

Ewa BUDNIAK\*, Bogna MATEJA\*, Małgorzata SŁAWIŃSKA\*

## SPECYFIKA KOMPLEKSOWEGO UJĘCIA EDUKACJI W ZAKRESIE ERGONOMII W BEZPIECZEŃSTWIE PRACY

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2016.069.01

Każde celowe działanie ludzkie powinno bazować na rozległych i aktualizowanych zasobach wiedzy. Tylko wtedy ma szansę być skuteczne i przynieść oczekiwane rezultaty. Jest to szczególnie ważne, gdy działanie to zapewnia człowiekowi nie tylko przetrwanie w sensie biologicznym, ale realizację podstawowych jego potrzeb, z potrzebą bezpieczeństwa na czele. Wiedza zatem stanowi fundament życia ludzkiego i jest niezbywalnym warunkiem rozwoju cywilizacyjnego. Edukacja, a zwłaszcza edukacja przyszłych inżynierów, nie może ograniczać się do rozwijania umiejętności praktycznych, nawet jeśli bazują one na doświadczeniach pokoleń. Musi oprócz tego dostarczać zasobów wiedzy i kształtować postawy poszerzania jej zakresu. Przyjmuje się, że inżynier przede wszystkim powinien umieć działać w konkretnych sytuacjach oraz znajdować rozwiązania realnych problemów. Jednakże postęp techniczny i cywilizacyjny stawia przed tą grupą zawodową wciąż nowe wyzwania, które wymagają nowych rodzajów kompetencji, działania w obszarach interdyscyplinarnych, a w końcu dokonywania odkryć poszerzających wiedzę. A zatem niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie relacji interdyscyplinarnych w procesie edukacji inżynierów.

**Słowa kluczowe:** kompetencje inżyniera, nauczanie systemowe, ergonomia, bezpieczeństwo pracy

### 1. WPROWADZENIE

#### 1.1. Profil kompetencji inżyniera bezpieczeństwa pracy

Naczelnym celem w kształceniu umiejętności działania inżynierów w konkretnych sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa oraz w kształceniu umiejętności znaj-

---

\* Katedra Ergonomii i Inżynierii Jakości, Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

dowania rozwiązań realnych problemów w dobie dynamicznego postępu technicznego jest uzyskanie nowych rodzajów kompetencji, działania w obszarach interdyscyplinarnych.

Projektowanie systemów techniczno-społecznych wymaga bowiem zdolności analizy systemowej, kompleksowego podejścia w procesie badawczym, dzięki czemu inżynier koncentruje się na wymaganych własnościach elementów składowych i na istotnych dla bezpieczeństwa pracy relacjach systemowych. Ponieważ w zarządzaniu bezpieczeństwem eksploatacji obiektów technicznych można wyróżnić nawet do kilkuset różnorodnych czynników wpływających na bezpieczeństwo pracy, więc zdolność kategoryzowania ich jest podstawową umiejętnością diagnozowania procesów eksploatacji oraz opracowywania założeń projektowych w doskonaleniu systemu pracy. Niezbędna zatem jest wiedza o naturze trójki elementów składowych tzw. łańcucha działania (rys. 2) zwanego również łańcuchem użytkownika oraz umiejętność wyboru tych pojedynczych elementów, które decydują o bezpieczeństwie użytkownika techniki w kontekście sytuacji pracy. Osiągnięcie takiego poziomu kompetencji jest możliwe wówczas, kiedy na poszczególnych etapach procesu kształcenia zorganizowane są warunki do dokonywania odkryć poszerzających wiedzę. Początkowo jest to analiza bezpieczeństwa pracy, ocena bezpieczeństwa użytkowanych środków pracy i urządzeń pomocniczych, a równocześnie pozyskanie wiedzy, dzięki której można znaleźć odpowiedzi na następujące trzy pytania:

1. Co jest istotą danego problemu?
2. Dlaczego wystąpiły interesujące nas zjawiska?
3. W jaki sposób przebiega określone zjawisko, jak to się dzieje?

Powyższe pytania wyznaczają precyzyjnie kierunek poszukiwania i pogłębiania wiedzy. Bazą są zasoby informacji o własnościach obiektów technicznych, tj. podstawowa wiedza techniczna oraz wiedza na temat kontekstu użycia obiektów technicznych oraz zarządzania ich eksploatacją. Zarówno własności obiektów technicznych, jak i ich efektywne użytkowanie odnosi się do wspólnego mianownika, którymi są wymagania ergonomiczne. Wiedza ergonomiczna pozwala tworzyć spójną koncepcję w rozwoju naukowym i praktycznym studenta kierunku inżynieria bezpieczeństwa. Staje się czynnikiem motywacyjnym w twórczych poszukiwaniach i kieruje osiągnięcia naukowe w stronę problematyki bezpieczeństwa w wielu jego aspektach. Można więc przyjąć za prawdziwe określenie: z techniką przez ergonomię do bezpieczeństwa.

