MetaTech Exchange

BRIDGING INDUSTRY 4.0 IN WESTERN BALKANS

MATERIAŁ SZKOLENIOWY

Co-funded by the European Union

1. Introduction 3
1.1. Industry transformation from 1.0 to 3.0 4
1.2. Industry 4.0 5
2. Training Modules 9
2.1. VET in modern manufacturing 9
2.2. Industry 4.0 tools 14
2.3. Digitalization and Cloud working 16
2.4. New design philosophy: Smart manufacturing and Ecology 25
2.5. 3D printing 29
2.6. 3D Scanning and Metrology 34
2.7. Artificial Intelligence 37
2.8. Production automation and robotics 40
2.9. LEAN in metal production 42
3. Conclusions 44
4. References 45

1. Introduction

Poniżej przedstawione informacje są wytycznymi do opracowania platformy e-learningowej. Bazując na niniejszych treściach należy opracować materiały platformy e-learning, ale nie ma wymogu w 100% utrzymywania jedynie tych treści zawartych w tym dokumencie. Można treści poszerzać o lokalne wymagania w zakresie VET i branży metalowej oraz pewnie treści pominąć w przypadku ich mniejszego wpływu.

W związku z trwającą rewolucją przemysłową 4.0 oraz zmianami z tego wynikającymi nowoczesny przemysł produkcyjny wymaga dostosowania do nowego środowiska w jakim będzie funkcjonował. Zachodzące zmiany obejmują nie tylko same zakłady pracy oraz stosowane narzędzia, ale obejmują przede wszystkim nową filozofię projektowania, wytwarzania, zarządzania, pracy oraz co najważniejsze procesu kształcenia pracowników.

Nowoczesny przemysł musi stawić czoło bardzo wielu wyzwaniom związanym między innymi z:

- cyfryzacją niemal każdego aspektu dotyczącego funkcjonowania firm,

- wyzwaniom cyberbezpieczeństwa,

- aplikacji sztucznej inteligencji w proces wytwarzania,

- zwiększeniu konkurencyjności szczególnie na etapie wdrażania procesu produkcyjnego i prototypowania,

- wdrożenieu narzędzi tak zwanych „Internet of things”,

- ograniczeniu w zużycia materiałów (surowców) oraz energii elektrycznej,

- redukcji emisji szkodliwych związków,

- wprowadzeniu procesu LEAN manufacturing

- warunkom pracy w tym z uwzględnieniem pracy zdalnej i pracy w chmurze,

- zmiany podejścia do kształcenia zawodowego,

- zwiększoną automatyzacją i robotyzacją produkcji,

- big data analysis

Tak duża liczba koniecznych do wprowadzenia zmian wymusza zaangażowanie zarówno bardzo dużych środków finansowych jak i kapitału ludzkiego, co nie jest proste. Kluczowe do zrozumienia dlaczego ważne jest wprowadzanie wyżej wymienionych informacji jest poznanie aktualnej rewolucji przemysłowej jak i poprzednich trzech.

1.1. Industry transformation from 1.0 to 3.0

Wszystkie poprzednie transformacje przemysłowe zawsze dotyczyły wprowadzenia przełomowego narzędzia w procesie produkcyjnym jak i po części zawierały wdrożenie nowego źródła energii.

W przypadku pierwszej rewolucji przemysłowej datowanej na przełom XVIII i XIX wieku mówimy tutaj zastosowaniu na szeroką skalę mechanizacji w procesie produkcyjnym oraz źródła energii w postaci pary (maszyny parowe). Takie połączenie pozwoliło w dużej mierze zwiększyć produkcję oraz zmniejszyć obciążenie fizyczne pracowników wykonujących najcięższe fizyczne rodzaje prac. Do jednego z najbardziej znanych wynalazków tej epoki z całą pewnością zaliczyć można silnik parowy, ale i krosno tkackie. Rewolucja przemysłowa oczywiście dotyczyła wynalezienia nowych maszyn, które zwiększały w pewnym stopniu powtarzalność produkcji oraz dokładność wytwarzania, ale jednak najważniejszym jej motorem napędowym było zainicjowanie mechanizacji poprzez silnik parowy.

Druga rewolucja przemysłowa datowana na przełom XIX i XX wieku charakteryzowała się postępem w dziedzinie automatyzacji produkcji oraz wynalezieniem w tym obszarze „linii montażowych”. Henry Ford uznawany jest za prekursora pierwszej w Stanach Zjednoczonych fabryki samochodów, w której zastosowano taśmowy sposób produkcji. W drugiej rewolucji przemysłowej doszło również do wynalezienia i zastosowania na masową skalę energii elektrycznej. Połączenie wielu nowoczesnych narzędzi, linii montażowych oraz energii elektrycznej przyśpieszyło znacząco proces produkcyjny, a także umożliwiło zwiększenie powtarzalności produkcji. Pracownik na stanowisku linii montażowej posiadał określone zadania i narzędzia, które doskonaląc minimalizowały błędy procesu produkcyjnego. Ponadto takie rozwiązanie umożliwiło masowe wprowadzanie korekt oraz zmian w obecnie produkowanych modelach.

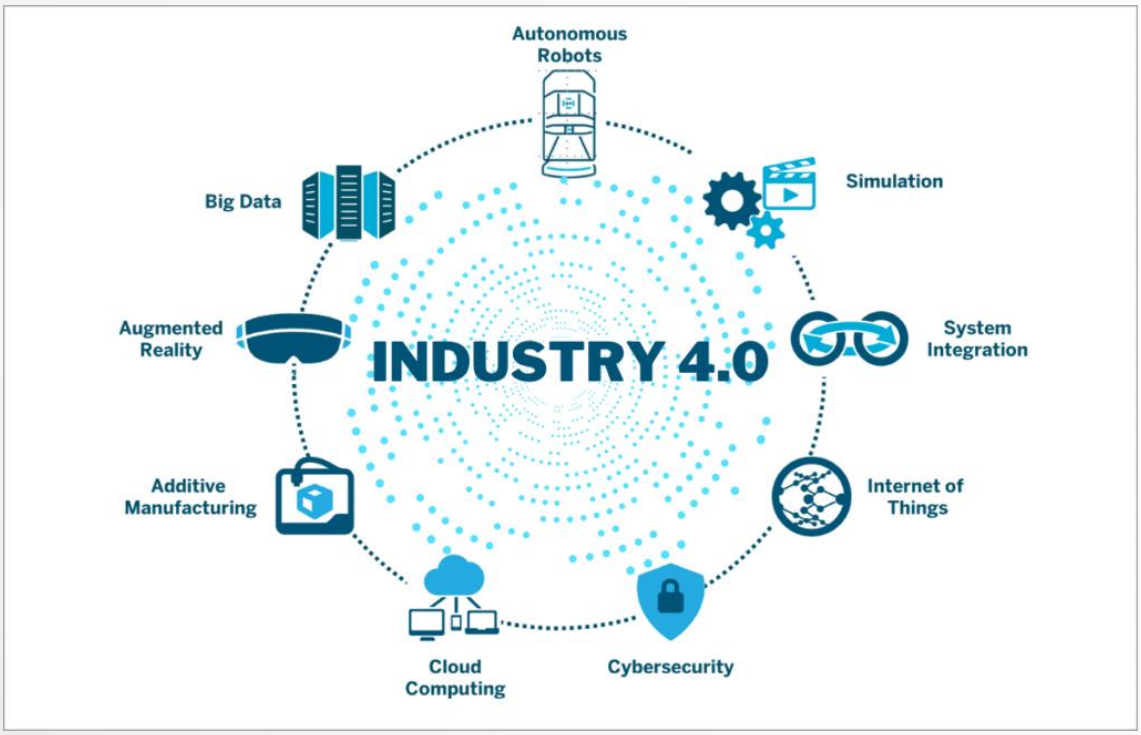
Trzecia rewolucja przemysłowa nazywana również rewolucja naukowo-techniczną datowana jest na okres po drugiej wojnie światowej, aż do około roku 2015, kiedy to zaczęto używać terminu IV rewolucji przemysłowej. W przypadku trzeciej rewolucji przemysłowej do kluczowych jej wynalazków z całą pewnością zaliczyć można wdrożenie sterowania komputerowego w procesie produkcyjnym, a także rozpoczęcie wdrażania na szeroką skalę automatyzacji i robotyzacji w produkcji. W przypadku sterowania komputerowego najlepszym przykładem tej rewolucji są obrabiarki sterowane numerycznie – CNC, urządzenia spawalnicze, cięcie wodą, sterowanie komputerowe w kontroli jakości etc. Ważną kwestią w przypadku rewolucji przemysłowej jest kolejny aspekt związany z warunkami pracy pracowników, a więc dotyczący zastosowania robotów wspomagających proces transportu oraz wszelkich innych prac produkcyjnych.

