyjnej cyklu istnienia wyrobu (Gołaś i Mazur, 2010, Olejnik i Wieczorek, 1982)

	Faza	
	koncepcji	technicznego przygotowania produkcji
Etap	<ul style="list-style-type: none"> – studia i badania – określenie potrzeb – formułowanie założeń 	<ul style="list-style-type: none"> – projekt wstępny – projekt konstrukcyjny – budowa i badania prototypu – projekt technologiczny – wykonanie oprzyrządowania – projekt organizacyjny – wykonanie serii próbnej oraz rozruchowej

wiska, zasady 3R (*reduce* – zmniejszenie zapotrzebowania, *reuse* – ponowne wykorzystanie, *recycle* – odzyskanie materiału); łącznie z odpowiedzialnością przedsiębiorstwa za środowisko (Cempel, Kasprzak i Kłos 2006, s. 3).

W fazie opracowywania koncepcji (projektowania wstępnego, konstrukcyjnego) można już posłużyć się pewnymi narzędziami metodycznymi, służącymi do kierunkowania myślenia twórcy w stronę rozwiązań spełniających określone wymagania jakościowe (Jabłoński, 2006).

W opracowanej metodzie projektowania ergonomicznego (Tytyk, 2001) przedstawiono zbiór kryteriów decyzyjnych, którymi należy się kierować podczas projektowania systemu antropotechnicznego o poziomie złożoności stanowiska pracy. Ergonomiczne projektowanie wyrobów jest w zasadzie tożsame z projektowaniem systemu antropotechnicznego i dlatego kryteria typu: treść pracy, przestrzeń pracy, elementy interfejsu, czynniki środowiskowe, mogą być traktowane jako zalecenia kryterialne o charakterze ogólnym.

Kryteria jakościowe powinny być oparte na zespole cech tworzących funkcjonalność, użyteczność i przydatność wyrobu, ukazanych na rysunku 1.

Wynikiem końcowym tej fazy powinno być zatwierdzenie danych wejściowych do procesu technicznego przygotowania produkcji w formie:

- zdefiniowania głównej idei projektu,
- dokonania analizy ewentualnych sprzecznych interesów i problemów,
- określenia pożądanego stanu przyszłego,
- przeprowadzenia rozeznania w zakresie: możliwości realizacyjnych, stanu aktualnego porównanego z preferowanym efektem końcowym, identyfikacji klienta i jego oczekiwań.

W fazie technicznego przygotowania produkcji realizowana jest druga faza cyklu życia projektu, w której powstają projekty wstępne i końcowe w zakresie:

- konstrukcji wyrobu – technologii wraz z konstrukcją i wykonaniem oprzyrządowania,
- organizacyjnym,
- wykonania serii próbnej oraz rozruchowej.

Całość projektowych rozwiązań w tej fazie podlega badaniom w ramach budowy i badań prototypu oraz wykonawstwa, a także badań serii próbnych i serii rozruchowej. W tej fazie kształtowana jest początkowa jakość wykonania poszczególnych egzemplarzy pierwszej partii lub serii próbnej oraz rozruchowej wyrobów, przez współpracę ze sobą działów produkcji jak i jej kooperantów w zakresie dostaw materiałów wejściowych do obróbki czy montażu. Zadaniem tego etapu jest również weryfikacja zakładanej jakości wyrobów i jakości technologii. Uzyskane wyniki z badań są postawą do zmian w dokumentacji konstrukcyjno-technologicznej, a także w zakresie czynników produkcji, w celu zapewnienia zdolności i stabilności procesów produkcyjnych, a w konsekwencji do osiągnięcia wymaganej jakości wytwarzania oraz jednorodności jakościowej produkowanych egzemplarzy wyrobu (Chodyński, 2000, s. 209). Wynikiem końcowym tej fazy powinna

być decyzja o zakończeniu prac związanych z technicznym przygotowaniem produkcji i przejściu do fazy produkcji wyrobu.

5. INŻYNIERIA ERGONOMICZNA I INŻYNIERIA JAKOŚCI W SFERZE PRODUKCYJNEJ WYROBU

Sfera produkcji w cyklu istnienia wyrobu obejmuje kompleks działań związanych z trzema fazami: przygotowania produkcji, obróbki oraz montażu (tab. 3).

Tabela 3. Fazy i etapy w sferze produkcyjnej cyklu istnienia wyrobu (Gołaś i Mazur, 2010, Olejnik i Wieczorek, 1982)

	Faza		
	Przygotowawcza	Obróbkowa	Montażu
Etap	<ul style="list-style-type: none"> – umowy kooperacyjne – dostawy (części, surowców, materiałów, energii) – procesy magazynowania – procesy przygotowawcze – procesy odlewnicze – procesy obróbki plastycznej 	<ul style="list-style-type: none"> – procesy obróbki ubytkowej – procesy obróbki cieplnej i ciepłnochemicznej – procesy obróbki powierzchniowej – inne procesy obróbkowe i wykańczające 	<ul style="list-style-type: none"> – procesy montażu częściowego (wstępnego) – procesy montażu końcowego – próby i badania – konserwacja i pakowanie – składowanie u wytwórcy

Faza przygotowawcza produkcji, jak sama nazwa wskazuje, odnosi się do prac poprzedzających uruchomienie produkcji seryjnej wyrobu. Struktura i zakres prac należących do przygotowania produkcji mogą być bardzo zróżnicowane.