## **1.2. Podsystem eksploatacji obiektów technicznych zakresem obszaru analizy systemowej**

Praktyczne umiejętności doskonalenia bezpieczeństwa pracy wynikają ze świadomości zaistniałych zmian i ze zdolności prognozowania wywołanych tymi zmia-

nami skutków w systemie pracy i otoczeniu, które badacz potrafi udokumentować. Wymagana staje się tu umiejętność modelowania rzeczywistych warunków sytuacji pracy. Modelowanie z zastosowaniem modeli matematycznych, fizycznych lub opisowych jest dopełnieniem kompetencji inżyniera BHP, który projektuje bezpieczeństwo jako integralną część systemu. Na przykład budowa modelu procesów eksploatacji (Kaźmierczak, 2000, s. 165-168) dostarcza ważnych informacji na temat warunków współdziałania człowieka z techniką w newralgicznych sytuacjach przejścia między stanami systemów – zdatności i niezdatności lub niezawodności i zawodności.

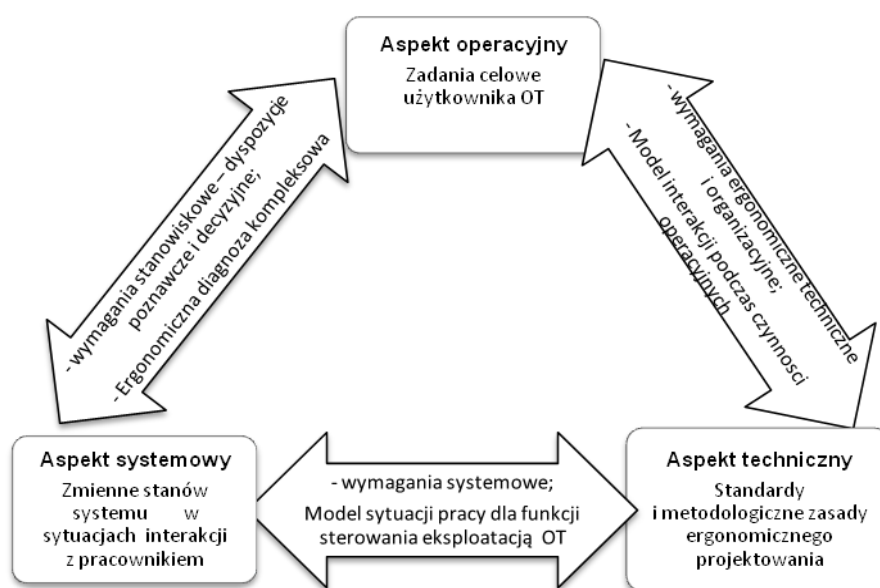
Ujęcie ergonomiczne w modyfikacji procesów eksploatacji urządzeń technicznych znacznie upraszcza problemy związane z ich użytkowaniem. Natomiast wzbogacenie pragmatycznych modeli eksploatacyjnych o zmienne ergonomiczne, które są identyfikowane w poszczególnych fazach projektowania ergonomicznego systemu pracy (Tabela 1), stwarza podstawy do optymalnych decyzji w sterowaniu eksploatacją. Pragmatycznym modelem eksploatacyjnym nazywamy taki model eksploatacyjny, który jest przedstawiony w języku decydenta danego fragmentu modelowanej rzeczywistości (Legutko, 1999, s. 30).

Tabela 1. Struktura badań ergonomicznych w obszarach podstawowych problemów użytkowania obiektów technicznych (oprac. Sławińska)

<b>Problematyka użytkowania obiektów technicznych</b>	<b>Fazy projektowania ergonomicznego</b>
planowanie użytkowania obiektów technicznych	wyznaczanie zadań ergonomicznych
organizacja systemu użytkowania obiektów	opracowanie i sprecyzowanie założeń projektowych
sterowanie systemem użytkowania obiektów	sporządzenie projektu wstępnego
zbieranie i przetwarzanie informacji dotyczących użytkowania obiektów	sporządzenie projektu szczegółowego
modele procesów użytkowania obiektów technicznych	program badań ergonomicznych
badanie eksperymentalne procesu użytkowania obiektów	realizacja i ocena
badanie symulacyjne procesów użytkowania obiektów	
efektywność funkcjonowania systemów użytkowania urządzeń	