Analizując rewolucje przemysłową z punktu widzenia nowego źródła energii z całą pewnością na uwagę zasługuje tutaj rozpoczęcie produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem na masową skalę elektrowni atomowych. To źródło zasilania pozwoliło w dużej mierze na zmniejszenie wykorzystania paliw kopalnych jako źródeł wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej.

Ważną kwestią rewolucji przemysłowej 3.0 jest fakt, że efekty mierzalne tej rewolucji są obecnie na etapie analizy i istnieje wiele informacji na temat jej skutków. W przypadku rewolucji przemysłowej 3.0 widać wyraźnie, że w Europie postęp oraz wdrażanie narzędzi 3.0 jest na różnym poziomie. Są kraje gdzie poziom wdrożenia jest bardzo duży oraz takie gdzie trwa on dalej.

1.2. Industry 4.0

Obecnie trwająca rewolucja przemysłowa 4.0 jest wyjątkowa pod wieloma względami, gdzie najważniejszym jest stopień skomplikowania. W przypadku wyżej opisanych rewolucji przemysłowych wyróżnić można było zazwyczaj jedno bądź dwa rewolucyjne narzędzia oraz źródło energii, w przypadku rewolucji przemysłowej 4.0 liczba narzędzi jest niezwykle długa. Poniżej na rysunku przedstawiono wykaz kilku wybranych narzędzi zaliczanych do przemysłu 4.0.



Rysunek 1. Wykaz wybranych narzędzi przemysłu 4.0 [1]

Wiedza na temat trwającej transformacji przemysłowej jest kluczowa zarówno w aspekcie produkcji przemysłowej jak i kwestii związanych ze szkoleniem przyszłych i obecnych pracowników. Jak widać na rysunku 1 liczba narzędzi jest ogromna. Można powiedzieć, że transformacja/rewolucja przemysłowa 4.0 nie dotyczy jednego czy dwóch narzędzi, z całą pewnością możemy powiedzieć, że obecna transformacja wymaga zastosowania bardzo wielu zróżnicowanych narzędzi produkcyjnych, które dopiero przy połączeniu tworzą potężne narzędzie transformacji przemysłowej 4.0.

Filozofia dotycząca przemysłu 4.0 jest niezwykle istotna. Wdrażanie narzędzi przemysłu 4.0 należy definitywnie rozpocząć od kwestii związanych z cyfryzacją, co zapewnia wysoki stopień wydajności. Kluczowe zastosowane narzędzia to „Internet of things", „3D printing", „3D Scanning", „Cloud computing", „Robotics" etc. w dużej mierze uzależnione jest od specyfiki danego przedsiębiorstwa, jednak w niezwykle dużej ilości przypadku mówimy obecnie o wdrażaniu co najmniej kilku z nich jednocześnie. Zdarzają się przypadki gdzie niemal wszystkie wymienione narzędzia są wdrażane, co stanowi niewątpliwie przewagę konkurencyjną takiej firmy, ale jednocześnie jest ogromnym wyzwaniem dla pracowników przedsiębiorstwa na wszystkich jego szczeblach.

Obecnie trwająca rewolucja przemysłowa z całą pewnością dotyczy również ekologii. Aspekt związany z zastosowaniem ekologicznych materiałów oraz ich recyklingu jest niezwykle istotną kwestią podnoszoną podczas wdrażania narzędzi przemysłu 4.0. Nie tylko materiały ale i proces technologiczny mają duży wpływa na aspekt ekologii, mowa tutaj o redukcji zbędnych procesów technologicznych, bądź zmniejszenie zużycia materiałów eksploatacyjnych podczas produkcji.

Przemysł 4.0 tak jak w przypadku poprzednich rewolucji przemysłowych to też nowe źródło energii, które jednak nie jest tak oczywiste jak to miało miejsce wcześniej. W przypadku trwającej rewolucji przemysłowej mowa była o narzędziach przemysłu 4.0, brak jednak było mowy o jednym narzędziu i tak samo wygląda kwestia źródła energii. Brak jest jednego źródła energii, gdyż jest ich wiele i można je zaliczyć do tak zwanych „odnawialnych źródeł energii". W przypadku odnawialnych źródeł energii głównie mówimy o energii:

- słonecznej,

- wiatrowej,

- wodnej,

- geotermalna

- inne ekologiczne/odnawialne źródła ciepła jak na przykład pompy ciepła

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie filmu wprowadzającego w nowoczesne systemy przemysłu 1.0-4.0 obrazującego duży rozwój techniki i poprawy warunków pracy na przestrzeni kolejnych trwających rewolucji przemysłowych. Taki film może być interesujący dla młodych pracowników/uczniów w trakcie kształcenia zawodowego, a także dla już zatrudnionych, którzy podnoszą swoje kompetencje poprzez udział w szkoleniach. Na filmie rekomenduje przedstawienie treści zawartych w rozdziale 1 z naciskiem na graficzną interpretacje pozytywnych zmian wynikających z transformacji przemysłowych.

2. Training Modules

Przedstawione w punkcie drugim wytyczne dotyczą przykładowych propozycji wdrażania rozwiązań przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach głównie sektora metalowego oraz związanych z kształceniem zawodowym które wymaga dostosowania do nowych wdrażanych rozwiązań przemysłowych. Informacje zawarte w tym rozdziale posłużyć maja opracowaniu materiałów szkoleniowych zwiększających świadomość pracowników sektora metalowego oraz osób szkolących się na temat konieczności ciągłego podnoszenia swoich kompetencji oraz rozwoju zawodowego. Opracowane materiały szkoleniowe powinny zostać przygotowane w formie e-learning platform. Tak opracowane materiały mogą zostać przygotowane w dowolnej formie na przykład:

- filmy e-learningowe,

- prezentacje na przykład w formacie PowerPoint lub PDF

- testy cyfrowe,

- aplikacje telefoniczne,

- forum wymiany wiedzy dla osób z danej branży przemysłowej i VET,

W rozdziale tym skupiono uwagę zarówno na narzędziach przemysłu 4.0, digitalizacji, Artificial Intelligence, Smart Manufacturing, Smart Factory, Lean Manufacturing oraz procesie kształcenia zawodowego – VET.

