

PARADYGMAT OCENY W ODNIESIENIU DO INTELIGENTNYCH TECHNOLOGII

Krzysztof EJSMONT

Streszczenie: W pracy przedstawiono ogólną charakterystykę inteligentnych technologii wykorzystywanych w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstw. Uwagę skupiono głównie na funkcjach jakie one pełnią a, które powinny podlegać systematycznej ewaluacji. Artykuł prezentuje specyfikę procesu oceny inteligentnych technologii oraz uzasadnia wykorzystanie podejścia holistycznego mającego swoje podstawy we współczesnym paradygmacie oceny, zakładającym równowagę pomiędzy ekonomią, społeczeństwem i środowiskiem. Autor opisuje również kluczowe według niego wymiary, które powinny być uwzględniane w obecnych metodach i modelach oceny inteligentnych technologii.

Słowa kluczowe: paradygmat oceny, inteligentne technologie, metody i modele oceny technologii, uwarunkowania procesu oceny technologii

1. Inteligentne technologie wykorzystywane w produkcji i logistyce

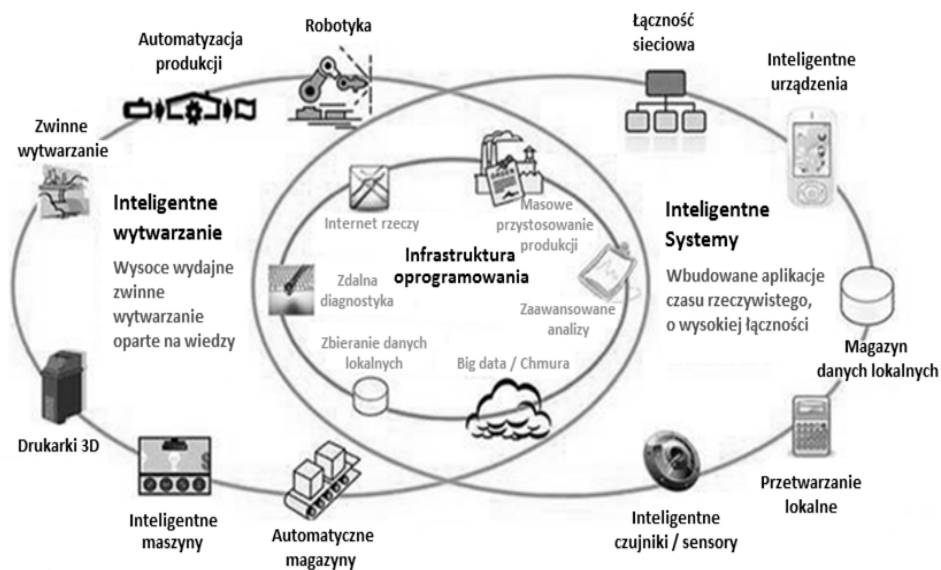
Inteligentne technologie są narzędziem używanym przez wiele przedsiębiorstw do identyfikacji i odkrywania nowych możliwości technologicznych, aby zapewnić sobie przyszły rozwój. Technologie te umożliwiają licznym systemom produkcyjnym i logistycznym realizację funkcji, które uprzednio wymagały interwencji człowieka, czyniąc je bardziej użytecznymi oraz lepiej zarządzanymi, kontrolowanymi i realizującymi złożone zadania.

Podczas szybkiej ewolucji technologicznej, obszar produkcji przemysłowej zmienił się znacząco w ostatnich kilkunastu latach i nadal rozwija się. Wykorzystywanie inteligentnych technologii w obszarze produkcji i logistyki przedsiębiorstw wprowadziło już duże zmiany, takie jak:

- postęp w posługiwaniu się i operowaniu na dużych zbiorach danych,
- rozpowszechnienie technologii analitycznych pracujących w czasie rzeczywistym,
- gwałtowny wzrost w obszarze urządzeń sieciowych,
- wzrost przepustowości łącza sieci.

Sfera produkcyjna i logistyczna przedsiębiorstwa jest przykładem wyjaśnienia wagi oraz znaczenia inteligentnych technologii. W obszarze produkcji, technologie te wykreowały i wprowadziły zmiany, w obszarach takich jak: zaadaptowanie robotów i automatyzację produkcji, wykorzystanie druku 3D, wzrost inteligencji maszyn produkcyjnych, a w obszarze logistyki: wzrost automatyzacji magazynów (np. samosterowalne magazyny, bez udziału człowieka). Przykłady inteligentnych technologii w obszarze produkcji i logistyki oraz struktura ich funkcjonowania została przedstawiona na rysunku 1.

Na rysunku 1 zaprezentowano przykład maszyn (np. roboty, drukarki 3D), które aby móc w pełni wykorzystać możliwości oraz wykazywać w trakcie pracy symptomy inteligencji muszą być w odpowiedni sposób połączone z inteligentnymi systemami i urządzeniami (np. sensory, czujniki, wewnętrzne bazy danych). Połączenie to jest możliwe



Rys. 1. Schemat funkcjonowania inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1]

poprzez specjalne oprogramowanie pośredniczące (przeważnie zaawansowane narzędzia informatyczne) oraz sieć (np. Internet Rzeczy, Big Data). Całość tworzy kompleksową strukturę, która może być traktowana jako inteligentna technologia. Można więc stwierdzić, że technologie te uzyskuje się poprzez połączenie maszyn oraz systemów za pomocą zaawansowanego oprogramowania pośredniczącego.