Badania ergonomiczne są jednym z przedsięwzięć eksploatacyjnych wymaganych ze względu na negatywne tendencje zmian wskaźników eksploatacyjnych (nieuszkodzalności, bezpieczeństwa, gotowości, efektywności). Są one dodatkowym źródłem informacji eksploatacyjnej, dzięki której przeprowadza się badanie

tendencji tych wskaźników. Umiejętność modelowania sytuacji pracy umożliwia integrację rzeczywistych danych w ergonomicznym projektowaniu techniki (rys. 1), gdzie występują analogie do procesowej integracji przedsiębiorstwa (Pacholski, Cempel, Pawlewski, 2009, s. 191-230). Podczas wielopoziomowej analizy systemu pracy rozpoznawane są relacje systemowe, dzięki którym podczas modelowania przeprowadza się kompleksową integrację różnorodnych danych i powiązania poziomów. Ucząc technik modelowania interesującego fragmentu rzeczywistości, doskonalimy zdolności analityczne oraz budujemy bazę dla kreatywnego rozwiązywania problemów techniczno-organizacyjnych.



Rys. 1. Schemat integracji procesowej w projektowaniu ergonomicznym OT (Sławińska, 2011, s. 70)

Każdy zapis, przy pomocy którego można przedstawić wiedzę o tym, co jest istotne w wykonywanych zadaniach celowych i o tym, co ma wpływ na wykonanie decyzji operatorskich, jest oczekiwanym opisem elementów systemu i relacji systemowych. Ważnym etapem w dokumentowaniu systemu pracy jest opis zjawisk dynamicznych. Na wstępie jest to słowny opis historii związków przyczynowo-skutkowych elementów systemu, między którymi wystąpiły relacje skutkujące przejściem między stanami systemu, które w efekcie stanowią składową informacji eksploatacyjnej (Kaźmierczak, 2000, s. 188).

Dzięki sukcesywnemu uszczegóławianiu analizy kompleksowej jest możliwe wykonanie zadań w zakresie projektowania bezpieczniejszych systemów. Ko-

niecznym dopełnieniem kompetencji inżyniera BHP jest wiedza na temat czynności człowieka w środowisku pracy i efektów przez nie wywoływanych.

Jeżeli przyjąć, że bezpieczeństwo pracy to własności elementów stanowiska/miejsca pracy, które charakteryzują się jego odpornością na powstanie np. zagrożeń bezpieczeństwa życia lub zdrowia człowieka, to wówczas, współbieżnie do projektowania procesów eksploatacji urządzenia, należy projektować sposób interakcji użytkownika OT – obiektu technicznego. Skutkiem takiego podejścia do obszaru wiedzy z zakresu diagnostyki technicznej powinna być implementowana wiedza z zakresu ergonomii kognitywnej. Podsystem ergonomiczny stwarza możliwość przetworzenia informacji o otoczeniu układu człowiek – OT do obszaru diagnostyki procesów przemysłowych. Jest to dziedzina wiedzy obejmująca całość zagadnień teoretycznych i praktycznych dotyczących identyfikacji i oceny aktualnych, przeszłych i przyszłych stanów obiektu technicznego, która wymaga uwzględnienia otoczenia.

Eksperymenty, podczas których rekonfiguruje się różne relacje między elementami modelowanego systemu pracy, umożliwiają identyfikowanie czynników przeciążenia i rozpoznawanie możliwości odciążenia pracownika wykonującego zadania celowe. Model taki stwarza równocześnie warunki do oceny podatności eksploatacyjnej środków pracy.

