

INŻYNIERIA PRODUKCJI W WARUNKACH GLOBALIZACJI

Krzysztof SANTAREK

Streszczenie: Globalizacja jako proces polityczny, gospodarczy i społeczny wywiera znaczny wpływ na inżynierię produkcji. Dotyczy to praktycznie wszystkich głównych zagadnień inżynierii produkcji, które w warunkach globalizacji nabierają nowego znaczenia i często wymagają odmiennego podejścia. W referacie przedstawiono wpływ globalizacji m.in. na: wybór produktu i procesu, wybór lokalizacji, strukturę produkcyjną, budowę i zarządzanie łańcuchami dostaw.

Słowa kluczowe: globalizacja produkcji, inżynieria produkcji, wybór produktu i procesu, lokalizacja działalności produkcyjnej, struktura produkcyjna, zarządzanie produkcją i łańcuchami dostaw.

1. Definicja, geneza i przyczyny globalizacji

Termin „globalizacja” pojawił się ok. 1975 r. i jest różnie interpretowany. Według jednej z powszechniej akceptowanych definicji globalizacja oznacza wielość powiązań i oddziaływań występujących między poszczególnymi państwami i ich społeczeństwami, co ma prowadzić do powstania w miarę homogenicznego systemu światowego [McGrew, cyt za: [3, s. 18]. Dodać można, że globalizacja wiąże się z procesami internacjonalizacji zarówno stosunków gospodarczych, w tym handlu międzynarodowego, produkcji i usług, jak i działalności badawczo-rozwojowej. O globalizacji można zatem mówić w przypadku osiągnięcia odpowiedniej skali i zasięgu internacjonalizacji stosunków gospodarczych (różnych dla poszczególnych sektorów i rodzajów działalności).

Przejawem globalizacji gospodarki jest wzrost bezpośrednich inwestycji zagranicznych, obrotów w handlu międzynarodowym, rozwój firm ponadnarodowych (globalnych) a także wzrost znaczenia na rynkach międzynarodowych nowych krajów, do niedawna traktowanych jako mniej uprzemysłowione. Szacunki pochodzące z różnych źródeł wskazują, że firmy ponadnarodowe (globalne) już teraz generują 25% światowego PKB oraz 30–40% światowego handlu.

W wyniku procesów globalizacji pojawiają się zarówno nowe rynki (co jest szansą dla wielu firm), jak i nowi konkurenci. Produkcja jest przenoszona do krajów, mających niższe koszty produkcji, wykwalifikowaną kadrę, surowce naturalne, rozwiniętą infrastrukturę i oferujących inne korzyści firmom inwestującym (w tym koncesje, ulgi podatkowe a także dostęp do rynku lokalnego). Wraz z przenoszeniem produkcji następuje również transfer technologii i *know-how* (np. w zakresie zarządzania).

Procesy globalizacji zaktywizowały mało produktywnie dotychczas wykorzystywane zasoby ludzkie w wielu krajach Azji, Ameryki Południowej i w mniejszym stopniu Afryki. W rezultacie na światowym rynku pracy pojawiło się prawie miliard niskopłatnych pracowników, których zarobki dzienne wynoszą około 2 dolarów. Z kolei transformacja krajów Europy Środkowo-Wschodniej spowodowała napływ dodatkowych 200 milionów osób, których zarobki nie przekraczają 30 dolarów dziennie.

Globalizacja powoduje również wzrost popytu na wiele produktów, w tym o

charakterze konsumpcyjnym, które ujednocniają się w skali całego świata (np. telefony komórkowe, tablety, samochody osobowe itp.) oraz wzrost zapotrzebowania na surowce i materiały (ropa naftowa, gaz ziemny, stal, wiele metali rzadkich stosowanych w przemyśle elektronicznym, itp.). W rezultacie następuje wzrost cen wielu surowców oraz zakłócenia w ich dostawach. Globalizacja, która od początku była promowana jako remedium na wiele problemów gospodarczych i społecznych, powoduje powiększanie się luki w rozwoju gospodarczym między krajami (umownie) „północy” i „południa”. Kraje, które z różnych powodów w mniejszym stopniu uczestniczą w procesach globalizacji, zostają coraz dalej w tyle i tracą możliwości rozwoju własnych gospodarek i społeczeństw. Efektem ubocznym tego procesu jest również likwidacja wielu miejsc pracy w kraju, z którego przeniesiono produkcję a nawet całych sektorów przemysłu, co prowadzi do zjawiska dezindustrializacji. Skutki tego są już widoczne m.in. w Stanach Zjednoczonych i wielu krajach Europy Zachodniej.

Procesy globalizacji, a co za tym idzie – pojawianie się nowych graczy na wielu rynkach, powodują nadwyżkę możliwości produkcyjnych, co jest kolejnym czynnikiem nasilającym walkę konkurencyjną. Założenie, że redukcja zatrudnienia w przemyśle zostanie zrekompensowana wzrostem liczby miejsc pracy w usługach, nie do końca się sprawdziło. Usługi także podlegają procesom globalizacji i są przenoszone do krajów oferujących niższe koszty pracy zaś ciągły wzrost produktywności i jakości wyrobów przemysłowych powoduje dalsze ograniczenia zatrudnienia w sektorze przemysłu i (relatywne) wydłużanie się cykli eksploatacji wyrobów (większa trwałość i niezawodność), co dodatkowo ma negatywny wpływ na wielkość produkcji i miejsca pracy.

