

INTELIGENTNE TECHNOLOGIE – POMIAR I OCENA WYMIARU SPOŁECZNEGO

Krzysztof EJSMONT

Streszczenie: W pracy przedstawiono propozycję procesu oceny wymiaru społecznego w odniesieniu do inteligentnych technologii funkcjonujących w obszarze produkcji przedsiębiorstwa. Proces ten powinien stanowić jedną z głównych składowych holistycznej oceny technologii. Dla realizacji celu wskazano główne cechy inteligentnych technologii (wprowadzających duże zmiany w wymiarze społecznym), podkreślono rolę czynnika ludzkiego w procesie oceny technologii, a także na podstawie wybranego obiektu badawczego przedstawiono i zweryfikowano proponowaną strukturę oceny. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do dalszych badań dotyczących kompleksowej oceny technologii inteligentnych.

Słowa kluczowe: inteligentne technologie, wymiar społeczny, proces oceny technologii, podejście holistyczne

1. Wprowadzenie

Praca jest kontynuacją badań dotyczących problematyki oceny inteligentnych technologii. We wcześniejszych publikacjach Autor m.in. przedstawił ogólną charakterystykę inteligentnych technologii wykorzystywanych w obszarze produkcji przedsiębiorstw [1], zaproponował proces ich oceny w pięciu wymiarach (ekonomicznym, technologicznym, ochrony środowiska, społecznym, prawnym) bazujący na podejściu trójstopniowym (wymiar – moduł – miernik) [1, 2], a także opracował przykładowy model służący ocenie inteligentnych technologii [3].

Autor uważa za słuszne przyjęcie podejścia holistycznego w procesie oceny inteligentnych technologii [1 ÷ 5], które zakłada, że wszelkie zjawiska tworzą układy całościowe, podlegające swoistym prawidłowościom, których nie można wywnioskować na podstawie wiedzy o właściwościach rządzących ich składnikami [6]. Całości nie da się sprowadzić do sumy jej składników [7]. Zgodnie z tym poglądem w metodach oceny technologii postulowane jest prowadzenie kompleksowych i wielokryterialnych analiz oraz dążenie do pełności i spójności oceny.

W publikacji główna uwaga została skupiona na wymiarze społecznym, który zdaniem Autora odgrywa istotną rolę w procesie oceny inteligentnych technologii [8]. W dobie Przemysłu 4.0 [9] bardzo ważne jest uwzględnianie czynnika ludzkiego w prowadzonych analizach i ocenach technologii. Uwarunkowane jest to nowymi cechami inteligentnych technologii funkcjonujących w obszarze produkcji, które prowadzą do wielu zmian w dotychczas realizowanych procesach wytwórczych. Zmiany zachodzą w istotnych obszarach wśród których wymienić można np.: ergonomię, bezpieczeństwo pracy, odbiór społeczny, obsługa technologii.

W związku z rozpoczęciem czwartej rewolucji przemysłowej [10], a co się z tym wiąże nowymi realiami funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych zasadne wydaje się

uzyskanie na gruncie naukowym odpowiedzi na pytanie badawcze: „jak dokonać pomiaru i oceny wymiaru społecznego w kontekście funkcjonowania inteligentnych technologii”?

2. Cele oraz cechy inteligentnych technologii w obszarze produkcji

Postęp technologiczny w ostatnich latach jeśli chodzi o produkcję napędzany jest głównie przez dwa procesy. Pierwszym z nich jest dążenie do indywidualizacji oraz wzrostu złożoności produkowanych wyrobów. Drugim jest rosnący w tempie szybszym niż kiedykolwiek wcześniej, nacisk na wzrost wydajności produkcji oraz podniesienie jakości produktów. W kontekście inteligentnych maszyn i urządzeń, procesy te poskutkowały m.in. tym, że w trakcie fazy ich rozwoju wyodrębniło się pięć kluczowych (podstawowych) cech, które należy z nimi utożsamiać [11]:

