

Inteligentne MŚP dla Przemysłu 4.0

Podręcznik dla przedsiębiorców z województwa
mazowieckiego planujących wprowadzenie zmian
w organizacji uwzględniających elementy Przemysłu 4.0

SMARTY
Interreg Europe



European Union
European Regional
Development Fund



NR PROJEKTU: PGI05839

SPIS TREŚCI

WSTĘP	3
1. TROCHĘ O PRZEMYSŁE 4.0	4
2. ZARZĄDZANIE ZMIANĄ I MAPA KOMPETENCJI CYFROWYCH – NIEZBĘDNE ELEMENTY KU POZYTYWNEJ TRANSFORMACJI W ORGANIZACJI	9
Jak przygotować organizację do zmiany w czasach transformacji cyfrowej?	11
Mapa kompetencji cyfrowych	14
3. STANDARD PROGRAMU STAŻOWEGO W PRZEMYSŁE 4.0 DLA PRACOWNIKÓW MMŚP ..	16
4. NARZĘDZIA DO SAMOOCENY	19
Samooocena pracownika	19
Samooocena organizacji pod względem kompetencji cyfrowych	25
PODSUMOWANIE	32
Literatura	33

WSTĘP

Dynamiczny rozwój nowych technologii i ich rosnący wpływ na procesy biznesowe powoduje, że wielu przedsiębiorców coraz częściej uświadamia sobie nieadekwatność swoich kompetencji i procesów wewnętrznych realizowanych w firmie do budowania i utrzymywania swojej pozycji na rynku oraz prognozowania przyszłościowych kierunków rozwoju firmy. Istnieją różne metody wskazywania kierunków działania, poczynwszy od powszechnie znanej „burzy mózgów”, po bardziej zaawansowane metody foresightowe. Wydaje się jednak, że kluczowym elementem jest opracowanie tzw. mapy kompetencji cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem kompetencji przyszłości, aby wiedzieć co już potrafimy, a czego jeszcze musimy się nauczyć.

Niniejszy Podręcznik przeznaczony jest głównie dla mikro, małych i średnich przedsiębiorstw. Jego celem jest przybliżenie aspektów związanych z kompetencjami przyszłości, Przemysłem 4.0 oraz koniecznością dopasowania się do zmian w otoczeniu. Podręcznik ma pomóc przedsiębiorstwom w uzyskaniu odpowiedzi na pytanie, dlaczego warto zwiększać kompetencje cyfrowe w dzisiejszym świecie oraz z jakich metod korzystać. Podręcznik umożliwia również przedsiębiorstwom dokonanie samooceny pod względem stopnia zaawansowania stosowania technologii cyfrowych w swojej działalności biznesowej.

Opisane w Podręczniku zagadnienia i działania mają być podpowiedzią dla przedsiębiorstw, które obszary działalności postrzegane są jako przyszłościowe i w którym kierunku warto rozwijać swoją działalność. Ma on także zachęcić do przyjrzenia się przedsiębiorstwu, wprowadzenia ulepszeń, a co za tym idzie, uzyskania wymiernych korzyści finansowych. Niektóre z tych działań można bowiem wykonać samodzielnie i są one niskonakładowe, jak np. dokonanie samooceny, natomiast część z nich może wymagać skorzystania z pomocy ekspertów zewnętrznych, np. przy zarządzaniu zmianą, który wykaże i uzasadni możliwe oszczędności, a także zarekomenduje odpowiednie działania.

Pierwszy rozdział Podręcznika omawia szerzej problematykę Przemysłu 4.0. W rozdziale 2 zaprezentowano mapę kompetencji cyfrowych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania w środowisku Przemysłu 4.0. W dalszej części opracowania przedstawiono standard praktyk możliwy do wykorzystania w przedsiębiorstwie w zakresie tematyki Przemysłu 4.0. Wreszcie zaproponowano narzędzia do samooceny zarówno indywidualnego pracownika, jak i organizacji, w odniesieniu do aspektów związanych z przemysłem czwartej generacji.

1. TROCHĘ O PRZEMYŚLE 4.0

W celu przybliżenia czym jest Przemysł 4.0, w niniejszym rozdziale zamieszczono najczęściej pojawiające się definicje, które są nierozdzielnie związane z tą tematyką.

Czwarta rewolucja przemysłowa, przemysł czwartej generacji lub termin **Przemysł 4.0** mogą być stosowane zamiennie jako łączne określenie dla technologii i organizacji łańcucha wartości dodanej (ang. collective term for technologies and concepts of value chain organization). Terminem tym określa się typy wykorzystywanej innowacyjnej technologii, jak i zasady tworzenia struktury i ustalania form działania organizacji gospodarczych (Schwab, 2016). Polegają one na stosowaniu m.in. systemów i modelowania cyberfizycznego, Internetu Rzeczy (IoT) i usług, czy też przetwarzania chmurowego. Należy zauważyć, że Przemysł 4.0 nie ogranicza się tylko do kwestii produkcji, ale wpływa na każdą płaszczyznę funkcjonowania przedsiębiorstwa. Napędem do rozwoju czwartej rewolucji przemysłowej są następujące filary: cyfrowy (IoT, big data, przetwarzanie w chmurze), biologiczny (inżynieria genetyczna, neurotechnologia) oraz fizyczny (autonomiczne samochody, druk 3D).

Internet Rzeczy (IoT, ang. Internet of Things) bazuje na dynamicznej globalnej sieci fizycznych obiektów, systemów, platform i aplikacji, które potrafią prowadzić komunikację i dzielić się informacjami pomiędzy sobą, a także z otoczeniem zewnętrznym, w tym z człowiekiem (Wittbrodt, Łapuńska, 2017). W środowisku przemysłowym używa się określenia **Przemysłowy Internet Rzeczy** (IIoT, ang. Industrial Internet of Things). Współcześnie Internet Rzeczy jest wykorzystywany w urządzeniach użytkowych takich jak: urządzenia gospodarstwa domowego, w tym systemy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz życia, systemy automatyki, sprzęt multimedialny, samochody osobowe i ciężarowe czy też systemy produkcyjne i logistyczne przedsiębiorstwa. IoT stanowi jedną z najszybciej rozwijających się technologii w Przemśle 4.0 i oznacza pośrednią lub bezpośrednią zdolność rzeczy i obiektów do przechowywania, przetwarzania, udostępniania lub wymiany danych za pomocą połączeń sieciowych. Nie skupia się wyłącznie na kwestiach produkcji. Sprawia, że w najbardziej innowacyjnych modelach biznesowych ujmuje się cały ekosystem, aby zmaksymalizować korzyści klientów.

Internet Usług (IoS, ang. Internet of Services) stanowi część Internetu w zakresie usług i ich funkcjonalności. IoS służy do tworzenia sieci wartości przez bieżące konfigurowanie usług, wykorzystując różne zasoby udostępnione w sieci (Szozda, 2017). Przemysł 4.0 zakłada istnienie inteligentnych systemów, które są usieciowione, czyli pionowo zintegrowane z innymi procesami wewnątrz przedsiębiorstwa i poziomo łączone z sieciami tworzącymi wartość, które mogą być koordynowane w czasie rzeczywistym od chwili złożenia zamówienia, aż po koordynację zadań z zakresu logistyki zbytu. Przemysł czwartej generacji stanowi inteligentne zespolecie wielu systemów i technologii informatycznych używanych w przedsiębiorstwach z innowacyjnymi metodami zarządzania. Przewiduje powszechne uwspółcześnienie tradycyjnych branż przemysłu wytwórczego i stopniowe zacieranie się granic między poszczególnymi uczestnikami rynku.

Czwarta rewolucja przemysłowa jest ukierunkowana na powstawanie **inteligentnych fabryk** (ang. smart factories), które nie wymagają obsługi przez człowieka (Iwański, 2017). Procesami sterowania zajmują się systemy cyberfizyczne, tworząc wirtualne kopie świata realnego i podejmując zdecentralizowane decyzje. W konsekwencji fabryka będzie "świadoma" i wystarczająco "inteligentna" do realizacji skutecznej kontroli procesu produkcyjnego oraz serwisowego.

Dzięki IoT i innym usługom systemy mogą współpracować, komunikować się między sobą i z ludźmi w czasie rzeczywistym. Wyróżnia się trzy rodzaje inteligentnych fabryk:

- zautomatyzowany podmiot produkcyjny wytwarzający produkty masowe, w którym kluczowa jest efektywność kosztowa i ograniczone zróżnicowanie produktów;
- podmiot produkcyjny, w którym stosowany jest model masowej indywidualizacji produktów w oparciu o małe partie tworzone na konkretne zamówienia klientów – wiąże się to z dużą różnorodnością oferowanych produktów; oraz
- e-fabryki (ang. e-factory) – podmioty produkcyjne, w których dochodzi do połączenia produkcji zindywidualizowanych towarów i działań zdalnych poprzez działalność na małą skalę z ograniczonym katalogiem oferowanych produktów.

Produkty mechatroniczne są kolejnym elementem przyczyniającym się do rozwijania Przemysłu 4.0 i pozwalającym na tworzenie inteligentnych fabryk. Stanowią one synergiczne zespolenie zagadnień z zakresu elektronicznego sterowania, mechaniki i systemowego myślenia przy projektowaniu i wytwarzaniu. Produkty mechatroniczne mają minimalizować zakres działania zespołów mechanicznych, gdyż są one kosztowne i awaryjne oraz wymagają stałego nadzoru, konserwacji i obsługi.

Układy mikroprocesorowego automatycznego sterowania i regulacji parametrów obniżają natomiast koszty nadzoru, koordynacji i diagnostyki procesów realizacji oraz komunikacji sieciowej produktu, podnosząc jednocześnie poziom niezawodności i bezwypadkowości. Pozwalają także na wykorzystanie w zdecydowanie zwiększonym zakresie niematerialnych możliwości kształtowania cech produktu, co ogranicza konieczne wymiany, diagnostykę i zapewnia optymalizację działania w określonych warunkach użytkowych i środowiskowych.

Można zatem stwierdzić, że produkty mechatroniczne mogą stanowić dowolne urządzenia, systemy i maszyny, przetwarzające informację lub energię na inne dane i efektywną pracę. Stosuje się je np. we współczesnym przemyśle elektromaszynowym, spożywczym czy branży biomedycznej. Mechatronika, poza technologią i techniką, uwzględnia także elastyczną integrację czynności produkcyjnych i zarządzania produkcją, zarządzanie informacją, a także zarządzanie kadrami i logistyką. Można ją uznać za jedną z najefektywniejszych dróg do stopniowego wspierania wzrostu produktywności i konkurencyjności gospodarki, jak również sposób na zapewnienie wykwalifikowanych pracowników, którzy będą w stanie stawić czoła nowoczesnym wymaganiom zawodowym i społecznym we wszystkich gałęziach przemysłu.