Inteligentne technologie mogą przyczyniać się do wzrostu efektywności procesów wytwarzania dzięki eliminacji strat poprzez lepsze harmonogramowanie, które skraca czas przestoju maszyn i pracowników, zoptymalizowane przebiegi zmniejszają zużycie wody i energii, a mniejsza liczba pomyłek ludzkich powoduje redukcję zużytych materiałów oraz błędnie wykonanych wyrobów (co w konsekwencji powoduje czystsze środowisko naturalne). Co więcej, inteligentne technologie usprawniają funkcjonowanie łańcuchów dostaw m.in. poprzez poprawę komunikacji pomiędzy klientem, a przedsiębiorstwem. Wykorzystując inteligentne technologie, można usprawnić proces planowania produkcji oraz zapewnić przedsiębiorstwom wsparcie w reakcjach na zdarzenia zachodzące w czasie rzeczywistym (np. awarie, wypadki, nagłe zmiany popytu) [2].

Złożona struktura inteligentnych technologii wykorzystywanych w sferze produkcji oraz logistyki przedsiębiorstw, czyni ich ocenę trudną zarówno pod względem metodycznym jak i merytorycznym. Problemem badawczym poruszonym w niniejszej pracy jest konieczność identyfikacji kluczowych wymiarów mających wpływ na końcową ocenę funkcjonowania inteligentnych technologii. Powinny one zostać naukowo uzasadnione, a także brane pod uwagę w aktualnie powstających metodach i modelach oceny technologii.

2. Specyfika procesu oceny inteligentnych technologii

W pracach dotyczących problematyki oceny inteligentnych technologii [3, 4, 5, 6, 7] prezentowanych jest wiele inwestycyjnych modeli za pomocą których można określić

ekonomiczną efektywność oraz ryzyko wdrażania technologii (w tym również inteligentnych) w przedsiębiorstwie. Klasyfikowane są one według różnych kryteriów, wśród których najpopularniejsze z nich to [8]:

- typ modelu (modele deterministyczne, modele probabilistyczne),
- typ wielkości ekonomicznych (modele statyczne – uwzględniające wielkości nominalne, modele dynamiczne – uwzględniające wielkości realne),
- wymiar wyniku (jednostki pieniężne, udział procentowy, jednostki czasu, wielkości bezwymiarowe, miary ryzyka).

Godny podkreślenia jest fakt, że większość klasycznych modeli oceny technologii odnosi się jedynie do sfery ekonomicznej przedsiębiorstwa i możliwości finansowe są głównym czynnikiem warunkującym implementację i funkcjonowanie danej technologii w przedsiębiorstwie. Autor jest zdania, że podejście to jest zbyt uproszczone oraz stawia tezę, że aby uzyskać kompleksową, spójną i holistyczną ocenę inteligentnych technologii należy przyjąć współczesny paradygmat oceny oraz przeprowadzić proces ewaluacji w pięciu wymiarach (wśród których jest również wymiar ekonomiczny).

Rozszerzenie klasycznych modeli oceny innowacji i technologii prezentuje w swoich pracach L. Białoń, według której ocena efektywności funkcjonowania danego rozwiązania w przedsiębiorstwie powinna być porównywana w czasie na bazie ogólnych mierników efektywności, jak również mierników cząstkowych (np. czynników produkcji). Tego typu porównania powinny posiadać ciągły charakter [9].

Oceniając efektywność wdrożenia czy eksploatacji inteligentnych technologii w przedsiębiorstwach, istnieje możliwość kalkulacji udziału efektów tego typu przedsięwzięć w całkowitym zysku przedsiębiorstwa (podlegającym weryfikacji dotyczącej oddziaływaniu czynników zewnętrznych) bądź też obliczeń wskaźnika efektywności. W obu podanych przypadkach, efektywność może podlegać analizie za pomocą mierników bezwzględnych (np. udział efektów z tytułu wdrożenia inteligentnej technologii, porównanie wpływu funkcjonowania wdrożonej technologii z okresem poprzedzającym wdrożenie) oraz względnych (np. stopa rentowności implementacji inteligentnej technologii, skala wpływu stosowanej technologii na efektywność działalności przedsiębiorstwa) [10].

Opisane powyżej finansowe (wartościowe) podejście do analizy efektywności funkcjonowania inteligentnych technologii w przedsiębiorstwie powinno być uzupełnione o analizę rzeczową mogącą dać odpowiedź na pytanie dotyczące chłonności produkcji oraz poszczególnych czynników produkcji. Zawarte one są w tzw. uniwersalnym wskaźniku efektywności nakładów na realizację projektu związanego z wdrożeniem inteligentnej technologii (E). Może on przyjąć następującą postać [9]:

$$E = \sum_{t=0}^n \alpha_t (P_t - N_0 - N_t - K_t) \quad (1)$$

gdzie:

- n – liczba lat okresu obliczeniowego, składającego się z okresu realizacji wdrożenia inteligentnej technologii oraz czasu jej eksploatacji: $\alpha_t = (1 + r)^t$,
- r – współczynnik dyskonta dotyczący roku t w ramach okresu obliczeniowego:
- r – współczynnik dyskonta równy stopie oprocentowania kredytów długoterminowych,
- P_t – wartość wpływów przedsiębiorstwa w poszczególnych latach okresu obliczeniowego,
- N_0 – wielkość początkowych nakładów kapitałowych koniecznych do zrealizowania wdrożenia inteligentnej technologii, ponoszonych w fazie przygotowawczej,

Nt – wielkość nakładów ponoszonych w kolejnych latach,

Kt – koszty bieżące działalności produkcyjnej.