Do typowych prac rutynowych można zaliczyć:

- opracowanie harmonogramu prac z zakresu przygotowania produkcji nowego wyrobu w zakresie umów kooperacyjnych (na dostawy części, surowców, materiałów i energii),
- emisję dokumentacji technicznej do produkcji seryjnej (dokumentacja konstrukcyjno-technologicznej, planów kontroli i badań, plany produkcji itp.),
- szkolenie personelu produkcyjnego w zakresie wymagań nowego wyrobu,
- pozostałe prace związane z rozłokowaniem produkcji, środków transportu wewnętrznego w czasie i przestrzeni oraz procesów magazynowych.

Biorąc pod uwagę fakt, że nic się nie dzieje bez udziału człowieka (nawet wysoko zautomatyzowane i zrobotyzowane procesy obróbkowe), to ergonomiczną jakość tych procesów pracy można oceniać (biorąc pod uwagę diagnostyczną postać kryteriów) lub projektować (biorąc pod uwagę decyzyjną ich postać), korzy-

stając z zestawienia zawartego w tabeli 3. Każda realizowana technologia oraz maszyny i urządzenia techniczne są źródłami określonych czynników energetycznych i materialnych, mogących mieć istotny wpływ na kształtowanie warunków pracy zatrudnionych ludzi. Czynniki te mogą powodować nadmierne obciążenia fizyczne, posturalne, psychiczne oraz środowiskowe (np. hałas, emisja ciepła, złe oświetlenie, zanieczyszczenia powietrza, promieniowanie szkodliwe, substancje szkodliwe i niebezpieczne). Mogą także wystąpić niedociążenia fizyczne i psychiczne, skutkujące monotonią.

Druga i trzecia faza w sferze produkcji głównie polegają na bieżącym wykonywaniu kolejnych serii wyrobów przez obróbkę i dalej montaż, łącznie z etapami końcowymi procesu produkcji w zakresie konserwacji i pakowania wyrobów oraz ich składowania przed fazą obrotu towarowego. W tej fazie produkcji występuje szereg czynności związanych z sterowaniem wielkością produkcji, bazujących na monitorowaniu popytu i sprzedaży i stanu zapasów. Istotnymi czynnikami wpływającym na osiągnięcie jakościowych celów fazy produkcji jest jakość dostaw materiałów/półfabrykatów i usług kooperacyjnych, jakość maszyn i urządzeń produkcyjnych oraz jakość personelu obsługującego maszyny i urządzenia, co pozwala na sterowanie i zarządzanie jakością produkcji w celu uzyskania końcowej, założonej jakości wyrobów. Uzyskana końcowa jakość wyrobu każdorazowo podlega ocenie w stosunku do projektowanej jakości i stanowi stały element bieżącego monitoringu jakości produkcji oraz doskonalenia następnych partii produkcyjnych na poszczególnych etapach produkcji (Chodyński, 2000, s. 28).

Procesy produkcyjne zachodzące w fazie obróbki i montażu wyrobów są źródłem powstawania odpadów o różnym stanie skupienia i stopniu szkodliwości: są źródłem emisji odpadów stałych, ciekłych i gazowych, hałasu oraz energii odpadowej. Przyjęte na etapie technicznego przygotowania produkcji metody oceny relacji między środowiskiem a wyrobem i procesem jego wytwarzania stanowią „instrumentarium” właściwe ekologii wyrobów, które powinno zajmować się interakcją wyrobu z ekosystemem w całym cyklu życia wyrobu (Adamczyk, 2002, s. 235).

6. INŻYNIERIA ERGONOMICZNA I INŻYNIERIA JAKOŚCI W SFERZE POPRODUKCYJNEJ WYROBU

Sfera poprodukcyjnego cyklu istnienia wyrobu obejmuje ostatnie fazy z cyklu życia wyrobu (tab. 4) i swoim zakresem obejmuje fazy: obrotu towarowego, eksploatacji i likwidacji.

