



PIOTR ZAWADA¹, MACIEJ CHRZANOWSKI²

Systemy sterowania we współczesnych przedsiębiorstwach – wymagania wobec absolwentów uczelni wyższych

Control System in Contemporary Enterprises – Requirements for University Graduates

¹ ORCID: 0000-0003-2817-9578, doktor habilitowany, profesor UKSW, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Wydział Nauk Historycznych i Społecznych, Instytut Socjologii, Katedra Socjologii Pracy i Organizacji, Polska

² ORCID: 0000-0003-2791-8252, doktor, Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, Katedra Przedsiębiorczości, Zarządzania i Ekoinnowacyjności, Polska

Streszczenie

Zmieniająca się rzeczywistość gospodarcza, a zwłaszcza postępujący proces globalizacji, wymusza we wszystkich gospodarkach przemysłane inwestycje w kapitał ludzki, zwłaszcza w obszarze wiedzy i kompetencji. Rozwój gospodarki naszego kraju w ciągu ostatnich 15 lat bazował na korzystaniu ze szczególnej cechy polskiego rynku pracy. Takie dwa najważniejsze elementy decydujące o wyborze Polski jako miejsca do realizowanych projektów biznesowych to dostępna, wysoko wykwalifikowana siła robocza w dużym wymiarze, a także w porównaniu do innych gospodarek – bardzo niskie koszty pracy. Ta sytuacja sprzyjała temu, że staliśmy się krajem o przewadze eksportu nad importem i miejscem, gdzie skoncentrowano biznesy z branż wysokotechnologicznych. Na zauważenie zasługuje fakt, że w tym czasie bardzo niewiele polskich firm mogło pochwalić się sukcesami biznesowymi, a za wzrost gospodarczy i wzrastającą wymianę gospodarczą odpowiadały koncerny międzynarodowe posiadające swoje zakłady zlokalizowane np. w specjalnych strefach ekonomicznych. W jednej z takich stref funkcjonuje Podkarpacki Park Naukowo-Technologiczny AEROPOLIS, w ramach którego swoje biznesy prowadzą firmy zajmujące się zarządzaniem i sterowaniem procesami produkcyjnymi, które w wielu przypadkach zatrudniają absolwentów rzeszowskich uczelni wyższych. Artykuł bazuje na analizie odpowiedzi, jakie zostały udzielone autorom opracowania przez właściciela przedsiębiorstwa zajmującego się sprzedażą systemów sterowania i zarządzania produkcją, które znajdują zastosowanie w przemyśle wysokich technologii.

Słowa kluczowe: zarządzanie produkcją, sterowanie procesami, edukacja

Abstract

The changing economic reality, especially the progressing process of globalization, forces all economies to think about investments in human capital, especially in the area of knowledge and competences. The development of the economy of our country has been based on the use of the

special feature of the Polish labor market over last 15 years. The two most important determinants that push to decide about choosing Poland as a place for ongoing business projects are highly qualified workforce as well as very low labor costs. This situation was conducive to the fact that we have become a country with an export advantage over imports and a place where businesses from high-tech industries were concentrated. Noteworthy is the fact that at that time very few Polish companies could boast of their business successes. The international corporations with their establishments, located, for example, in Special Economic Zones, were in charge of economic growth and growing economic exchange. One of such zones is the Podkarpacki Science and Technology Park AEROPOLIS. In its area, its businesses are run by companies that deal with the management and control of production processes. The indicated companies, in many cases employ graduates of Rzeszow universities. The article is based on the analysis of the answers that were given to the article authors by the owner of the company that deal with the sale of control systems and production management that are used in the high technology industry.