- a) **elastyczność** – inteligentne maszyny i urządzenia nie są wykorzystywane tylko w jednym celu czy też w ograniczonym zakresie. Bazują one na elastycznych i uniwersalnych modelach, spełniających dzisiejsze potrzeby produkcyjne, do których zaliczyć można m.in.: skracanie cykli produkcyjnych, tworzenie mniejszych partii wyrobów zgodnie ze specyfikacją klienta, wprowadzanie na rynek produktów dających się integrować z innymi wyrobami, służących realizacji wielu zadań oraz pełniących różne funkcje.
- b) **praca autonomiczna** – inteligentne maszyny i urządzenia mogą pracować niezależnie od innego wyposażenia produkcyjnego, a także do absolutnego minimum redukują konieczność interwencji człowieka. Wymóg autonomiczności jest przez nie spełniany w znacznie większym stopniu niż kiedykolwiek wcześniej.
- c) **diagnostyka** – inteligentne maszyny i urządzenia mają bardzo mocno rozwinięte funkcjonalności diagnostyczne. Są one w stanie np. zapobiegać powstawaniu błędów, korygować błędy obróbki wywołane przez zakłócenia niestabilnych parametrów surowców oraz przewidywać zużytkowanie lub awarię podzespołów mechanicznych. Dzięki wyposażeniu w rozbudowaną sieć różnego rodzaju czujników i sensorów, zapisują i przechowują informacje dotyczące procesu technologicznego, własnej zdolności eksploatacyjnej i środowiska w którym funkcjonują. Pozwala to na wydłużenie czasu pracy bez wystąpienia awarii oraz podnosi jakość wytwarzanych wyrobów.
- d) **ulepszenia adaptacyjne** – inteligentne maszyny i urządzenia dzięki wykorzystywaniu zaawansowanego oprogramowania informatycznego są w stanie bez ingerencji człowieka usprawniać swoje funkcjonowanie. Jest to możliwe dzięki „uczeniu się” poprzez eksplorację danych, wdrożeniu modeli symulacyjnych lub zastosowaniu dedykowanych dla aplikacji algorytmów uczenia maszynowego.
- e) **komunikacja** – dzięki swojej architekturze maszyny są w stanie wymieniać informacje z innymi systemami automatyki oraz dostarczać danych o swoim aktualnym statusie do centralnego systemu sterowania. Umożliwia to inteligentnym fabrykom oraz liniom automatyki dostosować się do zmiennych warunków, bilansować obciążenie zadaniami pomiędzy maszynami, a także informować dział utrzymania ruchu o możliwych problemach, zanim dojdzie do awarii.

Cechujące się wysokim stopniem nowoczesności i złożoności systemy służące sterowaniu maszyn potrafią wykorzystywać zbierane i przetwarzane dane dotyczące środowiska pracy, procesów technologicznych, a także parametrów maszyn. Dzięki temu są one w stanie adaptować się do turbulentnych warunków otoczenia, realizować zadania o niepowtarzalnym charakterze oraz zwiększać efektywność parametrów urządzeń. Znacznie

ważniejszą rolę niż kiedyś odgrywają sensory oraz technologia pomiarów. Dają one konstruktorom maszyn szerokie spektrum możliwości: projektowanie systemów, które są świadome swojego otoczenia, monitorują procesy technologiczne w czasie rzeczywistym, zapewniają prawidłowe funkcjonowanie oraz wysoką kondycję podstawowych podzespołów maszyn, a także są w stanie wykorzystywać pozyskane dane do sterowania adaptacyjnego. Możliwe jest to dzięki zastosowaniu rozwiązań potrafiących pozyskiwać dane w czasie rzeczywistym z wielu czujników oraz integrować je, przy równoległej obsłudze szybkich pętli sterowania. Systemy wbudowane charakteryzujące się wysokimi parametrami użytkowymi, odporne na ciężkie warunki produkcyjne, są w stanie zapewnić dzięki modułom wejścia/wyjścia (I/O) bezpośrednie połączenie czujników. Coraz częściej wykorzystywane są współcześnie heterogeniczne architektury obliczeniowe pozwalające na połączenie procesora wykonującego obliczenia w czasie rzeczywistym z programowalnym sprzętem, tak aby móc sprostać najbardziej skomplikowanym wymaganiom stawianym przez aplikacje.

Inteligentna technologia w odniesieniu do zarządzania produkcją powinna realizować następujące cele: skrócenie cykli produkcyjnych, redukcja pracochłonności rekonfiguracji systemu sterowania operatywnego produkcją przy założeniu wzrostu złożoności systemu, redukcja pracochłonności i cykli ponownej walidacji i certyfikacji systemów po rekonfiguracji systemu, osiągnięcie powtórnej używalności (*re-usability*) komponentów wbudowanych systemów w różnych sektorach i na różnych platformach architektonicznych. Jest to możliwe dzięki takim funkcjom jak: energooszczędność, elastyczność, niezawodność, równoległa wymiana informacji pomiędzy wszystkimi komponentami technologii, zintegrowane działanie elementów.