Faza obrotu towarowego to decyzje i działania mające na celu udostępnienie wytworzonego wyrobu w miejscu oraz czasie dogodnym dla klienta. Jest to faza łącząca dwa ogniwa łańcucha dostaw: produkcję oraz klienta. Głównym zadaniem procesu obrotu towarowego jest dostarczenie nabywcom finalnym pożądaných

przez nich produktów do miejsc, w których chcą je nabyć, w odpowiednim czasie, na uzgodnionych warunkach i po zaakceptowanej przez nich cenie. W procesie obrotu towarowego uczestniczą takie podmioty jak dostawcy, producenci, hurtownicy, detaliści oraz klient. Bardzo często w ramach łańcucha dostaw znajdują się również centra dystrybucji. Centrum dystrybucji to miejsce, do którego trafiają wyroby bezpośrednio od producenta i w którym dokonywana jest tak zwana zmiana paletowej jednostki ładunkowej, a więc produkty są odpowiednio przepakowywane i wysyłane do odpowiednich miejsc przeznaczenia. Wszystkie działania fazy obrotu towarowego są związane z procesami logistycznymi, których głównym zadaniem jest ochrona jakości ukształtowanej w procesach realizacji wyrobu. W procesach obrotu towarowego na etapie ekspedycji, obsługi w handlu czy sprzedaży detalicznej, należy nie tylko chronić wyrób przed uszkodzeniem i zapewniać jego identyfikowalność, ale również poszczególne operacje (magazynowania, pakowania, za- i wyładunku, transportu, instalacji) jak i całość procesu oraz wyrób powinny być objęte procesem zarządzania pod względem jakościowym. Uzyskane dane z tego cyklu życia wyrobu powinny stanowić informację zwrotną dla projektantów, konstruktorów i technologów oraz inżynierów jakości produkcji, w celu ciągłego ulepszania wyrobu, a w szczególności do doskonalenia procesu wytwarzania oraz procesów logistycznych.

Tabela 4. Fazy i etapy w sferze poprodukcyjnej cyklu istnienia wyrobu (Gołaś i Mazur, 2010, Olejnik i Wieczorek, 1982)

	Faza		
	obrotu towarowego	eksploatacji	likwidacji
Etap	<ul style="list-style-type: none"> – ekspedycja – obsługa w handlu – sprzedaż detaliczna – instalowanie 	<ul style="list-style-type: none"> – użytkowanie (produkcyjne i pozaprodukcyjne) – obsługiwanie (profilaktyczne i naprawcze) – obsługa gwarancyjna – badania eksploatacyjne 	<ul style="list-style-type: none"> – demontaż i czyszczenie – segregacja i regeneracja części – recykling materiałów – utylizacja i składowanie odpadów

Bardzo ważnym etapem obrotu towarowego jest określenie miejsca i sposobu odbioru i instalowania maszyn i urządzeń technologicznych oraz obiektów technicznych, według zasady wcześniej ustalonej w fazie technicznego przygotowania produkcji projektu lub zakupu, warunków odbioru technicznego (WOT) i z tym związanej dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR).

Ważnym elementem odbioru, poza zgodnością parametrów funkcjonalnych urządzenia z parametrami wymaganymi w procesach wytwarzania wyrobów i bezpieczeństwem, powinna być tzw. jakość ergonomiczna, definiowana jako jakość współdziałania człowieka z maszyną lub urządzeniem czy innym obiektem technicznym.

W tym celu należy korzystać z dostępnych norm wskazujących na wymagania ergonomiczne lub kierować się ogólnymi wymaganiami ergonomii (konceptyjnej i korekcyjnej), lub podobieństwami albo analogią z istniejącymi standardami jakości.

Po zakończeniu etapu instalacji i rozruchu mechaniczno-technologicznego z pozytywnymi wynikami, maszynę (urządzenie) czy obiekt (instalację) przekazuje się do następnej fazy cyklu życia, tj. eksploatacji.

Faza eksploatacji rozpoczyna się w momencie przyjęcia przez klienta do użytkowania i obsługiwanie wytworzonych wyrobów (maszyn, obiektów technicznych). Faza ta obejmuje organizacyjne, techniczne, ekonomiczne i społeczne zagadnienia dotyczące współdziałania ludzi i maszyn. W fazie eksploatacji wyodrębnia się następujące etapy działań:

- użytkowanie (produkcyjne i poza produkcyjne),
- obsługiwane (profilaktyczne i naprawcze oraz gwarancyjne), zasilanie oraz zarządzanie.