Wymogiem uzyskania efektywności nakładów inwestycyjnych jest wartość $E > 0$.

Na bazie powyższych rozważań można stwierdzić, że oceny ekonomicznej wdrażanej inteligentnej technologii należy dokonać po dokładnym przeanalizowaniu sytuacji finansowej przedsiębiorstwa oraz w miarę możliwości uwzględnić wszystkie jego uwarunkowania (np. dostępne zasoby, strukturę organizacyjną itp.). Przeprowadzenie oceny możliwości wdrożenia czy efektywności eksploatacji inteligentnej technologii bez powiązania jej z celami operacyjnymi i strategicznymi danego przedsiębiorstwa skazane jest na porażkę.

3. Współczesny paradygmat oceny

Paradygmat jest w rozumieniu wprowadzonym przez filozofa Thomasa Kuhna w książce „Struktura rewolucji naukowych” (*The Structure of Scientific Revolutions*) opublikowanej w 1962 roku zbiorem pojęć oraz teorii tworzących podstawy danej dziedziny nauki. Teoria i pojęcia wchodzące w skład paradygmatu nie podlegają dyskusji, przynajmniej do momentu w którym paradygmat jest twórczy poznawczo – tzn. za jego pomocą można opracowywać teorie szczegółowe zgodne z danymi doświadczalnymi (historycznymi), którymi zajmuje się dany dział nauki [11].

W rozpatrywanym w pracy problemie naukowym, można przyjąć że, paradygmat oceny prezentuje postawę badawczą, która eksponuje ustalenie syntetycznej oceny funkcjonowania inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstwa na podstawie scalenia w jedną całość pojedynczych kryteriów oceny [12, 13, 14]. Proponowany przez autora paradygmat oceny agregatowej jest pochodną podejścia wielokryterialnego oraz odznacza się z jednej strony zastosowaniem więcej aniżeli jednego kryterium oceny, z drugiej zaś – ich zespoleniem.

Należy jednak podkreślić, że przeprowadzenie oceny wielokryterialnej bez uprzedniego zagregowania pojedynczych kryteriów, pozwala co prawda na uzyskanie szerokiej kwalifikacji systemu oceny, ale w formie rozdzielczej (dystrybutywnej), nie zaś agregatowej.

Paradygmat oceny agregatowej umiejscowiony jest w odniesieniu do różnych, odmiennych aspektów rozpatrywania problemów decyzyjnych. Przykładowe aspekty związane z oceną funkcjonowania inteligentnych technologii czy zasadnością ich wdrożenia to m.in.: procesowy, produktowy, podmiotowy, organizacyjny, aktywności biznesowej, działalności międzynarodowej. Każdy z tych obszarów określa ramy, w jakich zawierają się odpowiadające im kryteria oceny [14].

Nowoczesność odnosząca się do paradygmatu oceny jest pojęciem, które określa grupę zjawisk społecznych charakteryzujących gospodarkę przełomu XX i XXI wieku. Podstawą obecnego (nowoczesnego) podejścia do paradygmatu oceny, są społeczno-gospodarcze przemiany jakie miały miejsce w kulturze zachodniej w drugiej połowie XX wieku. Chodzi tu przede wszystkim o postęp technologiczny, telekomunikacyjny i informatyczny. Rdzeniem nowoczesności w kontekście oceny jest nieobecność granic (konsumpcyjnych, geopolitycznych, handlowych, komunikacyjnych), a także uwzględnienie wielu istotnych czynników, na które nie zwracano uwagi w klasycznych metodach oceny (np. społecznych, środowiskowych, prawnych). Nowoczesność podejścia do oceny można ująć w trzech podstawowych kategoriach: zmienność, względnosc, pluralizm [15].

Cechy oceny należy rozumieć jako charakterystyczne własności, które powinny stanowić o właściwościach i charakterystyce badanego zjawiska. Stanowią one zespół elementów, które muszą być uwzględnione w ocenie, aby była ona wiarygodna.

Na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat zmieniało się podejście do oceny (m.in. efektywności) funkcjonowania oraz słuszności wdrażania technologii (szczególnie tych, cechujących się najwyższym poziomem nowoczesności). O ile jeszcze na początku lat dziewięćdziesiątych dominowało tzw. podejście klasyczne oparte na typowych ocenach finansowych, to powstanie tzw. nowej ekonomii, łączącej elementy ekonomiczne, społeczne i środowiskowe, spowodowało całkowitą zmianę i od tego momentu zaczęły dominować metody kompleksowe [16]. Jest to zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju oraz założeniami zarządzania wiedzą.

Zastanawiając się nad pomiarem efektywności funkcjonowania inteligentnych technologii w obszarze produkcji i logistyki przedsiębiorstw oraz realizowania przez nie zakładanych funkcji, należy przede wszystkim określić specyfikę tego rodzaju przedsięwzięcia. Wyrażona ona może być poprzez [16]:

- określenie rodzaju inteligentnej technologii oraz podanie jej podstawowych charakterystyk i funkcji jakie ma spełniać,
- nowatorski charakter w sensie bezwzględny (inteligentne technologie po raz pierwszy pojawiające się w skali globalnej) lub w sensie względnym (inteligentne technologie po raz pierwszy pojawiające się na danym obszarze i w danym czasie),
- dziedzinę, której dotyczy inteligentna technologia,
- obszar aplikacyjny, w którym inteligentna technologia może być zastosowana,
- spełnienie całkowicie nowych wymagań (potrzeb) klienta (konsumenta).