Procesy globalizacji stawiają przed przedsiębiorstwami i ich kadrą kierowniczą, w tym inżynierami produkcji, nowe wyzwania, wymagające nowego podejścia, narzędzi, a przede wszystkim koncepcji. W artykule przedstawiono wpływ globalizacji na inżynierię produkcji, w tym zwłaszcza na sformułowanie i sposób podejścia do rozwiązania klasycznych problemów inżynierii produkcji takich, jak decyzje o przedmiocie, sposobie i zakresie globalizacji „*go or not go global*”, budowanie globalnych strategii przedsiębiorstw, rozwój i zarządzanie globalnymi łańcuchami dostaw, decyzje „*make-or-buy*”, wybór lokalizacji dla nowej produkcji, wybór technologii wytwarzania i poziomu automatyzacji a także wymagania jakie z tego wynikają dla kształcenia studentów w zakresie inżynierii produkcji.

2. Globalizacja produkcji

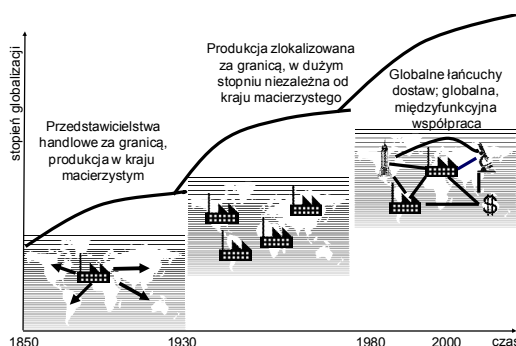
Produkcja jest szczególnym przedmiotem globalizacji nie tylko ze względu na jej skalę i zasięg lecz także ze względu na to, iż jest łatwo dostrzegalna chociażby robiąc zakupy w każdym większym sklepie. Przejawem tego jest oferta produktów pochodzących z wielu krajów, często odległych geograficznie, produktów renomowanych firm, których zakłady istnieją już w Polsce.

Jakie czynniki sprzyjają globalizacji? Należy w tym miejscu rozpocząć od czynników sprawczych, które wywołały bezpośrednio lub pośrednio te procesy. Ograniczona chłonność rynków krajowych stanowi naturalną barierę rozwoju lokalnych przedsiębiorstw. Ich dalszy rozwój wiąże się z eksportem i dostępem do rynków zagranicznych. Przez długi czas było to utrudnione z powodu polityki państw (cła chroniące własny rynek, polityka udzielania koncesji, itp.) a także z powodu barier technicznych (transport i komunikacja). W przeszłości transport zagraniczny na większe odległości odbywał się głównie drogą morską. Jednak wysokie koszty i ryzyko transportu morskiego powodowały, iż w praktyce

opłacalny był jedynie handel towarami o dużej wartości jednostkowej (przyprawy, herbata, jedwab, porcelana, niewolnicy, itp.). Do połowy XIX w. wymiana handlowa miała wymiar głównie lokalny, co było także spowodowane brakiem dróg kołowych. Od połowy XIX w intensyfikacji wymiany handlowej sprzyjał rozwój kolei a następnie (przełom XIX/XX) rozwój telekomunikacji (telegraf, telefon).

W rozwoju globalizacji produkcji można wyróżnić 3 etapy (por. [1]), rys.1:

- I etap – lata 1850-1930, charakteryzujący się głównie rozwojem zagranicznych przedstawicielstw handlowych i produkcją zlokalizowaną w kraju macierzystym
- II etap – lata 1930-1980, produkcja lokowana za granicą, zagraniczne filie przedsiębiorstw posiadające dużą autonomię w stosunku do przedsiębiorstwa-matki,
- III etap – od 1980 roku, budowa globalnych łańcuchów dostaw, globalna, międzyfunkcyjna sieć współpracy.



Rys.1. Etapy globalizacji produkcji
Źródło: na podstawie [1]

Kolejnym czynnikiem sprzyjającym globalizacji i ułatwiającym wymianę handlową był rozwój systemów transportu, telekomunikacji (w tym internetu) oraz liberalizacja handlu międzynarodowego. Kluczową rolę odegrały tu kolejne międzynarodowe porozumienia prowadzące do stopniowej redukcji taryf celnych, zwane potocznie GATT (General Agreement on Tariffs and Trade - Układ Ogólny w sprawie Taryf Celnych i Handlu). Od roku 1947 (I runda negocjacyjna w Genewie) do roku 1994 (zakończenie rundy negocjacyjnej w Urugwaju) stawki celne w handlu międzynarodowym uległy redukcji ponad 5 krotnie.

Przedsiębiorstwa zorientowane na rozwój, napotykając bariery na rynku krajowym i/lub regionalnym dotyczące popytu, możliwości obniżki kosztów, dostępu do źródeł surowców, możliwości eksportu bezpośredniego, i in. decydują się na globalizację. Do najważniejszych przesłanek przenoszenia produkcji za granicę z punktu widzenia przedsiębiorstw należy zaliczyć:

- obniżka koszty pracy,
- szybki wzrost rynków rozwijających się,
- niższe koszty transakcyjne.

Koszty pracy w krajach rozwijających się (średnio dla Chin, Indii i Meksyku) są ponad 5 razy niższe niż w krajach wysokorozwiniętych (średnio dla USA, Niemiec, Holandii i Wielkiej Brytanii).

Wśród innych czynników branych pod uwagę w przypadku rozważania celowości globalizacji produkcji można wymienić:

- dostęp do źródeł zaopatrzenia,
- minimalizacja ryzyka (eksportu, zaopatrzenia, i in.),
- istniejące zasoby wykwalifikowanych pracowników,
- zachęty dla inwestorów (koncesje, ulgi podatkowe, współfinansowanie inwestycji towarzyszących, np. infrastrukturalnych),
- łatwość budowy i zarządzania łańcuchami dostaw, i in.