Etap użytkowania stanowi podstawową fazę procesu eksploatacji wyrobów zgodnie z jego przeznaczeniem i właściwościami funkcjonalnymi. Podczas przygotowania i realizacji procesu użytkowania wyrobów (użytkowania produkcyjne i pozaprodukcyjne maszyn i urządzeń) ważne jest uwzględnienie odpowiednich warunków oraz parametrów na przykład dla maszyn, urządzeń czy obiektów technicznych. Są to głównie wielkości fizyczne (obciążenie, dopuszczalne zużycie energii, masa itp.) chronologiczne (czas rozpoczęcia, trwania i zakończenia pracy itp.), a także technologiczne, eksploatacyjne i ekonomiczne. Każdorazowo na etapie projektu są określane warunki użytkowania i określany zbiór parametrów, gdyż w znacznym stopniu to one decydują o zdolnościach użytkowych, wydajności czy kosztach użytkowania wyrobu. O prawidłowym użytkowaniu maszyn i innych urządzeń oraz efektywności pracy decydują także kwalifikacje operatorów (tj. przygotowanie do zawodu, doświadczenie oraz zdolności i chęć do pracy). Naturalne cechy i możliwości operatorów nie są jednakowe, ale człowiek w pewnym zakresie może się dostosować do różnych warunków. Niekorzystne warunki powodują zawsze zmęczenie i możliwość uszkodzenia maszyny (zaburzenia koordynacji motorycznej, psychicznej lub umysłowej). Dekoncentracja powoduje nie tylko rozprężenie całego systemu, ale często zagraża życiu człowieka i jest bezpośrednią przyczyną nieszczęśliwych wypadków.

Etap obsługiwanie to utrzymanie wyrobu w stanie zdatności użytkowej oraz czynności związane z przywracaniem wymaganych właściwości funkcjonalnych, dzięki procesom opisanym w tabeli 5.

Etap zasilania głównie polega na dostarczaniu wyrobom, a w szczególności maszynom, urządzeniom i obiektom, technicznych materiałów eksploatacyjnych ściśle związanych z funkcją użytkową wyrobu (np. mediów technologicznych, paliw, środków smarnych, płynów hydraulicznych itp.) oraz informacji związanych ze sterowaniem numerycznym. Podstawowym zadaniem producenta jest wskazanie

w dokumentacji techniczno-ruchowej podstawowych danych technicznych na temat materiałów eksploatacyjnych oraz ich dostawców.

Tabela 5. Procesy obsługi (Legutko, 2007, s. 176)

Rodzaje obsługi		Proces obsługowy	Czynności procesu
jednokrotna	techniczna	wdrożenie do użytkowania	ustawienie, przyłączenie, sprawdzenie, rozruch
		wycofanie z eksploatacji (eksploatacja docelowa)	odłączenie, usunięcie, demontaż, przekazanie
wielokrotna	techniczna	konserwowanie (praca okresowa, obsługa techniczna)	kontrola stanu, zapewnienie współpracy elementów
		remontowanie (remont bieżący, średni, kapitalny)	demontaż, weryfikacja, naprawa, regeneracja, wymiana, montaż
	organizacyjna	przygotowanie do użytkowania (zasilanie, przegląd)	kontrola stanu, zasilanie, przegląd przed użyciem
		transportowanie	opakowywanie, ładowanie, transport, wyładowanie
		przechowywanie (magazynowanie, składowanie, postój)	odbiór i przyjęcie, ułożenie, zabezpieczenie, wydanie

Etap zarządzania jest jednym z czterech wyróżniających się etapów działań, które składają się na fazę eksploatacji. Ten etap eksploatacji w szczególności odnosi się do maszyn i urządzeń oraz produkcyjnych obiektów technicznych i obejmuje (Legutko, 2007, s. 179):

- planowanie i podejmowanie decyzji – dotyczy etapów użytkowania oraz obsługi i swoim zakresem obejmuje:
 - ustalenie celów (ogólnych i częściowych),
 - określenie planów (strategicznych, taktycznych i operacyjnych),
 - podejmowanie decyzji (zaplanowanych i niezaplanowanych), z uwzględnieniem ryzyka i niepewności;
- organizowanie – obejmuje działania pozwalające na wykorzystaniu posiadanych zasobów w ramach systemu eksploatacji (kwalifikacje i umiejętności ludzi, środki finansowe, materiały i urządzenia oraz informacje);
- kierowanie – to proces polegający na zarządzaniu zespołem pracowników w taki sposób, aby można było osiągnąć zaplanowane cele ogólne i częściowe;
- kontrolowanie – przeprowadzane z zamiarem osiągnięcia celów ogólnych i częściowych w wyniku racjonalnego wykorzystania (użytkowania) obiektów technicznych oraz ich utrzymania w stanie zdatości funkcjonalnej i zadaniowej.

Kontrola to element zarządzania, który ma na celu ocenić zrealizowane zadania w stosunku do zaplanowanych działań (nie tylko pod względem techniczno-tema-

tycznym, ale i terminowym i kosztowym) oraz podjęcie działań zmierzających do poprawy i doskonalenia aktualnego stanu. Tym samym, na etapie zarządzania maszynami, urządzeniami czy obiektami technicznymi w fazie ich eksploatacji, znaczący udział stanowią następujące podsystemy:

- kierowania (kierownictwo eksploatacji, kierownicy użytkujący i obsługujący oraz personel pracowniczy); podstawowym zadaniem tej grupy jest planowanie, organizowanie i doskonalenie procesu eksploatacji, podejmowanie decyzji oraz kontrolowanie;
- ekonomiczno-finansowy (działy controllingowo-finansowe – przygotowanie danych do podejmowania decyzji oraz rozliczania kosztów); głównym zadaniem tego podsystemu jest prowadzenie rachunku ekonomicznego, ocena procesu eksploatacji pod względem ekonomicznym, proponowanie rozwiązań pod względem kosztowym oraz efektywnego systemu eksploatacji oraz przygotowanie niezbędnych danych dla kierownictwa;
- informatyczny – przetwarza dane i obsługuje procesy komunikacyjne (w zakresie ewidencyjnym, informowania kierownictwa, wspomaganie decyzji oraz doradcze).