Doskonały przykład mechatronicznego produktu stanowi np. naręczny zegarek japońskiego koncernu CITIZEN dla nurków, który zasilany jest fotowoltaicznie. Posiada w trybie nurkowania sensory, które wskazują na temperaturę wody i ciśnienia, przeliczając te wielkości fizyczne względem głębokości, co zapewnia pełną kontrolę zanurzenia i wynurzenia (Hajder, 2020).

Ciekawy wydaje się największy obecnie na świecie kompleks mechatroniczny, który towarzyszy Tamie Trzech Przełomów na rzece Jangcy w Chinach. Większość urządzeń, maszyn i systemów mechatronicznych wyprodukował koncern Siemens, a koszt jej budowy wyniósł 37 mld dolarów (Hajder, 2020).

Kolejnym przykładem efektów wdrażania rozwiązań w ramach Przemysłu 4.0 są **produkty bioniczne**. Powstają dzięki wykorzystywaniu procesów biologicznych w technice, a w szczególności w automatyce. Wzorem dla konstrukcji urządzeń technicznych są organizmy żywe.

Do jednego z najważniejszych prekursorów bioniki zalicza się Leonarda da Vinci (przełom XV i XVI wieku), który analizował lot ptaków w celu wykorzystania tych obserwacji przy budowie maszyn latających (Onyszkiewicz, 2019).

Bionika nie stanowi zazwyczaj pełnej kopii natury, a wykorzystuje jedynie zasady, które można zaadaptować do projektów maszyn i urządzeń. Jednym z najnowszych obszarów bioniki jest **neurorobotyka**, w ramach której wykorzystuje się m.in. ruchy ramion i dłoni, mimikę, aby sterować wózkami inwalidzkimi czy aktywnymi ortezami utraconych kończyn (Cegielska, Olszewski, 2015). To jedno z bardziej zaawansowanych rozwiązań elektromiografii, która polega na wykorzystaniu procesów myślowych człowieka przekształconych przez jego układ nerwowy na ruch układu mięśniowo - szkieletowego. Należy wyrazić nadzieję i przekonanie, że rozwój zrobotyzowanych i zautomatyzowanych urządzeń, maszyn i systemów mechatronicznych będzie dynamicznie postępował. Trzeba jednak przyznać, że technologie tego typu wciąż zawierają liczne błędy, co powoduje możliwości występowania wypadków, np. na drogach (pojazdy autonomiczne). Sposobem na zapobieganie tego typu sytuacjom i deficytom może być nieinwazyjny interfejs mózg-komputer (BCI, ang. Brain Computer Interface), jako główna metoda sterowania urządzeniami, maszynami i systemami mechatronicznymi. Sensoryka BCI obejmuje różne metody pomiaru aktywności mózgu (np. rezonans magnetyczny MRI, czy też spektroskopia w bliskiej podczerwieni NIRS). Technologie te są rozwijane obecnie w obszarze inżynierii medycznej.

Dzięki nowym technologiom informatycznym pojawiła się możliwość uzyskania nowej jakości komunikowania, tj. przygotowania (projektowania i programowania) produkcji z procesami dystrybucji towarów. Możliwość taką stwarzają układy RFID 7 (Radio-frequency identification) albo tzw. minitranspondery. Pozwalają na wyposażenie produktów w cyfrową informację, która podczas przebiegu produkcyjnego może być wymieniana między produktami a otoczeniem bez ludzkiego udziału oraz umożliwiając zbieranie danych z każdego poziomu procesu produkcji, a w konsekwencji analizę z wykorzystaniem innowacyjnych narzędzi technologii informacyjnych, takich jak **analiza dużych zbiorów danych** (ang. Big Data Analytics) czy **przetwarzanie w chmurze** (ang. Cloud Computing). Ponadto stwarzają możliwość wykrywania i rozwiązywania błędów i problemów, których człowiek nie może samodzielnie dostrzec i zdiagnozować (np. zużywalność systemu, komponentów lub maszyn), zapewniają optymalizację wykorzystania wszelkich zasobów wytwórczych i umożliwiają opracowanie przełomowych rozwiązań w zakresie bezpośredniego komunikowania się maszyn, systemów, procesów i wyrobów w ramach „inteligentnych” sieci, które same wzajemnie się nadzorują.

W związku z tym dla transformacji biznesu w kierunku cyfryzacji ważne jest optymalne wykorzystywanie dostępnych danych i zasobów informatycznych, a zatem kluczowe jest odpowiednie wykorzystanie właściwości chmury hybrydowej. Implikuje to zapotrzebowanie na olbrzymią liczbę urządzeń wysyłających gigantyczne ilości danych, które są odbierane i które generują wykonywanie poleceń. Bardzo istotne jest, że dane informatyczne są dziś nie tylko magazynowane, ale i przetwarzane w chmurze obliczeniowej. **Produkcja oparta na chmurze** (ang. Cloud-based Manufacturing) jest częścią składową chmury obliczeniowej. Sam układ CBM jest sieciowym modelem systemu produkcyjnego, który z różnych i rozproszonych zasobów produkcyjnych tworzy doraźne, zdolne do rekonfiguracji cyber-fizyczne linie produkcyjne. Proces wykorzystania modeli sieciowych stwarza możliwości alokacji zasobów produkcyjnych odpowiednich do wymagań klienta, co implikuje z kolei zwiększenie wydajności oraz pozwala ograniczyć koszty cyklu życia produktu.

Jako inny przejaw implementacji rozwiązań związanych z czwartą rewolucją przemysłową wymienić można **roboty współpracujące z ludźmi** w zakładach produkcyjnych, drukarki 3D, autonomiczne pojazdy (np. samochody, drony), roboty służące do opieki nad osobami starszymi, zaawansowane oraz nowe materiały, np. materiały wymieniające nacisk na energię, samoczyszczące ubrania, grafen, **systemy cyberfizyczne** (CPS, ang. Cyber-Physical System). Według Mario Hermann i in. systemy CPS działają zgodnie z pewnymi określonymi zasadami (Hajder, 2020). Pierwszą z nich jest **interoperacyjność** (ang. interoperability), która polega na zdolności komunikacji ludzi z cyberfizycznymi systemami

(np. robotami transportowymi). Całość komunikacji spaja Internet Rzeczy oraz Internet Usług, co powoduje, że systemy CPS mogą się komunikować wewnątrz przedsiębiorstwa przez otwarte sieci i opisy semantyczne. Drugą zasadą jest **wizualizacja**, która pozwala na stworzenie wirtualnego ekwiwalentu świata realnego, który zachowałby zdolność do monitorowania faktycznie zachodzących procesów fizycznych. Trzecią zasadą jest **decentralizacja**, oznaczająca potencjał cyber-fizycznych systemów do autonomicznego działania, które odpowiadają na kształtujące się tendencje oraz rosnące oczekiwania w zakresie indywidualizacji produktów. Zasada ta pozwala także na realizację działań w czasie rzeczywistym, co oznacza, że dane są gromadzone i przetwarzane na bieżąco, co implikuje szybką analizę i reakcję na formułowane potrzeby. Jeszcze inną zasadę projektową stanowi **orientacja na usługi**. Umożliwia ona udostępnianie usług systemów CPS i pracowników poza przedsiębiorstwem. Przykładem mogą być rozwiązania w infrastrukturze komunikacyjnej, np. systemy wbudowane stosowane w samochodach (poduszki powietrzne), usieciowione systemy wbudowane (autonomiczna awiacja), czy CPS (np. inteligentne sieci skrzyżowań). Ostatnią z istotnych zasad jest **modularność** polegająca na stworzeniu możliwości zmiany charakterystyki produkcji przez wymianę lub dodanie kolejnych gotowych modułów do procesu. Pozwala to na elastyczną adaptację do zmieniających się wymogów poprzez zastępowanie lub rozszerzanie indywidualnych modułów.

Czwarta rewolucja przemysłowa pozwala na przejście **od produkcji replikacyjnej do produkcji personalizowanej**. Umożliwia to pełne dostosowanie produktu do zindywidualizowanych preferencji i oczekiwań klienta. W poprzednich okresach produkcji przemysłowej dominowały paradygmaty:

- produkcji rzemieślniczej (produkt był zaprojektowany i wytworzony dla konkretnego klienta przez uniwersalne maszyny i wykwalifikowanych pracowników),
- produkcji masowej (z wykorzystaniem ruchomych linii produkcyjnych i wyspecjalizowanych maszyn wytwarzano identyczne produkty w skali masowej, co redukowało koszty produkcji i w efekcie cenę jednostkową, skutecznie zaspokajając popyt),
- dostosowania do potrzeb odbiorców na masową skalę (dogłębna znajomość potrzeb i preferencji konsumentów oraz technologia pozwala na indywidualizację i wariantowość produkcji masowej poprzez włączanie klienta w proces projektowania finalnego produktu, np. w branży motoryzacyjnej, odzieżowej, jubilerskiej i obuwniczej).

Służy temu elastyczna automatyzacja linii produkcyjnych. Zastosowanie programowalnych komputerów i sterowników do urządzeń przemysłowych pozwala na rozwijanie asortymentu wyrobów na grupę predefiniowanych części składowych, przy porównywalnych kosztach z produkcją na masową skalę).

Przemysł 4.0 pozwala na masowość personalizacji, gdyż produkty można tylko dostosowywać do potrzeb klienta, a nie wytwarzać od początku, jak w przypadku produkcji rzemieślniczej. Dla utrzymania efektywności produkcji masowa personalizacja wymaga adoptowalności i konfigurowalności produktów.

Za pewien aspekt personalizacji produkcji uznać należy **społeczny rozwój produktu** (SPD, ang. Social Product Development). Mimo, iż nie posiada on jednoznacznej definicji, można jednak przyjąć, że jest to zaangażowanie w rozwój produktu zespołu osób wewnątrz lub na zewnątrz przedsiębiorstwa (bądź też dualnie). Technologie, media oraz narzędzia społecznościowe pozwalają użytkownikom wpływać na cykl życia produktu na każdym etapie jego projektowania. W konsekwencji wprowadzany w ten sposób na rynek produkt wymaga mniejszych inwestycji i krótszego czasu realizacji w stosunku do podobnych projektów wdrażanych tradycyjnie.