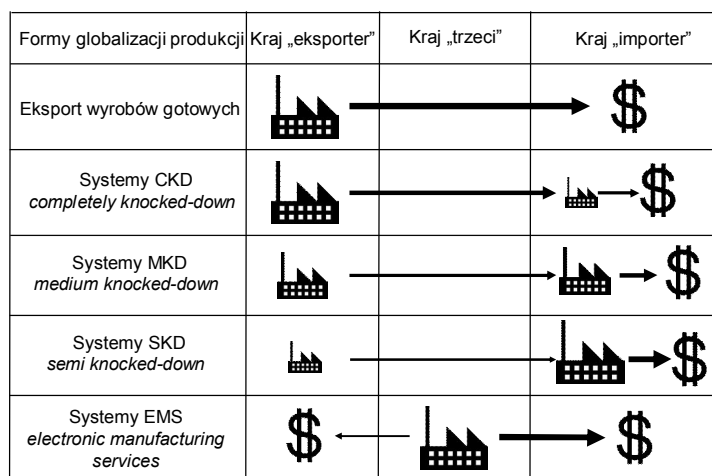
Powyższe czynniki mają wpływ na decyzje dotyczące praktycznie wszystkich zagadnień związanych z inżynierią produkcji w warunkach globalizacji, a w szczególności:

- wybór lokalizacji produkcji,
- wybór przedmiotu i zakresu globalizacji,
- wybór technologii produkcji, w tym poziomu automatyzacji,
- wybór (projekt) systemu produkcyjnego,
- wybór źródeł zaopatrzenia,
- budowa i zarządzanie łańcuchami dostaw, i in.

3. Globalizacja a inżynieria produkcji

Wśród wielu form globalizacji produkcji można wskazać dwie skrajne, rys.2:

- produkcja części i montaż wyrobu finalnego w firmie macierzystej – sprzedaż gotowych wyrobów za granicą; ta forma produkcji niczym nie różni się od klasycznego eksportu wyrobów gotowych. Wiele krajów goszczących (przyjmujących inwestycje) oczekuje jednak dodatkowych korzyści z tytułu udostępnienia własnego rynku. Najczęściej polega to na udziale własnych przedsiębiorstw w realizacji przynajmniej części procesu produkcyjnego.
- produkcja części i montaż wyrobów finalnych w przedsiębiorstwie za granicą a następnie sprzedaż gotowych wyrobów za granicą i w kraju macierzystym. W tym przypadku całość produkcji zostaje przeniesiona za granicę, pozostawiając w kraju niektóre funkcje takie, jak: marketing, badania i rozwój, itp.



Rys.2. Formy globalizacji produkcji

Źródło: opracowanie własne

Forma i zakres globalizacji produkcji (przenoszenia produkcji za granicę) zależy od wielu czynników takich, jak omijanie barier celnych, poprawa wizerunku firmy, ochrona know-how, itp. Przedsiębiorstwa poszukując bardziej skutecznych i efektywnych form globalizacji mają do wyboru rozwiązanie typu KD - *knocked-down*, polegające na przenoszeniu za granicę części procesu produkcyjnego. Są one stosowane najczęściej w

przypadku wyrobów złożonych, technologicznie trudnych, w tym w przemyśle motoryzacyjnym, lotniczym, pojazdów szynowych¹. Wyróżnia się trzy formy rozwiązań typu KD, rys.2:

- CKD (*completely knocked down*), w tym systemie montaż (najczęstszy przypadek) finalnego wyrobu odbywa się z wykorzystaniem gotowych (lub prawie gotowych), wcześniej zmontowanych podzespołów dostarczanych z kraju eksportera; w przemyśle motoryzacyjnym będą to np. kompletne układy napędowe (silnik wraz przekładnią), karoseria, układy zawieszenia, itp.,
- MKD (*medium knocked-down*) jest systemem bardziej skomplikowanym; obok gotowych zespołów dostarczanych przez eksportera wykorzystywane są zespoły montowane na miejscu a także wykorzystując lokalnie produkowane lub importowane niektóre części i/lub prostsze podzespoły,
- SKD (*semi knocked down*), w tym systemie wyroby są montowane całkowicie, wykorzystując części produkowane na miejscu bądź importowane, także z firmy macierzystej.

W przemyśle elektronicznym (najczęściej, ale nie tylko) popularne są systemy EMS – *electronic manufacturing services*, polegające na produkcji kontraktowej (na zamówienie). Ich istotą jest wytwarzanie wyrobów na zlecenie i w imieniu klienta, z części własnych lub klienta, które następnie są sprzedawane pod marką klienta [4]. Firma EMS pozostaje anonimowa - jej nazwa, logo itp. nie pojawia się na produkcie. Takie firmy jak Flextronics z Singapuru (www.flextronics.com), Foxconn – Hon Hai Precision Industry Co., Ltd, Tajwan (producent m.in. BlackBerry, iPad, iPhone, Kindle, PlayStation 4, Xbox One) oraz Wii U (największa firma EMS na świecie, trzecia największa w przemyśle IT) są praktycznie nieznane przeciętnemu użytkownikowi produkowanych przez nie i często technicznie bardzo zaawansowanych wyrobów. Niektóre z nich mają już swoje zakłady produkcyjne w Polsce, np. Flextronics International Poland w Tczewie.