W ramach procesu zarządzania prowadzone są często badania eksploatacyjne, głównie w zakresie czasu eksploatacji i z tym związanych problemów, celem ustalenia określonej strategii eksploatacyjnej (m.in. w zakresie obsługi gwarancyjnej, profilaktycznej i naprawczej). Zbiór danych z badań eksploatacyjnych stanowi dla producentów uzupełnienie danych projektowych, zbieranych w celu określenia rzeczywistego efektywnego czasu pracy produktu oraz wypracowania kolejnych doskonalszych rozwiązań w zakresie strategii eksploatacyjnej nowych produktów.

Klienci na etapie podejmowania decyzji o zakupie wyrobów analizują fazę eksploatacyjną wyrobu, zwracając szczególną uwagę na:

- okres eksploatacji wyrobu,
- niezawodność wyrobu,
- ergonomiczność wyrobu,
- estetykę wyrobu,
- ekologiczność wyrobu itp.

Czynniki te mają wpływ na **jakość eksploatacyjną**, rozumianą jako przydatność wyrobu w procesie eksploatacji. Tym samym producenci wyrobów powinni zapewnić jak największą jakość eksploatacyjną, która jest wartością dodaną dla klienta. W tym celu, dla zapewnienia klientom oczekiwanej i preferowanej jakości wyrobów, producenci zalecają i stosują:

- obsługę (serwisowanie) jednokrotną lub wielokrotną, techniczną i organizacyjną, związaną z podtrzymaniem lub przywróceniem wyrobom jego zdolności technicznej,
- okresowe badania (inspekcję) i ocenę rzeczywistego stanu technicznego wyrobu,
- naprawy i remonty, celem przywrócenia zdolności wyrobom.

Podobnie jak procesy zachodzące w sferze produkcyjnej, tak i procesy związane z fazą eksploatacji, użytkowaniem większości wyrobów, jak i ich obsługiwaniem, są źródłem emisji odpadów stałych, ciekłych i gazowych, hałasu oraz energii odpadowej, podobnie jak w sferze produkcji. W związku z tym również w tej sferze należy kierować się zasadą 3R (por. rozdz. 4).

7. KRYTERIA ERGONOMICZNE I JAKOŚCIOWE W HOLISTYCZNYM UJĘCIU ISTNIENIA WYROBÓW

W każdej sferze, fazie i etapie istnienia wyrobu jest miejsce i możliwość kształtowania jego jakości, jednak wymaga to działań dostosowanych do specyfiki obszaru działań oraz kategorii jakości. Wielu autorów silnie podkreśla fakt, że najbardziej racjonalnym działaniem jest kształtowanie jakości ergonomicznej we wczesnych fazach istnienia wyrobu, a więc w sferze przedprodukcyjnej, złożonej głównie z faz o charakterze konceptualnym (np. Cempel, Kasprzak i Kłos, 2006, Kowalski, Kuleczycka i Góraleczyk, 2007, Olejnik i Wieczorek, 1982, Tytyk, 2001). Warto pamiętać, że ok. 75% jakości produktu (także – jakości ergonomicznej) zawarte jest w jego projekcie. Proces projektowania pochłania zaledwie parę procent ogólnych kosztów wprowadzenia na rynek nowego produktu. Koszt opracowania projektu od strony ergonomicznej to z kolei maksymalnie kilkanaście procent kosztu projektu. Każde oszacowanie wykaże, że koszt ergonomicznego projektowania (lub koszt ergonomicznej jakości projektowej) pochłania mniej niż 1% ogólnych kosztów wytworzenia nowego produktu, a może decydować o przewadze konkurencyjnej wyrobu. Ważne jest to w sytuacji, gdy większość cech jakościowych i parametrów techniczno-eksploatacyjnych wyrobów określonego typu prezentuje wyrównany poziom jakości.

Jeżeli bierzemy pod uwagę wyroby techniczne używane przez jednego człowieka, to są one składnikiem technicznym systemu, który można nazwać „elementarnym systemem człowiek – obiekt techniczny”. Elementarność systemu polega na tym, że zubożenie go o którykolwiek element (człowieka lub obiekt techniczny) zmienia jego charakter. To już nie będzie system tej klasy (choć każdy z elementów również może być traktowany systemowo: człowiek jako system psychofizyczny, a obiekt techniczny jako system techniczny). Elementarny system człowiek – środki techniczne w szczególnym przypadku może być utożsamiany z pojedynczym stanowiskiem pracy.