Część przedstawionych cech ma w głównej mierze charakter strategiczny, inna grupa może z kolei zostać uznana za operacyjną. Warto podkreślić, że wszystkie przedstawione cechy oparte są na informacji i wiedzy [16].

Współczesny paradygmat oceny w odniesieniu do inteligentnych technologii stosowanych w sferach produkcji i logistyki, oprócz uwzględnienia powyżej wymienionych cech powinien także charakteryzować się przede wszystkim: holistycznością, elastycznością, adaptacyjnością i adekwatnością. Niezwykle ważne jest aby przeprowadzana ocena inteligentnych technologii była kompleksowa, cechowała się wiarygodnością i obiektywizmem, a także odnosiła się nie tylko do sfery ekonomiczno-finansowej, ale również do innych sfer np. społeczno-środowiskowej czy prawnej. Jest to bardzo istotne szczególnie w obecnych czasach, w których coraz częściej mamy do czynienia z brakiem odtwarzalności zasobów produkcji (np. węgiel, ropa, gaz ziemny), a o sukcesie wdrożenia i eksploatacji inteligentnych technologii w przedsiębiorstwie decyduje w coraz większym stopniu czynnik ludzki, środowiskowy czy prawny. W literaturze można znaleźć przykłady inteligentnych technologii, które udało się wprowadzić w przedsiębiorstwach, jednak nie przyniosły one spodziewanych korzyści np. poprzez brak akceptacji pracowników lub społeczeństwa czy też restrykcyjne bariery środowiskowe lub prawne. Jako przykład takiej technologii można podać roboty w jednej z fabryk Volkswagena, w której doszło do śmiertelnego wypadku. Zginął tam pracownik zabity przez robota, a przypadek ten spowodował niepewność w kwestii automatyzacji wśród pracowników zakładu, a także wzbudził sporo kontrowersji u społeczeństwa (w tym klientów firmy) [17]. Uwzględnić należy także wielowymiarowość oceny, pamiętając, że bardzo często wdrażane inteligentne technologie oddziałują nie tylko na jeden obszar funkcjonowania przedsiębiorstwa (np. produkcję czy logistykę), ale często ich użyteczność bywa rozpatrywana również w innych wymiarach: ekonomicznym, społecznym,

środowiskowym, prawnym, technologicznym itp. Szerzej tematyka ta została opisana w pracach [18, 19, 20, 21].

Wyróżnić można dwie podstawowe koncepcje filozoficzne, które można odnieść do paradygmatu oceny. Pierwszy nurt to koncepcja mechanistyczna (redukcjonistyczna), która zakłada, że każdy system zbudowany jest z wielu cząstkowych elementów połączonych ze sobą w uporządkowany sposób (jak np. samochód) [22]. Zgodnie z tą filozofią proces oceny należy przeprowadzać badając wyodrębnione elementy oraz tworzyć specjalistyczne wąskie obszary oceny (np. silnik, układ hamulcowy itp.). Z podejściem redukcjonistycznym wiąże się m.in. popularność stosowania metod analitycznych w procesie oceny. Z kolei koncepcja holistyczna wychodzi z założenia, że proces oceny należy postrzegać i badać w sposób całościowy, a o efektywności jego funkcjonowania decyduje współdziałanie wszystkich elementów oceny. Układy całościowe, podlegają swoistym regułom, których nie można wywnioskować na podstawie wiedzy o prawidłowościach rządzących ich składnikami. Całości nie da się sprowadzić do sumy jej składników [23]. Koncepcja ta zakłada interdyscyplinarne podejście w procesie oceny oraz dominację syntezy [22, 24].

Dla rozwoju metod i modeli oceny ważne jest uzupełniające traktowanie obu wymienionych podejść filozoficznych. Stosowanie idei mechanistycznej oraz badań posiadających charakter analityczny umożliwia lepsze poznanie podstawowych elementów składowych ocenianego procesu. Podejście systemowe umożliwia natomiast badanie procesów (ekonomicznych, społecznych, środowiskowych itp.) we wzajemnym powiązaniu oraz powiązaniu z otoczeniem. Przedsiębiorstwa traktować należy jako organicznie powiązane w całość. Podejście holistyczne i interdyscyplinarne sprzyja użyteczności badań dla praktyki życia gospodarczego oraz społecznego [24]. Podejście to pozwala na całościowe potraktowanie uwarunkowań wdrażania i funkcjonowania inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstw w kontekście końcowej oceny związanej z tym przedsięwzięciem.

W dostępnej literaturze, można spotkać wiele definicji elastyczności oceny, którą można odnieść do ewaluacji zasadności wdrożenia czy też funkcjonowania inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstwa. W pracy R. Krupski [25] przedstawił obszerną analizę tego zagadnienia na bazie propozycji innych autorów wraz z interpretacją. Poszukując syntezy różnych definicji i koncepcji można przyjąć, iż elastyczność oceny to zdolność danej metody/modelu oceny do adoptowania warunków występujących w otoczeniu bliższym i dalszym. Elastyczność, która może również być definiowana jako przystosowanie bądź adaptacja, może mieć charakter zewnętrzny – polegający na zdolności systemu oceny do uwzględniania turbulentnych czynników otoczenia lub wewnętrzny – umożliwiający wprowadzanie zmian w przedsiębiorstwie związanych z wdrożeniem/eksploatacją inteligentnych technologii. Elastyczność oceny może być również rozpatrywana w układzie podsystemów przedsiębiorstwa związanych z użytkowaną inteligentną technologią: finansowego, informacyjnego, wytwarzania, rynkowego i zarządzania strategicznego [25, 26]. Każdy z podanych wymiarów charakteryzuje się innymi kryteriami oceny.