Inteligentne technologie, aby móc prawidłowo funkcjonować i wykorzystywać swoje możliwości, wymagają dużych oraz przeważnie bardzo szczegółowych baz danych. Ta bezpośrednia zależność, mogąca być rozumiana jako zmiana utworzonych łańcuchów dostaw w obrębie posiadanych danych, czyni je automatycznie połączonymi oraz przyczynia się do poprawy koordynacji między użytkownikami, a także umożliwia śledzenie materiałów i wyrobów. Co więcej, zaawansowana analityka umożliwia podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym na poziomie stanowiska produkcyjnego, poprawia wydajność produkcji oraz skraca czas cyklu produkcyjnego, a także umożliwia automatyczne i zdalne funkcjonowanie narzędzi diagnostycznych.

Na podstawie powyższych rozważań, a także dokonanego przeglądu literatury [12, 13] Autor zaproponował **definicję inteligentnych technologii w odniesieniu do sfery produkcji**. Są to metody prowadzenia procesu wytwarzania wykorzystujące: analizę, predykcję oraz adaptację do zachodzących w trakcie produkcji zmian. Dzięki wykorzystaniu zaawansowanego oprogramowania ICT, a także wyposażeniu w odpowiednie czujniki i sensory, potrafią „uczyć się” na podstawie zgromadzonych danych oraz wykorzystywać zdobytą wiedzę, ograniczając interwencję człowieka do minimum. Umożliwiają również redukcję zasobów, zwiększenie efektywności produkcji itp.

3. Znaczenie wymiaru społecznego w procesie oceny inteligentnych technologii

Autor jest zdania, że wymiar społeczny odgrywa istotną rolę w kompleksowym procesie oceny inteligentnych technologii. Pozwala on na uwzględnienie m.in. współpracy człowieka z inteligentnymi maszynami (np. robotami), co z kolei może być stymulatorem przyszłych innowacji w ramach czwartej rewolucji przemysłowej [14]. Ocena w wymiarze

społecznym powinna dawać możliwość stymulacji współpracy na linii inteligentna technologia – operator, wpływając np. na ergonomiczną organizację miejsca pracy.

W ujęciu syntetycznym identyfikując czynniki społeczne wpływające na ocenę inteligentnych technologii, wyróżnić można czynniki:

- psychologiczne (cechy ludzkie w kontekście współpracy z inteligentnymi technologiami np. poziom zaufania, opór, otwartość na zmiany),
- edukacyjne (posiadane wykształcenie, kwalifikacje, kursy),
- socjologiczne (zakres współpracy z inteligentnymi technologiami i jej charakter).

Czynniki te determinują poziom kapitału społecznego, który w wielu przypadkach odgrywa ważną rolę w efektywności innowacji [15, 16, 17] – w tym także technologii inteligentnych. Wszystkie z wymienionych grup czynników są istotne z punktu widzenia relacji człowiek – inteligentna technologia.

Identyfikując z kolei czynniki socjalne wpływające na ocenę inteligentnych technologii, za najważniejsze można uznać czynniki [15, 16, 17]:

- ekonomiczne (zabezpieczenia socjalnego),
- ergonomiczne (zapewnienie bezpieczeństwa pracy).

Wymienione elementy socjalne również wpływają na poziom kapitału społecznego i poprzez to wpływają w adekwatnym dla nich zakresie na intensyfikację procesów innowacji, szczególnie o charakterze zawansowanych technologii. Obie grupy czynników stanowią źródło doboru mierników w wymiarze społecznym.

4. Charakterystyka obiektu badawczego – inteligentna linia technologiczna

Obiekt badawczy, który posłużył ocenie wymiaru społecznego (jako część kompleksowego procesu oceny technologii) funkcjonuje w dużym polskim przedsiębiorstwie metalurgicznym. Linia do formowania profili do konstrukcji stalowych (rys. 1) firmy STAM S.p.A Ponzano Vento (TV) została zaprojektowana do produkcji (wychodząc od półproduktu – zwojów) profili z blachy o różnych szerokościach i długościach. Długość linii wynosi 82m, składa się ona z kilku maszyn (prostownica, wykrawarka, wycinarka, gilotyna, profilarka, podajnik), a po podjęciu decyzji o jej zakupie halę produkcyjną dostosowano specjalnie pod jej wymagania.