2.1. VET in modern manufacturing

Kształcenie zawodowe od wielu lat jest filarem rozwoju przemysłowego na świecie. Odpowiednio dopasowane kształcenie zawodowe umożliwia wprowadzanie na rynek pracy wysoko wykwalifikowanych pracowników zwiększając tym wydajność przedsiębiorstw, umożliwiając tym samym ich rozwój. Kształcenie zawodowe odpowiednio dopasowane do warunków panujących w danym kraju i jego regionie eliminuje problemy związane z bezrobociem oraz umożliwia rozwój ekonomiczny. W związku z trwająca rewolucją przemysłową 4.0 rynek pracy uległ zmianie, a co za tym idzie powstały nowe miejsca pracy wymagające kompetencji odmiennych od tych które posiadają pracownicy znajdujący się na rynku pracy bądź którzy są na etapie szkolenia według nie aktualnych i niedopasowanych do rzeczywistości programów

kształcenia. Problem ten może zostać rozwiązany poprzez wprowadzenie zarówno nowych dopasowanych do aktualnych potrzeb rynku pracy zmian w programach kształcenia w szkolnictwie zawodowym na poziomie szkolnym oraz akademickim. Ponadto problem ten można rozwiązać poprzez uczestnictwo pracowników w szkoleniach w trakcie pracy lub poprzez samodoskonalenie z wykorzystaniem na przykład takich platform e-learningowych jak właśnie opracowana w ramach projektu MetaTech Exchange – Bridging Industry 4.0 in Western Balkans. Platformy e-learningowe stanowią doskonałe uzupełnienie wiedzy obecnie pozyskiwanej w trakcie tradycyjnej nauki w szkołach zawodowych, technicznych, studiach inżynierskich etc. Niewątpliwą zaletą takich platform jest łatwy dostęp do wiedzy z wykorzystaniem telefonu komórkowego bądź tabletu, co z całą pewnością w obecnych realiach rozwoju cyfrowego jest niewątpliwą zaletą.

Rozwój branży zawodowej w całej jej historii nigdy nie był tak mocno ukierunkowany na cyfryzację i dotyczy to nie tylko nowych narzędzi przemysłu 4.0, które niewątpliwie są niemalże zawsze bardzo mocno cyfrowe. Obecnie wiele urządzeń, które do nie dawna były sterowane ręcznie przez operatora zostało wyposażone w sterowanie cyfrowe. Taka sytuacja sprawia, że nauka obsługi na przykład obrabiarek poprzedzona musi zostać głęboką wiedzą na temat obsługi komputera, pracy w chmurze, oprogramowania wspierającego proces projektowania i wytwarzania oraz wielu innych narzędzi cyfrowych w jakie wyposażone są obecnie stanowiska pracy.

Problem kształcenia zawodowego dostosowanego do potrzeb rynku pracy swoim zakresem dotyczy kilku zasadniczych grup osób i kwestii. Zalecane jest opracowanie materiałów e-learningowej platformy online z uwzględnieniem potrzeb wszystkich wymienionych poniżej grup zawodowych oraz niezbędnych obszarów. Pozwoli to zwiększyć świadomość każdej z grup zaangażowanych w kwestie ukierunkowane na nowoczesne kształcenie zawodowe. Dla każdej z tych grup można przygotować odpowiednią zakładkę pozwalającą lepiej dopasować przygotowane na platformie dla nich treści:

1. Pierwsza grupa osób której świadomość należy zwiększyć to aktualnie kształcący się młodzi ludzie szkół zawodowych i kursów. Grupa to obejmuje też osoby które dopiero stoją przez wyborem swojej ścieżki rozwoju i do nich również należy skierować e-learningowa platformę w celu wsparcia ich w wyborze odpowiedniego profilu zawodowego kształcenia. W grupie tej niezwykle ważne jest przedstawienie prognoz rozwoju branży metalowej, rosnącego niedoboru pracowników z wykształceniem ukierunkowanym na wykonywanie specjalistycznych zawodów wymagających kompetencji cyfrowych oraz

przemysłu 4.0, a także łączenia już istniejących branż/zawodów z nowoczesnymi narzędziami i kierunku ich rozwoju w aspekcie perspektywy pracy w stabilnej rozwijającej się branży przemysłowej. Warto na platformie e-learningowej przedstawić dane związane z finansowym aspektem pracy w branży metalowej oraz z perspektywą rozwoju dynamicznych pracowników.

2. Druga grupa odbiorców platformy to z całą pewnością osoby które już zatrudnione są w przedsiębiorstwach sektora metalowego i chcą podnieść swoje kompetencje. Podnoszenie kompetencji może wynikać z wielu powodów takich jak zmiana wykonywanego zawodu, rozwój aktualnego stanowiska pracy czy chęć rozwoju zawodowego. Dla osób obecnie pracujących treści wynikające z e-learningowej platformy z całą pewnością nie musza zawierać podstawowych informacji związanej z rynkiem pracy sektora metalowego, ale związane powinny być z konkretnymi rozwijającymi się specjalnościami, czy narzędziami takimi jak praca w chmurze, sztuczna inteligencja, Metrologia, Druk 3D, Skanowanie 3D, Robotyzacja, Automatyzacja, Lean Manufacturing, Smart Factory etc. Warto zwrócić uwagę, że pracownicy branży metalowej nierzadko pracują w trybie zmianowym oraz w nieregularnych godzinach pracy, z czego wynika, że nie są oni tak dyspozycyjni jak uczniowie czy studenci. Dla takiej grupy odbiorców warto właśnie zaprezentować na platformie e-learningowej informacje związane z konkretnymi rozwiązaniami oraz ewentualne możliwości realizacji kursów online, szkoleń online bądź w formie hybrydowej - online co ostatnio jest często stosowane. Forma hybrydowa umożliwia zrealizowanie części teoretycznej szkoleń w wygodny sposób, czyli poprzez zapoznanie się z platformami online i wykonaniem testu w dogodnym terminie, a następnie przystąpienie do części praktycznej po ówczesnym zapoznaniu się właśnie samodzielnie z materiałami platformy online.

3. Kolejna grupa odbiorców to z całą pewnością jedna z najważniejszych grup do której skierowane powinny być treści platformy online, a mianowicie nauczyciele/trenerzy kształcenia zawodowego. Jakość nauki i rozwoju pracowników branży metalowej uzależniona jest nie tylko od programu nauczania i treści programowych, ale głównie od przygotowania merytorycznego trenerów i od tego powinno rozpocząć się wdrażanie rozwiązań przemysłu 4.0. W przypadku opracowanych materiałów na platformie e-learningowej powinno znaleźć się miejsce z materiałami przeznaczonymi do tej grupy odbiorców. Z całą pewnością takie materiały powinny obejmować prezentacje, bądź materiały wideo, które pomogą znaleźć trenerom i nauczycielom kształcenia zawodowego informacje na temat kursów i szkoleń dla nich przeznaczonych oraz ewentualnie źródła finansowania. Wydaje się, że zasadne jest również nawiązanie w materiałach cyfrowych

do kwestii zwiększenia świadomości nauczycieli VET na temat zachodzących zmian i konieczności wdrażania w proces dydaktyczny wielu rozwiązań cyfrowych takich jak symulatory, aplikacje, narzędzia internet of things etc.