Aby móc realizować cele zarówno strategiczne, jak i operacyjne, organizacje potrzebują kompetentnej kadry. Osobą kompetentną można nazwać pracownika o odpowiednich cechach psychofizycznych, który potrafi właściwie korzystać z posiadanej wiedzy oraz nabytego doświadczenia w celu wykonania jakiegoś zadania lub rozwiązania problemu. Fundamentem kompetencji jest wiedza, ale musi być ona uzupełniona przez zestaw cech charakterologicznych, które pozwolą na jej właściwe wykorzystanie. **Kompetencje** to zbiór uprawnień, obowiązków, pełnomocnictw i odpowiedzialności zarówno menedżera, jak i indywidualnego pracownika, ale także zakres jego wiedzy i umiejętności (technicznych, administracyjnych, organizacyjnych, koncepcyjnych i interpersonalnych).

Kompetencje przyszłości są zbiorem kompetencji technicznych i społecznych (twardych i miękkich), które razem pozwalają osiągnąć pełnię możliwości pracownika w zmieniającym się cyfrowym świecie. Do kompetencji tych należą m.in.: umiejętność współpracy ze sztuczną inteligencją (SI), umiejętność pracy w układzie człowiek-maszyna, umiejętność budowy i analizy baz danych, umiejętność pracy w środowisku zautomatyzowanym, przestrzeganie zasad cyberbezpieczeństwa, umiejętność współpracy w zespole, umiejętność szybkiego uczenia się czy inteligencja emocjonalna. Kompetencje przyszłości wiążą się z pojęciem **kompetencji cyfrowych**, czyli zestawem wiedzy, umiejętności i postaw umożliwiających życie, uczenie się i pracę w społeczeństwie wykorzystującym technologie cyfrowe. W skład kompetencji cyfrowych wchodzi: kompetencje informatyczne – czyli umiejętność posługiwania się komputerem i innymi urządzeniami elektronicznymi, korzystania z Internetu, aplikacji i oprogramowania; kompetencje informacyjne polegające na umiejętności wyszukiwania informacji, rozumienia jej, a także selekcji i oceny krytycznej oraz kompetencje funkcjonalne, czyli realne wykorzystanie powyższych kompetencji w różnych sferach codziennego życia, takich jak finanse, praca i rozwój zawodowy, utrzymywanie relacji, zdrowie, hobby, zaangażowanie obywatelskie, życie duchowe itd. (Cyfryzacja KPRM, 2022).

2. ZARZĄDZANIE ZMIANĄ I MAPA KOMPETENCJI CYFROWYCH – NIEZBĘDNE ELEMENTY KU POZYTYWNEJ TRANSFORMACJI W ORGANIZACJI

W dobie transformacji cyfrowej organizacje powinny ciągle się doskonalić i dostosowywać do nieustannie się zmieniającego otoczenia, w którym funkcjonują. Z drugiej strony, ze względu na nieustanną automatyzację procesów niezbędne jest posiadanie kompetencji cyfrowych, które umożliwiają poruszanie się w świecie „komputerów, maszyn i Internetu”. Niniejszy rozdział wskaże, jakie kroki należy podjąć przy wprowadzaniu zmian w organizacji oraz jakie kompetencje cyfrowe wydają się być niezbędne do efektywnego działania w dzisiejszej gospodarce.

Kluczowym elementem ciągłej transformacji jest uaktualnianie m.in. modelu biznesowego firmy poprzez wyszukiwanie i wybieranie najbardziej skutecznych rozwiązań stanowiących impuls dla zwiększania przewagi konkurencyjnej. Odbywa się to poprzez wzmocnienie potencjału organizacji w drodze wytworzenia efektu synergii pomiędzy:

- szansami wdrożenia przełomowych technologii w różnych obszarach działalności firmy;
- koniecznością lub szansą rozwoju ekosystemu firmy, ulepszenia efektywności łańcucha tworzenia wartości, zwiększenia bazy klientów itp.;
- możliwościami udoskonalenia elementów modelu biznesowego; czy też
- niewykorzystanym potencjałem kultury organizacyjnej.

Pozwoli to organizacji uniknąć następujących zagrożeń:

- usprawnienie modelu biznesowego w jednym obszarze za pomocą jednej dźwigni może generować rozwiązania, które osłabiają działanie modelu w pozostałych obszarach lub nie wykorzystują pełni jego możliwości;
- rozwiązania operacyjne są oczywiste i powtarzalne, co tworzy krótkotrwałą przewagę konkurencyjną;
- inwestycje w rozwiązania cząstkowe i niekomplementarne zużyją zasoby firmy, uniemożliwiając finansowanie zmian o większej skali i długoterminowym znaczeniu.

Podmioty, które są w stanie utrzymać swoją przewagę konkurencyjną na rynku to takie, które podejmują się zakrojonej na szeroką skalę transformacji, opracowały i wdrożyły nowoczesne modele biznesowe oraz rozwinęły i wykorzystały swój potencjał. Jest to szczególnie ważne w przypadku, gdy podmiot działa w niezwykle konkurencyjnym obszarze lub rynku.

I tak na przykład zmiana w modelu biznesowym związana z relacjami z klientem powinna być rozpatrywana także pod kątem możliwości zastosowania nowych technologii, zmian w funkcjonowaniu modelu biznesowego, nowych propozycji finansowania lub też poprawy sposobu działania organizacji poprzez usprawnienie procesów i rozwój kompetencji. Kosztowne inwestycje w technologie produkcji powinny zostać skonfrontowane z możliwymi zmianami w całym modelu biznesowym tak, aby wytworzyć maksimum synergii w propozycji wartości dla klienta.

Taki proces będzie miał szanse powodzenia, jeśli zostaną uwzględnione podstawowe zasady efektywnego wdrażania innowacji (Raport Przemysł 4.0, 2021), tj.:

- kreatywne projektowanie rozwiązań i tworzenie synergii – niezbędne w budowaniu organizacji, innowacyjnych modeli biznesowych oraz aplikacji nowych technologii;
- integralność rozwiązań zapewniająca efektywność i spójność przyjętych rozwiązań i integrację uczestników zmian;
- podejście systemowe umożliwiające zrozumienie procesów tak, aby przewidywać skutki zmian i szybko na nie reagować;
- autonomiczny rozwój wzmacniający wewnętrzne siły organizacji poprzez zaangażowanie i odpowiedzialność.

PODSTAWOWE ZASADY EFEKTYWNEGO WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ INNOWACYJNYCH:

1. KREATYWNE PROJEKTOWANIE ROZWIĄZAŃ

KREATYWNOŚĆ ŹRÓDŁEM PRZEWAGI

Dzięki kreatywności przedsiębiorstwa mogą uzyskać ponadprzeciętne rezultaty i skutecznie reagować na dynamicznie zachodzące zmiany. Kreatywność utożsamiana jest z metodą działania i efektem procesu zdyscyplinowanego myślenia zespołowego. Połączenie tej metody z wiedzą i doświadczeniem pracowników umożliwia wyszukiwanie najbardziej innowacyjnych rozwiązań zadowalających wszystkich interesariuszy oraz wspomaganie projektowania optymalnych procesów i narzędzi niezbędnych dla rozwoju firmy.

2. INTEGRALNOŚĆ ORGANIZACJI I ROZWIĄZAŃ

ZROZUMIENIE POTRZEB I TWORZENIE SYNERGII

Uwzględniając interesy każdej z grup interesariuszy można uzyskać akceptację projektowanych zmian. Jeżeli to możliwe, w zadania należy zaangażować reprezentantów interesariuszy ze środowiska wewnętrznego i zewnętrznego firmy, aby zdiagnozować ich potrzeby zarówno krótko- i długoterminowe.

3. ZMIANY SĄ ELEMENTEM WIĘKSZEGO SYSTEMU

PEŁNE ZROZUMIENIE DZIAŁANIA SYSTEMÓW PRZED ICH ZMIANĄ

Każda zmiana ma wpływ na przedsiębiorstwo i wdrożone w nim systemy, dlatego wymaga przeanalizowania mechanizmów wewnętrznych i zewnętrznych procesów po to, aby móc przewidywać skutki zmian dla organizacji, kreatywnie i możliwie szybko dostosować ją do nowej rzeczywistości celem osiągnięcia korzyści lub minimalizowania strat. W tym miejscu kluczowe są kompetencje krytycznego myślenia, analizy ryzyka, analizy zdarzeń, struktur systemowych, stawiania i weryfikacji hipotez, obserwacji, trendów, wzorców i kryjących się za nimi modeli koncepcyjnych. Dzięki tym kompetencjom organizacja ma możliwość tworzenia kreatywnych rozwiązań w sposób efektywny i bezpieczny.