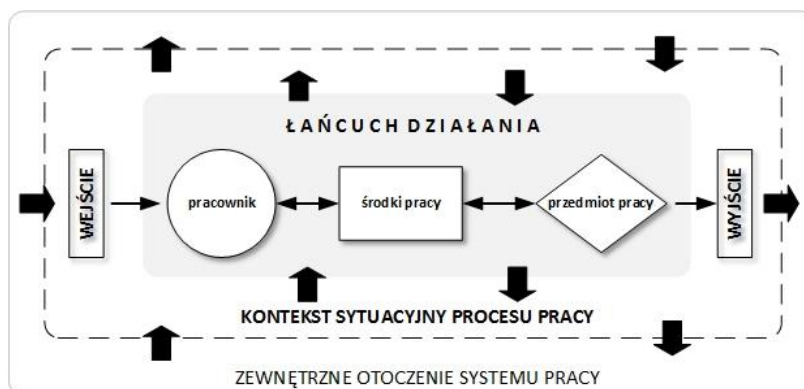
Dla projektanta zautomatyzowanych urządzeń technologicznych bardzo ważne jest uświadomienie sobie tego, że efektywność i niezawodność działania jest warunkowana nie tylko czynnikami środowiska zewnętrznego i przebiegiem zdarzenia, lecz także wewnętrznym psychicznym obrazem ukształtowanym na podstawie psychicznego odzwierciedlenia informacji w mózgu operatora. Informacja o tym, co się dzieje na bieżąco w systemie, musi być pieczołowicie przygotowywana.

## **2. ASPEKT ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO W EDUKACJI MAKROERGONOMICZNEJ**

Megasystem ludzie-technika w ujęciu makroergonomicznym oraz schemat powiązań elementów systemu pracy (rys. 2) jednoznacznie sugerują konieczność uwzględniania roli zewnętrznego otoczenia systemu pracy (w tym środowiska przyrodniczego) w jego funkcjonowaniu.

Próba izolowania systemu pracy od wpływów środowiskowych nie tylko zubaża rozważania na ten temat, ale prowadzi do zafałszowania obrazu całokształtu problematyki. Nierozzerwalność zagadnień obustronnych relacji między środowiskiem pracy (kontekstem sytuacyjnym procesu pracy), pracownikami, środkami pracy i przedmiotami pracy a środowiskiem naturalnym bywa nam uświadamiana w momentach zakłócenia prawidłowości tych relacji bądź braku poświęcania im uwagi. Wyczerpywanie zasobów surowcowych i katastrofalne zanieczyszczenie

wszystkich elementów biosfery jest skutkiem niewłaściwego przebiegu procesów pracy, a jednocześnie przyczyną pogarszania się jakości życia i stanu zdrowia ludzi – także tych zaangażowanych w realizację procesów.



Rys. 2. Elementy systemu pracy (Sławińska, 2011, s. 19)

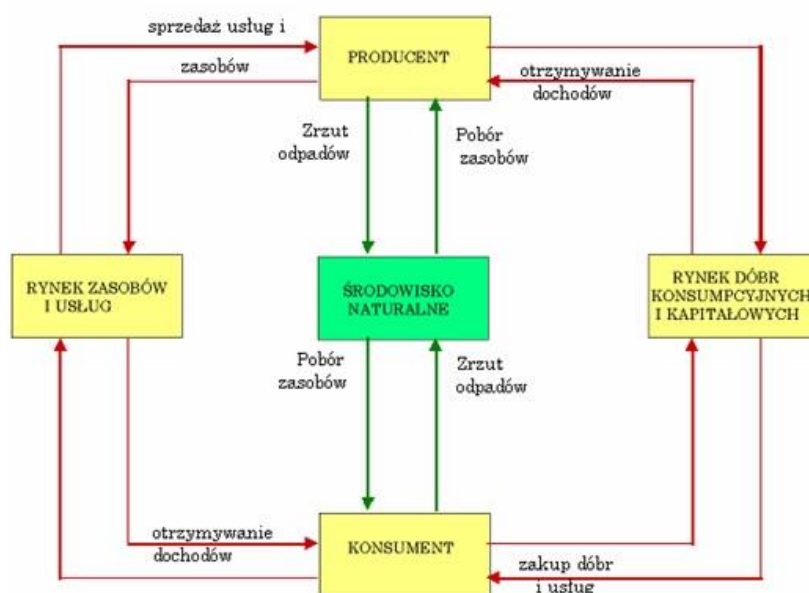
Warunki pracy i stan środowiska naturalnego wzajemnie na siebie oddziałują, w sytuacjach negatywnych pogarszając jednocześnie efekty pracy i powodując szkody społeczne. Nauczając ergonomii w bezpieczeństwie pracy, nie możemy zatem pomijać aspektów ochrony środowiska, rozumianego tutaj szerzej: jako wzajemnie przenikającej się całości, obejmującej środowisko pracy i środowisko naturalne. W niektórych przypadkach zresztą środowiska te realnie możemy utożsamiać ze sobą, np. gdy praca nie jest wykonywana w pomieszczeniach zamkniętych. Uzasadnione jest także używanie pojęcia „bezpieczeństwo środowiskowe” w odniesieniu do opisaną wyżej całości uwarunkowań środowiskowych.