Adaptacyjność oceny rozumiana jest w tym wypadku jako możliwość dostosowania modelu oceny do warunków danego przedsiębiorstwa oraz uwzględnieniu w tej ocenie zarówno wpływu inteligentnej technologii na funkcjonowanie przedsiębiorstwa jak również powiązaniu tej technologii z zasobami firmy (np. ludzkimi, materiałowymi itp.).

Adekwatność oceny umożliwia wybór odpowiedniego wariantu zgodnie z przyjętymi kryteriami implementacji, co pozwala np. dopasować proces wdrożenia do specyficznych

warunków funkcjonowania przedsiębiorstwa wprowadzającego daną inteligentną technologię w konkretnym przedziale czasowym.

4. Uwarunkowania oceny inteligentnych technologii

W podrozdziale tym zostaną opisane i scharakteryzowane kluczowe wymiary, które powinny być według autora uwzględnione w procesie oceny wdrażania i funkcjonowania inteligentnych technologii. Wydają się być one kluczowe z perspektywy przedsiębiorstwa stosującego w obszarze produkcji i logistyki inteligentne technologie, gdyż zawierają większość elementów, które determinują implementację i stosowanie inteligentnych technologii. Należy jednak podkreślić, że formowanie się poszczególnych wymiarów podlega z czasem zmianom, mają one dynamiczny charakter oraz zależą od wielu czynników, takich jak: powstawanie nowych inteligentnych technologii, złożone i turbulентne otoczenie przedsiębiorstw, różnego rodzaju wahania (techniczne, środowiskowe, społeczne, rynkowe, polityczne), zmieniające się regulacje prawne. Kształtowanie poszczególnych wymiarów, w ramach których możliwe jest określenie uwarunkowań dotyczących danego przedsiębiorstwa jest zależne np. od sytuacji polityczno-gospodarczej kraju w którym prowadzi ono swoją działalność, co znajduje z kolei odbicie w przyjmowanych zasadach prawnych.

Wymiar ekonomiczny

Znaczenie wymiaru ekonomicznego w ocenie efektywności funkcjonowania inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstwa nie podlega dyskusji i jest przez autora uważany za jeden z najistotniejszych aspektów. Gruntowna analiza finansowa zasobów przeznaczonych na wdrożenie czy eksploatację inteligentnej technologii powinna stanowić początek procesu oceny. Bez odpowiedniego zaplecza finansowego szanse na zakończenie przedsięwzięcia implementacji czy użytkowania inteligentnej technologii z sukcesem, są bardzo niewielkie. Do analiz ekonomicznych można użyć wielu metod, modeli i narzędzi oceny takich jak np. wartość bieżąca netto, wewnętrzna stopa zwrotu, zwrot z inwestycji. Wymiar ekonomiczny uwzględniany jest niemal we wszystkich klasycznych metodach i modelach oceny oraz został szerzej przedstawiony we wcześniejszej części pracy.

Wymiar technologiczny

Zmiana procesu technologicznego na bardziej zaawansowany wiąże się zazwyczaj z wieloma korzyściami. Oznacza on przeważnie niższe koszty produkcji, mniejsze zapotrzebowanie na energię, większą wydajność oraz wiele innych zalet.

Wymiar technologiczny obejmuje ogół metod pozwalających przekształcić zasoby w produkty i usługi. Inteligentne rozwiązania (bazujące głównie na technologiach informatycznych i zaawansowanych narzędziach ICT), mogą wpływać na wszystkie aspekty biznesu, np. rozpowszechnienie inteligentnych technologii stwarza nowe możliwości dla projektowania produktów, ich wytwarzania oraz dystrybucji. Zaawansowanie technologiczne posiadanej przez przedsiębiorstwo infrastruktury (np. technicznej, informatycznej) m.in. redukuje czas dostarczania produktów do konsumentów, umożliwia doskonalenie jakości, zmienia sposoby wykonywania pracy (coraz częściej pracę można wykonywać w domu i przysyłać jej efekty do firmy). Inteligentne technologie wpływają na zmniejszenie zatrudnienia, poprawę wydajności, redukcję kosztów produkcji, np. przez redukcję potrzebnego miejsca, zastępowanie często kilku osób jedną maszyną.

Zmieniają zatem strukturę zatrudnienia i przyczyniają się do wzrostu zapotrzebowania na ludzi z wysokimi kwalifikacjami [27]. Wymiar technologiczny ma również szczególny wpływ przy tworzeniu i wdrażaniu innowacji produktowych i procesowych [28].

Bardzo często główną barierą we wdrożeniu i eksploatacji nowych rozwiązań jest brak odpowiedniego zaplecza technicznego i technologicznego, wymaganego do ich efektywnego użytkowania. Przykładami czynników, które mogą okazać się pomocne w ocenie wymiaru technologicznego związanego z inteligentnymi technologiami są [18]:

- dostępność inteligentnych technologii wymaganych do wdrożenia i eksploatacji innowacyjnych rozwiązań,
- substytucyjność inteligentnych technologii,
- zgodność inteligentnych technologii z określonymi standardami (np. normami ISO),
- elastyczność inteligentnych technologii do wprowadzania zmian, modyfikacji, rozbudowy,
- czas związany z rekonfiguracją, recertyfikacją, rewalidacją systemów produkcyjnych wykorzystujących inteligentne technologie,
- prawdopodobieństwo realizacji wdrożenia i eksploatacji nowego rozwiązania technicznego / technologicznego przy wykorzystaniu inteligentnych technologii,
- sposób testowania nowych rozwiązań za pomocą inteligentnych technologii,
- faza cyklu życia inteligentnych technologii oraz cyklu życia wdrażanych i eksploatowanych za ich pomocą wyrobów/usług.