4. AUTONOMICZNY ROZWÓJ

WIĘKSZA SWOBODA PRACOWNIKÓW

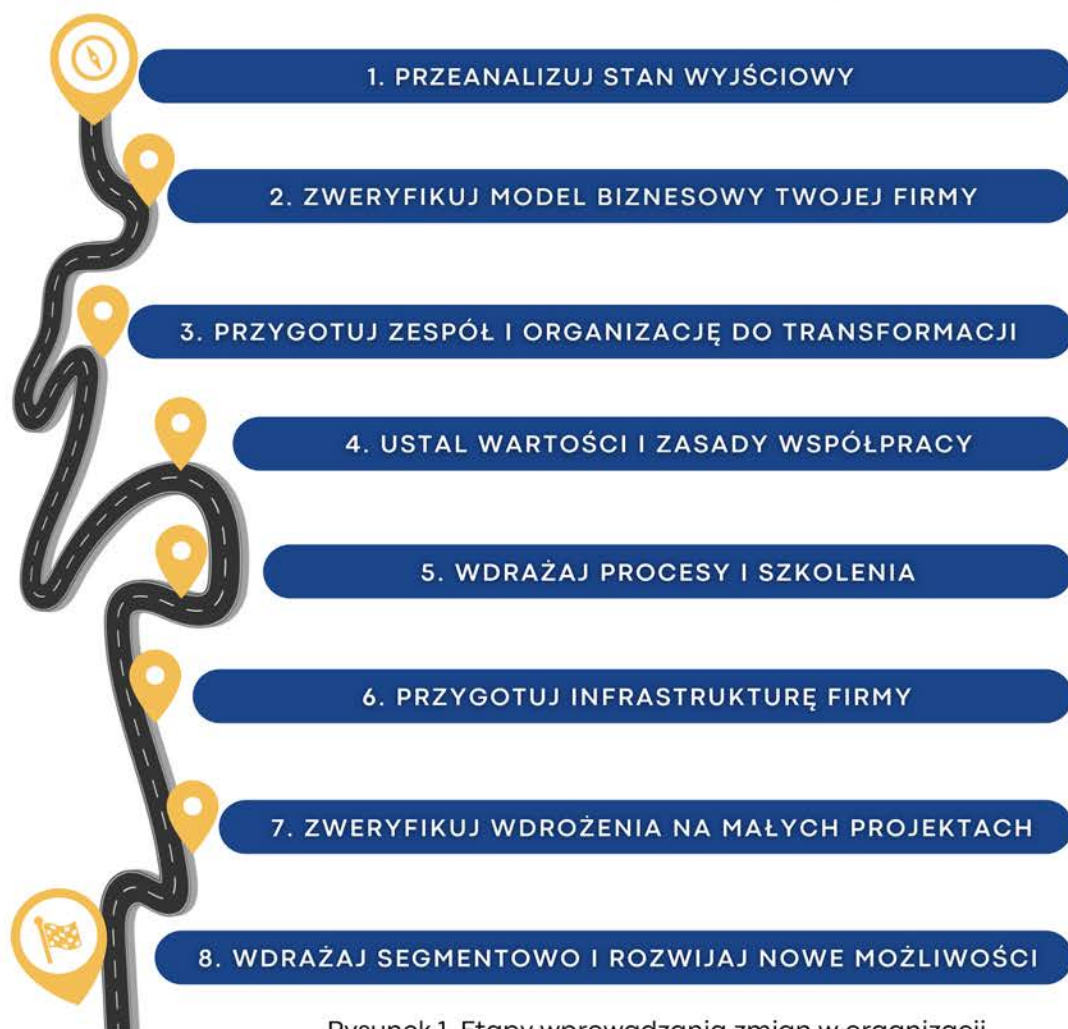
Organizacja powinna nauczyć się rozwijać autonomicznie, co oznacza, że powinna wprowadzić autonomię tam, gdzie jest to możliwe, przenosząc ciężar procesu decyzyjnego możliwie na najniższe szczeble organizacji. W ten sposób powstaje organizacja ucząca się i zaangażowana. Należy wypracować mniej lub bardziej sformalizowane elementy kultury organizacyjnej, takie jak np. strategia, plan rozwoju, zestaw zasad i wartości, przebieg realizacji działań, włączając procesy doskonalenia oraz systemy motywacyjne.

Celem opracowania mapy kompetencji cyfrowych jest zdiagnozowanie potrzeb i możliwości rozwojowych organizacji w zakresie transformacji cyfrowej oraz wskazanie sekwencji działań, które będą prowadziły do wdrożenia rozwiązań w dziedzinie cyfryzacji, automatyzacji i/lub robotyzacji strategicznych dla rozwoju tej organizacji.

JAK PRZYGOTOWAĆ ORGANIZACJĘ DO ZMIANY W CZASACH TRANSFORMACJI CYFROWEJ?

Wprowadzanie zmian w organizacji to kompleksowy proces obejmujący wiele rozbudowanych etapów. Poniżej zaprezentowano najważniejsze kroki, jakie powinien podjąć przedsiębiorca, aby przygotować się do wprowadzenia zmian zmierzających do transformacji cyfrowej swojego przedsiębiorstwa.

Poza etapami istotnymi dla wprowadzania zmiany w organizacji (rysunek 1), na stronie 14 zaprezentowano również mapę kompetencji cyfrowych, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania w dobie transformacji cyfrowej.



Rysunek 1. Etapy wprowadzania zmian w organizacji.

1.

PRZEANALIZUJ STAN WYŚCIEWY

- Pomyśl w jaki sposób zmodyfikować strategię (misję, wizję i wartości).
- Zidentyfikuj obszary, które powinny być rozwijane. Przeanalizuj poziom finansów firmy i możliwości finansowania zmian i ponoszenia ryzyka.
- Znajdź kluczowych ludzi do przeprowadzenia transformacji i zbuduj zespół.
- Zadbaj o kompetencje zespołu w zakresie zarządzania zmianą i pracuj z nim w następnych krokach.
- Wyszkol lub zatrudnij szkoleniowca w zakresie zarządzania zmianą i kompetencji cyfrowych związanych z transformacją cyfrową.
- Wyjaśnij swoim pracownikom, na czym polega transformacja i zachęć ich do współpracy.

2.

ZWERYFIKUJ MODEL BIZNESOWY TWOJEJ FIRMY

- Uporządkuj procesy w firmie i zapewnij ich transparentność.
- Sprawdź, jakie są relacje pomiędzy Twoimi pracownikami, gdyż wpływają one znacząco na efektywność działań w firmie.
- Bazując na narzędziach dostępnych w organizacji, zweryfikuj efektywność relacji z klientami i podejmij działania, aby je zintensyfikować.
- Sprawdź, czy propozycja wartości dla klienta pozostaje atrakcyjna, a jeśli wymaga zmiany – zastanów się, jakie działania podjąć.
- Odnów lub zbuduj nowe relacje z partnerami w łańcuchu dostaw, znajdź i usuń przeszkody.
- Zweryfikuj portfel produktów.
- Wdrażaj usprawnienia modelu biznesowego wykorzystując nabyte kompetencje.

3.

PRZYGOTUJ ZESPÓŁ I ORGANIZACJĘ DO TRANSFORMACJI

- Przedstaw zespołowi projekt zmiany w organizacji i utrzymuj z nim stałą komunikację.
- Wskaż uczestników, którzy będą brać udział w procesie wprowadzania zmiany w organizacji.
- Wybierz zespoły nakierowane na wyszukiwanie inspiracji, śledzenie trendów na rynku.
- Zidentyfikuj rodzaje ryzyka i przygotuj plan ich ograniczenia.
- Zapewnij szkolenia dla zespołów wdrażających zmiany.

4.

USTAL WARTOŚCI I ZASADY WSPÓŁPRACY

- Dostosuj wartości do trybu pracy nad transformacją uwzględniając jej filary: kreatywne projektowanie rozwiązań, integralność, systemowe myślenie i działanie oraz autonomię działania.
- Zaangażuj pracowników do działania poprzez zwiększenie ich autonomii i możliwości wpływu na rozwój firmy.

5.

WDRAŻAJ PROCESY I SZKOLENIA

- Myśl projektowo i kreatywnie projektuj rozwiązania.
- Stosuj narzędzia i zasady efektywnej pracy zespołowej.
- Stosuj zasady organizacji uczącej się.
- Prowadź obserwacje, wywiady i analizy, myśl systemowo i krytycznie.
- Oceniaj propozycje wartości.
- Twórz nowe modele biznesowe.

6.

PRZYGOTUJ INFRASTRUKTURĘ FIRMY

- Usuń bariery dla wprowadzania elementów innowacyjnych.
- Wzmocnij system kontroli firmy, aby zapewnić bezpieczeństwo wdrażania innowacji.
- Uczyń innowacje i transformacje kluczem dla rozwoju Twojej firmy.
- Powiąż procesy innowacyjne z celem działania organizacji.
- Zapewnij dostęp zespołów innowacyjnych do klientów, zasobów, kompetencji, wiedzy i funduszy.
- Wzmocnij innowacyjne możliwości liderów i całej organizacji.

7.

ZWERYFIKUJ WDROŻENIA NA MAŁYCH PROJEKTACH

- Rozpocznij od wdrażania niewielkich usprawnień modelu biznesowego wykorzystując nabyte kompetencje.
- Skoncentruj organizację na jakości poszukiwanych i wdrażanych rozwiązań, a nie na ich liczbie.
- Zwróć uwagę na jakość wdrożeń, a szczególnie na efektywność uczenia się organizacji poprzez działanie.
- Przetestuj działania transformacji Przemysłu 4.0 na różnych elementach procesu tworzenia wartości, tak aby wszystkie części ekosystemu Twojej firmy były gotowe wziąć udział w transformacji.

8.

WDRAŻAJ SEGMENTOWO I ROZWIJAJ NOWE MOŻLIWOŚCI

- Podejmij się wyzwania wprowadzenia transformacji wpływającej na większe segmenty ekosystemu firmy.
- Skoncentruj się na segmentach łańcuchów wartości, w których oczekiwane korzyści są najwyższe lub presja konkurencyjna jest najwyższa.
- Podsumuj wyniki i dokonaj retrospektywy całego procesu, aby go doskonalić.

MAPA KOMPETENCJI CYFROWYCH

Mapa kompetencji cyfrowych jest podstawowym narzędziem pozwalającym na zidentyfikowanie potrzeb wśród mikro, małych i średnich przedsiębiorstw (MMŚP) w zakresie zapotrzebowania na umiejętności i wiedzę przyszłych i obecnych pracowników. Mapa uwzględnia niezbędne kompetencje na różnym poziomie – od szczebla najniższego po zarządzający – niezależnie od rodzaju podmiotu czy prowadzonej działalności. Służy ona również do zidentyfikowania zawodów przyszłości.

Mapa kompetencji cyfrowych umożliwia identyfikację poziomu „dojrzałości cyfrowej” pracownika i organizacji.

Zaproponowano kompetencje cyfrowe możliwe do uzyskania na trzech poziomach: podstawowym, średniozaawansowanym i eksperckim. Należy mieć świadomość, że zaproponowane listy kompetencji mają otwarty charakter, co oznacza, że w razie potrzeby mogą być uzupełniane o dodatkowe pozycje.



POZIOM PODSTAWOWY

Dojrzałość cyfrowa pracownika - na poziomie podstawowym pracownik potrafi:

1. Wdrażać procesy zarządzania cyklem życia produktów.
2. Stosować narzędzia ręczne i elektronarzędzia.
3. Dokonywać obliczeń.
4. Przestrzegać zasad BHP.
5. Tworzyć dokumentację techniczną i zarządzać nią.
6. Badać proste obwody instalacji elektrycznej.
7. Zapewnić zgodność systemów cyberfizycznych z wymogami operacyjnymi.
8. Stosować techniki CAD (Computer Aided Design) i CAM (Computer Aided Manufacturing).
9. Wdrożyć przemysłowy system kontroli z wykorzystaniem sterowników PLC (Programmable Logic Controller) i rozwiązywać podstawowe problemy dotyczące tego systemu.
10. Diagnozować problemy dotyczące cyfrowych systemów kontroli.
11. Stosować system SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) do monitorowania i kontrolowania procesów przemysłowych.
12. Wdrażać zasady technologii sieciowych w aplikacjach produkcyjnych i inżynierskich.