4. Kolejna grupa odbiorców która powinna znaleźć swoje miejsce w e-learning platform to pracodawcy. Zwiększenie świadomości pracodawców na temat nie tylko charakterystyki rewolucji przemysłu 4.0 ale i konieczności podnoszenia kompetencji pracowników jest jednym z filarów wdrożenia pozytywnych zmian. W przypadku pracodawców i platformy e-learningowej warto przytoczyć dane dotyczące wdrażania automatyzacji, robotyzacji, cyfryzacji w różnych obszarach przemysłowych krajów rozwiniętych oraz analiz korzyści z tego wynikających. Ponadto warto zwrócić uwagę, że wprowadzanie odpowiednich zmian w procesie kształcenia zawodowego powinno zostać poprzedzone właśnie analizą potrzeb pracodawców. Jak wykazują doświadczenia krajów europejskich takich jak polska wprowadzenie możliwości konsultacji oraz większego zaangażowania się w proces kształcenia zawodowego przedstawicieli przemysłu przynosi ogromne obustronne korzyści. Przykładem takiej współpracy może być Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego w Kielcach w Polsce, gdzie lokalne firmy przemysłowe pełna rolę patronatów nad danymi klasami/grupami szkoleniowymi o danych specjalizacjach które wpisują się w branże regionalnego przemysłu. Dla firmy jest to niewątpliwie możliwość poprzez sponsoring wyposażenia laboratorium oraz wpływania na metodologię wykorzystywania sprzętu co pozwala na pozyskiwanie pracowników, którzy dzięki pracy na już wykorzystywanych w firmie sprzętach są w stanie od razu podjąć zatrudnienie w firmie która jest właśnie patronem danej klasy. Takim przykładem w kieleckim CKZ z branży metalowej jest patronat firma Aebi Schmidt Polska, która objęła patronat na laboratorium nowoczesnego cięcia metali oraz firma Fronius, która objęła patronat nad pracownią łączenia i spawania metali oraz przygotowania łącz próbnych. Na stronie internetowej [2] znaleźć można informacje o laboratorium oraz zdjęcia z podpisania takiej umowy. W dobie transformacji cyfrowej wszechobecnych tłumaczy stron internetowych, tekstów i zdjęć tłumaczenie niniejszej strony internetowej następuje poprzez jedno kliknięcie. Warto opracować w ramach platformy e-learningowej właśnie analizę kilku takich przypadków „dobrych praktyk" związanych ze współpracą środowiska kształcenia zawodowego ze środowiskiem przemysłowym. Z faktu patronatu klas przez środowisko przemysłowe duże korzyści czerpią również pozostałe wymienione powyżej grupy: uczniowie/osoby szkolące się wykorzystują prawdziwą aparaturę przemysłową i zdobywają tym samym bardzo silne kompetencje praktyczne, pracodawcy systematycznie pozyskują wykwalifikowaną kadrę, a nauczyciele/trenerzy VET utrzymują wiedze na temat nowoczesnych technologii stosowanych w

środowisku przemysłowym. Można powiedzieć, że kształcenie zawodowe w związku z dynamicznym rozwojem cyfrowym powinno być nie jako składową/elementem pracy [3] i wysoko rozliczane jako wkład pracownika w działalność przedsiębiorstwa, co już ma miejsce w bardzo wielu przedsiębiorstwach. Ponadto przedsiębiorcy angażując się we wspieranie kształcenia zawodowego mają niejako możliwość uczenia się od innych przedsiębiorców również zaangażowanych właśnie w tego typu aktywności. Zmieniający się rynek pracy oraz przede wszystkich rozwijająca się technologia wymagają od nas znacznie większej wiedzy na niemal wszystkich stanowiskach pracy. Producenci dążą do zwiększenia niezawodności, wydajności bardzo często poprzez inwestycję w technologie, która wymaga szkolenia pracowników i to bardzo często przez cały okres pracy. W ten sposób powstaje niejako społeczność ucząca się co warto podkreślić opracowując bazę e-learningową.

Podsumowanie

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój kształcenia zawodowego branży metalowej jak i każdej innej jest stworzenie odpowiedniego klimatu po stronie wszystkich wymienionych grup/społeczności. Warto na platformie e-learningowej opracować zakładkę na przykład o nazwie „Metal VET we create the cooperation", gdzie zawarte zostałyby informacje dotyczące właśnie tworzenia przestrzeni do wdrażania rozwiązań przemysłu 4.0 w aspekcie kształcenia zawodowego z naciskiem na współprace ze środowiskiem przemysłowym. To właśnie odpowiednia współpraca wszystkich grup wymienionych powyżej pozwoli na właściwe opracowanie programów kształcenia/szkolenia a cenne wskazówki od lokalnych przedsiębiorstw pozwolą doprecyzować potrzeby stawiane przez środowisko przemysłowe.

Duże znaczenie dla budowania nowoczesnych zespołów w przedsiębiorstwach ma przede wszystkim jakość kadry, która gwarantuje osiągnięcie celów zakładanych do realizacji. W przypadku wdrażania narzędzi przemysłu 4.0 nie jest możliwe osiągnięcie zakładanych celów bez odpowiedniej ilości wykwalifikowanych pracowników oraz bez zapewnienia ciągłości ich kształcenia w przyszłości.

Nie bez znaczenia jest wpływ dobrze funkcjonującej branży kształcenia zawodowego na całą społeczność lokalną/krajową, która za sprawą dobrze wykwalifikowanej kadry oraz przedsiębiorców nadążających za zmieniającymi się narzędziami przemysłu 4.0 rozwija się. Odpowiednia liczba wykwalifikowanych pracowników wpływa na niskie bezrobocie oraz przyczynia się do rozwoju przemysłu i rozwoju

gospodarczego zarówno regionu jak i całego kraj, stąd tak poważne podejście do procesu kształcenia zawodowego powinno się stać fundamentem całej społeczności.

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału IIego rekomenduje opracowanie materiału lub materiałów wideo dla poszczególnych grup zaangażowanych w kształtowanie VET. Taki film będzie pełnił przede wszystkim rolę uświadamiającą i pozwoli na podejmowanie świadomych decyzji w obszarze podejmowania działań na rzecz kształcenia zawodowego. W materiale cyfrowym rekomenduje uwzględnienie dobrych praktyk zaczerpniętych ze współpracy branży VET i przemysłu oraz poruszenie tematu stabilnej formy rozwoju zawodowego poprzez proces ciągłego kształcenia.

2.2. Industry 4.0 tools

Rozdział ten poświęcony jest podstawowym zagadnieniom z zakresu narzędzi przemysłu 4.0 i dedykowany jest on głównie do osób chcącym zwiększyć swoją świadomość na temat możliwości jakie stwarzają narzędzia przemysłu 4.0 bez ukierunkowania się na określone jej typy. Taki szczegółowy opis przedstawiony został w następnych punktach/rozdziałach 2.3-2.9, które po konsultacjach z przedstawicielami środowisk zaangażowanych w realizacje projektu ukierunkowały rozwój niniejszych wytycznych i w dalszej konsekwencji platformy e-learningowej na te właśnie wybrane kwestie. Jak zostało przedstawione na poprzednim rysunku 1 istnieje bardzo wiele zróżnicowanych narzędzi przemysłu 4.0. W zależności od rodzaju przedsiębiorstwa/firmy oraz charaktery jego funkcjonowania nie wszystkie narzędzia są wdrażane, istnieją jednak pewne wspólne cechy. Poniżej podzieliłem narzędzia przemysłu 4.0 na dwie grupy, z których jedna jest dosyć ogólna i możliwa do wdrożenia w niemal wszystkich przedsiębiorstwach oraz instytucjach oraz druga grupa ukierunkowana jest na rozwój branży metalowej oraz kształcenie zawodowe w tym obszarze.

Do pierwszej grupy ogólnych narzędzi przemysłu 4.0 zaliczyć można:

- cyberbezpieczeństwo,

- zwiększoną digitalizacje,

- transformację charakteru pracy - prace zdalną i hybrydową,

- internet of things.