Wybór (kraju, regionu) lokalizacji dla prowadzenia działalności produkcyjnej za granicą wymaga uwzględnienia szeregu nowych czynników, które w przypadku produkcji w kraju w ogóle nie występują bądź też mają drugorzędne znaczenie. Zwykle jest to kilkietapowy proces decyzyjny. W pierwszym etapie dokonywany jest wstępny wybór krajów, produktów oraz faz procesu produkcyjnego, które zamierza się przenieść za granicę. W następnym kroku następuje wybór lokalizacji ogólnej a także ustalane są funkcje związane z planowaną działalnością realizowane na poziomie danego kraju (lokalizacji ogólnej). Dotyczyć to będzie wyboru ogólnej topografii łańcucha logistycznego, kraju docelowego, specyficznych funkcji wspomagających realizację produkcji w danym kraju takich, jak: badania i rozwój, marketing, zaopatrzenie, dystrybucja, sprzedaż i serwis posprzedażny, itp. W trzecim etapie następuje wybór lokalizacji szczegółowej w danym kraju, biorąc pod uwagę występujące ograniczenia lecz także możliwe korzyści, infrastrukturę transportową, dostęp (w tym odległość) do źródeł surowców, dostępność siły roboczej, warunki geologiczne, wymagania środowiskowe, i in. [2]. Kolejny etap to wybór konkretnego miejsca na podstawie rachunku ekonomicznej efektywności prowadzenia działalności w danym miejscu, a więc biorąc pod uwagę takie czynniki, jak ceny gruntów, podatki bądź też ulgi podatkowe, itp. Ostateczny wybór lokalizacji jest poprzedzony szczegółowym rachunkiem efektywności inwestycji biorąc pod uwagę rzeczywiste ceny czynników

¹ Do tej kategorii można zaliczyć również tzw. programy kompensacyjne stosowane w przypadku zakupu niektórych typów uzbrojenia, samolotów pasażerskich, itp.

produkcji oraz wyniki negocjacji z władzami danego kraju, regionu mającymi na celu zapewnienie najbardziej korzystnych warunków prowadzenia działalności.

Wybór lokalizacji oraz topologii łańcucha logistycznego może wymagać stosowania metod analitycznych, w tym optymalizacyjnych. Oprócz klasycznych metod wyboru lokalizacji formułowanych zazwyczaj jako zadania programowania 0-1 bądź jako mieszane zadania programowania matematycznego (w których część zmiennych przyjmuje wartości 0-1 bądź ogólnie całkowitoliczbowe zaś pozostałe to liczby rzeczywiste) stosowane są zadania rozmieszczenia na sieciach (dróg transportu) formułowane zazwyczaj jako zadania środka bądź mediany. Ich istota polega na wyborze lokalizacji zbioru obiektów (zakłady produkcyjne, magazyny, centra dystrybucyjne, itp.), w stosunku do miejsc podaży (czynników produkcji) bądź popytu na produkowane wyroby, innych ogniw łańcucha logistycznego, itp. [7]. Obiekty lokalizowane są na sieci (wzdłuż) dróg transportu – istniejących bądź projektowanych - kołowych, kolejowych, i in.

Zadanie wyboru lokalizacji formułowane jako problem n-mediany polega na znalezieniu zbioru miejsc n obiektów, dla których suma odległości, czasu bądź kosztów transportu pomiędzy nimi a zbiorem m obiektów o ustalonej lokalizacji (reprezentujących np. miejsca popytu, podaży, inne ogniwa łańcucha logistycznego, itp.) jest minimalna. Przy takich założeniach formalny model n-mediany ma postać: znaleźć taki zbiór wartości zmiennych decyzyjnych X_{ij} , który minimalizuje wartość następującej funkcji celu:

$$f(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m w_j d_{ij} X_{ij}$$

przy warunkach:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1 \text{ dla wszystkich } j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ii} = n$$

$$X_{ij} \leq X_{ii} \text{ dla wszystkich } i, j = 1, \dots, m$$

$$X_{ij} = 1 \text{ lub } 0 \text{ dla wszystkich } i, j = 1, \dots, m$$

gdzie: w_j oznacza wielkość popytu/podaży w miejscu j , d_{ij} jest odległością pomiędzy miejscem i oraz j ;

zmienna $X_{ij} = 1$, gdy obiekt i zlokalizowano na miejscu j , $X_{ij} = 0$ w przeciwnym wypadku.

Pierwsze ograniczenie zapewnia, iż każde miejsce popytu lub podaży będzie przydzielone (obsługiwane) tylko przez jeden obiekt rozmieszczony (zakład produkcyjny, centrum dystrybucji, itp.). Drugie ograniczenie gwarantuje rozmieszczenie dokładnie n obiektów, zaś z kolejnego wynika, iż miejsce popytu (o stałej lokalizacji) zostanie przydzielone do miejsca w którym został umieszczony obiekt obsługujący.

W zadaniu n-środka również poszukuje się zbioru miejsc lokalizacji dla n obiektów, w których umieszczone będą zakłady, centra dystrybucji, itp. Tym razem jednak minimalizuje się maksymalną odległość, czas bądź koszty transakcyjne pomiędzy miejscem popytu/podaży a zakładem produkcyjnym, centrum dystrybucji, który będzie go „obsługiwał”. Modele takiego zadania wygodnie jest formułować jako tzw. zadania pokrycia zbioru. Ich istota polega na podziale pewnego zbioru na pewną (określoną z góry) liczbę podzbiorów, niekoniecznie rozłącznych. W ogólnym przypadku model zadania pokrycia jest następujący. Dany jest zbiór $E = \{e_1, \dots, e_m\}$ oraz zbiór $P = \{P_1, \dots, P_n\}$, gdzie $P_i \in P$ jest podzbiorem zbioru E . Zbiór $I^* \subseteq \{1, \dots, n\}$ jest pokryciem zbioru E ,

jeżeli spełniony jest warunek $\bigcup_{i \in I} P_i = E$. Jeżeli ponadto podzbiory P_i są rozłączne, tzn. P_i