POZIOM ŚREDNIOZAAWANSOWANY

Dojrzałość cyfrowa pracownika - na poziomie średniozaawansowanym pracownik potrafi:

1. Analizować duże zbiory danych i zarządzać nimi z wykorzystaniem systemów w chmurze.
2. Zapewnić bezpieczeństwo obsługi robotów.
3. Włączyć podstawowe zasady produkcji w zadania o charakterze inżynierskim.
4. Interpretować specyfikacje techniczne.
5. Stosować matematykę w technice.
6. Wybierać odpowiedni sprzęt elektroniczny na potrzeby aplikacji inżynierskich.
7. Planować, wdrażać i stosować procedury konserwacji zapobiegawczej.



POZIOM EKSPERCKI

Dojrzałość cyfrowa pracownika - na poziomie eksperckim pracownik potrafi:

1. Obsługiwać systemy CAD.CAM i materiały inżynierskie.
2. Wykorzystywać sieciowanie przemysłowe i chmury obliczeniowe.
3. Obsługiwać systemy elektroniczne.
4. Projektować zorientowane obiektowo przemysłowe systemy kontroli.
5. Projektować cyfrowe systemy kontroli.
6. Integrować systemy cyberfizyczne (projekt podstawowy).
7. Wykorzystywać narzędzia programowe dla Przemysłu 4.0.
8. Stosować zaawansowane cyfrowe systemy kontroli.
9. Stosować zaawansowane urządzenie elektroniczne.
10. Stosować analitykę predykcyjną.
11. Obsługiwać roboty i cyfrowe bliźniaki.
12. Kontrolować rozproszoną i inteligentną fabrykę.
13. Inteligentnie projektować produkty z wykorzystaniem koncepcji Przemysłu 4.0.

Gwarancją sukcesu firmy będzie nabywanie coraz to nowszych kompetencji cyfrowych przez pracowników ukierunkowanych na Przemysł 4.0, a być może w najbliższym czasie na Przemysł 5.0. Kompetencje te umożliwią zarówno kadrze zarządzającej, jak i pracownikom niższego szczebla innowacyjne i konkurencyjne zarządzanie przedsiębiorstwem oraz realizowanie zadań pozwalających wyprzedzić konkurencję.

3. STANDARD PROGRAMU STAŻOWEGO W PRZEMYŚLE 4.0 DLA PRACOWNIKÓW MMŚP

Założenia ogólne standardu programu stażowego

W obecnej gospodarce kształcenie zawodowe jest bardzo ważnym obszarem edukacji, służy zapewnieniu wykwalifikowanych i nowoczesnych kadr dla polskiej gospodarki. Kształcenie w każdym zawodzie jest trudne z powodu ograniczonych możliwości odwzorowania rzeczywistych warunków pracy w realiach szkolnych, ale zawody związane z Przemysłem 4.0 i przygotowaniem przyszłych kadr pracujących w zawodach obejmujących ten obszar są szczególnie wymagające w procesie nauczania. Jedną z odpowiedzi na powyższe trudności związane z kształceniem kadr jest wprowadzenie dodatkowej możliwości kształcenia w formie programu stażowego u pracodawców.

Głównym celem programu stażowego jest stworzenie pracownikom możliwości uzyskania doświadczenia w pracy zawodowej i nabycia umiejętności praktycznych, niezbędnych do wykonywania pracy w rzeczywistych warunkach - takich, jakie występują w przedsiębiorstwach, a w konsekwencji przygotowanie lepiej wykwalifikowanego pracownika do wykonywania zadań zawodowych. Program stażowy ma tę przewagę nad innymi sposobami zwiększania kompetencji, że umożliwia koncentrację na zdobyciu wiedzy praktycznej połączonej z doświadczeniem w miejscu pracy. Nauka nie skupia się, jak to często bywa, głównie na aspektach teoretycznych, ale przede wszystkim bazuje na konkretnym, rzeczywistym środowisku pracy.

Ogólne cele kształcenia

- Rozwój umiejętności w celu umożliwienia korzystania z przełomowych technologii w wielu branżach.
- Rozwój możliwości poprzez zapoznanie uczących się z najnowocześniejszymi technologiami koniecznymi dla rozwoju branż i przyszłego zatrudnienia.
- Opracowanie ścieżki zawodowej bazującej na umiejętnościach cyfrowych.
- Doskonalenie wykonywanej pracy dzięki technologiom cyfrowym, urządzeniom mobilnym i wykorzystaniu oferowanych obecnie przez różnych producentów nowych technologii produkcyjnych.
- Zapewnienie elastycznego modelu uczenia się z wykorzystaniem doświadczeń praktycznych w miejscu pracy z ukierunkowaniem na konkretne efekty uczenia się i potrzeby przemysłu.
- Zapewnienie uczestnikom przewagi konkurencyjnej w zakresie zatrudnienia.
- Rozwój praktycznych umiejętności w miejscu pracy.

Podstawowe wytyczne dotyczące organizacji programu stażowego

- Program stażowy u pracodawcy skierowany jest do nowych lub obecnych pracowników.
- W trakcie odbywania programu stażowego pracownik może realizować wszystkie albo wybrane treści programu stażowego, w zależności od zajmowanego stanowiska oraz wymogów pracodawcy.

Korzyści dla pracownika realizującego program stażowy:

- Weryfikacja swoich umiejętności zawodowych w rzeczywistych warunkach pracy.
- Wzrost wynagrodzenia pieniężnego.
- Możliwość zdobycia dodatkowego doświadczenia i lepszego dostosowania się do rynku pracy.
- Ułatwione doskonalenie ścieżki rozwoju zawodowego.

Korzyści dla pracodawców organizujących program stażowy:

- Pozyskanie cennych pracowników.
- Kształcenie kadr w sposób zgodny z profilem firmy.
- Pomoc dla innych pracowników przedsiębiorstwa celem wykonywania typowych czynności zawodowych na stanowisku pracy.
- Ponoszenie mniejszych kosztów związanych z rekrutacją i szkoleniem nowych pracowników.
- Budowanie dobrego wizerunku firmy jako partnera kształcenia zawodowego.

Stanowiska pracy

Wśród stanowisk pracy związanych z transformacją w kierunku Przemysłu 4.0 można wyróżnić m.in:

- Inżyniera oprogramowania
- Specjalistę ds. analizy danych i doradztwa
- Eksperta ds. bezpieczeństwa danych
- Eksperta symulacyjny
- Doradcę ds. cyberbezpieczeństwa
- Programistę
- Architekta bezpieczeństwa

Pracownicy, którzy ukończyli program stażowy w przedsiębiorstwie będą przygotowani do wykonywania zadań zawodowych wskazanych poniżej.



POZIOM PODSTAWOWY pracownik potrafi:

- bezpiecznie obsługiwać maszyny i je konserwować;
- rozwiązywać problemy związane z systemami elektromechanicznymi;
- czytać i interpretować schematy, plany i rysunki techniczne;
- pracować w zespole i komunikować się jasno i skutecznie z przełożonymi i współpracownikami;
- wykonywać podstawowe programowanie i obsługiwać robota;
- identyfikować komponenty/funkcje PLC i wykonać podstawowe programowanie PLC;
- zdefiniować czym jest Przemysł 4.0 i określić wpływ cyfryzacji na przemysł, codzienne życie i bezpieczeństwo cybernetyczne.



POZIOM ŚREDNIOZAAWANSOWANY pracownik potrafi:

- konfigurować, uruchamiać i rozwiązywać złożone problemy dotyczące elektropneumatycznych systemów;
- obliczyć koszt wygenerowania i używania sprężonego powietrza i identyfikować niesprawności systemu;
- zrozumieć, opisać, zaimplementować i utrzymywać próżnię w systemach;
- wykorzystywać CoDeSys do programowania i rozwiązywanie problemów;
- modyfikować aktualny program PLC i zintegrować aplikacje HMI (Human-Machine Interface);
- opisywać i wyjaśnić funkcję RFID, kody kreskowe/QR, kody i systemy wizyjne;
- programować i edytować złożone aplikacje robotów, w tym czujniki i inne zautomatyzowane elementy;
- definiować i konfigurować System Realizacji Produkcji (MES) i dowolne jego funkcjonalności;
- korzystać z usług internetowych/dostaw e-mail push i wyjaśniać znaczenie bezpieczeństwa danych;
- wyjaśnić, w jaki sposób modelowanie 3D wpływa na produkcję i systemy.



POZIOM EKSPERCKI pracownik potrafi:

- obsługiwać systemy CAD.CAM i materiały inżynierskie;
- wykorzystywać sieciowanie przemysłowe i chmury obliczeniowe;
- obsługiwać systemy elektroniczne;
- projektować z uwzględnieniem orientacji obiektowej (przemysłowe systemy kontroli; cyfrowe systemy kontroli);
- integrować systemy cyberfizyczne;
- korzystać z narzędzi odpowiednich dla Przemysłu 4.0.
- wykorzystywać zaawansowane cyfrowe systemy kontroli;
- stosować zaawansowane urządzenia elektroniczne;
- stosować analitykę predykcijną;
- obsługiwać roboty i cyfrowe bliźniaki;
- kontrolować rozproszoną i inteligentną fabrykę;
- inteligentnie projektować produkty z wykorzystaniem koncepcji Przemysłu 4.0.

Zaproponowane poziomy kształcenia są akceptowane przez takie światowe firmy jak Siemens, który jest jedną z przodujących firm w obszarze Przemysłu 4.0. Ponadto lista kompetencji wskazanych powyżej pozwala na weryfikację przez pracodawcę aktualnych kompetencji pracownika. Jeżeli pracownik posiada niewystarczające kompetencje, pracodawca ma możliwość wysłania go na szkolenie prowadzone przez szkołę wyższą albo zorganizowania stosownego, indywidualnego szkolenia w miejscu pracy.

Poza kompetencjami cyfrowymi program stażowy umożliwia nabycie kompetencji personalnych i społecznych, takich jak:

- przestrzeganie zasad kultury osobistej i etyki zawodowej;
- ponoszenie odpowiedzialności za podejmowane działania;
- wykazywanie się kreatywnością i otwartością na zmiany;
- stosowanie technik radzenia sobie ze stresem;
- stosowanie zasad komunikacji interpersonalnej;
- stosowanie metod i technik rozwiązywania problemów;
- współpraca w zespole.