Do drugiej grupy nastawionej na przemysł metalowy oraz kształcenie VET zaliczyć możemy:

- digitalizację,

- szybkie technologie prototypowania (Additive manufacturing – 3D printing and Reverse engineering),

- sztuczną inteligencję,

- internet rzeczy,

- automatyzację i robotyzację produkcji.

W dalszych rozdziałach 2.3-2.9 (Digitalization and Cloud working, New design philosophy: Smart manufacturing and Ecology, 3D Printing, 3D Scanning and Metrology, Artificial Intelligence, Production automation and robotics, LEAN in metal production) przedstawiono w sposób rozszerzony możliwe do wdrożenia rozwiązania drugiej grupy narzędzi przemysłu 4.0 z poszerzeniem ich o pewne kwestie związane z ekologią oraz LEAN in design and manufacturing. Treści opracowane zostały w taki sposób, aby możliwe było opracowanie dla każdego z nich osobnego materiału cyfrowego do platformy e-learningowej oraz przeprowadzeniu krótkiego testu do samodzielnego rozwiązania na przykład w formie testu wielokrotnego wyboru tzw. A, B, C). Jednocześnie dla przedstawionych treści w rozdziałach 2.3-2.9 rekomenduje opracowanie osobnych pytań dla osób biorących udział w szkoleniach (szkoły zawodowe, średnie, studenci, zatrudnieni pracownicy przemysłowi podnoszący kompetencje i zmieniający branże) oraz dla nauczycieli/trenerów branży kształcenia zawodowego - VET.

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego dwie grupy narzędzi przemysłu 4.0, które są dość ogólne i dotyczą ogółu przedsiębiorstw oraz drugiej grupy narzędzi dedykowanych właśnie branży metalowej. Taki materiał może być dość krótki z odniesieniem do dalszych materiałów platformy e-learningowej, gdzie zawarto znacznie bardziej szczegółowe informacje z

rozdziałów 2.3-2.9. Rekomenduje na filmie nawiązanie do pozostałych rozdziałów oraz innych źródeł takich jak raporty na temat wdrażania narzędzi przemysłu 4.0 w wybranych krajach Unii Europejskiej oraz na świecie. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

2.3. Digitalization and Cloud working

Cyfryzacja w obecnych czasach jest jednym z fundamentów rozwoju. Obszar digitalizacji dotyczy nie tylko branż przemysłowych i usługowych, ale swoim obszarem obejmuje również służbę publiczną, urzędy, służbę zdrowia, turystykę, hotelarstwo, oraz niemal każdy inny obszar życia codziennego. Za motor transformacji cyfrowej możemy z całą pewnością uznać wygodę poprzez łatwy dostęp do urządzeń cyfrowych, szybki czas związany z weryfikacją, przetwarzaniem oraz wymianą informacji, zwiększenie konkurencyjności, otwarcie na nowych klientów i rynki. I to właśnie kwestia związana z przetwarzaniem i weryfikacją jest obecnie uznawana za najważniejszą. Cyfryzacja zawiera się w kilku kluczowych obszarach i również możemy tutaj mówić o cyfryzacji w obszarze społecznym (ogólnym), ale i o cyfryzacji nastawionej na model marketingowy i przemysłowy – produkcyjny. Z całą pewnością można powiedzieć, że cyfryzacja zwiększa efektywność rynkową i przyczynia się do zwiększonej konkurencyjności. W obszarze cyfryzacji można wyróżnić wiele narzędzi, które mają wpływ na rozwój, w materiałach dla platformy e-learningowej najistotniejsze jest jednak skupienie się jedynie na wybranych obszarach możliwych do wdrożenia w obszarze przemysłu metalowego i branży kształcenia zawodowego VET. W związku z tym nie będą tu omawiane kwestie związane z dostępem do internetu oraz korzyściami z tego płynącymi ani kwestie związane z platformami wykorzystywanymi w codziennym funkcjonowaniu, ale omawiane będą kwestie możliwe do wdrożenia w aspekcie przemysłu metalowego i branży VET.

W obszarze cyfryzacji na przykładzie Unii Europejskiej na platformie e-learningowej można wskazać pewne działania systemowe wdrożone na przestrzeni ostatnich lat [4].

Do takich działań zaliczyć można szereg konkluzji i dyrektyw dotyczących na przykład:

- sieci 5G z 3 grudnia 2019,

- akt o cyberbezpieczeństwie z 9 kwietnia 2020,

- konkluzje Rady: kształtowanie cyfrowej przyszłości Europy z 9 czerwca 2020,

- konkluzje o cyfryzacji wymiaru sprawiedliwości z 13 października 2020,

- rezolucję o szyfrowaniu z 13 grudnia 2020,

- konkluzje Cyfryzacja na rzecz środowisk z 17 grudnia 2020,

- konkluzje o zbadaniu potencjału wspólnej jednostki ds. cyberprzestrzeni, z 19 października 2021,

- akt o zarządzaniu danymi, z 16 maja 2021,

- aktu o czipach, z 1 grudnia 2022,

- Rada i Parlament uzgadniają przepisy o odpowiedzialności za wadliwe produkty, z 14 grudnia 2023,

- Transformacja cyfrowa w przedsiębiorstwach: Rada przyjmuje stanowisko co do uaktualnienia narzędzi cyfrowych w prawie spółek, z 14 luty 2023,

- Rada przyjmuje dyrektywę dostosowującą prawo spółek do potrzeb epoki cyfrowej, 16 grudnia 2024,

Poniżej przedstawiono kilka narzędzi związanych z cyfryzacją w przedsiębiorstwach koniecznych do wdrożenia zarówno w aspekcie funkcjonowania przedsiębiorstwa jak i konieczności nauki pracy w takim środowisku cyfrowym. Rekomenduje wybrać kilka z poniższych narzędzi cyfrowych i przedstawić je w materiałach platformy e-learningowej w sposób video lub prezentacji.

Komunikacja wewnątrz przedsiębiorstwa.

Jednym z podstawowych narzędzi cyfrowych możliwych do wdrożenia w niemal każdej firmie jest komunikacja wewnętrzna oparta na modelu cyfrowym. Taki rodzaj komunikacji zwany również jako Intranet - „niepubliczna sieć telekomunikacyjna” wymaga odpowiedniego wdrożenia ale i szkoleń w obszarze pracowników. W związku z różnymi formami funkcjonowania Intranetu w zależności od przedsiębiorstwa nauka związana z jego funkcjonowaniem jest zależna od stopnia skomplikowania i możliwości, jednak wydaje się, że w aspekcie kształcenia zawodowego - VET wskazane jest uwzględnienie w obszarze zakresu materiału pracy w środowisku firmy opartym o cyfrowa komunikacje. W obecnych czasach jedynie taka forma umożliwia szybki transfer plików, pracę nad dokumentami przez kilka osób.

Ponadto forma intranetu eliminuje możliwość zagubienia plików, daje możliwość ich archiwizacji, pozwala na pozostawienie tak zwanego śladu cyfrowego co w przypadku procesu produkcyjnego jest niezwykle ważne. Co ważne intranet to nie zamknięte środowisko pracy ograniczone do biura w przedsiębiorstwie, ale sieć umożliwiająca realizacje pracy zdalnej bardzo popularnej od 2022 w którym to rozpoczęła się pandemia COVID-19. Można powiedzieć, że ta forma cyfryzacji jest podstawową na drodze do wdrażania kolejnych rozwiązań. Digitalizacja komunikacji wpływa również na bardzo ważny aspekt kosztów związanych z przechowywaniem materiałów w formie papierowej oraz ogranicza ryzyko ich zniszczenia czy uszkodzenia. Ponadto proces pracy z plikami jest szybszy.