Rys. 1. Linia do formowania profili konstrukcji stalowych firmy STAM

Cechy świadczące o inteligencji technologii wybranej do badania:

- dzięki wyposażeniu linii w czujniki i sensory (rys. 2) istnieje możliwość gromadzenia bardzo dużych ilości danych oraz na ich podstawie przeprowadzanie procesów analizy – pozwala to na optymalizację procesu produkcji;



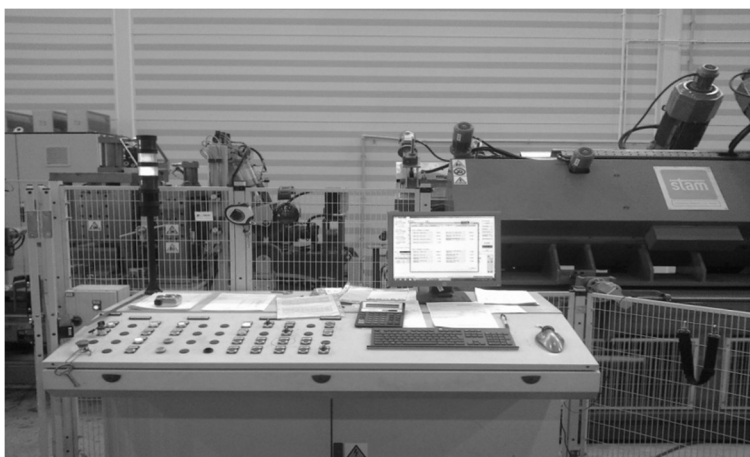
Rys. 2. Czujnik pozwalający na gromadzenie danych o realizowanym procesie produkcji

- linia jest w stanie „uczyć się” na podstawie gromadzonych i przeanalizowanych danych; jeśli w przyszłości podobny przypadek będzie miał miejsce, linia wie jak należy zareagować (pracownik ma możliwość wprowadzenia innych instrukcji, jeśli nie zgadza się z decyzją podjętą przez linię);
- oszczędność energii wynikająca z dostosowywania się linii do potrzeb energetycznych przy realizacji danego typu wyrobu;
- linia wyposażona jest w wycinarkę laserową (rys. 3), która na podstawie wprowadzonego do komputera sterującego (rys. 4) rysunku technicznego (np. w formie CAD), jest w stanie sama wyciąć wymagany kształt;



Rys. 3. Wycinarka laserowa do otworowania blachy

Warto w tym miejscu wspomnieć, że wycinarka laserowa jest pierwszą w Europie stosowaną w produkcji seryjnej służącą do otworowania blachy. Po wgraniu zlecenia do głównego komputera jest w stanie bez pomocy operatora ustawić osie cięcia, a także zadbać o wysoką precyzję wymiaru.



Rys. 4. Pulpit sterujący linii wraz z głównym komputerem

- w przypadku występowania wszelkich nieprawidłowości czy awarii, linia informuje o tym operatora, ale jeśli jest w stanie sama „rozwiązać” ten problem to nie zatrzymuje się i kontynuuje produkcję;
- praca linii odbywa się bez ingerencji człowieka (w pełni automatycznie), jest więc ona bezpieczna – człowiek odpowiada tylko za dostarczenie surowca oraz wgranie do komputera wymaganych danych dotyczących zlecenia;
- przy realizacji takich samych zleceń (które miały już miejsce w przeszłości), linia jest w stanie samodzielnie dostosować optymalne parametry techniczno-użytkowe (jest to możliwe dzięki przechowywaniu i funkcjonowaniu bardzo dużej ilości danych dotyczących wszystkich wykonanych zleceń).