Sprawdzanie efektów kształcenia – osiągnięć edukacyjnych pracownika odbywa się w oparciu o:

- stałe monitorowanie efektów, np. ocenianie wg ustalonych kryteriów lub wykorzystanie natychmiastowej informacji zwrotnej,
- ocenę opisową opiekuna programu stażowego na koniec stażu, na podstawie przeprowadzonych obserwacji.

Finansowanie programu stażowego

KTO przyjmuje na staż? – to podstawowe pytanie firm potrzebujących wykwalifikowanych pracowników.

Zapewne jest wiele możliwości zorganizowania takiego stażu, natomiast wydaje się, że jednym z rozwiązań jest skorzystanie z wiedzy oraz kontaktów koordynatorów klastrów. Posiadają oni rozległą wiedzę na temat, które przedsiębiorstwa dysponują nowoczesną infrastrukturą oraz wykwalifikowaną kadrą, i które mogłyby/chciałyby przyjąć pracowników na staż.

Innym rozwiązaniem jest podpisanie pomiędzy przedsiębiorstwami umowy o współpracy. Bazując na takiej umowie firmy bardziej doświadczone dzieliłyby się wiedzą z pracownikami mniejszych firm.

KTO finansuje staż? – najczęściej pracodawca wysyłający pracownika na staż. Aby jednakże uniknąć sytuacji, że pracownik po odbyciu stażu zmieni miejsce zatrudnienia, może być podpisana umowa pomiędzy pracodawcą a pracownikiem – stażystą o konieczności wypełnienia uprzednio określonych warunków, np. przepracowania określonego czasu w dotychczasowej firmie.

4. NARZĘDZIA DO SAMOOCENY

Zaproponowano dwa niezależne narzędzia do samooceny zarówno kompetencji organizacji, jak i kompetencji personelu. Narzędzia te pomogą wskazać przedsiębiorcy, na jakim etapie transformacji cyfrowej obecnie się znajduje i jakie kroki należy podjąć, aby stać się bardziej konkurencyjnym na rynku.

SAMOOCENA PRACOWNIKA

Samoocena pracownika ma służyć wyłącznie zaplanowaniu dalszego samorozwoju i pracy nad tymi kompetencjami, które uzyskały niską ocenę. Ma ona pomagać w identyfikacji luk kompetencyjnych u pracownika. Ponadto, w ramach samooceny pracownik może spróbować zidentyfikować kompetencje czysto techniczne wskazane w rozdziale wcześniejszym (trzy poziomy).

Zastosowano kwestionariusz w formie ustrukturyzowanego wywiadu. Kwestionariusz składa się głównie z pytań zamkniętych (łącznie zadano 54 pytania). Pytania oparte są na pięciostopniowej skali Likerta (wartość 1 oznaczała „nie zgadzam się” z ocenianym stwierdzeniem, a wartość 5 – „zgadzam się” z ocenianym stwierdzeniem).

PODSTAWOWE KOMPETENCJE CYFROWE I TECHNICZNE

- Korzystanie z podstawowych narzędzi i programów w codziennych sytuacjach i zadaniach zawodowych;
- Umiejętności cyfrowe w codziennych sytuacjach życiowych;
- Praca online, znajomość i wykorzystanie odpowiednich programów i narzędzi do pracy online;
- Wdrażanie nowych rozwiązań cyfrowych przydatnych w ramach podstawowych zagadnień związanych z cyberbezpieczeństwem.

Proszę o zaznaczenie odpowiedzi od 1 do 5. Gdy zgadzam się z jakimś stwierdzeniem zaznaczam 5, gdy nie - 1. Oceny 2-4 są ocenami pośrednimi	OCENA				
	1	2	3	4	5
1. Wykorzystuję narzędzia do wideokonferencji					
2. Wykorzystuję narzędzia do współpracy online					
3. Wykorzystuję komunikatory internetowe (np. Teams, Zoom, Click Meeting ...)					
4. Wykorzystuję edytory tekstu (np. MS Word)					
5. Korzystam aktywnie z e-mail					
6. Potrafię wykorzystać zasoby stron internetowych					
7. Potrafię korzystać z następujących rozwiązań cyfrowych w pracy zawodowej:					
A. Udostępnienie ekranu innym osobom w czasie wideokonferencji					
B. Stosowanie wybranych narzędzi do zarządzania projektem					
C. Rozpoczęcie wideokonferencji z kilkoma osobami równocześnie					
D. Tworzenie i analiza baz danych					
E. Media społecznościowe - w charakterze odbiorcy treści (umiejętność posługiwania się nimi i rozumienie różnic pomiędzy różnymi portalami)					
F. Media społecznościowe - w charakterze twórcy treści (umiejętność posługiwania się nimi i rozumienie różnic pomiędzy różnymi portalami)					
G. Kodowanie (zrozumienie istoty kodowania, języków programowania, umiejętność posługiwania się przynajmniej jednym językiem programowania)					

Proszę o zaznaczenie odpowiedzi od 1 do 5. Gdy zgadzam się z jakimś stwierdzeniem zaznaczam 5, gdy nie - 1. Oceny 2-4 są ocenami pośrednimi	OCENA				
	1	2	3	4	5
H. Budowanie stron internetowych (umiejętność posługiwania się technologiami wykorzystywanymi do budowy stron www, takich jak np. HTML, CSS, Java, PHP, Oracle)					
8. Potrafię korzystać z następujących rozwiązań cyfrowych w życiu codziennym:					
A. Arkusze kalkulacyjne (np. MS Excel)					
B. Złożenie wniosku do urzędu przez system ePUAP					
C. Złożenie rozliczenia podatku online					
D. Tworzenie i analiza baz danych					
E. Media społecznościowe - w charakterze odbiorcy treści (umiejętność posługiwania się nimi i rozumienie różnic pomiędzy różnymi portalami)					
F. Media społecznościowe - w charakterze twórcy treści (umiejętność posługiwania się nimi i rozumienie różnic pomiędzy różnymi portalami)					
G. Cyberbezpieczeństwo (stosowanie praktyk, takich jak: podwójna weryfikacja, regularna zmiana haseł, stosowanie różnych haseł, menedżer haseł, zabezpieczenia biometryczne)					
H. Załatwienie sprawy poprzez bankowość elektroniczną					
I. Organizacja własnej pracy zdalnej					

KOMPETENCJE MENEDŻERSKIE

- Zarządzanie zespołem;
- Zarządzanie projektem;
- Szkolenie w zakresie umiejętności menedżerskich, przywódczych i przedsiębiorczości;
- Metody ilościowe i statystyka w obszarze biznesu;
- Zarządzanie ryzykiem i nowoczesne techniki zarządzania w kontekście zmian społecznych i technologicznych.

9. Potrafię ocenić pracę współpracowników					
10. Potrafię egzekwować dotrzymanie ustalonych terminów					

Proszę o zaznaczenie odpowiedzi od 1 do 5. Gdy zgadzam się z jakimś stwierdzeniem zaznaczam 5, gdy nie - 1. Oceny 2-4 są ocenami pośrednimi	OCENA				
	1	2	3	4	5
11. Potrafię motywować współpracowników					
12. Umiem dzielić zadania pomiędzy współpracowników i koordynować ich pracę					
13. Potrafię delegować własne zadania i obowiązki na współpracowników					
14. Potrafię zauważyć sytuacje konfliktowe wewnątrz zespołu					
15. Potrafię kierować zadaniem, w którym bierze udział kilka instytucji z różnych krajów (np. projekt międzynarodowy)					
16. Potrafię kierować pracą zespołu złożonego ze współpracowników różnych narodowości i z różnych kręgów kulturowych					
17. Jestem osobą, która inicjuje działania w zespole					
18. Dostrzegam obszary, w których można wprowadzić zmiany umożliwiające skuteczniejszą realizację zadań					

KOMPETENCJE POZNAWCZE

- Kreatywność;
- Rozumowanie logiczne;
- Rozwiązywanie złożonych problemów;
- Myślenie krytyczne;
- Umiejętność obserwacji i rozumienia otaczającej rzeczywistości;
- Bycie otwartym na nowe perspektywy i nowe poglądy;
- Świadomość własnych umiejętności, zdolności i ograniczeń.

19. Potrafię wykonywać kilka zadań jednocześnie					
20. Lubię wdrażać pomysły w życie					
21. Z każdej sytuacji kryzysowej potrafię się czegoś nauczyć i wyciągnąć wnioski na przyszłość					
22. Realizacja działań projektowych w czasie pandemii pozwoliła mi sprawdzić się w zupełnie nowych okolicznościach					
23. Lubię odkrywać nowe obszary w działalności zawodowej					

Proszę o zaznaczenie odpowiedzi od 1 do 5. Gdy zgadzam się z jakimś stwierdzeniem zaznaczam 5, gdy nie - 1. Oceny 2-4 są ocenami pośrednimi	OCENA				
	1	2	3	4	5
24. Stres działa na mnie mobilizująco					
25. Zawsze widzę co najmniej kilka możliwych rozwiązań danej sytuacji					
26. Potrafię stosować innowacyjne rozwiązania w swojej pracy					
27. Zanim podejmę ważną decyzję, muszę poznać wszystkie za i przeciw					
28. Potrafię patrzeć krytycznie na wszystko co mnie otacza					
29. Analizuję swoje niepowodzenia					

KOMPETENCJE SPOŁECZNE

- Efektywna współpraca w grupie;
- Nawiązywanie nowych kontaktów, tworzenie grup;
- Utrzymywanie relacji;
- Inicjatywa w działaniu;
- Przywództwo;
- Skuteczna komunikacja;
- Samokontrola emocjonalna;
- Radzenie sobie z niepewnościami;
- Przedsiębiorczość i inteligencja emocjonalna, w tym takie kompetencje miękkie jak elastyczność czy interdyscyplinarność.