Cyberbezpieczeństwo

Kolejnym narzędziem niezbędnym do wdrożenia i ściśle łączącym się z opisaną wyżej Komunikacją wewnętrzną przedsiębiorstwa jest cyberbezpieczeństwo. Dobry przykładem Agencji działającej na rzecz cyberbezpieczeństwa jest *The European Union Agency for Cybersecurity (ENISA)* [5], która jest agencją, która ma za zadanie zapewnić jednakowy poziom bezpieczeństwa cybernetycznego w całej Europie. Pojęcie to bardzo często kojarzone jest jedynie z oprogramowaniem komputerowym to w najbliższych latach powinno ulec dynamicznej zmianie w związku ze zwiększającą się świadomością pracowników i całego społeczeństwa. Bazując na danych przedstawionych w międzynarodowych raportach warto w module z tym związanym na platformie e-learningowej przedstawić dane statystyczne związane z problematyką. Bazując na danych ogólnodostępnych raportów związanych z cyberbezpieczeństwem [6] oraz danych publikowanych przez producentów oprogramowania antywirusowego [7] można wytypować typowe problemy związane z jego zapewnieniem, co również powinno być przedmiotem szkoleń:

- 60-70% przedsiębiorstw ma co najmniej raz w roku incydent związany z cyberbezpieczeństwem,

- na problemy związane z zapewnieniem cyberbezpieczeństwa ma wpływ problem z rekrutacją oraz utrzymaniem wykwalifikowanych pracowników,

- wciąż phishing jest największym wyzwaniem na drodze do zapewnienie cyberbezpieczeństwa

- brak świadomości na temat „dobrych praktyk” związanych z cyberbezpieczeństwem i kradzieżą danych na przykład poprzez podłączanie nieautoryzowanych urządzeń.

Aspekt związany z dobrymi praktykami oraz rekrutacją pracowników to ten obszar, gdzie kształcenie zawodowe ma duże możliwości aplikacyjne. Opracowana platforma e-learningowa powinna na ten punkt zwrócić szczególną uwagę opracowując materiały szkoleniowe. Na platformie warto podkreślić przewidywane kierunki rozwoju zagrożeń w obszarze cyberbezpieczeństwa co przedstawione zostało na rysunku 2.

Rysunek 2. Wykaz wybranych zagrożeń przewidywanych na rok 2030 w obszarze cyberbezpieczeństwa – dane z raportu ENISA za rok 2024 [6].

Bazując na przykładowych zagrożeniach przedstawionych na rysunku 2 wydaje się, że pewne obszary z tego zakresu powinny znaleźć się w aktualnie opracowywanych materiałach szkoleniowych, programach kształcenia zawodowego VET oraz na platformie e-learningowej, gdzie dane z raportu stanowią cenne źródło wiedzy o kierunkach rozwoju.

Praca w Chmurze

Kolejnym ważnym rozwiązaniem, którego treści z całą pewnością powinny znaleźć się na e-learning platform jest praca w chmurze. Rozwinięciem Intranetu czyli „niepublicznej sieci telekomunikacyjnej" jest właśnie „chmura". Praca w chmurze jest uznawana za jedno z podstawowych narzędzi przemysłu 4.0 i

obecnie wiele firm, przedsiębiorstw instytucji publicznych nie wyobraża sobie możliwości pracy na obecnym poziomie wydajności bez korzystania z chmury przez cały współpracujący ze sobą zespół, a obecnie jak nigdy dotąd praca zespołowa jest podstawą funkcjonowania niemal każdego przedsiębiorstwa oraz instytucji publicznych. Graficzna interpretacja pracy w chmurze jako połączenie wielu inteligentnych rozwiązań przedstawiona została na rysunku 3.

Rysunek 3. Graficzna interpretacja pracy w chmurze jako połączenie wielu inteligentnych rozwiązań [8].

Na rysunku powyżej wyraźnie widać że praca w chmurze jak większość rozwiązań przemysłu 4.0 składa się z wielu połączonych narzędzi, które dopiero całościowo stanowią ogromną zaletę. Praca w chmurze wydaje się doskonałym etapem przejścia z intranetu o ograniczonych możliwościach. W przypadku wielu przedsiębiorstw oraz co najważniejsze w przypadku kształcenia zawodowego VET doskonałym narzędziem w ramach którego można rozpocząć pracę w chmurze są oprogramowania darmowe bądź subskrybowane. Do podstawowych systemów pracy w chmurze zaliczyć można Google Workspace lub na przykład Microsoft SharePoint.

W przypadku Microsoft SharePoint możemy powiedzieć, że jest on stosunkowo prosty do wdrożenia zarówno w firmach jak i kształceniu zawodowym – VET. Wydaje się że rozpoczęcie przygody z chmurą będzie w tym przypadku bardzo proste oraz nie będzie niosło dużych finansowych nakładów. Dostęp do pracy w chmurze przy obecnych cenach wynosi już od 10-15 euro/miesiąc za jednego użytkownika i w takim

właśnie pakiecie mamy od razu w dyspozycji możliwość pracy z bardzo dużą ilością narzędzi bez konieczności ich instalacji na własnym komputerze. To właśnie ta cecha - brak konieczności instalacji oprogramowania jest jednym z ciekawszych zalet pracy w chmurze. W przypadku szkoleń zawodowych i wykorzystania oprogramowania wymagającego dużej mocy obliczeniowej studenci/osoby szkolące się mogą nie mieć do dyspozycji bardzo mocnego komputera zarówno na zajęciach podczas szkolenia jak i w domu realizując samodzielnie kursy. W takim właśnie przypadku praca w chmurze jest doskonałym rozwiązaniem. Takie właśnie narzędzia rekomendowane są do uwzględnienia w opracowywanej platformie e-learningowej, co z całą pewnością przyczyni się do rozwoju w obszarze szeroko rozumianej cyfryzacji. Praca w chmurze to nie tylko możliwość nauki oprogramowania technicznego dostępnego w chmurze, ale również możliwość korzystania z takich narzędzi jak programy do edycji tekstu, kalkulatory obliczeniowe, duża ilość miejsca do przechowywania projektów, plików cyfrowych, czat firmowy, komunikatory do rozmów, skrzynka email, wspólne kalendarze pracowników, lepsza organizacja pracy, kontrola nad projektami.

Praca w chmurze w kwestii przemysłu metalowego może być związana z organizacją pracy, dotyczyć plików produkcyjnych, kontroli jakości, projektów, analiz, raportów, kwestii szkoleniowych, audytów oraz wszystkich innych obszarów jej działalności. Ważnym aspektem jest odpowiednie szkole pracowników z pracy w chmurze, a szczególnie w jej możliwościach które już w przypadku Microsoft SharePoint są ogromne – w związku z czym na platformie e-learningowej nie może zabraknąć przedstawienia podstawowych informacji na ten temat, a może nawet opracowania bądź krótkiego przewodnika po pracy w chmurze bądź udostępnienia witryn filmów już istniejących, które właśnie odnoszą się do pracy w chmurze. Ważna kwestią determinująca pracę w chmurze jest coraz częściej konieczność pozyskania wykwalifikowanych pracowników/ekspertów, którzy dzięki dostępowi do dużej ilości informacji są w stanie realizować prace zdalną bądź hybrydową. W Europie zauważalny jest trend wzrostowy szczególnie w obszarze wykwalifikowanej kadry, która dzięki chmurze jest w stanie współpracować z przedsiębiorstwami z każdego miejsca na ziemi w sposób znacznie bardziej elastyczny. Wydaje się, że te zalety również powinny się znaleźć na opracowywanej platformie e-learningowej.