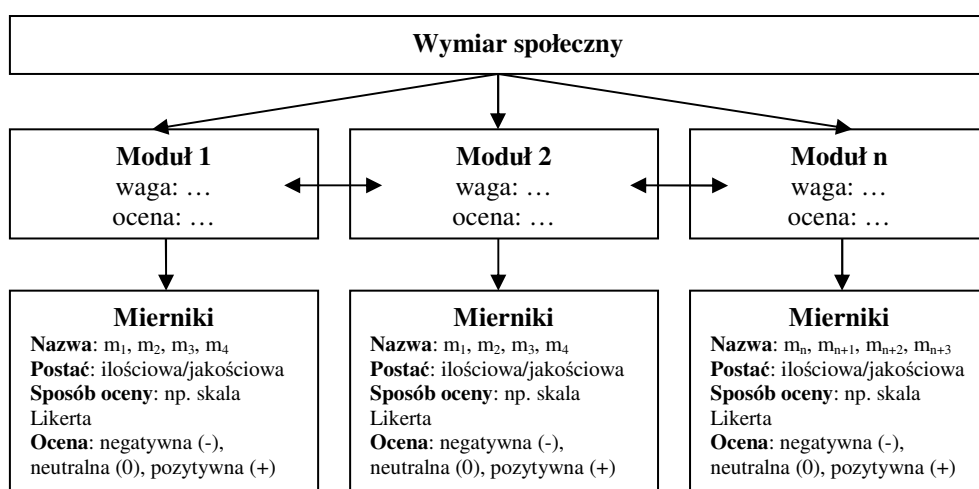
Przedstawione cechy świadczą o tym, że linia technologiczna wybrana do oceny wymiaru społecznego w kontekście jej funkcjonowania może być podmiotem badawczym (jest technologią inteligentną).

5. Pomiar i ocena wymiaru społecznego

W publikacjach [1, 2, 3] Autor opracował model oceny bazujący na podejściu trójstopniowym (wymiar – moduł – miernik). W niniejszej pracy zakłada on utworzenie w obrębie wymiaru społecznego modułów funkcjonalnych, składających się z określonej grupy mierników (rys. 5). **Miernik** rozumiany jest jako wskaźnik (miara) określający wielkość, jakość lub wartość czegoś. Może mieć postać ilościową lub jakościową. **Moduł** rozumiany jest jako element systemu oceny pełniący w nim określoną funkcję. Jest łatwy do wykorzystania jako część większej całości.

Do każdego z utworzonych modułów należy dobrać (np. w sposób arbitralny, bazując na wiedzy i doświadczeniu osoby/zespołu przeprowadzającego ocenę lub w oparciu o literaturę dotyczącą wdrożeń technologii) określone wagi (wartości w przedziale od 0 do 1,

gdzie 1 to bardzo ważny). Wagi zależą mogą od wielu czynników takich jak np. rodzaj, charakterystyka i specyfikacja techniczna inteligentnej technologii, istotność mierników zawartych w module dla realizacji celów przedsiębiorstwa itp. Przy doborze wag warto również zwrócić uwagę na doświadczenia przedsiębiorstwa zdobyte dzięki wdrażaniu technologii w przeszłości. Można również wykorzystać benchmarking i jeżeli istnieje taka możliwość dokonać analizy procesów wdrożenia podobnych inteligentnych technologii w innych organizacjach. Nadanie wag może odbyć się poprzez użycie metod heurystycznych lub dzięki skorzystaniu z dostępnych narzędzi badawczych (np. kwestionariusz ankiety do wypełnienia dla zespołu przeprowadzającego ocenę). Finalna wartość wag może być np. średnią arytmetyczną uzyskaną poprzez uzupełnienie kwestionariusza ankiety przez wszystkich członków zespołu oceniającego.



Rys. 5. Struktura oceny wymiaru społecznego w procesie oceny inteligentnych technologii

Dużą zaletą przyporządkowywania wag do utworzonych modułów jest również to, że w przypadku stwierdzenia przez zespół przeprowadzający ocenę niewielkiego wpływu konkretnego modułu na końcowy wynik oceny, możliwe jest jego nieuwzględnianie poprzez nadanie wagi bliskiej lub równej „0”. Przy wykorzystaniu podejścia wagowego istnieje również możliwość uzyskania większej subiektywności oceny (jest to przydatne np. w sytuacji w której występują różnice zdań dotyczące znaczenia danego modułu), a także dobór tylko tych modułów, które są szczególnie istotne z punktu widzenia rodzaju i charakterystyki wdrażanej/użytkowanej inteligentnej technologii.

Po stworzeniu listy mierników w obrębie każdego z modułów funkcjonalnych (funkcje modułów powinny być powiązane z celami operacyjnymi i strategicznymi przedsiębiorstwa) należy dobrać sposób wyznaczania ich wartości. W związku z tym, że w przypadku większości dobranych mierników (tab. 1) Autor przyjął jako sposób oceny 5 lub 7-stopniową skalę Likerta zasadne wydawało się sparametryzowanie uzyskanych wyników. W tym celu przyjęto następujące kryteria oceny:

- <0,75 – 1> – ocena pozytywna (+),
- (0,25 – 0,75) – ocena neutralna (0),
- <0 – 0,25> – ocena negatywna (-).