$\cap P_j = \emptyset$ dla $i \neq j$, $i, j \in I^*$, to zbiór I^* jest rozbiemieniem zbioru E . To ogólne zadanie posiada liczne zastosowania, m.in. w projektowaniu rozmieszczenia obiektów, w tym w istotnych dla omawianych w niniejszym artykule zagadnień. W zadaniach rozmieszczenia typu pokrycia formułowane są pewne minimalne wymagania w stosunku do rozmieszczanych obiektów: obiekt rozmieszczany X_i pokrywa obiekt o ustalonej lokalizacji (miejsce podaży/pobytu) e_k , jeżeli $d(X_i, e_k) \leq r$, gdzie r stanowi promień pokrycia. Można go interpretować m.in. jako odległość, czas bądź koszty przewozu ładunków pomiędzy X_i oraz e_k . Warunek ten można także przedstawić w postaci macierzy pokrycia $A = [a_{ik}]_{n \times m}$, gdzie:

$$a_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } d(X_i, e_k) \leq r, \text{ tzn. gdy } e_k \in P_i \\ 0, & \text{w przeciwnym wypadku} \end{cases}$$

Gdzie m jest liczbą obiektów obsługiwanych (miejsca podaży/popyt) o stałej lokalizacji zaś n jest liczbą rozmieszczanych obiektów obsługujących. Zadanie rozmieszczenia polega więc na znalezieniu takich miejsc dla obiektów obsługujących aby ich odległość do dowolnego miejsca obsługiwanego była nie większa niż promień pokrycia r . Zadanie takie formułuje się jako zadanie programowania dyskretnego. W tym celu wprowadza się zmienną decyzyjną Z_i o następującej interpretacji:

$$Z_i = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } d(X_i, e_k) \leq r, \text{ tzn. gdy } e_k \in P_i \\ 0, & \text{w przeciwnym wypadku} \end{cases}$$

W zadaniu pełnego (totalnego) pokrycia poszukuje się minimalnej liczby obiektów obsługujących tzn. najmniej licznego pokrycia I zbioru P , aby zminimalizować wartość funkcji kryterialnej:

$$f(Z) = \sum_{i=1}^n Z_i$$

przy warunkach:

$$\sum_{i=1}^n a_{ik} Z_i \geq 1, \text{ dla } k = 1, \dots, m$$

Powyższy warunek zapewnia, że każdy element $e_k \in E$ będzie pokryty przez co najmniej jeden element obsługujący. W zadaniu tym nie są uwzględniane koszty budowy nowych obiektów ani też koszty transportu.

Jeżeli nakłady inwestycyjne są ograniczone, co pozwala na budowę co najwyżej n obiektów, wówczas można sformułować tzw. zadanie częściowego pokrycia w którym minimalizuje się następującą funkcję celu:

$$f(Z) = \sum_{k=1}^m \max_{i=1, \dots, n} \{w_k a_{ik} Z_i\}$$

przy warunkach:

$$\sum_{i=1}^n Z_i \leq n, \quad Z_i \in \{0, 1\} \text{ dla } i = 1, \dots, n$$

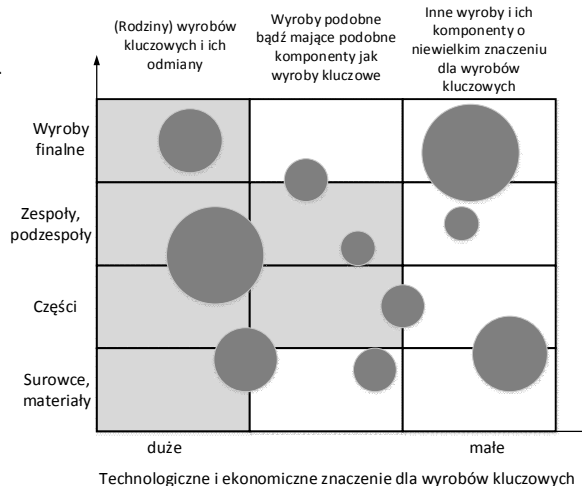
Powyższa zależność gwarantuje, iż rozmieszczonych zostanie co najwyżej n obiektów. Współczynniki w_k w funkcji celu mają taką samą interpretację jak w zadaniu n -mediany. Powyższe dwa modele stanowią najprostsze przykłady zadań rozmieszczenia obiektów w warunkach globalizacji. Można je rozwiązywać stosując uniwersalne (ogólne)

przeznaczenia) systemy programowania matematycznego zapewniające uzyskanie rozwiązań ścisłych (optymalnych) ² bądź też, szczególnie w przypadku zadań o dużych rozmiarach, metody specjalizowane, przybliżone pozwalające najczęściej uzyskać rozwiązania suboptymalne [por. 7].