Keywords: production management, process control, education

Wstęp

Strategia na rzecz inteligentnego rozwoju i włączeniu społecznemu *Europa 2020* zakłada, że gospodarka wspólnotowa w swoich wskaźnikach dotyczących m.in. konkurencyjności i innowacji będzie porównywalna do najbardziej zaawansowanych technologicznie gospodarek amerykańskich i azjatyckich. Polska jako członek Unii Europejskiej od 15 lat ma swoje zadania rozpisane w programach regionalnych i krajowych. Bardzo istotnym elementem tej analizy jest określenie miejsca Polski w systemie edukacyjnym na tle pozostałych państw europejskich. Najlepszym punktem odniesienia w ocenie autorów opracowania jest sposób podejścia do analizy konkurencyjności gospodarki zaproponowany w 2010 r. (Monti, 2010). *A New Strategy for the Single Market (Nowa strategia na rzecz jednolitego rynku)* stała się w Europie odnośnikiem do pozycjonowania gospodarek w globalnym wyścigu wzrostu gospodarczego. Z kolei Bank Światowy w swoim raporcie *Europe 2020 Poland. Fueling Growth and Competitiveness in Poland Through Employment, Skills, and Innovation* wskazał, że polska gospodarka wykazuje trend odchodzenia od rozwoju bazującego na wykorzystywaniu tendencji kosztowej w kierunku imitacji innowacji. Oznacza to konieczność przemodelowania systemu kształcenia na poziomie zawodowym, zwłaszcza inżynierów, i podążania we wspomnianych zmianach w kierunku kształcenia specjalistów koniecznych w budowaniu gospodarki opartej na wiedzy, szybkich zmian technologicznych i innowacji (Brzeziński, 2002).

Bank Światowy we wspomnianym raporcie wskazywał także na fakt, że wzrost gospodarczy oparty na nowoczesnych technologiach implementowanych lokalnie nie będzie możliwy w tempie oczekiwanym przez społeczeństwo polskie. Jest to spowodowane tym, że obserwowane są tendencje ograniczające nakłady inwestycyjne w innowacje, a koncentracja ich w wybranych miejscach zlokalizowanych w precyzyjnie wyselekcjonowanych ośrodkach globalizującego się rynku. Może to oznaczać, że rozwój polskiej gospodarki będzie bazował na

dalszym stabilizowaniu sektorów tradycyjnych, lotnictwa, przemysłu samochodowego, IT i innych niż na wchodzeniu z dużymi sukcesami polskich firm na rynki globalne, na których możliwe jest wykorzystywanie premii pierwszeństwa. Wydaje się, że wszelkie aktywności innowacyjne i implementacje technologii w nowych lub znanych rozwiązaniach będą zmierzać w kierunku umownej „granicy technologicznej” widocznej w wielu państwach wspólnoty. Polska gospodarka w ocenie autorów opracowania będzie zmierzać przez najbliższe lata, absorbując nowe rozwiązania technologiczne (nie innowacyjne), w kierunku unowocześniania swojej ofert produktowej, zakupu nowych technologii, po modernizacji procesów produkcyjnych. Wydaje się, że w Polsce wciąż za mało jest dyskusji nad zmianami w systemach kształcenia na poziomie studiów I i II stopnia, zmian, których celem jest jeszcze lepsze przygotowanie absolwentów uczelni wchodzących na rynek pracy do podejmowania zatrudnienia w przedsiębiorstwach skoncentrowanych na realizacji strategii rozwoju, a w wielu wypadkach po prostu przetrwania na wysoko zglobalizowanym rynku, na którym nie wystarcza to, aby dbać w przedsiębiorstwie o jak najmniejsze stany magazynowe, części i materiałów do produkcji, ale wymaga się zupełnie innego podejścia do prowadzonego biznesu (Leszczyński, 2000).

Zauważony problem wsparcia obszaru związanego z realizacją zadań produkcyjnych i potrzeby kształcenia absolwentów w kierunku wsparcia przedsiębiorstw w kadry zwłaszcza inżynierskie, zdolne do realizacji zadań związanych z modernizacją systemów sterowania produkcją, stał się inspiracją dla autorów artykułu do spojrzenia na wspomniany problem od strony tych, którzy dysponują miejscami pracy i poszukują absolwentów o szczególnym poziomie przygotowania zawodowego i kompetencyjnego (Durlik, 1993).

Prognozy miejsc pracy w Europie do 2020 r. w ramach klasyfikacji branż i sektorów, raport sporządzony w ramach działań statutowych (CEDEFOP), European Centre for the Development of Vocational Training, wskazuje, że przewidywany popyt na pracę absolwentów w Europie koncentruje się głównie w sektorze budowlanym, transporcie, logistyce i usługach biznesowych. W Europie szacuje się spadek popytu na specjalistów w niektórych branżach w związku z tendencją globalną transferu zakładów do krajów, które opierają swoją przewagę w walce o względy inwestorów na kosztach zasobów pracy. Na Starym Kontynencie kwalifikacje inżynierskie, techniczne staną się szczególnie istotne w sektorze usługowym, zwłaszcza związanym z usługami dla biznesu i usługami specjalistycznymi oraz sektora B+R (innowacyjności).