30. Jestem osobą, która podtrzymuje relacje z innymi					
31. Zauważam problemy współpracowników, również dotyczące ich życia prywatnego, sytuacji społeczno-ekonomicznej itd.					
32. Lubię współpracować z innymi, realizować zadania w zespole					
33. Potrafię nazwać emocje, które mi towarzyszą w danej chwili					
34. Potrafię rozpoznać w jakim stanie emocjonalnym jest mój rozmówca					
35. Potrafię stworzyć w zespole atmosferę efektywnej współpracy i mobilizacji					
36. Potrafię łagodzić konflikty pomiędzy współpracownikami					

Proszę o zaznaczenie odpowiedzi od 1 do 5. Gdy zgadzam się z jakimś stwierdzeniem zaznaczam 5, gdy nie - 1. Oceny 2-4 są ocenami pośrednimi	OCENA				
	1	2	3	4	5
37. Mam szeroką sieć znajomych					
38. Potrafię zapanować nad swoimi negatywnymi emocjami					
39. Potrafię łagodzić u innych stres towarzyszący pracy zdalnej					
40. Nie patrzę na ludzi przez pryzmat ich poglądów					
41. Potrafię zareagować w sytuacji zagrożenia zdrowia współpracowników					
42. Potrafię rozpoznać sytuację zagrożenia zdrowia własnego i osób mi bliskich					
43. Potrafię poradzić sobie z ogólną niepewnością związaną ze zdarzeniami wywołanymi działaniem siły wyższej					
44. Potrafię dostosować sposoby realizacji działań do zdarzeń wywołanych działaniem siły wyższej					
45. Mam własną sieć kontaktów, z którymi mogę realizować wspólne projekty					
46. Mam poczucie systematycznej współpracy ze stałą grupą instytucji					
47. Sam inicjowałem/am rozpoczęcie współpracy w ramach projektu w przynajmniej jednym przypadku					
48. Potrafię asertywnie odmawiać					
49. Potrafię przekazać trudne wiadomości					
50. Potrafię jasno i precyzyjnie przekazywać komunikaty					
51. Potrafię moderować dyskusję					
52. Aktywnie słucham innych					
53. Potrafię dopasować styl komunikacji i języka do odbiorcy i okoliczności					
54. Potrafię przyjmować pochwały i komplementy					

Podobnie jak przy ocenie pracowników, organizacja może również dokonać oceny własnych kompetencji cyfrowych. Aby móc ocenić możliwości wdrożenia koncepcji Przemysłu 4.0, należy udzielić odpowiedzi na pytania, które zostały zestawione z wyznaczonymi obszarami koncepcji Przemysłu 4.0. Opracowano 61 pytań, które mają charakter zarówno zamknięty (odpowiedź: tak, nie), jak i otwarty. Przy opracowaniu pytań wykorzystano artykuł "Koncepcja Przemysł 4.0 – Ocena możliwości wdrożenia na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa" (Stadnicka, D., Zielecki, W., Sęp, J., 2022).

Obszary funkcjonowania organizacji	ODPOWIEDŹ	
	TAK	NIE
Automatyzacja i robotyzacja systemu produkcyjnego		
1. Czy organizacja stosuje zautomatyzowane systemy?	☐	☐
2. Czy w organizacji stosowane są zautomatyzowane metody transportu wewnętrznego?	☐	☐
3. Czy organizacja korzysta ze zautomatyzowanego systemu magazynowego?	☐	☐
4. Czy w organizacji wykorzystywane są połączenia komputerowe pomiędzy systemem transportowo-magazynowym, a obszarem produkcyjnym?	☐	☐
5. Czy organizacja wdrożyła roboty przemysłowe?	☐	☐
6. Czy organizacja wdrożyła roboty autonomiczne?	☐	☐
7. Czy w organizacji stosowane są inteligentne roboty lub urządzenia, które mają możliwość dostosowania się do zakładanego poziomu produkcji?	☐	☐
8. Jeżeli tak, to gdzie zostały zastosowane (np. w obszarach, gdzie występuje narażenie na niebezpieczeństwo, duże obciążenie statyczne lub dynamiczne u pracowników, wymogiem jest duża dokładność wykonania, itp.)?		
9. Czy w organizacji zdefiniowano takie obszary, w których mógłby być wdrożony robot: autonomiczny, przemysłowy czy współdziałający z operatorem?	☐	☐
10. Czy organizacja widzi potrzebę wdrożenia robota przemysłowego, autonomicznego lub współdziałającego z operatorem?	☐	☐

Obszary funkcjonowania organizacji

ODPOWIEDŹ

TAK

NIE

11. Jakie są ograniczenia we wdrożeniu tego typu robota?

Symulacje

12. Czy organizacja wykorzystuje programy komputerowe do modelowania produktów?

☐
☐

13. Czy w organizacji są przeprowadzane symulacje przebiegu procesów?

☐
☐

14. Jeżeli tak, to w jakim celu wykorzystywane są symulacje?

15. Czy przeprowadzane są symulacje przebiegu procesów dla nowych wyrobów, które są wdrażane do produkcji?

☐
☐

16. Czy organizacja widzi konieczność prowadzenia symulacji przebiegu procesów?

☐
☐

17. Czy przeprowadzane są symulacje w czasie rzeczywistym przebiegu procesów?

☐
☐

18. Czy organizacja rozważa wykorzystywanie symulacji także w innych obszarach funkcjonowania organizacji?

☐
☐

19. Czy organizacja rozważa potrzebę przedstawienia symulacji w czasie rzeczywistym przebiegu procesów? Jeżeli tak, to do których procesów?

Obszary funkcjonowania organizacji

ODPOWIEDŹ

TAK

NIE

20. Co jest przyczyną, że do tej pory nie było to realizowane?

Pozioma/pionowa integracja software'owa

21. Czy organizacja wykorzystuje systemy komputerowe?

22. Czy systemy te są w organizacji ze sobą zintegrowane?

23. Czy dane mogą być bez przeszkód przesyłane pomiędzy systemami?

24. Czy następuje wykorzystanie tych systemów w komunikacji z dostawcami?

25. Czy dostawcy są w sposób zautomatyzowany informowani o konieczności zrealizowania dostawy?

26. Czy następuje wykorzystanie tych systemów w komunikacji z klientami?

27. Czy klienci automatycznie przesyłają informację o realizacji dostawy?

28. Czy w systemie znajdują się informacje, na jakim etapie produkcji znajdują się produkty?

Przemysłowy Internet Rzeczy. Internet Usług

29. Czy w organizacji wykorzystywane są czujniki, których zadaniem jest gromadzenie informacji, które udostępniane są następnie w systemie:

A. wiadomości o obecnym stanie maszyny (włączona i pracuje, wyłączona, włączona i nie pracuje, posiada awarię, itd.)?

B. wiadomości o bieżącym miejscu przebywania produktów (np. przy pomocy układów RFID wbudowanych w komponenty)?

Obszary funkcjonowania organizacji		ODPOWIEDŹ	
		TAK	NIE
30. Czy w organizacji stosuje się zestawy czujników i programy zdolne do:			
A. dokonania oceny wyrobów w sposób zautomatyzowany i sugerujące dalszy sposób postępowania z wyrobem?			
B. przekazania wiadomości o kondycji maszyny (wibracje, hałas, temperatura płynów obróbkowych, itd.)			
31. Czy kontrahenci serwisujący maszyny w organizacji mają możliwość ich monitorowania „online” i decyzje serwisowe są podejmowane na podstawie faktycznego stanu maszyny?			
32. Czy rozważa się potrzebę wdrożenia czujników do maszyn, wyrobów, procesów?			
33. Czy zidentyfikowano nowe obszary, w których należałoby wdrożyć czujniki do gromadzenia na bieżąco danych z procesów?			
34. Czy w logistyce wewnętrznej używane jest informowanie magazynu o konieczności realizowania dostaw „Just in Time” na konkretne stanowisko pracy?			
Cyberbezpieczeństwo			
35. Czy organizacja uznaje cyberataki za możliwe zagrożenie?			
36. Czy stosowane są zabezpieczenia baz danych i systemów przed cyberatakami?			
37. Czy na bieżąco sporządzane są kopie danych?			
38. Czy organizacja w problematyce zabezpieczeń posługuje się własnymi zasobami, czy korzysta z zewnętrznego wsparcia?			
39. Czy oprócz standardowych zabezpieczeń (oprogramowanie antyszpiegowskie, oprogramowanie antywirusowe itp.) wykorzystywane są inne zabezpieczenia?			
Chmura			
40. Czy organizacja użytkuje oprogramowanie oparte na chmurze?			
41. Jeżeli tak, to jest to wynikiem tego, że:			
A. licencja użytkowanego oprogramowania wymaga użytkowania chmury?			

Obszary funkcjonowania organizacji	ODPOWIEDŹ	
	TAK	NIE
B. organizacja musi kumulować duże zbiory danych?	☐	☐
C. ze zbioru danych korzystają inne organizacje (np. dostawcy, firma serwisująca urządzenia) do wywiązywania się z zawartych umów?	☐	☐
D. jest konieczność nieskrępowanego korzystania z zabezpieczonych danych poza firmą?	☐	☐

Zastosowanie technologii przyrostowych

42. Czy w organizacji wykorzystywane są technologie przyrostowe (produkcji na podstawie cyfrowego modelu):		
A. do tworzenia prototypów wyrobów?	☐	☐
B. w samym procesie produkcyjnym?	☐	☐
C. w innych celach?	☐	☐
43. Czy organizacja widzi konieczność kontynuowania używania technologii przyrostowych?	☐	☐
44. Jeżeli tak, to z jakich powodów?		

Rzeczywistość rozszerzona

45. Czy w organizacji stosowana jest rzeczywistość rozszerzona (np. wizualizacja wyrobów, wyświetlanie instrukcji na obserwowanym przedmiocie) do:		
A. wspomagania pracy operatorów?	☐	☐
B. wyszukiwania materiałów w magazynie?	☐	☐
C. realizowania napraw urządzeń?	☐	☐
D. realizowania wirtualnych szkoleń?	☐	☐
E. w innych zastosowaniach?	☐	☐

Obszary funkcjonowania organizacji	ODPOWIEDŹ	
	TAK	NIE
46. Czy organizacja widzi potrzebę używania rzeczywistości rozszerzonej w porzysłości?		
47. Jeżeli tak, to w jakich przypadkach?		
Duże zbiory danych i analityka (Big data and analytics)		
48. Czy w organizacji dane z realizacji procesów są gromadzone w bazach danych?		
49. Jeżeli tak, to w jakim zakresie:		
A. dane odnoszące się do jakości produkcji (np. karty operacji, karty kontrolne)?		
B. dane odnoszące się do działania maszyn (np. awaryjność, czas pracy, poziom wibracji)?		
C. inne, jakie?		
50. Czy w organizacji dane te są podstawą do podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym, w tym, czy:		
A. informacja z karty kontrolnej jest powodem do zatrzymania produkcji?		
B. informacja o możliwej awarii jest powodem do diagnostyki maszyny?		
C. są wykorzystywane w sytuacjach nie wskazanych powyżej?		
51. Czy w organizacji są systemy, które autonomicznie podejmują decyzje o działaniach, które należy wykonać, gdy pojawi się określony sygnał?		
52. Czy organizacja uważa, że stosowanie tego rodzaju rozwiązań jest niezbędne do efektywnego działania?		