Specyficznym problemem jest wybór wyrobów, które będą produkowane za granicą a także rodzaj stosowanej technologii, w tym poziomu automatyzacji. Zwykle kraje goszczące (przyjmujące) inwestycję zagraniczną oczekują, iż zagraniczny inwestor dokona także transferu najnowszych technologii, know-how, itp. Nie zawsze tak się dzieje. Z punktu widzenia firmy zagranicznej istotne są korzyści ekonomiczne, jakie może zapewnić ulokowanie produkcji za granicą. Brane są pod uwagę nie tylko koszty pracy, dostęp do lokalnego rynku ale także inne ograniczenia, w tym stabilność polityczna i ekonomiczna kraju i regionu, infrastruktura transportowa i komunikacyjna, poziom wykształcenia i doświadczenie miejscowych pracowników, ogólna kultura organizacyjna kraju i regionu, itp. Przenoszona produkcja może dotyczyć wytwarzania półfabrykatów, części, podzespołów, zespołów oraz gotowych wyrobów, różnych faz procesu produkcyjnego (procesy przygotowawcze, obróbka części, montaż) a także różnych funkcji związanych z produkcją (zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja, sprzedaż, badania i rozwój, itp.). Przeniesienie produkcji za granicę nie powinno spowodować utraty kontroli nad produkcją. Dotyczy to zwłaszcza know-how i własności przemysłowej. Problemy decyzyjne związane z rozstrzygnięciem tych kwestii winny być rozpatrywane w kontekście strategii firmy, uwzględniając inne produkowane przez nią wyroby, rys.3.

Wybór wyrobów, które będą przeniesione do nowej lokalizacji za granicę wymaga analizy ich znaczenia dla strategii firmy. Wyroby o kluczowym znaczeniu przed przeniesieniem ich produkcji za granicę, należy rozpatrywać na poziomie ich elementów składowych (zespoły, podzespoły, części a nawet materiały). Analiza ta ma na celu wskazać wyroby, które bez nadmiernego ryzyka związanego np. z przekazaniem know-how można w sposób ekonomicznie opłacalny produkować w firmie zagranicznej. Analizy takie wygodnie jest prowadzić przy wykorzystaniu metod analizy portfelowej, rys.3.

Następnym problemem wymagającym zastosowania narzędzi inżynierii produkcji jest ustalenie zakresu zmian dotyczących konstrukcji wyrobu i technologii produkcji, związanych z koniecznością adaptacji wyrobu do nowych warunków a także wykorzystania w maksymalnym stopniu atutów nowej lokalizacji. Konieczność zmian konstrukcji zazwyczaj wymaga zmian technologii ale także zmiana technologii może powodować

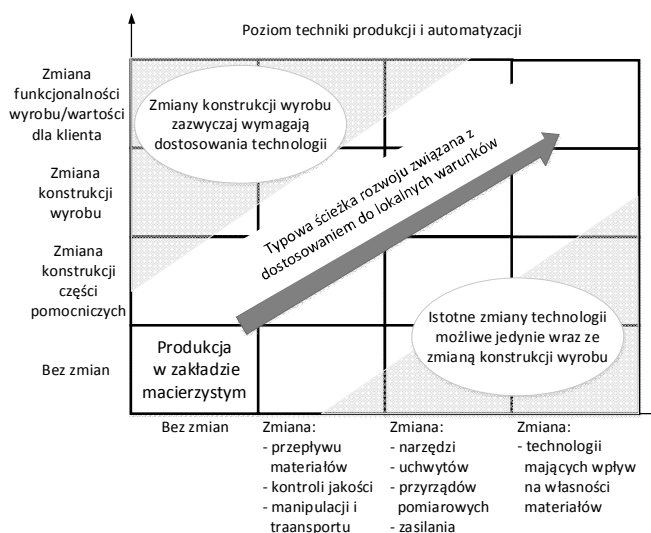


Rys 3. Analiza portfelowa wyrobów przeznaczonych do produkcji za granicą

Źródło: na podstawie [1]

² Jako przykład można wymienić system programowania matematycznego MOSEK, www.mosek.com

konieczność zmian konstrukcji wyrobu (np. jego uproszczenie, zmniejszenie liczby elementów, zastąpienie części elementów produkowanymi w nowym miejscu, itp.). Powyższe działania wymagają przeprowadzenia analizy technologiczności konstrukcji. Wymagają one uwzględnienia istniejącego parku maszyn, kwalifikacji pracowników, dostępnego oprzyrządowania, środków transportu i urządzeń manipulacyjnych, itp. Zmiany o jakich mowa mogą być drobne i dotyczyć np. zmiany przebiegu procesu produkcyjnego, kontroli jakości, sposobu transportu i manipulacji wyrobów (np. sposób zakładania i zdejmowania części z obrabiarki: ręcznie bądź z wykorzystaniem manipulatora, podajnika, itp.), rys.4. Przystosowanie konstrukcji i technologii wyrobów do nowych warunków nie zawsze związane jest z uproszczeniem konstrukcji i technologii. Kraje przyjmujące produkcję wyrobów z regionów o wyższym poziomie rozwoju przemysłu oczekują, iż wraz z przekazaniem produkcji nastąpi także transfer najnowszej technologii, know-how, itp. Nie zawsze jest to możliwe, gdyż taka decyzja może zmniejszyć opłacalność ekonomiczną produkcji za granicą a także wiązać się z dodatkowymi ryzykami dla przedsiębiorstwa inwestującego za granicą. Niekiedy jednak, czego dobrym przykładem są Chiny, zgoda na przyjęcie produkcji przenoszonej z zagranicy jest uzależniona nie tylko od transferu najnowszej technologii lecz często także od zachowania większościowych udziałów w nowej inwestycji [por. 8].



Rys.4. Adaptacja konstrukcji i technologii wyrobów
Źródło: na podstawie [1]

Należy także podkreślić iż zmiany konstrukcji i technologii produkcji wymagać będą także zmian w organizacji i zarządzaniu produkcją. Wymienić tu należy w szczególności następujące przykłady:

- kontrola i zapewnienie jakości,
- organizacja stanowisk roboczych,
- organizacja transportu, magazynowania i obsługi eksploatacyjnej maszyn,
- systemy motywowania pracowników,
- organizacja zaopatrzenia, w tym kontrola jakości dostaw,
- wybór lokalnych dostawców i budowa łańcucha dostaw, i in.