Prowadzone od szeregu lat na kierunku inżynieria bezpieczeństwa zajęcia z ochrony środowiska mają właśnie na uwadze przedstawione wyżej argumenty. Zarówno wykłady, jak i ćwiczenia oraz projekty mają za zadanie zwrócić uwagę studentów na różne aspekty tej bardzo szerokiej i niezwykle aktualnej problematyki.

Edukacja w zakresie bezpieczeństwa środowiskowego zawiera treści związane bezpośrednio z podejściem ergonomicznym. Ma zatem np. cechy nauczania systemowego, humanocentrycznego oraz interdyscyplinarnego. W jej ramach kładzie się nacisk na opis i praktyczne stosowanie wiedzy i działań dotyczących zidentyfikowanych relacji między elementami systemu pracy i jego otoczenia. Wyróżnia się na tym tle wpływ tych elementów na człowieka zaangażowanego w jakiegokolwiek działania. Wykorzystuje się także wiedzę z różnych dziedzin dla sformułowania postulatów makroergonomii, dotyczących tworzenia sytuacji komfortu w trakcie tychże działań (Jasiak, Misztal, 2004, s. 7-43).

Wykłady z przedmiotu ochrona środowiska powinny przede wszystkim uporządkować aparat pojęciowy omawianej problematyki. Zwroty takie jak „ochrona środowiska”, „ekologia”, „przyjazność środowiskowa” od wielu lat funkcjonują

w języku potocznym w nie zawsze prawidłowym kontekście. Nadużywanie ich w odniesieniu do produktów, metod wytwarzania, zakładów produkcyjnych i usługowych, które w sposób wątpliwy lub w ograniczonym zakresie spełniają kryteria ekologiczne, prowadzi do wypaczenia idei zrównoważonego rozwoju, która powinna stwarzać szanse globalnej poprawy stanu środowiska naturalnego (Mateja, 2011, s. 5). Na niższych poziomach edukacji wprowadzane są formy uświadamiania roli tej dziedziny dla utrzymania wzrostu gospodarczego, a może nawet – jak twierdzą niektórzy – przetrwania ludzi i życia na ziemi. Zajęcia na kierunku inżynieria bezpieczeństwa dają możliwość rozwinięcia u studentów umiejętności rozwiązywania realnych problemów także w obszarach interdyscyplinarnych, łączących dziedziny techniczne, organizatorskie i przyrodnicze. Istotne jest również kształcenie naszych studentów, jako nie tylko szeregowych „użytkowników” środowiska, ale także – w przyszłości – odpowiedzialnych za nie decydentów z rozmaitych sfer życia społecznego. Konieczne jest zatem w trakcie ich edukacji scharakteryzowanie właściwości i możliwych zastosowań różnych instrumentów polityki środowiskowej prowadzonej na poszczególnych szczeblach zarządzania – od polityki środowiskowej przedsiębiorstwa, aż po politykę środowiskową państwa – i działania o charakterze globalnym. Instrumenty o charakterze prawnym, ekonomicznym i marketingowym muszą być wdrażane ze względu na brak samoistnych mechanizmów regulacyjnych w relacjach producent – środowisko naturalne – konsument (rys. 3).



Rys. 3. Relacje wiążące producenta i konsumenta (Jabłoński, 1999, s. 26)

Ten sam argument przemawia za stosowaniem systemów zarządzania środowiskowego, takich jak zawarte w grupie norm z serii ISO 14000. Systemy tej serii często współpracują na terenie przedsiębiorstw – w ramach systemów zintegrowanych – z systemami zarządzania dotyczącymi bezpieczeństwa i higieny pracy. Umożliwiają wówczas kompleksowe podejście do problemów obu przenikających się środowisk.

Kolejne przykłady wzajemnych oddziaływań warunków pracy i środowiska przyrodniczego są prezentowane zarówno w trakcie wykładów, jak i podczas ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących np. konsekwencji pojawiania się zagrożeń hałasem, drganiami mechanicznymi, skrajnymi warunkami termicznymi, niewłaściwym oświetleniem. Mogą to być oddziaływania związane z wpływem człowieka i wykonywanej przez niego pracy na wyróżnione fragmenty środowiska (tzw. antropogeniczne obciążenia środowiska naturalnego) oraz tegoż środowiska na człowieka i efekty jego pracy.