Po dokonaniu szczegółowej analizy każdego miernika, ustalenia jego wartości oraz określeniu oceny (pozytywnej, neutralnej lub negatywnej) należy przejść do uzyskania oceny poszczególnych modułów. Ma tu miejsce agregacja pozioma uzyskanych wartości mierników (przy założeniu równości każdego miernika decyduje większa liczba uzyskanych ocen). W przypadku stwierdzenia pozytywnej oceny danego modułu należy przy jego wadze postawić znak „+”, jeśli zaś ocena jest negatywna to znak „-”. W dalszym etapie procesu oceny należy zsumować wagi poszczególnych modułów z wcześniej przypisanymi im znakami w obrębie całego wymiaru. Tym sposobem można uzyskać całkowitą ocenę za pomocą następującego wzoru 1 [3]:

$$\frac{\sum_{i=m}^n w_i}{\max(\sum_{i=m}^n w_i)} * 100\% \quad (1)$$

gdzie:

w_i – wagi poszczególnych modułów funkcjonalnych wraz z ich znakami.

W tabeli 1 przedstawiono zaproponowane przez Autora mierniki oraz utworzone z nich moduły funkcjonalne służące ocenie wymiaru społecznego. Wagi modułów, a także wartości mierników uzyskano w wyniku przeprowadzenia kwestionariusza ankiety z członkiem najwyższego kierownictwa przedsiębiorstwa oraz głównym technologiem (są to średnie arytmetyczne ich ocen).

W przypadku zastosowania skali Likerta parametryzacja polegała na dobraniu wartości z przedziału $\langle 0,1 \rangle$. Dla przykładu w skali pięciostopniowej wartość 1 oznacza ocenę „0”, wartość 5 oznacza „1”, wartość 3 oznacza „0,5” itd. Jeśli chodzi o mierniki do określenia wartości których zastosowano inny niż skala Likerta (ich jednostki podano w nawiasach kwadratowych) sposób oceny to przeprowadzono ich analizę bazując na wiedzy i doświadczeniu Autora. Dla przykładu miernik „stabilność zatrudnienia” uzyskała odpowiedź „tak”, a więc należy ocenić go pozytywnie (mimo wdrożenia inteligentnej linii operatorzy nie stracili zatrudnienia). Trzeba też zauważyć, że w przypadku dwóch mierników (opór pracowników przed zmianą sposobu pracy, jaki niesie ze sobą wprowadzenie nowej technologii oraz ryzyko złego odbioru społecznego użytkowanej technologii) ich wartości interpretowane były odmiennie, tzn. im niższa wartość tym lepiej. Spowodowane jest to tym, że wysokie ryzyko lub duży opór są zjawiskami niepożądanymi.

Podczas przeprowadzania procesu oceny nie stwierdzono w obrębie utworzonych modułów funkcjonalnych występowania mierników posiadających większe znaczenie od pozostałych. Z tego powodu można przyjąć założenie, że każdy miernik w jednakowy sposób wpływa na całkowitą ocenę całego modułu (oraz realizowanej przez niego funkcji). Biorąc to pod uwagę, końcowa ocena modułu jest oceną jaką uzyskała większość mierników w nim zawartych.

Na podstawie tabeli 1 można dostrzec, że tylko jeden moduł (Pracownicy) uzyskał ocenę negatywną (3 mierniki ocenione negatywnie, 2 neutralnie). We wszystkich pozostałych modułach pozytywne oceny mierników (+) przeważały nad neutralnymi (0) oraz negatywnymi (-).

Za pomocą wzoru 1 można dokonać całkowitej oceny wymiaru społecznego:

$$\text{Ocena wymiaru społecznego} = \frac{(-0,5+0,3+0,3+0,8)}{(0,5+0,3+0,3+0,8)} * 100\% = 47,37\% \quad (2)$$

Tab. 1. Moduły i mierniki służące ocenie wymiaru społecznego w kontekście funkcjonowania inteligentnej technologii