"Cyfrowy bliźniak"

53. Czy w organizacji istnieje „cyfrowy bliźniak” procesów, który pozwala na bieżące skontrolowanie procesu z jego referencyjnym modelem oraz:

A. informujący, jakie zmiany należy wprowadzić?

B. automatycznie nanoszący zmiany w celu korekty przebiegu procesu?

54. Czy organizacja zauważa potrzebę kontynuacji stosowania takich rozwiązań?

55. Jeżeli tak, to dla jakich procesów?

Masowa indywidualizacja

56. Czy wytwarzane przez organizację wyroby są skonstruowane modułowo?

57. Czy w organizacji stosowana jest na masową skalę indywidualizacja?

58. Jeżeli na pyt. 57 odpowiedziałeś/aś "tak", to czy indywidualizacja jest wspomagana poprzez automatykę?

Sztuczna inteligencja. Sieci neuronowe

59. Czy w organizacji wykorzystywane są systemy sztucznej inteligencji, które uczą się na podstawie zaistniałych zdarzeń i wspomagają podejmowanie decyzji przy ponownym pojawieniu się danej sytuacji?

60. Czy organizacja rozważa potrzebę dalszego stosowania sztucznej inteligencji?

61. Jeżeli tak, to w jakich przypadkach?

Podobnie jak w przypadku narzędzia do samooceny pracownika, narzędzie do samooceny organizacji również ma charakter orientacyjny i pozwala na zidentyfikowanie obszarów, które wymagają doskonalenia lub modyfikacji. Odnosząc się do analizy uzyskanych wyników można założyć, że jeżeli pracownik w ramach własnej samooceny większość odpowiedzi zaznaczy na poziomach 1-2 oznacza to, że musi mocno pracować nad doskonaleniem swoich umiejętności, aby aktywnie uczestniczyć w transformacji organizacji w kierunku Przemysłu 4.0. Podobnie w przypadku samooceny organizacji. Jeżeli większość zaznaczonych odpowiedzi to „Nie” - oznacza to, że organizacja nie jest jeszcze przygotowana do transformacji w kierunku Przemysłu 4.0. Wydaje się, że optymalne jest założenie, że do transformacji zbliża wynik z odpowiedzią „Tak” na poziomie 70% wszystkich pytań. Założenie to jednak jest elastyczne, gdyż każda firma ma inną charakterystykę i produkuje inne wyroby. Te elementy, które dla jednej firmy są niezbędne, mogą okazać się zupełnie nieprzydatne innej. Tak więc wynik za każdym razem powinien być interpretowany indywidualnie.

PODSUMOWANIE

Obecna rewolucja technologiczna nakreśliła nowe kierunki rozwoju. Cyfryzacja dotyczy wielu obszarów działalności i jest związana z technologią, informatyką, komunikacją czy Internetem. Trzeba jednak pamiętać, iż cyfryzacja to nie tylko technologia. To również sposób działania przedsiębiorstwa wpływający na jego kulturę organizacyjną czy rozwój kapitału ludzkiego.

Polskie przedsiębiorstwa sektora MMŚP (mikro, małe i średnie przedsiębiorstwa) mają opóźnienia i trudności w podążaniu za głównym nurtem rewolucji cyfrowej. Wynika to między innymi z braku świadomości i odpowiedniego przygotowania kadry zarządzającej do świadomego wykorzystania możliwości rozwojowych, krótkowzrocznej polityki prowadzenia biznesu, braku strategii, a także przeświadczenia o możliwości konkurowania ceną na rynku globalnym. Tymczasem, rosnące wymagania klientów i światowa konkurencja to czynniki, które powodują konieczność szybkiego reagowania firm na nowe potrzeby rynku.

Zaproponowany Przewodnik ma za zadanie przybliżenie mikro, małym i średnim przedsiębiorstwom tematyki oraz znaczenia Przemysłu 4.0 wraz ze wskazaniem przede wszystkim kompetencji cyfrowych i zarządczych niezbędnych do uczestniczenia w tej transformacji.

Przewodnik umożliwia również weryfikację posiadanych kompetencji, jednocześnie wskazując, które z nich są niezbędne, aby efektywnie przejść transformację w kierunku Przemysłu 4.0.

LITERATURA

- Bawany, S. (2017, 12 marca). The future of leadership in the fourth industrial revolution. Leadership. Excellence Essentials, 12. Pobrano z <https://strategi-leaders.com/future-leadership-fourth-industrial-revolution> (28.08.2022)
- Cegielska A., Olszewski M. (2015), Nieinwazyjny interfejs mózg-komputer do zastosowań technicznych, *Pomiary Automatyka Robotyka* nr 3.
- Clavert, M. (2019). Foreword: universities of the future. Industry 4.0 implications for higher education institutions. Pobrano z https://universitiesofthefuture.eu/wp-content/uploads/2019/02/State-of-Maturity_Report.pdf (28.08.2022)
- Czakon, W. (2020). Krótkowzrostność strategiczna menedżerów. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Czekał, J., Ziębiński, B. i Mesjasz, C. (2018). Nowe kierunki rozwoju nauk o zarządzaniu. W: A. Stabryła (red.), *Podstawy organizacji i zarządzania. Podejścia i koncepcje badawcze* (s. 463–476). Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
- Czerniak, A., Durka, E. i Piznał, J. (2020). Kompetencje jutro. Jak budować kompetencje przyszłości w świecie po pandemii. Pobrano z http://zasoby.polityka-insight.pl/pi2/pdf/PI_NCBR_Kompetencje_jutra.pdf (28.08.2022)
- European Commission (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Supporting growth and jobs: an agenda for the modernisation of Europe's higher education systems, COM/2011/567. Pobrano z <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0567:FIN:EN:PDF> (28.08.2022)
- European Commission (2020a). Survey on the impact of COVID-19 on learning mobility activities. Pobrano z <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/document/coronavirus-learning-mobilities-impact-survey-results> (28.08.2022)
- European Commission (2020b). Survey on the impact of COVID-19 on European Universities. Pobrano z <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/document/coronavirus-european-universities-initiative-impact-survey-results> (28.08.2022)
- European Commission (2020c). 2020 Erasmus+ guide for experts on quality assessment. Pobrano z https://2014-2020.erasmusplus.org.pl/wp-content/uploads/2020/02/III.01a_EGuide-for-experts-on-quality-assessment_2020.pdf (28.08.2022)
- Fitsilis, P., Tsoutsas, P. i Gerogiannis, V. (2018). Industry 4.0: required personnel competences. *International Scientific Journals „Industry 4.0”*, 3(3), 130–133.
- Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji (FRSE). (2020a). Survey of institutions currently having mobility participants abroad in the framework of the following programmes: Erasmus+, ESC and POWER [Raport niepublikowany]. Warszawa: Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji.
- Hajder, K. (2020). Wyzwania przyszłości i trendy globalne w zakresie rozwoju technologicznego oraz ich wpływu na wielkopolski rynek pracy. Pobrano z <https://wrot.umww.pl/wp-content/uploads/2020/09/Hajder-K.-WYZWANIA-I-TRENDY-ROZWOJU-TECHNOLOGICZNEGO-ORAZ-ICH-WP%C5%81YW-NA-WIELKOPOLSKI-RYNEK-PRACY.pdf> (28.08.2022)
- Iwański T. (2017), *Przemysł 4.0 i wszystko jasne*, *Industry 4.0* nr 1, s. 23.
- Korzeniowski, L. F. (2019). *Podstawy zarządzania organizacjami*. Warszawa: Difin.
- Lamri, J. (2021). *Kompetencje XXI wieku*. Warszawa: Wolters Kluwer.
- Mazurek, G. (2020). *Transformacja cyfrowa. Perspektywa marketingu*. Warszawa: PWN.
- Onyszkiewicz, J. (2019). Elementy biomimetyki w projektowaniu architektury w środowisku zrównoważonym. Ewolucja i interpretacja bioniki na przykładzie polskich i zagranicznych konkursów architektonicznych. Pobrano z https://www.dbc.wroc.pl/Content/72670/Onyszkiewicz_Elementy_biomimetyki.pdf (28.08.2022)

- Pinzone, M., Fantini, P., Perini, S., Garavaglia, S., Taisch, M., Miragliotta, G. (2017). Jobs and skills in Industry 4.0: an exploratory research. W: H. Lödding, R. Riedel, K.-D. Thoben, G. von Cieminski i D. Kiritsis (eds.), IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (t. I, s. 282–288). Cham: Springer.
- Poszytek, P. (2021). The landscape of scientific discussion on competencies 4.0 concept in the context of the 4th industrial revolution: a bibliometric review. *Sustainability*, 13(12), 6709. doi: 10.3390/su13126709
- Raport Przemysł 4.0. Pobrano z <https://www.projektgamma.pl/strefa-wiedzy/wiki/raport-przemysl-4-0/> (28.08.2022)
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: background and overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5), 77–90.
- Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution, World Economic Forum, Davos.
- Stadnicka D., Zielecki W., Sęp J. (2022), *Koncepcja Przemysł 4.0 – Ocena możliwości wdrożenia na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa*, Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
- Szozda N. (2017), Industry 4.0 and its impact on the functioning of supply chains, *Scientific Journal of Logistics* 13 (4), s. 402.
- Śledziwska, K. i Włoch, R. (2020). Jakich kompetencji wymaga rewolucja przemysłowa 4.0? *Pomorski Przegląd Gospodarczy*, 2, 1–4.
- Śledziwska, K. i Włoch, R. (2020). *Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat*. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
- Wittbrodt P., Łapuńska I. (2017). Przemysł 4.0 – Wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych, http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2017/T2/t2_793.pdf, s. 2 (18.11.2022)
- World Economic Forum (2019). Jobs and the fourth industrial revolution. Davos: World Economic Forum.
- WorldSkills i Organisation of Economic Cooperation and Development (OECD). (2019). *Youth voice for the future of work*. Paris: OECD Publishing.