W trakcie ćwiczeń projektowych studenci identyfikują skutki środowiskowe cyklu życia wybranego produktu. W przedsiębiorstwach stanowi to wstęp do opracowania projektów, a następnie wdrażania działań o charakterze ochrony środowiska zarówno o charakterze „u źródła”, jak i typu „*end of pipe*”. Rozwija to umiejętność przewidywania ekologicznych następstw działań organizatorskich i technologicznych, budzi świadomość i odpowiedzialność środowiskową dotyczącą wyczerpywania zasobów naturalnych, zanieczyszczania biosfery na wszystkich etapach produkcji i usuwania wyrobu. Również te zajęcia jednoznacznie ukazują związki pomiędzy problemami środowiska pracy i środowiska przyrodniczego, w którym funkcjonują opisywane systemy pracy.

Jedno z ćwiczeń laboratoryjnych podkreśla wagę uwzględniania aspektów środowiskowych już na etapie projektowania wyrobu. Zastosowanie eksperymentalnej metody obliczania tzw. ekowskaźnika umożliwia tworzenie wersji produktu bardziej przyjaznego środowiskowo ze względu na: użyte surowce i materiały, zastosowane technologie ich obróbki, procesy transportowe i rodzaje energii, a także tzw. scenariusze usuwania zużytych wyrobów. W metodzie uwzględnia się nie tylko rozmiary skutków środowiskowych, ale również ich wagi – ze względu na zagrożenie życia i zdrowia ludzkiego bądź na degradację ekosystemu. Podobnie jak warunki środowiska pracy wpływają na komfort wykonania pracy, tak warunki zmodyfikowanego przez człowieka środowiska naturalnego wpływają na jakość jego życia.

W ramach kształcenia inżynierów bezpieczeństwa wykorzystuje się też symulacje komputerowe. Dają one studentom możliwość skalkulowania indywidualnych wskaźników zużycia wody (tzw. śladu wodnego – *water footprint*) oraz emisji dwutlenku węgla (tzw. śladu węgla) w zależności od kraju zamieszkania, zamożności, sposobu odżywiania się i nawyków bytowych. Można też porównać swoje wskaźniki z wariantami alternatywnymi oraz ze wskaźnikami mieszkańców różnych krajów. Modeluje się także skutki ewentualnych awarii związanych z uwolnieniem się niebezpiecznych substancji chemicznych i ich rozprzestrzenieniem



w zależności od warunków atmosferycznych. Jest to punkt wyjścia dla rozważań o bezpieczeństwie w szerszym kontekście.

Odrębny blok tematyczny stanowią problemy związane z zanieczyszczeniem atmo-, hydro- i litosfery. Są one omawiane w formie wykładów dotyczących źródeł tych zanieczyszczeń oraz działań inżynierii ochrony środowiska, które starają się je przezwyciężyć. Uzupełniają je ćwiczenia terenowe w formie zwiedzania takich obiektów, jak: komunalne składowisko odpadów, stacja uzdatniania wody i oczyszczalnia ścieków. Możliwość skonfrontowania wiedzy teoretycznej, schematów urządzeń i warunków ich funkcjonowania z rzeczywistymi obiektami i komentarzem praktycznym osób oprowadzających, będących ich pracownikami, poprawia przyswajanie wiadomości i zwiększa zainteresowanie tematyką oraz konkretnymi rozwiązaniami technicznymi.

Koncepcja nauczania tzw. przedmiotów środowiskowych w powiązaniu z bezpieczeństwem pracy i zapewnieniem jej ergonomicznych warunków daje – zwłaszcza w procesie kształcenia inżynierów – o wiele większe możliwości niż przedstawianie im elementów wiedzy ekologicznej jako dziedziny wyłącznie przyrodniczej. Inżynierowie nabywają umiejętności rozwiązywania konkretnych problemów, a zwłaszcza przewidywania zagrożeń środowiskowych pojawiających się w związku z funkcjonowaniem systemów pracy oraz zapobiegania im, zanim doprowadzą do katastrof ekologicznych. Pozytywnym skutkiem tej koncepcji jest możliwość kompleksowego działania w obrębie łącznie traktowanego środowiska pracy i środowiska naturalnego. Przynosi to wymierne efekty finansowo-ekonomiczne oraz poprawia jakość rozwiązań.

### **3. INTEGRACJA PROCESU KSZTAŁCENIA Z PRAKTYKĄ**

Dzisiaj, przy nieograniczonym dostępie do światowych technologii, najnowszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, pracodawcy poszukują pracowników o najwyższych kompetencjach, z rozwiniętymi umiejętnościami praktycznymi. Takich inżynierów kształcimy na Wydziale Inżynierii Zarządzania.