Wymiar środowiskowy

Wymiar ochrony środowiska przy ocenie funkcjonowania inteligentnych technologii eksponowany jest w kilku ujęciach. Technologie tego typu zapewniają lepszą zdolność m.in. do monitorowania procesów produkcyjnych w odniesieniu do odpadów, emisji zanieczyszczeń, zużycia energii oraz wykorzystywania odnawialnych i nieodnawialnych zasobów energetycznych. Ze względu na wykorzystywanie podejścia opartego na wiedzy, optymalizacji procesów oraz ich kontroli, istnieje możliwość doprowadzenia do znacznej redukcji wymienionych wyżej czynników. Lepsza zdolność monitorowania procesów produkcyjnych może również pomóc w uniknięciu krytycznych lub nawet katastrofalnych wydarzeń, które mogą być wynikiem zanieczyszczenia środowiska.

Bardzo duże znaczenie w procesie oceny mają również czynniki związane z tzw. kosztami środowiskowymi, w szczególności związanymi z usuwaniem odpadów i zanieczyszczeń, a także zużyciem materiałów i energii. Dostępne badania [29] podkreślają istotę redukcji kosztów oraz właściwego zarządzania jakością w obszarze ochrony środowiska (np. poprzez zgodność funkcjonowania inteligentnych technologii z zaleceniami normy ISO 14000) jako głównych elementów ocenianego procesu. Znaczący wpływ na końcową ocenę efektywności inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki ma również zgodność działań z założeniami polityki ochrony środowiska. Polityczne i prawne regulacje w obszarze ochrony środowiska mają często kluczowy wpływ na finalną ocenę oraz podjęcie przez przedsiębiorstwo decyzji o wdrożeniu i eksploatacji inteligentnych technologii.

Wymiar prawny

Bardzo ważne dla przedsiębiorstw zamierzających wykorzystywać inteligentne technologie w sferze produkcji/logistyki, jest znajomość aktualnie obowiązujących w Polsce i Unii Europejskiej rozporządzeń oraz aktów prawnych, które definiują i normują

zagadnienia związane z inteligentnymi technologiami, a także zawierają podstawowe informacje o prawach ochrony.

W procesie oceny inteligentnych technologii wykorzystywanych w sferach produkcji i logistyki przedsiębiorstwa bardzo ważne jest, aby poprawnie określić:

- postać technologii,
- sposób i cel wykorzystywania technologii,
- zasady jej ochrony (np. zasada wyłączności).

Brak podstawowych danych uniemożliwia stosowanie danej inteligentnej technologii w przedsiębiorstwie, nie naruszając regulacji, norm prawnych czy też ochrony patentowej – co w konsekwencji może prowadzić do negatywnych następstw naruszenia zasad prawnej ochrony technologii.

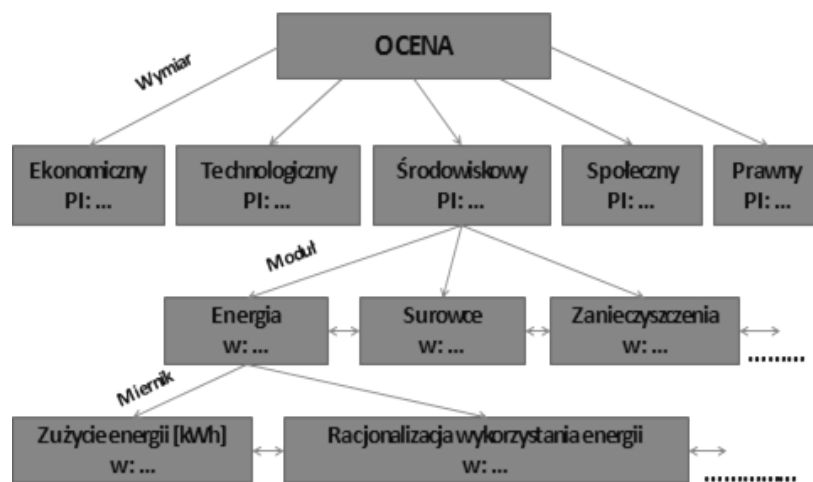
Wymiar społeczny

Można sformułować tezę, że poza wymiarem ekonomicznym, technologicznym, środowiskowym i prawnym, również wymiar społeczny jest ważnym elementem wpływającym na ocenę funkcjonowania inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki.

Do ogólnych czynników społecznych, które mogą mieć wpływ na proces oceny inteligentnych technologii zaliczyć można m.in.: uwarunkowania historyczne, kulturę, styl życia, integrację społeczeństwa, stopień zainteresowania i wiedzy społeczeństwa inteligentnymi technologiami oraz zaangażowaniem w sprawy ich oceny. Autor pragnie podkreślić, że uwagę można skoncentrować również na bardziej szczegółowych czynnikach oceny (które zdecydowanie łatwiej zmierzyć ilościowo) takich jak: dostępność fachowców (wykwalifikowanej kadry), zaufanie klienta (jakość wykonania technologii, długość gwarancji), rozległość kampanii reklamowych, rozpoznawalność technologii, atrakcyjność technologii pod względem konsumenckim, akceptacja danej technologii przez społeczeństwo, łatwość użycia (obsługi) technologii, ryzyko złego odbioru społecznego technologii, zamożność społeczeństwa.