Każdy system działa w określonym otoczeniu. W odniesieniu do elementarnego systemu człowiek – obiekt techniczny przyjęto wyróżniać tzw. materialne parametry środowiska (drżania mechaniczne, hałas, mikroklimat, oświetlenie, promieniowanie szkodliwe, substancje szkodliwe, zanieczyszczenia powietrza) oraz czynniki

techniczno-organizacyjne (mające źródła w przyjętych rozwiązaniach konstrukcyjnych, technologicznych i organizacyjnych) (Tytyk, 2001, 2015).

Łatwo wyobrazić sobie strukturę systemów o wyższym stopniu skomplikowania, złożonych z wielu elementarnych systemów człowiek – obiekt techniczny. Można je nazwać „megasyystemami antropotechnicznymi” (MSAT). W praktyce może to być np. wydział produkcyjny, urząd, szpital, szkoła, osiedle, a nawet megasyystem nazywany cywilizacją techniczną. Wkraczamy tu w obszar penetracji naukowej zwany makroergonomią (Pacholski, 1995).

Tabela 6. Kryteria oceny megasyystemów antropotechnicznych (MSAT)
(Tytyk, 2015, s. 20)

Obszar znaczeniowy kryteriów	Merytoryczne podstawy formułowania kryteriów makroergonomicznych
Ergonomia	psychologia, fizjologia, antropometria, medycyna, technologia, organizacja pracy, zarządzanie, ekonomika pracy, ryzyko zawodowe, nauka o jakości
Ekologia	oddziaływanie MSAT jako względnie wyodrębnionej całości oraz jego elementów składowych na ekosystemy (ludzki, zwierzęcy, roślinny) w różnych stadiach istnienia MSAT i jego elementów
Ekonomia	stosunek efektów do nakładów, efektywność, wydajność, koszty niezawodności i odporności na zmienne warunki działania
Socjologia	kwalifikacje zawodowe i wykształcenie ludzi, etos zawodowy, gratyfikacje za pracę, zapotrzebowanie rynku na pracę w zawodzie, mobilność pracowników, więzi międzyludzkie, zachowania społeczne
Kultura	wyznawane zasady moralne, etyczne i religijne, więzi rodzinne, tradycje, zgodność zasad korporacji z własnym systemem wartości
Dobrostan osobisty	Subiektywne poczucie „swego miejsca”, rozumienie świata, akceptowanie reguł funkcjonowania w społeczeństwie, zdrowie, stabilizacja, perspektywy rozwoju osobistego i zawodowego, kontakty międzyludzkie
Bezpieczeństwo socjalne	zarobki i inne gratyfikacje, pewność zatrudnienia, opieka zdrowotna, zabezpieczenia socjalne, emerytury, polityka rodzinna
Bezpieczeństwo publiczne	brak zagrożenia dla siebie i rodziny ze strony innych grup społecznych, politycznych lub religijnych, ochrona przed klęskami żywiołowymi oraz katastrofami technicznymi, biologicznymi, chemicznymi, energetycznymi

Otoczenie systemów o wyższym stopniu złożoności jest inne niż w przypadku systemów elementarnych: wchodzi tu w interakcje czynniki należące do ekonomii, socjologii, ekologii, polityki, kultury. Chcąc dokonać oceny jakości MSAT, należy wziąć pod uwagę kryteria należące do wielu różnych obszarów znaczeniowych. Przesłanki do formułowania takich kryteriów zawarto w tabeli 6. Bazując na przesłankach przedstawionych w tej tabeli, można sformułować kryteria oceny MSAT lub kryteria decyzyjne służące do podejmowania decyzji projektowych. Kryteria takie znacznie wychodzą poza tematykę ściśle ergonomiczną i kwalitologiczną, odniesioną do pojedynczych obiektów technicznych.

Otoczenie systemów o wyższym stopniu złożoności jest inne niż w przypadku systemów elementarnych: wchodzi tu w interakcje czynniki należące do ekonomii, socjologii, ekologii, polityki, kultury. Chcąc dokonać oceny jakości MSAT, należy wziąć pod uwagę kryteria należące do wielu różnych obszarów znaczeniowych. Przesłanki do formułowania takich kryteriów zawarto w tabeli 7. Bazując na przesłankach przedstawionych w tej tabeli, można sformułować kryteria oceny MSAT lub kryteria decyzyjne służące do podejmowania decyzji projektowych. Kryteria takie znacznie wychodzą poza tematykę ściśle ergonomiczną i kwalitologiczną, odniesioną do pojedynczych obiektów technicznych.

8. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza poszczególnych faz cyklu życia wyrobu w ujęciu ergonomiczno-jakościowym wskazała, że zarówno jakość wyrobu, jak i jakość ergonomiczna jest kształtowana w całym cyklu życia wyrobu. W każdej z faz życia wyrobu, jakość wyrobu i jakość ergonomiczna jest postrzegana z właściwego dla nich punktu widzenia lub z punktu widzenia grupy „interesariuszy” stawiającej wymagania w danej fazie. W holistycznym ujęciu istnienia wyrobu, jakości cząstkowe z poszczególnych faz cyklu życia wyrobu tworzą łańcuch jakościowo-ergonomiczny, który decyduje o jakości wyrobu w jego całym cyklu życia i jego ostatecznej wartości.

Należy też uwzględnić fakt, że w miarę rozwoju technicznego i cywilizacyjnego, wymagania ludzi w stosunku do użytkowania wyrobów technicznych oraz w odniesieniu do warunków pracy przy ich wytwarzaniu ulegały daleko idącym zmianom. Zmiany te pokrywają się dość dokładnie z kierunkiem dążeń do zaspokajania ludzkich potrzeb, opisanym przez Abrahama Maslova, a mającym swe apogeum w momencie osiągnięcia tzw. stanu samorealizacji (ang. *self-actualization*) (Tytyk, 2017, s. 15-16).

W tabeli 7 zestawiono podstawowe zakresy merytoryczne kryteriów oceny jakości wyrobów oraz jakości ergonomicznej w różnych fazach istnienia wyrobu. Można je traktować jako podstawę do opracowania szczegółowych kryteriów, dostosowanych do określonego typu wyrobu technicznego. Ukazane tam zakresy

Tabela 7. Porównanie zakresów tematycznych jakości wyrobu oraz ergonomiczności

Faza istnienia wyrobu		Zakres inżynierii jakości	Zakres inżynierii ergonomicznej
Sfera przedprodukcyjna	opracowanie koncepcji	<p>Jakość projektowa wyrobu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - funkcjonalność, - skuteczność, - trwałość, - ekonomiczność, - bezpieczeństwo, - naprawialność, - estetyka 	<p>Spełnienie kryteriów decyzyjnych w zakresie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - projektowania procesów użytkowania i obsługiowania, - projektowania przestrzennej architektury wyrobu, - projektowania procesów informacyjno-sterowniczych, - projektowania źródeł czynników środowiskowych
	opracowanie projektu		
	badania prototypu lub modelu		
Sfera produkcyjna	przygotowanie produkcji	<p>Jakość organizacji:</p> <ul style="list-style-type: none"> - stan zasobów, - jakość dostaw, - dokumentacja warsztatowa, 	<p>Spełnienie kryteriów diagnostycznych dotyczących:</p> <ul style="list-style-type: none"> - obciążeń fizycznych człowieka przy wykonywaniu pracy, - obciążeń psychicznych przy wykonywaniu pracy, - czynników posturalnych i antropometrycznych, - czynników środowiska pracy
	obróbka	<p>Jakość wykonania:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dokładność obróbki, - kwalifikacje prac, - zasada 3R, 	
	montaż	<p>Jakość montażu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - staranność, - zgodność z dokumentacją 	
Sfera poprodukcyjna	obróć towarowy	<p>Jakość procesów logistycznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> - terminowość dostaw, - miejsce dostaw, - identyfikowalność towaru 	<p>Zapewnienie ergonomiczności:</p> <ul style="list-style-type: none"> - konserwacji, - pakowania, - transportu, - uruchamiania
	eksploatacja	<p>Jakość eksploatacji:</p> <ul style="list-style-type: none"> - warunki użytkowania wyrobu, - reżimy naprawcze, - zasada 3R 	<p>Zapewnienie ergonomiczności:</p> <ul style="list-style-type: none"> - użytkowania, - obsługiowania technicznego
	likwidacja	<p>Jakość likwidacji:</p> <ul style="list-style-type: none"> - podatność naprawcza, - zastępowalność części, - zasada 3R 	<p>Zapewnienie ergonomiczności:</p> <ul style="list-style-type: none"> - demontażu, - czyszczenia, - selekcji części, - odzysku materiałów, - neutralizacji czynników szkodliwych dla człowieka i przyrody

działań inżynierii jakości i inżynierii ergonomicznej ukazują podobieństwa i różnice między nimi, lecz także uzmysławiają rozległość tej problematyki, zwłaszcza przy uwzględnieniu wszystkich faz istnienia wyrobu technicznego.

Analiza tych podobieństw i różnic może być użyteczna przy opracowywaniu np. narzędzi diagnostycznych do badania poziomu całościowej jakości wyrobów technicznych i procesów wytwarzania (np. w ramach realizacji strategii TQM – Total Quality Management), a także przy opracowywaniu metod projektowania ergonomicznego.