W ramach badań własnych autorzy opracowania postanowili wykorzystać metodę wywiadu pogłębionego, celem którego było pozyskanie wiedzy niezbędnej do wnioskowania o przyszłych kierunkach kształcenia na poziomie wyższym, zwłaszcza studentów kierunków technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem zarządzania przedsiębiorstwami, zarządzania procesami pro-

dukcyjnymi i informatyki. Postanowiono, że z racji ograniczeń wydawniczych zostanie zadanych sześć najistotniejszych pytań odnoszących się do tematu opracowania, a osobą wytypowaną do wywiadu został prezes firmy SKALA, Pan Adam Ptak. Pytania zostały tak sformułowane, aby można było na podstawie udzielonych odpowiedzi dokonać podsumowania i sformułować wnioski.

1. Skomplikowanie wyrobów jest faktem, ale czy Pana zdaniem wpływa to na utrudnienie w funkcjonujących systemach zarządzania produkcją, zwłaszcza w obszarze centralnej ewidencji i koordynacji przebiegu procesów we wszystkich fazach?

Skomplikowany produkt to przysłowiowy czubek góry lodowej, ponieważ wraz z poziomem komplikowania czy zaawansowania produktu zwiększają się wykładniczo poziomy technologii, systemy sterujące nimi oraz kontroli jakości. Celem każdego przedsiębiorstwa jest wytwarzanie produktu wysokiej jakości po najniższych możliwych kosztach i najwyższym możliwym wolumenie. To związane jest z koniecznością zainwestowania w wysokospecjalizowane systemy sterowania i zarządzania produkcją. Jeszcze do niedawna w większości przedsiębiorstw wystarczało, że linia produkcyjna zdolna była wytworzyć produkt i go dziliśmy się na to, że wymaga to wysoko wykwalifikowanej obsługi i długotrwałego przeobrażania, a na końcu otrzymywaliśmy produkt, który musiał być poddany kontroli przez pracownika kontroli jakości. Obecnie modne jest hasło „Przemysł 4.0”. Moda ta wynika z potrzeby, by proces produkcyjny był inteligentny, samowystarczalny, powtarzalny i byśmy mogli zastąpić człowieka w jak największym wymiarze nie tylko ze względu na rosnące koszty zatrudnienia, ale głównie ze względu na możliwość pomyłki, która może być bardzo kosztowna, a w niektórych branżach zakończyć się katastrofą. W związku z tym jednym z najistotniejszych zadań systemów sterowania stało się SPC (*Statistical Process Control*), które nie ogranicza się tylko do stwierdzenia suchego faktu: „OK/NOK”, ale bierze udział w aktywnym sterowaniu jakością procesu. Istotne jest, by zautomatyzowany system kontroli jakości nie zarzucał użytkowników tysiącami danych, a w sposób przejrzysty generował odpowiednie raporty i wysyłał je tylko do zainteresowanych osób. To rodzi konieczność zbudowania systemu automatyki opartego na czymś więcej niż tylko PLC i SCADA, potrzeba oprogramowania ingerującego wszystkie etapy produkcji i kontroli jakości często dostarczane przez różnych producentów i bazujących na niezunifikowanych rozwiązaniach. Obecnie zajmujemy się opracowaniem oprogramowania integrującego wszystkie dane procesowe i pomiarowe dla jednego z naszych klientów. Jednym z największych wyzwań stawianych przed systemami kontroli jakości jest sprawdzanie wymiarów z dużą dokładnością i w jak najkrótszym czasie. Stało się to możliwe dopiero wraz z rozwojem bezkontaktowych metod pomiarowych. Chciałbym trochę przybliżyć tę technologię, ponieważ jest to główny kierunek rozwoju naszej firmy.

Prekursorem obecnie stosowanych metod były czujniki wykorzystujące wiązkę laserową, jak również systemy wizyjne. Te jednak nie spełniały kryterium objęcia pomiarem całego obiektu.