Na podstawie przyjętego współczesnego paradygmatu oceny oraz uwzględniając opisane w pracy cechy i wymiary, jakimi powinny charakteryzować się współczesne metody i modele oceny inteligentnych technologii, autor proponuje trójstopniowe podejście do oceny (rys. 2).

Wykorzystując strukturę przedstawioną na rys. 2 można uzyskać ocenę cechującą się holistycznością. Jest to możliwe za pomocą modułowego ujęcia oceny w obszarach najistotniejszych z punktu widzenia funkcjonowania inteligentnych technologii (ekonomicznym, technologicznym, środowiskowym, społecznym, prawnym) w odniesieniu do rozpatrywanych kryteriów (np. wydajność, koszty). Dynamika systemu oceny wyrażana poprzez elastyczność, adekwatność czy też adaptacyjność, zapewniana jest poprzez sprzężenia zachodzące dzięki funkcjonowaniu modułowego mechanizmu identyfikacji (określenia) – zależności pomiędzy całymi modułami złożonymi z mierników (w pierwszym etapie oceny) oraz pomiędzy poszczególnymi miernikami reprezentującymi wybrane moduły (w drugim etapie oceny). Dodatkowo w celu zapewnienia większej obiektywności i elastyczności oceny zaproponowano podejście wagowe (PI – poziomy istotności wymiarów, W – wagi modułów i mierników). Pozwoli to na dopasowanie struktury oceny do aktualnej sytuacji panującej w otoczeniu bliższym i dalszym przedsiębiorstwa. W zależności od przypadku, różne elementy mogą inaczej wpływać na całkowitą ocenę i powinna istnieć możliwość ich dostosowywania w zależności np. od



Rys. 2. Podejście trójstopniowe do oceny inteligentnych technologii

sytuacji ekonomicznej, zmian środowiskowych, polityki itp.. Lista modułów oraz mierników jest otwarta i zależy od specyfiki danej inteligentnej technologii, a ich ocena powinna być przeprowadzana na podstawie określonych metod i narzędzi. Na rys. 2 podano jedynie przykładowe moduły dla wymiaru środowiskowego oraz mierniki dla modułu w nim zawartego (energia).

Oryginalność proponowanego podejścia przejawia się m.in. w: uwzględnieniu w ocenie elementów i zależności dotąd nie opisywanych w literaturze (przyjęcie nowego paradygmatu ekonomii), sekwencyjności procesu oceny, połączeniu poszczególnych wymiarów i modułów oceny inteligentnych technologii w całość, która nie jest sumą ocen pojedynczych elementów (idea podejścia systemowego) oraz możliwości doboru wag, które zwiększają obiektywność oceny.

5. Podsumowanie i wnioski

Znaczenie poruszanej w opracowaniu problematyki wzrasta w ostatnich latach. Wynika to z dużej intensywności powstawania i wdrażania inteligentnych technologii w obszarach: technik wytwarzania, systemów produkcji, logistyki, systemów informatycznych, komunikacji przedsiębiorstwa itp. oraz konieczności ich racjonalnej ewaluacji. Bardzo istotne jest przy tego typu ocenach przyjęcie współczesnego paradygmatu oceny zakładającego równowagę gospodarki, społeczeństwa i środowiska. Niezwykle ważne jest także zrozumienie zmian zachodzących w praktyce gospodarczej przedsiębiorstw, opartych głównie na założeniach nowej ekonomii, idei zrównoważonego rozwoju czy społeczeństwa opartego na wiedzy. W tym celu należy określić jakie wymiary warunkują proces oceny inteligentnych technologii w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstw oraz jaki jest ich wpływ (oddziaływanie) na końcowy wynik oceny.

Celem opracowania była próba przedstawienia specyfiki oraz uwarunkowań oceny inteligentnych technologii wykorzystywanych w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstw oraz scharakteryzowanie nowego paradygmatu oceny, którego przyjęcie wydaje się być niezbędne w procesie oceny nowoczesnych technologii. Cel został w znacznym stopniu zrealizowany. Za najważniejsze osiągnięcia niniejszej pracy można uznać:

- podstawowe informacje dotyczące inteligentnych technologii wykorzystywanych w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstw oraz opis możliwości jakie się z nimi wiążą,
- określenie specyfiki i zasad oceny inteligentnych technologii,
- charakterystyka współczesnego paradygmatu oceny wraz z podaniem kluczowych dla niego cech oraz wymiarów oceny,
- uzasadnienie potrzeby zastosowania opisywanego paradygmatu w procesie oceny inteligentnych technologii funkcjonujących w sferze produkcji i logistyki przedsiębiorstw,
- opis uwarunkowań oceny inteligentnych technologii w pięciu kluczowych wymiarach, które są najistotniejsze z punktu widzenia realizacji celów operacyjnych i strategicznych przedsiębiorstwa,
- propozycja podejścia trójstopniowego do oceny inteligentnych technologii (wymiar – moduł – miernik).