LITERATURA

- Adamczyk, W. (red.) (2002). *Ekologiczne problemy jakości wyrobów*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe PTTŻ.
- Bielawna, A. (2011). Postrzeganie i rozumienie jakości – przegląd definicji jakości. *Studia i prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 21.
- Cempel, C., Kasprzak, J., Kłos, Z. *Eko-inżynieria. Ku holistycznemu projektowaniu i zarządzaniu środowiskiem*. Pobrano z: <http://www.kee.ae.wroc.pl> (30.06.2006).
- Chodyński, A. (red.) (2000). *Zarządzanie, jakość i wartość jako czynniki rozwoju firmy*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Marketingu i Zarządzania w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała.
- Chodyński, A. (2003). Jakość, innowacyjność i ekologiczność w strategii firmy. *Problemy Jakości*, 6.
- Gołaś, H., Mazur, A. (2010). *Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Grieves, M. (2006). *Product Lifecycle Management – Driving the Next Generation of Lean Thinking*. McGraw-Hill, New York.
- Gruszka, J. (2013). Business process model in quality management on the example of global enterprises. In: *Zarządzanie przedsiębiorstwem: perspektywa klienta i procesów wewnętrznych*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Gruszka, J. (1997). Analiza kierunków rozwoju wymagań jakościowych w branży przemysłu motoryzacyjnego. In: A. Jednoróg (red.), *Kierunki rozwoju zarządzania jakością*. Prace Naukowe ITMiA Politechniki Wrocławskiej, Seria: Konferencje, 29.
- Hamrol, A. (2007). *Zarządzanie jakością z przykładami*. Warszawa: WNT.
- Jabłoński, J. (red.) (2006). *Ergonomia produktu. Ergonomiczne zasady projektowania produktów*. wyd. 1. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej.
- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Góralczyk, M. (2007). *Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA)*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Legutko, S. (2007). *Eksploatacja maszyn*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Lenart, A. *Zarządzanie cyklem życia produktu a system ERP*. Pobrano z http://076 Lenart_a2.pdf (30.09.2017).
- Łunarski, J. (2008). *Zarządzanie jakością – standardy i zasady*. Warszawa: WNT.
- Mantura, W. (2010). *Zarys kwalitologii*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Olechnik, T., Wieczorek, R. (1982). *Kontrola i sterowanie jakością (w przemyśle elektromaszynowym)*. Warszawa–Poznań: PWN.

- Pacholski, L. (1995). Macroergonomic evaluation of the work process quality of the multi-agent manufacturing system. In: *Ergonomics Design: Interfaces – Products – Information*. Rio de Janeiro: ABEGRO.
- PN-EN ISO 9001:2016. *Systemy zarządzania jakością. Wymagania*. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny.
- Stefanowicz, T. (1996). *Wstęp do ekologii i ochrony środowiska*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Szatkowski, K. (2008). *Przygotowanie produkcji*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Tytyk, E. (2001). *Projektowanie ergonomiczne*. Warszawa–Poznań: Wyd. Naukowe PWN.
- Tytyk, E. (2009). Inżynieria ergonomiczna jako komponent inżynierii zarządzania jakością warunków pracy. In: M. Fertsch (red.), *Ergonomia – Technika i Technologia – Zarządzanie*. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej.
- Tytyk, E. (2015). Ergonomia w ujęciu mikro, mezo i makro. In: J. Charytonowicz (red.), *Zastosowania Ergonomii. Wybrane kierunki badań ergonomicznych w 2015 roku*. Wrocław: Wyd. Polskiego Towarzystwa Ergonomicznego PTerg Oddz. we Wrocławiu.
- Tytyk E. (2017). Intelktualizacja i humanizacja pracy jako istotne czynniki postępu cywilizacyjnego. In: M.A. Paszkowicz, A. Hrynienko, A. Kolot, B. Pietrulewicz (red. nauk), *Człowiek – Społeczeństwo – Gospodarka. Intelktualizacja i humanizacja pracy*, 4. Zielona Góra: Wyd. Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy oraz Kijowski Narodowy Uniwersytet Ekonomiczny, Katedra Ekonomiki Pracy, 15-38.

ERGONOMIC AND QUALITY PROBLEMS IN DIFFERENT PHASES OF THE LIFE CYCLE OF TECHNICAL PRODUCTS

Summary

The paper discusses the basic problems of ergonomic engineering and quality engineering, specific to the defined phases of the life cycle of technical products (LCA). The range of technical products was limited to machines, hand tools and equipment used to implement basic technologies in the construction and operation of machines. The relationship between the ergonomic and quality issues in the identified phases of the product life cycle was presented. Attention was paid to overgeneralization (in the ergonomic and ecological context) in the product's decommissioning phase. It is important to highlight the significance of the relationship between ergonomics and quality, and economic and ecological issues (such as the 3R strategy), which should be included in all of the phases of the product's life cycle.

Keywords: ergonomic engineering, quality engineering, product life cycle