Realizacja tych zmian wymaga starannego doboru pracowników, ich przeszkolenia, często za granicą, w zakładzie z którego została przeniesiona produkcja, pomocy technicznej i organizacyjnej ze strony zakładu macierzystego. Polega to nie tylko na przeniesieniu maszyn i urządzeń do nowej lokalizacji, pomocy a nawet udziału w ich uruchomieniu lecz także adaptacji dokumentacji technicznej do nowych warunków (np. jej przetłumaczenia, znalezienia zamienników materiałów, adaptacji do lokalnych norm i wymagań) jak również pomocy kadrowej – dotyczy to zarówno wyższej kadry kierowniczej, technicznej – inżynierskiej jak również kadry średniego szczebla.

4. Skutki globalizacji – dezindustrializacja

Trend do wzrostu produktywności i towarzyszące temu procesy racjonalizacji prowadzi do przenoszenia produkcji do krajów o niższych kosztach pracy, oferujących dostęp do lokalnego rynku, korzystne warunki podatkowe itp. W krajach, których ten proces dotyczy, prowadzi to do względnego zmniejszenia roli przemysłu i zmiany struktury zatrudnienia. Efektem tego jest stopniowa dezindustrializacja – proces, w którym następuje likwidacja tradycyjnych gałęzi przemysłu, w tym zwłaszcza ciężkiego i wydobywczego, stanowiących przez ponad 200 lat jedną z głównych sił napędowych rozwoju gospodarczego.

Jakie są konsekwencje dezindustrializacji? W krajach z których przenoszona jest produkcja występują problemy, z których może najbardziej bolesnym jest zmniejszanie się liczby miejsc pracy i związane z tym bezrobocie, nie zawsze rekompensowane przez rozwój usług i innowacyjnych sektorów przemysłu. Dalsze konsekwencje to spadek popytu, niższy wzrost gospodarczy i wzrost wykluczenia społecznego, wraz ze wszystkimi negatywnymi konsekwencjami, jakie to za sobą pociąga. Jeśli w ostatecznym rachunku wzrost dochodów przedsiębiorstw wynika ze wzrostu ich produktywności, ta zaś jest szybsza w przemyśle niż w usługach, to słabsza baza przemysłowa oznacza także wolniejszy wzrost produktywności i wolniejszy wzrost dochodów w całej gospodarce. W dłuższej perspektywie wzrost wydajności pracy i jej jakości w usługach wymaga równoległego postępu w przemyśle. Usługi transportowe poprawią się dopiero wtedy, gdy przemysł będzie w stanie produkować szybsze pociągi i wygodniejsze samoloty itd.

Problem ten został zauważony i jest podnoszony w wielu oficjalnych dokumentach UE. „Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny (EKES) jest przekonany, że aby zahamować zapaść gospodarczą w Unii, należy ożywić działalność przemysłową, zwłaszcza działalność przemysłu wytwórczego, będącego mocnym punktem struktury produkcyjnej” [5]. Reindustrializacja Europy nie oznacza jednak powrotu zakładów czy nawet całych sektorów, które wyemigrowały za granicę. Odbudowa przemysłu w Europie, a także w Polsce, musi się opierać na nowych, atrakcyjnych dziedzinach działalności, nowoczesnych technologiach, wyrobach *high-tech* o wysokiej wartości dodanej. W Europie reindustrializacja odbywać się będzie w trudnych warunkach, wymagających sprostania wyzwaniom konkurencyjności ze strony Stanów Zjednoczonych, Japonii oraz krajów rozwijających się, ograniczonej dostępności do wielu surowców naturalnych, zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, bezpieczeństwa socjalnego ludności, uwzględnienia zmian demograficznych (starzenie się ludności), istniejącego bezrobocia, zagrożeń środowiskowych itp. Należy podkreślić, że mimo likwidacji wielu przedsiębiorstw przemysłowych, Polska także stała się beneficjentem netto procesów dezindustrializacji zachodzących w wyżej rozwiniętych krajach UE. Wiele przedsiębiorstw, w wyniku inwestycji bezpośrednich, zostało w ten sposób przeniesionych do naszego kraju (w Polsce wartość bezpośrednich inwestycji zagranicznych na koniec roku 2014 wynosiła 171,7 mld

Euro).

Konieczne jest również poszukiwanie innowacyjnych wyrobów, wytwarzanych zgodnie z nowoczesnymi technologiami według nowych koncepcji produkcji, nowych form organizacji pracy, uwzględniających szersze stosowanie automatyzacji i robotyzacji, a także rozwój produkcji wyrobów *high-tech* tworzących większą wartość dodaną oraz silniejsza integracja wyrobów i usług [10]. Integracja wyrobów i usług prowadzi do tzw. serwicyzacji wyrobów, której istotą jest odchodzenie przedsiębiorstw produkcyjnych od projektowania, wytwarzania i sprzedaży wyłącznie (bądź głównie) wyrobów materialnych do sprzedaży kombinacji (systemów) wyrobów i usług, będących w stanie łącznie (wspólnie) zaspokajać specyficzne wymagania klientów [9]. Powyższym zmianom sprzyjać ma rozwój gospodarki opartej na wiedzy. Wzrośnie popyt na usługi, zwłaszcza o charakterze technicznym, np. w telekomunikacji, ochronie zdrowia, a także w turystyce, rozrywce, gastronomii, transporcie lotniczym, drogowym, kolejowym, w oświacie i edukacji. Wyroby przemysłowe można importować, natomiast usługi muszą być wytwarzane i konsumowane w miejscu, gdzie istnieje na nie popyt.