Zaprezentowana idea podejścia trójstopniowego wydaje się być słuszna z punktu widzenia przyjętego paradygmatu oceny. Bardzo ważne jest, aby w dalszych pracach badawczych zweryfikować słuszność zaproponowanych przez autora wymiarów oceny, a także zidentyfikować możliwie jak najwięcej modułów i mierników w nich zawartych. Są to bez wątpienia kierunki dalszych prac i badań.

Literatura

1. Mariano T.: Industrial equipment providers catch a wave of smart devices technology. Control Engineering, 2014.
2. Kennell B.: Smart Manufacturing: A Path to Profitable Growth. The Huffington Post, on-line blog, 2015.
3. Czechowski L., Dziworska K., Gostowska-Drzewicka T., Górczyńska A., Ostrowska E.: Projekty inwestycyjne. Finansowanie. Metody i procedury oceny. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999.
4. Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. Wyd. PWN, Warszawa 2004.
5. Kurek W. (red.): Rachunek ekonomiczny w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Wyd. UMCS, Lublin 1998.
6. Nahotko S.: Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego Sp. z o.o., Bydgoszcz 1996.
7. Siegiel J. G., Shim J. K., Hartmann S. W.: Przewodnik po finansach. Wyd. PWN, Warszawa 1995.
8. Bijańska J.: Analiza i ocena ekonomicznej efektywności innowacji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie z. 56, Gliwice 2011, s. 7-26.
9. Białoń L.: Korzyści ekonomiczne działalności innowacyjnej. Zarządzanie. Teoria i praktyka nr 1(5), Warszawa 2012, s. 33-49.
10. Białoń L.: Efektywność rozwoju nauki i techniki [w:] Białoń L., Obrębski T. (red.) Nauka i technika w rozwoju społeczno-gospodarczym. Wyd. PWN, Warszawa 1989.
11. Kuhn T.: The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press, Chicago 1962.
12. Stabryła A.: Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce firmy. Wyd. PWN, Warszawa 2012.
13. Stabryła A.: Model agregatywnej analizy decyzyjnej w projektowaniu [w:] Rokita J. (red.) Nowe obszary badań w naukach o zarządzaniu. Wydawnictwo Górnośląskiej Wyższej Szkoły Handlowej, Katowice 2015.

14. Stabryła A.: Paradygmat oceny agregatywnej w analizie strategicznej. *Prace Naukowe UE we Wrocławiu* nr 420, Strategie. Procesy i praktyki, 2016, s. 275-285.
15. Urbaniak M.: Gorzki posmak płynnej nowoczesności. Wybrane zagadnienia z filozofii społecznej Zygmunta Bauman. *KNUV* nr 4(42), 2014, s. 5-27.
16. Marciniak S.: Ocena efektywności nowatorskich przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych – ujęcie holistyczne. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie* z. 73, Gliwice 2014, s. 399-407.
17. Kasicki W.: Robot zabił człowieka. Artykuł internetowy: <http://www.computerworld.pl/news/402532/Robot.zabil.czlowieka.html>, data dostępu: 08.12.2016r.
18. Ejsmont K.: Model oceny inteligentnych technologii [w:] Knosala R. (red.) *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, tom II. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Zakopane 2016, s. 47-58.
19. Marciniak S.: Holistic System of Evaluation of Production Systems Efficiency [in:] Strzelczak S., Balda P., Garetti M., Lobov A. (red.) *Open Knowledge-Driven Manufacturing & Logistics. The eScop Approach*. Warsaw University of Technology Publishing House, Warsaw, 2015, pp. 95-108.
20. Marciniak S.: Technology Evaluation Using Modified Integrated Method of Technical Project Assessment. *IFIP Advances in Information and Communication Technology, Lecture Notes in Computer Science*, Springer Verlag, vol. 460, 2015, pp. 493-501.
21. Marciniak S., Ejsmont K.: Ocena przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych typu eScop. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa* nr 12, Warszawa 2015, s. 17-32.
22. Runowski H.: Zmiany w statusie nauk rolniczych w krajach o rozwiniętej gospodarce rynkowej i związane z tym zmiany w organizacji hodowli roślin. *Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR*, nr 27, 2007, s. 7-18.
23. Adamczewski P.: Holistyczne ujęcie uwarunkowań ICT w organizacjach inteligentnych społeczeństwa informacyjnego. *Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy* z. 35, Rzeszów 2013, s. 5-23.
24. Chotkowski J.: Metodologiczne problemy empirycznych badań ekonomicznych. *Roczniki Nauk Rolniczych, seria G*, t. 98, z. 2, Warszawa 2011, s. 74-84.
25. Krupski R.: *Elastyczność organizacji*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008.
26. Ziębicki B.: Elastyczność jako kryterium efektywności organizacyjnej. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Oeconomica* 234, Łódź 2010, s. 387-396.
27. Pizło W., Mazurkiewicz-Pizło A.: Koncepcja otoczenia organizacji z uwzględnieniem wybranych aspektów międzynarodowych. *Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, Zeszyty Naukowe SGGW* nr 71, 2008, s. 28.
28. OECD, Eurostat: *Podręcznik Oslo. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, Wydanie Trzecie, 2005.
29. Ejdyś J., Kobylińska U., Lulewicz-Sas A., *Zintegrowane systemy zarządzania jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy*. Oficyna Wyd. PB, Białystok 2012.

Mgr inż. Krzysztof EJSMONT
Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych
Wydział Inżynierii Produkcji, Politechnika Warszawska
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 86, pokój 121 ST
tel./fax: (22) 234-81-23, (22) 849-01-85 / (22) 849-93-90
e-mail: krzysztof.ejsmont@wp.pl