Wymiar	Moduł	Miernik	Wartość	Ocena miernika	Ocena modułu
Społeczny	Pracownicy w: 0,5	Łatwość użycia / obsługi technologii	2	0,25 (-)	-
		Akceptacja technologii przez pracowników	3	0,5 (0)	
		Opór pracowników przed zmianą sposobu pracy, jaki niesie ze sobą wprowadzenie nowej technologii	4	0,75 (-)	
		Dostępność fachowców (wykwalifikowanej kadry) do obsługi / modyfikacji technologii	2	0,25 (-)	
		Zaufanie przedsiębiorstwa/pracowników do technologii	4	0,5 (0)	
	Odbiorcy w: 0,3	Rozpoznawalność technologii wśród odbiorców jej wyrobów	1	0 (-)	+
		Zaufanie klientów do wyrobów otrzymywanych dzięki wykorzystaniu technologii	6	0,83(+)	
		Ryzyko złego odbioru społecznego użytkowanej technologii	1	0 (+)	
	Bezpieczeństwo pracy w: 0,3	Liczba wypadków (w skali roku) podczas pracy technologii [liczba]	0	+	+
		Straty poniesione w związku z wypadkami pracowników [PLN]	0	+	
		Ergonomia pracy przy użytkowaniu technologii	3	0,5 (0)	
		Komfort i wygoda operatora technologii przy wykonywaniu swoich obowiązków	4	0,75(+)	
		Poprawa warunków pracy dzięki użytkowanej technologii	4	0,75(+)	
		Ryzyko zajścia wypadku w czasie pracy linii <0,1>	0,01	+	
	Zatrudnienie w: 0,8	Ciągłość pracy na stanowisku [lata]	15	+	+
		Stabilność zatrudnienia [tak/nie]	tak	+	
Konieczność podnoszenia kwalifikacji w związku z obsługą technologii [tak/nie]		tak	+		

Uzyskaną wartość można interpretować podobnie jak wskaźnik OEE [18]. Może być on narzędziem pomiaru służącym ocenie wymiaru społecznego w odniesieniu do funkcjonowania inteligentnej technologii, a także ułatwiać identyfikację obszarów (moduły ocenione negatywnie) w których wskazane są działania naprawcze. Może przyczynić się również do poprawy współpracy na linii operator – inteligentna technologia, a także lepiej dostosować technologię do oczekiwań społeczeństwa (pracowników, odbiorców itp.).

Obliczona wartość (47,37%) informuje o tym, że istnieją możliwości poprawy funkcjonowania technologii w wymiarze społecznym. Pomimo, że tylko jeden moduł osiągnął ocenę negatywną to otrzymany wskaźnik dość mocno uwypuklił ten fakt. Zdaniem Autora jest to zaleta proponowanego sposobu obliczania, który świadczy o dużej wrażliwości wzoru na moduły ocenione negatywnie. Modułem który należy przeanalizować oraz podjąć stosowne działania zmierzające do poprawy aktualnej oceny jest moduł dotyczący pracowników. W tym celu przedsiębiorstwo może np. przeprowadzić dodatkowe szkolenia z obsługi linii, starać się przekonać personel do zalet wykorzystania tego typu rozwiązania, wprowadzić usprawnienia dotyczące sposobu pracy. Należy przy

tym podkreślić, że linia funkcjonuje w przedsiębiorstwie zaledwie od kilku miesięcy, a więc opór przed zmianą czy przyzwyczajenie do dawnego środowiska pracy są zjawiskami dość naturalnymi. Z czasem powinno to jednak ulec poprawie, a badanie należy powtórzyć w przyszłości. Dostępność fachowców na rynku do obsługi danej technologii, również powinna wzrastać, gdyż tego typu rozwiązania będą coraz powszechniej wykorzystywane w przemyśle metalurgicznym.

6. Podsumowanie i wnioski

W trakcie realizacji procesu oceny wybranej inteligentnej technologii nie napotkano na żadne szczególne trudności. Dzięki dobrej współpracy Autora z członkiem najwyższego kierownictwa, głównym technologiemi oraz operatorami obsługującymi linię technologiczną, możliwe stało się pozyskanie wszelkich niezbędnych danych do przeprowadzenia całej procedury badawczej. Należy tu podkreślić duże zaangażowanie w proces oceny osób zatrudnionych w przedsiębiorstwie, a także profesjonalne podejście zespołu do powierzonych mu zadań (np. wypełnienia kwestionariusza ankiety). Dzięki temu Autor mógł pozyskać interesujące go informacje, a także wyznaczyć wartość poszczególnych mierników i całych modułów w obrębie wymiaru społecznego.

Autor jest zdania, że wymiar społeczny stanowi jeden z kluczowych elementów w holistycznej ocenie technologii. Wszelkie analizy i oceny dotyczące technologii charakteryzujących się wysokim stopniem złożoności (np. technologii inteligentnych) nie powinny być prowadzone w oderwaniu od aspektów społecznych. Czynnikiem ludzki bardzo często odgrywać będzie istotną rolę w tego typu procesach oceny, a dążenie do możliwie najlepszej relacji człowiek – inteligentna technologia jest jednym z głównych wyzwań stojących przed Przemysłem 4.0.