W 2007 roku dla studentów kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa zainicjowano nową formułę zajęć – poza murami uczelni. Zajęcia laboratoryjne przeniesiono do stref produkcyjnych kilku przedsiębiorstw, bezpośrednio na stanowiska pracy. Dzięki obserwacji pracowników podczas pracy, przy wykonywaniu zadań, studenci poznawali i oswajali się z nowym dla siebie środowiskiem pracy. Zdobywali umiejętności komunikowania się ze środowiskiem zawodowym, pozyskiwania informacji, ich poprawnej analizy i oceny oraz identyfikowania i interpretowania występujących na stanowiskach zagrożeń.

Spotkanie dwóch różnych środowisk uruchomiło nieformalny proces – ciągłego doskonalenia wiedzy i wzajemnych relacji. Z jednej strony studenci – pytający

o działanie i budowę maszyn, procesy technologiczne, organizację pracy, elementy ergonomii i bezpieczeństwa na stanowisku pracy; z drugiej pracownicy – opowiadający o swojej pracy, odpowiedzialności za jakość realizowanych zadań, obciążeniach, fizycznych uciążliwościach, warunkach pracy.

Typowe zderzenie teorii z praktyką. Pierwsze zajęcia obu stronom uświadomiły stopień nowych trudności: studentom – zdobycia umiejętności rozumienia przekazywanych w języku techniki (produkcji) komunikatów, danych źródłowych, a pracownikom – konieczność przypomnienia i uzupełnienia wiedzy dotyczącej własnego stanowiska pracy.

Nie ostudziło to zapału edukacyjnego pracowników. Pracodawcy również dostrzegli korzyści. Pracownicy, nawet z wieloletnim stażem pracy na stanowisku, zaczęli uzupełniać wiedzę. Dokładniej studiowali dokumentację techniczną i instrukcje obsługi maszyn, technologa dopytywali o szczegółowy rozkład procesu technologicznego, a pracowników działu BHP o zagrożenia na stanowisku pracy. Z większym zaangażowaniem wykonywali pracę, świadomie podkreślali swoje kompetencje, doświadczenie zawodowe i przestrzeganie na stanowisku obowiązujących procedur i przepisów z zakresu technologii oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.

W każdym przedsiębiorstwie bezpieczeństwo pracy opiera się na wymogach określonych prawem oraz elementach, które dodatkowo przyczyniają się do podniesienia bezpieczeństwa wykonywanej pracy. Wraz z nasileniem na stanowiskach działań poprawiających organizację pracy, bezpieczeństwo i higienę pracy, wzrasta poziom bezpieczeństwa w całym przedsiębiorstwie.

Na zajęciach studenci poszukiwali tych zależności: na stanowiskach – przykładów zastosowania różnych rozwiązań technicznych, które świadczyłyby o myśleniu ergonomicznym, w maszynach – zabezpieczeń, fabrycznych i tych uzupełnionych w ramach własnych projektów racjonalizatorskich.

W jednym z przedsiębiorstw, na wydziale obróbki mechanicznej, mogli obserwować proces odmładzania parku maszynowego, który polegał na zastąpieniu maszyn konwencjonalnych maszynami sterowanymi numerycznie. Do wymiany wytypowano pięć takich maszyn, wcześniej wielokrotnie modernizowanych, które pomimo zainwestowania znacznych środków (dodatkowe osłony, urządzenia blokujące, podajniki) nie osiągnęły wymaganego, najwyższego poziomu bezpieczeństwa. Ten poziom oraz wielokrotnie wyższą wydajność gwarantowały nowo zakupione maszyny, dwa centra frezarskie.

Nowe maszyny wymagały przygotowania nowych stanowisk. Zmianom organizacyjnym poddano główną halę produkcyjną; wyznaczono nowe strefy robocze dla wszystkich stanowisk – obróbki skrawaniem, linii montażowych, magazynowania wyrobów oraz transportu wewnętrznego. Powierzchnię stanowisk podzielono na strefy funkcyjne:

- obsługi maszyny (sterowniczą i eksploatacyjną, załadunku i rozładunku),
- odkładania półfabrykatów (przed obróbką) i detali (po obróbce),
- kontrolno-pomiarową,

- przygotowania oprzyrządowania i narzędzi skrawających.