Pierwsze uzyskują dokładny wynik w punkcie, drugie radzą sobie jedynie z obrysem albo z kontrastowymi powierzchniami. Rozwiązaniem są coraz częściej w przemyśle stosowane skany 3D. Jednak i one nie są pozbawione wad – dokładność pomiaru zazwyczaj odbiega od wymagań, a producenci podają zwykle największą z możliwych do uzyskania dokładności, nie wspominając, że jest możliwa do osiągnięcia dla najmniejszego z możliwych obszaru pomiarowego. Kompromisem są profilometry łączące pośrednio ze sobą możliwości systemów wizyjnych i pomiarów laserowych. Dzięki temu udało nam się opracować rozwiązania pozwalające mierzyć np. tarcze skrzyń biegów, wałki przekładni, spoiwny zbiorników, felgi samochodowe w czasie nieopóźniającym taktu produkcji, czyli 4–10 s i z dokładnością 0,1–0,05mm.

2. Czy obserwuje Pan zmiany wywołane wzrostem wymagań procesów produkcyjnych, co powoduje, że sterowanie produkcją należy traktować jako zjawisko kluczowe w obszarze efektywnego wytwarzania?

Obecnie zaawansowane systemy sterownia produkcją stają się coraz bardziej powszechne, gdyż bez nich niemożliwe byłoby efektywne zarządzanie procesem, co znacząco odbiłoby się na jego wydajności, a co za tym idzie – ciężko byłoby dotrzymać kroku konkurencji. Sterowanie produkcją można rozumieć jako sterowanie samym procesem wytwarzania lub kierowanie procesem produkcji związanym ze zleceniami, zamawianiem materiałów itp. W pierwszym aspekcie koncentrujemy się na jego stabilności, powtarzalności i kontroli, nie tylko na ostatnim etapie wytwarzania, ale też w trakcie. Idealną sytuacją jest, gdy możemy kontrolować i modyfikować parametry procesowe tak, aby uzyskać zadane parametry produktu na bieżąco.

Z drugim aspektem sterowania produkcją zazwyczaj wiąże się wdrożenie informatycznego systemu typu MRP (*Material Requirements Planning*). Najczęściej nie ogranicza się ono tylko do określania zapotrzebowania na materiały potrzebne do produkcji, ale wspomaga również planowanie produkcji i jest ściśle powiązane z zarządzaniem utrzymaniem ruchu.

3. W systemach sterowania produkcją wymagane są od pracowników kluczowe kompetencje. Jakież?

Nie będzie dla nikogo zaskoczeniem, jak powiem, że podstawą jest wiedza techniczna z zakresu, w jakim planujemy budować sterowanie produkcji. Oczywiście wydaje się też konieczność podstawowej znajomości budowy maszyn, podstaw elektrotechniki, programowania sterowników PLC, parametryzacji przekształtników częstotliwości, driverów serwonapędów. Jednak obecnie to wiedza podstawowa, wystarczająca do budowy zadaniowych systemów automatyki. Coraz częściej ta wiedza nie wystarcza w zderzeniu z projektami, gdzie

oprócz wykonania typowej sekwencji konieczna jest statystyczna analiza danych pomiarowych i stworzenie algorytmu np. selekionującego wybrany kształt na podstawie analizy chmury punktów oraz wyznaczenie zdefiniowanych wymiarów lub właściwości. To zadanie znacznie wykracza poza możliwości sterownika PLC i wymaga stworzenia oprogramowania na PC. Pojawia się więc kwestia znajomości języków programowania. W naszej firmie wybór padł na „G” stosowany w środowisku LABVIEW. Jego podstawową zaletą jest liczba dostępnych bibliotek, jak również możliwość dołączenia bibliotek pisanych w innych językach, co przekłada się szybkość developmentu. Istotną kwestią jest też to, że możemy w łatwy sposób stworzyć interfejs użytkownika, nie stosując już mało wydajnych i drogich systemów SCADA. W jednym oprogramowaniu mamy zaimplementowane wszystkie funkcjonalności, począwszy od analizy obrazu, poprzez Fuzzylogic, większość protokołów komunikacyjnych, a na bazach danych kończąc. Jest to znacznie wydajniejsze od tradycyjnych systemów opartych na sterowniku PLC. Faktem jest, iż aby móc tworzyć użyteczne programy w LABVIEW, trzeba poświęcić lata na naukę.

4. Profil absolwenta uczelni wyższej według Pana jest tym, czego oczekują pracodawcy od swoich przyszłych inżynierów?

Dla każdego chyba pracodawcy najważniejsze jest, by pracownik mógł podjąć zadania i wykonywać je w sposób efektywny. Ciężko mi obecnie wyobrazić sobie program uczelni, który obejmie swoim zakresem wszystkie możliwe dziedziny i wyposaży absolwenta w wiedzę niemalże absolutną. Z obserwacji mogę powiedzieć, że z roku na rok jest coraz lepiej. Jest to zasługa wykładowców kładących większy nacisk na wiedzę praktyczną, jak też samych studentów poszukujących tej wiedzy. Obecnie nie zdarzają się już przypadki studentów przychodzących „po podpis” pod zaświadczeniem o odbytych praktykach.