W sposób oczywisty reindustrializacja winna stać się przedmiotem zainteresowań i badań inżynierii produkcji, podobnie jak było nim uprzemysłowienie kraju a następnie rozwój przemysłu po II wojnie światowej. Warunki ku temu wydają się być sprzyjające, m.in. w związku z kolejną perspektywą finansową UE i środkami jakie mają napłynąć do Polski w najbliższych latach. Najpilniejsze potrzeby w miastach, gminach i regionach zostały zaspokojone. Wybudowano kilometry nowych dróg, położono chodniki, wybudowano oczyszczalnie ścieków, zmodernizowano infrastrukturę turystyczną, wybudowano bądź zmodernizowano wiele obiektów służby zdrowia, wybudowano aquaparki, itp. Kolejne (znacznie większe niż dotychczas) środki winny zostać racjonalnie wykorzystane, przeznaczając je na inwestycje, które zostawią trwałe efekty w postaci nowych, atrakcyjnych miejsc pracy, zmniejszenia bezrobocia i realnego wzrostu poziomu życia obywateli.

Wydaje się, iż specyficznymi problemami przed którymi stanie inżynieria produkcji będą: programowanie rozwoju przemysłu, w tym w regionach, projektowanie zakładów przemysłowych, zarządzanie technologiami, kształcenie kadr, w tym zwłaszcza odpowiedzialnych za procesy decyzyjne dotyczące alokacji środków finansowych, wyboru inwestycji i nadzoru ich realizacji na poziomie regionów, powiatów i gmin. W rozwiązaniu tych problemów inżynieria produkcji jako dyscyplina naukowa może i powinna odegrać kluczową rolę.

5. Wnioski

W większości krajów na świecie globalizacja odcisnęła głębokie piętno na wielu aspektach życia gospodarczego, społecznego i politycznego. Proces ten będzie się dalej nasilał. W referacie przedstawiono niektóre konsekwencje jakie posiada globalizacja dla inżynierii produkcji. Można je rozpatrywać w dwóch obszarach. Pierwszy związany jest bezpośrednio z procesami globalizacji i przenoszeniem produkcji za granicę. Z punktu widzenia Polski pozwoli to lepiej zrozumieć mechanizmy i przesłanki przenoszenia produkcji za granicę, w tym do naszego kraju, w celu kreowania polityki zmierzającej do świadomego sterowania tym procesem dla dobra całej gospodarki. Jest to także ważne dla polskich przedsiębiorstw planujących podjęcie działalności produkcyjnej za granicą, z tych samych powodów dla których przedsiębiorstwa z krajów wyżej uprzemysłowionych uczyniły to już wcześniej i nadal to czynią.

W końcu trzeba też powiedzieć o reindustrializacji, jako o efekcie ubocznym globalizacji – reakcji na niektóre negatywne skutki globalizacji, która ma stać się czynnikiem wspierającym rozwój przemysłu i gospodarki, tworząc trwałe miejsca pracy w krajach Unii Europejskiej a także w Polsce.

We wszystkich tych obszarach dużą rolę może i powinna odegrać inżynieria produkcji, kształcąc kadry specjalistów rozumiejących mechanizmy i procesy globalizacji produkcji, przygotowanych do rozwiązywania złożonych problemów inżynierii produkcji w warunkach globalizacji. Warto wspomnieć, iż pierwsze takie próby są już czynione. Na Politechnice Warszawskiej od kilku lat na studiach magisterskich prowadzona jest specjalność „Zarządzanie produkcją zglobalizowaną” oraz jej odpowiednik w języku angielskim „Global Production and Engineering Management”.

Literatura

1. Abele E., Meyer T., Näher U., Strube G., Sykes R., Global Production. A Handbook for Strategy and Implementation, Springer, Berlin-Heidelberg 2008.
2. Durlik I., Santarek K., Inżynieria zarządzania III. Naukowe, techniczne i inwestycyjne przygotowanie produkcji wyrobów wysokiej techniki, C.H.Beck, Warszawa 2016.
3. Fletjerski S., Wahl P.T., Ekonomia globalna. Synteza, Difin, Warszawa 2003.
4. Lüthje B., Electronic Contract Manufacturing: Global Production and the International Division of Labour in the Age of Internet, Industry and Innovation, 9(2002)3, pp.227-247.
5. Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie powrotu produkcji przemysłowej do UE w kontekście reindustrializacji, CCMI/120, Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny, Bruksela, 29 kwietnia 2014.
6. Poznańska K., Kraj K.M., Badania i rozwój w korporacjach transnarodowych. Organizacja. Umiędzynarodowienie, PWN, Warszawa 2015.
7. Santarek K., Podstawy metodyczne projektowania rozmieszczenia komórek produkcyjnych, PWN, Warszawa 1987.
8. Santarek K., Polityka innowacyjna w Chinach, w: Pazio N., Santarek K. (red.), Zarządzanie przedsiębiorstwem przemysłowym w dobie turbulencji rynkowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2013.
9. Vanderverme S., Rada J., Servitization of Business: Adding Value by Adding Services, European Management Journal, 4(1988)6.
10. Westkämpfer E., Towards the Re-Industrialization of Europe. A Concept for Manufacturing for 2030, Springer, Berlin-Heidelberg 2014.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof SANTAREK
Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych
Wydział Inżynierii Produkcji
Politechnika Warszawska
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 85
tel./fax: (0-22) 234 82 71
e-mail: k.santarek@wip.pw.edu.pl