Po zakończeniu prac organizacyjnych i włączeniu do ruchu wszystkich maszyn, studenci otrzymali nowe zadania zdiagnozowania stanowisk pracy pod kątem:

- bezpiecznych relacji zachodzących między człowiekiem a maszyną,
- nowych obciążeń i zagrożeń dla człowieka,
- zastosowanych na stanowisku elementów ergonomii,
- zagrożeń dla środowiska.

Studenci bez większych trudności zdiagnozowali wszystkie zabezpieczenia zamontowane w maszynach, jak obudowy ruchomych części maszyn z automatyczną blokadą osłon strefy roboczej maszyny, zintegrowane z maszyną magazyny narzędzi, wielofunkcyjne sygnalizacje alarmowe, dodatkowe wyłączniki bezpieczeństwa.

Dobrze opisali zmiany wprowadzone w organizacji pracy i wyposażeniu stanowisk pracy – podnośniki i urządzenia dźwigowe, podesty z regulowaną wysokością, oświetlenie miejscowe zainstalowane w każdej komorze kabiny obróbczej, czy barierki ochronne oddzielające stanowiska od strefy komunikacyjnej.

Poprawnie zdiagnozowali czynniki materialnego środowiska pracy oraz wykazali zasadnicze zmiany warunków pracy – zwielokrotnioną na hali wymianę powietrza, obniżony na stanowiskach poziom hałasu (zamknięcie procesów obróbczych), podniesienie do wartości normatywnych natężenia oświetlenia ogólnego oraz miejscowego, poprzez zainstalowanie w strefach roboczych odpowiedzialnych za jakość obróbki nowych punktów świetlnych.

Najwięcej trudności sprawiła studentom ocena obciążeń – fizycznego i psychicznego. Studenci wykazali się znikomą wiedzą w tym zakresie, nie potrafili samodzielnie ocenić nawet obciążenia statycznego i monotonii pracy.

Ocenę wpływu procesów technologicznych na środowisko, w tym przypadku na otoczenie przedsiębiorstwa, poprzedziła  **pogłębiona analiza udostępnionej studentom dokumentacji technicznej. Potem rozmowy, przeprowadzone z pracownikami odpowiedzialnymi za technologię i ochronę środowiska, które ujawniły, z jaką konsekwencją przedsiębiorstwo dąży do zmniejszania i stopniowego eliminowania z procesów technologicznych czynników niebezpiecznych i szkodliwych.**

Omówiona w artykule operacja zastąpienia maszyn konwencjonalnych maszynami sterowanymi numerycznie pozwoliła na zamknięcie procesów obróbczych i częściowe ograniczenie przedostawania się substancji szkodliwych (wspomagających pracę maszyn) na zewnątrz. Świadomie zastosowano ideę BAT, wprowadzając na wydziale nowe technologie i maszyny, spełniające europejskie normy bezpieczeństwa.

## LITERATURA

1. Jabłoński J., *Wybrane problemy zarządzania środowiskowego*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.

2. Jasiak A., Misztal A., *Makroergonomia i projektowanie makroergonomiczne*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
3. Kaźmierczak J., *Eksploatacja systemów technicznych*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
4. Legutko S., *Podstawy eksploatacji maszyn*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.
5. Mateja B., *Ekologia. Wybrane zagadnienia*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.
6. Pacholski L., Cempel W., Pawlewski P., *Reengineering. Reformowanie procesów biznesowych i produkcyjnych w przedsiębiorstwie*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2009.
7. Sławińska M., *Reengineering ergonomiczny procesów eksploatacji zautomatyzowanych urządzeń technologicznych (ZUT)*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.

#### **SPECIFICATION OF A COMPREHENSIVE APPROACH TO EDUCATION WITHIN ERGONOMICS IN WORK SAFETY**

##### Summary

Every intentional human action should be based on extensive and current knowledge. Only then does it have a chance to be effective and to bring about the expected results. It is particularly important when the action undertaken ensures not only biological survival, but also fulfils basic human needs, with the need for safety at the forefront. Education, especially education of future engineers, cannot be reduced to only developing practical skills, even if they are based on the experience of former generations. In addition, education must provide knowledge and form attitudes for widening its scope. It is assumed that an engineer should above all know how to act in determined situations and find solutions for real problems. However, the progress of technology and civilization confronts this group with new challenges that appear constantly and that require new kinds of competences, actions in interdisciplinary areas and discoveries that will expand the knowledge base. Education in the sphere of safety includes content that is directly related with the ergonomic approach. Therefore it has features of a system, it is interdisciplinary and focused on the education process of engineers.

**Keywords:** engineer competences, systematic teaching, ergonomics, work safety