Zaproponowane w artykule rozwiązanie pozwala w dość przejrzysty i jasny sposób ocenić wymiar społeczny w kontekście funkcjonowania technologii inteligentnych w obszarze produkcji. Dzięki temu możliwe staje się wskazanie obszarów wymagających poprawy oraz ustalenie działań, które przyczynią się do poprawy odbioru społecznego użytkowanej technologii. Opracowana struktura procesu oceny wymiaru społecznego powinna stanowić część holistycznej metody oceny inteligentnych technologii, a jako dalsze kierunki badań można wskazać m.in.: doprecyzowanie sposobu wyliczania wskaźnika, identyfikację kolejnych mierników/modułów, przegląd metod i narzędzi służących wyznaczaniu wartości przyjętych mierników, poprawa mechanizmu agregacji mierników.

Literatura

1. Ejsmont K.: Paradygmat oceny w odniesieniu do inteligentnych technologii [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, tom II. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2017, s. 144-155.
2. Ejsmont K.: Holistic Assessment Method of Intelligent Technologies Used in Production Processes. *Procedia Engineering*, vol. 182, 2017, pp. 189-197, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.161>.
3. Ejsmont K.: Model oceny inteligentnych technologii [w:] Knosala R. (red.) *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, tom II. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2016, s. 47-58.

4. Marciniak S., Ejsmont K.: Ocena przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych typu eScop. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa*, nr 12(791), 2015, s. 17-32.
5. Marciniak S., Ejsmont K.: Ocena efektywności zintegrowanych systemów produkcyjnych w ujęciu holistycznym – podejście jakościowe. *Przegląd Organizacji*, nr 06/2015, s. 25-33.
6. *Encyklopedia Gazety Wyborczej*, tom 6. Wyd. PWN, Warszawa 2005, s. 524.
7. Adamczewski P.: Holistyczne ujęcie uwarunkowań ICT w organizacjach inteligentnych społeczeństwa informacyjnego. *Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy*, z. 35, 2013, s. 5.
8. Marciniak S.: Evaluation of Functioning of an Innovating Enterprise Considering the Social Dimension [in:] Lödding, H., Riedel, R., Thoben, K.D., von Cieminski, G., Kiritsis, D. (eds.) *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing*. Springer, Cham, 2017, pp. 372-379.
9. Lu Y.: Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 6, 2017, pp. 1-10, <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.
10. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. (eds.): *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*, 2013.
11. Fritz C.: Inteligentne maszyny: Adaptacja architektury systemów sterowania. *Control Engineering*, nr 4/2017.
12. Jia Y., Du J., Zhang W., Li H. (eds.): *Proceedings of 2016 Chinese Intelligent Systems Conference*. Springer, China 2016.
13. Rockwell Automation: Inteligentne maszyny i urządzenia. *Innowacyjne maszyny przyszłości integralne z Connected Enterprise*, 2016 [dokument elektroniczny] <http://docplayer.pl/19855593-Inteligentne-maszyny-i-urządzenia-innowacyjne-maszyny-przyszlosci-integralne-z-connected-enterprise.html> [dostęp: 31.12.2017].
14. Zezulka F., Macron P., Vesely I., Sajdl O.: Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon, *IFAC-Papers OnLine*, vol. 49, issue 25, 2016, pp. 8-12, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.002>.
15. Fukuyama F.: *Social Capital and Civil Society*. IMF Working Paper WP/00/74, International Monetary Fund, 2000, pp. 1-17.
16. Putman R. D.: *Social Capital-Measurement and Consequences*. *Canadian Journal of Policy Research*, vol. 2, 2001, pp. 41-51.
17. Sierocińska K.: Kapitał społeczny. Definiowanie, pomiar i typy. *Studia ekonomiczne/Economic studiem*, nr 1(LXVIII), 2011, s. 69-86.
18. Mansour H., Ahmad M., Ahmed H.: Potential Using of OEE in Evaluating the Operational Performance of Workover Activities [in:] Azevedo A. (ed.), *Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems: 23rd International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing*. Springer Science & Business Media, 2013, pp. 877-886.

Mgr inż. Krzysztof EJSFONT
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.ejsfont@wp.pl