Zaawansowane oprogramowanie w chmurze

Praca w chmurze to nie tylko spotkania online, czy praca z plikami tekstowymi, zamieszczanie plików czy ustalanie spotkań, ale również specjalistyczne oprogramowanie dostępne z każdego miejsca na ziemi gdzie

jedynym warunkiem jest podłączenie do internetu i dostęp do przeglądarki. Przykładem takiego rozwiązania jest oprogramowanie służące wspieraniu procesu projektowania, wytwarzania i symulacji – Solidworks, zaliczanie głównie do grupy CAD (computer aided design). Takiego typu oprogramowanie i jego możliwości zostaną opisane w dalszej części pracy jednak już teraz warto nadmienić że jest ono jednym z podstawowych narzędzi inżyniera zajmującego się projektowaniem, wytwarzaniem z wykorzystaniem na przykład druku 3D. Jeśli chodzi o druk 3D również wiele firm umożliwiło obecnie możliwość pracy w chmurze z plikami cyfrowymi. Niewątpliwą zaletą takiej pracy jest brak konieczności instalowania wielu zaawansowanych oprogramowań na komputerach firmowych/prywatnych bardzo często o za małej mocy obliczeniowej. Praca w chmurze sprawia, że za każdym razem, z każdym rokiem nasze oprogramowanie „nie zwalnia", ze względu na rosnące wymagania sprzętowe, gdyż wykorzystuje moce obliczeniowe chmury, a nie naszego coraz starszego sprzętu komputerowego. W naszym przypadku realizujemy procesy przez okno własnej przeglądarki internetowej stąd prędkość internetu jest niezwykle ważna. Przemysł metalowy może również korzystać z zaawansowanego oprogramowania pomiarowego, które z cała pewnością może znaleźć się w chmurze. W wielu przypadkach pracownik realizując prace zdalną/hybrydową w domu z panelu przeglądarki jest w stanie sam realizować pracę – co warto podkreślić w opracowywanych materiałach platformy e-learningowej. Przykład filmu który w języku angielskim i z polskimi napisami wyjaśnia kwestie pracy w chmurze z wykorzystaniem oprogramowania Solidworks przedstawiono pod linkiem i można go wykorzystać na opracowywanej platformie poprzez odpowiednie odniesienie [9].

Kształcenie zawodowe – VET dzięki pracy w chmurze jest w stanie od razu niemal z dnia na dzień nabyć najnowsze narzędzia (wynająć je) i prowadzić szkolenia w trybie hybrydowym, gdzie szkolący się student, czy pracownik firmy wykorzystuje domowy lub firmowy komputer nieraz o zbyt małej mocy obliczeniowej. Ponadto instalacja zaawansowanego oprogramowania na komputerze firmowym wymagałaby zakupu drogiej licencji, co w przypadku szkoleń nie zawsze jest opłacalne.

Chmura w aspekcie współpracy międzynarodowej odgrywa obecnie kluczową rolę. W przypadku realizacji międzynarodowych projektów, zatrudniania ekspertów oraz zwiększania zasięgu oddziaływania przedsiębiorstwa to właśnie jej duża elastyczność oraz moc obliczeniowa jest nieocenionym narzędziem. W zakresie wdrażania VET w zakładach pracy oparcie na chmurze Microsoft SharePoint pozwoli nie tylko

lepiej prowadzić szkolenia, zajęcia, ale i umożliwi pozyskać osobom szkolącym się kompetencje cyfrowe w obszarze pracy w chmurze, co warto wdrożyć obecnie w proces szkoleń zawodowych.

Symulacje komputerowe – Virtual Reality

Wirtualna rzeczywistość jest jednym z narzędzi cyfrowych o bardzo dużym potencjale wdrożeniowym zarówno w przedsiębiorstwach jak i kształceniu zawodowym. Doskonałym tego przykładem jest możliwość szkoleń pracowników z wykorzystaniem gogli oraz narzędzi Virtual Reality umożliwiającymi niemal „przeniesienie się" do innej fabryki i realizacje zdalnego szkolenia, ale z wykorzystaniem rzeczywistości wirtualnej. Taki format szkolenia sprawia, że nie ma konieczności realizacji wyjazdu długotrwałego do innego ośrodka, a ponadto pracownik ma możliwość wykorzystania tego typu narzędzi dokonując na przykład czynności serwisowych oraz na przykład napraw sprzętu.

W przypadku kształcenia zawodowego – VET w przemyśle metalowym doskonale do tego nadają się narzędzie Virtual Reality do symulacji procesu spawania, co przedstawione zostało na rysunku 4.

Rysunek 4. Symulacja procesu spawania z wykorzystaniem narzędzi Virtual Reality [10]

W ramach realizacji niniejszego projektu oraz opracowywanych materiałów szkoleniowych warto zapoznać studentów/uczniów oraz trenerów VET z zagadnieniami wirtualnej rzeczywistości na przykład w procesie

spawanie metali. Przemysł metalowy bardzo często wykorzystuje spawanie jako metodę łączenia oraz naprawy wytwarzanych elementów. Przykład działania takiego symulatora spawania przedstawiono na filmie z linku [11], który rekomenduje zamieścić na opracowywanej platformie e-learningowej. Wydaje się, że na platformie warto zgromadzić niejako bibliotekę filmów opracowanych przez dostawców symulatorów wspierających naukę procesu technologicznego – nie tylko spawania. Jednocześnie rekomenduje zakup symulatorów w zależności od potrzeb i uwzględnienie w procesie dydaktycznym szkoleń opartych o wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej. Warto również w tym obszarze nawiązać współpracę z lokalnymi ośrodkami zajmującymi się spawaniem lub szeroko rozumianym przemysłem metalowym w celu dopasowania konkretnych narzędzi tak, aby w jak największym stopniu wykorzystać zdobytą w ten sposób wiedzę w praktyce przemysłowej.

Digital CAD documentation

Obecnie dokumentacja technologiczna tworzona jest w oparciu o oprogramowanie cyfrowe CAD (computer aided design). Istnieją inne rodzaje narzedzi cyfrowych do wspierania procesu projektowania takie jak CAM (computer aided manufacturing), czy CAE (computer aided engineering) jednak to właśnie CAD jest jednym z najczęściej stosowanych.

W praktyce przemysłowej zastosowanie oprogramowania CAD jest niepodważalne, ale warto taki rodzaj cyfryzacji wprowadzić do procesu kształcenia zawodowego. Obecnie absolwenci uczelni technicznych, czyli inżynierowie i magistrzy mają odpowiednią wiedze w zakresie wykorzystania wyżej wymienionego oprogramowania, jednak już szkoły zawodowe i ich absolwenci oraz kursy zawodowe często pomijają te kwestie. Wydaje się, że obecnie proces dydaktyczny w branży VET dzięki pracy w chmurze oraz coraz łatwiejszemu dostępowi do tego typu rozwiązań może wdrażać te narzędzia coraz taniej i co ważne także dzięki chmurze realizować część zajęć w formie hybrydowej/online, bez konieczności instalacji programowania. W przypadku każdego z wyżej wymienionych oprogramowani niezwykle ważne jest dostosowanie i dobranie odpowiedniego programu do potrzeb lokalnego rynku przemysłowego który już obecnie wykorzystuje tego typu narzędzia. W przypadku oprogramowania CAD i pracy w chmurze zarówno w praktyce przemysłowej jak i branży kształcenia zawodowego możliwe jest dzielenie pracy i współpraca

w ramach tworzenia dokumentacji na jednym i tym samym pliku co znacznie przyśpiesza pracę, a jednocześnie umożliwia kontrole nad wprowadzanymi zmianami.