5. Czego brakuje w danym obszarze wiedzy młodym ludziom opuszczającym uczelnie?

Wydaje mi się, że program studiów jest zbyt rozmyty i nie tłumaczy zastosowania nabytej wiedzy na praktycznych przykładach. Moim zdaniem studentom powinno się stawiać realne problemy do rozwiązania, dając możliwość korzystania z wszystkich możliwych narzędzi, tj. notatek, internetu. Dobrym przykładem jest student, który miał za zadanie napisać funkcję określającą krawędź, mając tablicę 800 punktów pomiarowych w osi x, z których każdy miał przypisaną wartość wysokości elementu w osi z. Nie potrafił tego zrobić. Gdy zapytałem, czy zna pochodne, odpowiedział, że oczywiście; musiałem wytłumaczyć zastosowanie przebiegu zmienności funkcji osobie, która zapewne lepiej знаła pochodne niż ja.

6. Czy Pana zdaniem tym, czego brakuje absolwentom uczelni, jest praktyka, która powinna być realizowana w trakcie nauki?

Jak już wspominałem wcześniej, praktyka jest bardzo istotna, jednak musi być poparta wiedzą. Nie powinno się rozdzielać tych dwóch elementów. Powin-

na być możliwość wykorzystania nabytej wiedzy jak najszybciej w praktyce – tylko wtedy docenimy jej wartość i siłę. Wydaje mi się, że nie tak bardzo nie motywuje inżyniera do pozyskania wiedzy jak jej praktyczne wykorzystanie i podziwianie swojego dzieła. Sporo ludzi wybiera kierunek studiów zgodnie ze swoimi zainteresowaniami. Wykorzystajmy to i dajmy im szansę się rozwijać. Słyszałem od studenta jednej z uczelni, że zaliczenie z programowania odbywało się poprzez napisanie programu na kartce. To tak, jakby uczyć grania na instrumencie, ucząc tylko pisania nut.

Podsumowanie

Przedstawiony wywiad z praktykiem stanowi doskonały opis zmieniającej się sytuacji na rynku pracy absolwentów uczelni wyższych. Wydaje się, że pierwszym wnioskiem powinno być zwrócenie uwagi na poprawę jakości kształcenia, jakie jest realizowane na uczelniach. Jest to o tyle istotne, że pomimo poprawiającej się sytuacji gospodarczej Polski w dalszym ciągu obserwujemy, że stosowane technologie są opracowywane nie w naszym kraju, a największe firmy prowadzące u nas interesy nie posiadają kapitału polskiego. Poprawa wiedzy polskich inżynierów może stanowić dobry prognostyk na przyszłość, być może zaczną się pojawiać rozwiązania technologiczne *Made in Poland*. Drugi wniosek to zwrócenie uwagi na deficyt praktyk. Studenci powinni częściej, niż ma to miejsce obecnie, kształcić się w układzie dualnym, gdzie część procesów kształcenia powinno stanowić rozwiązanie konkretnych problemów inżynierskich, z jakimi przyjdzie im się zmierzyć na regularnym rynku pracy. Trzeci wniosek jest zbieżny z drugim, tzn. biznes oczekuje gotowego pracownika, a nie osoby do przyuczenia. W ocenie autorów opracowania najlepszą metodą do sprostania takiemu wyzwaniu jest rozpowszechnienie systemu kształcenia skoncentrowanego na systemie dualnym.

Literatura

- Brzeziński, M. (2002). *Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją*. Warszawa: Placet.
- Durlik, I. (1993). *Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*. Warszawa: Placet.
- Europe 2020 Poland. *Fueling Growth and Competitiveness in Poland Through Employment, Skills, and Innovation* (2011). Warszawa: World Bank Human Development and Private and Financial Sector Development Departments, Protea-Taff Studio.
- Leszczyński, Z., Skowronek-Mielczarek, A. (2000). *Analiza ekonomiczno-finansowa firmy*. Warszawa: Difin.
- Monti, M. (2010). *A New Strategy for the Single Market*. European Commission Bureau of European Policy Advisers.