Oprogramowanie CAD eliminuje w wielu przypadkach konieczność obliczeń ręcznych na przykład linii gięcia blach tworząc to niemal automatycznie dla zaplanowanego arkusza blachy. Eliminuje to niepotrzebne straty materiału i wpisuje się w aspekt ekologiczny produkcji.

Rekomenduje w ramach niniejszego projektu i opracowywanej platformy e-learningowej zamieszczenie informacji o możliwościach projektowania przy wykorzystaniu dowolnego oprogramowania CAD być może po zasięgnięciu opinii lokalnych odbiorców dopasowaniu programu do ich potrzeb.

Recommendations:

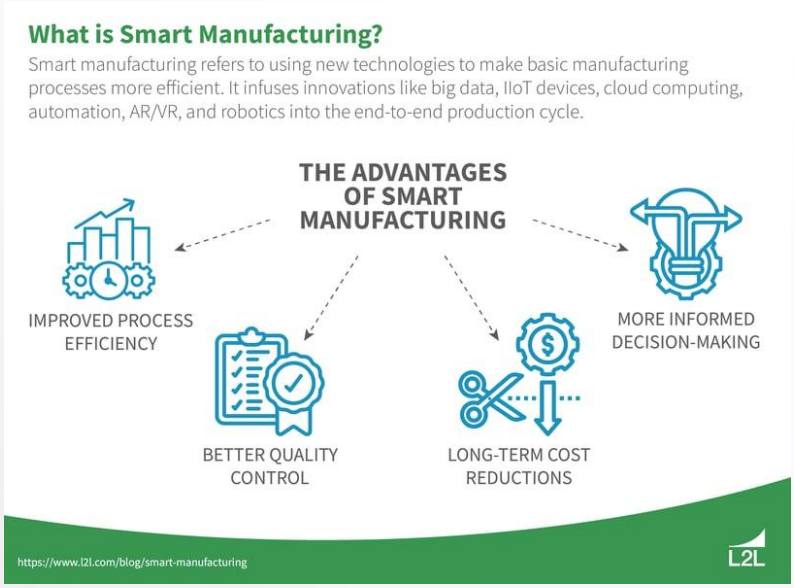
Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego zarówno cyfryzację jako całość jak i wybrane jej obszary jak praca chmurze, czy wirtualna rzeczywistość. Niewątpliwie problem cyberbezpieczestwa również powinien znaleźć się w materiałach, a także praca w chmurze i jej możliwości. Ponadto rekomenduje opracowanie kilku pytań do samodzielnej odpowiedzi lub w formie testu wielokrotnego wyboru. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

2.4. New design philosophy: Smart manufacturing and Ecology

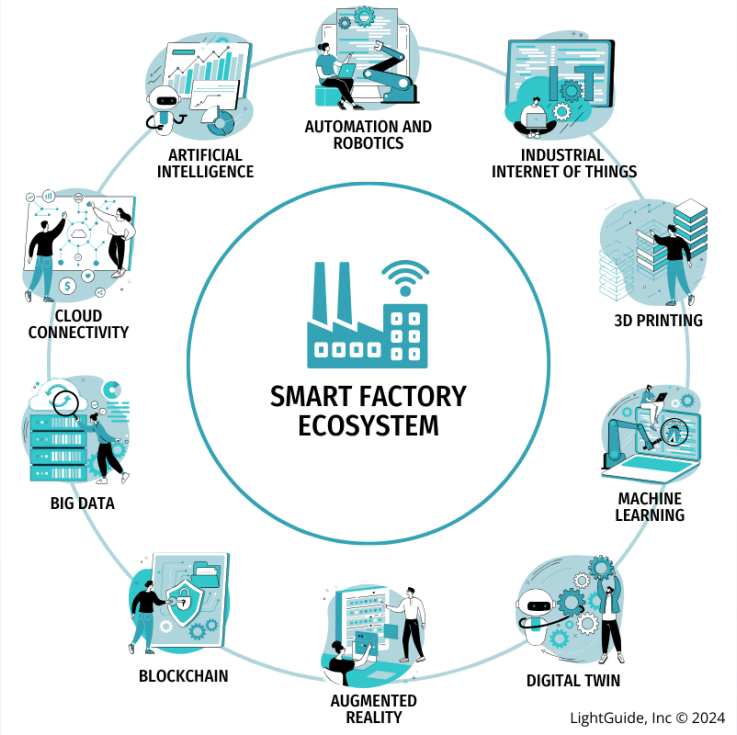
Proces projektowania oraz szkolenia osób odpowiedzialnych za kwestie związane z wytwarzaniem jest jednym z wielu wyzwań przed jakimi stawia nas transformacja przemysłowa 4.0. W tym obszarze zachęcam do przedstawienia na platformie e-learningowej materiałów z zakresu zarówno Smart Manufacturing jak i aspektów dotyczących ekologii.

Smart Manufacturing: “fully-integrated, collaborative manufacturing systems that respond in real time to meet changing demands and conditions in the factory, in the supply network, and in customer needs” - definitione from NIST (National Institute of Standards and Technology)

Można powiedzieć że powyższa definicja wpisuje się w realia SMART FACTORY, a więc miejsca gdzie cyfryzacja umożliwia integracje systemów produkcyjnych w taki sposób aby redukować przestoje, ograniczać awarie, zwiększać wydajność i jakość, eliminować wypadki związane ze zdrowiem i życiem pracowników oraz co najważniejsze zwiększać konkurencyjność przedsiębiorstwa. Przykład projektu Smart Manufacturing oraz Smart Factory przedstawiono odpowiednio na rysunkach 5 i 6.



Rysunek 5. Integracja systemów w ramach Smart Manufacturing i zalety z tego wynikające w ramach transformacji przemysłu 4.0 [12]



Rysunek 6. Integracja systemów w ramach Smart Factory i zalety z tego wynikające w ramach transformacji przemysłu 4.0 [13]

Integracja wszystkich systemów oraz zalety z tego wynikają przedstawione zostały w wielu pozycjach literaturowych na przykład [14] oraz źródłach internetowych. W ramach prac nad e-learning platform rekomenduje zamieszczenie grafik oraz opracowanie filmu lub odwołań na platformie do filmów obrazujących jak funkcjonują Smart Factory realizujące Smart Manufacturing, gdyż wiedza ta podkreśla znaczenie poszczególnych narzędzi przemysłu 4.0 i może w pewien sposób pozytywnie wpłynąć na naukę przedmiotów zawierających wiedzę z tego zakresu. Wydaje się, że wiedza ta na temat Smart Factory oraz Smart Manufacturing powinna także obejmować szkolenia trenerów w obszarze wdrażania nowoczesnych narzędzi szkoleniowych. W opracowywanych materiałach platformy można nawiązać do konkretnych firm które wdrożyły narzędzia Smart Factory oraz takich pojęć jak Smart City.

Ekologia w obszarze Smart Manufacturing

Aspekt ekologii w obszarze nowej filozofii projektowania dotyczy głównie odejścia od dotychczasowego modelu opartego bardzo często na modułowej konstrukcji mechanizmów na rzecz rozdrobnienia

konstrukcji w sposób umożliwiający jego naprawę niskim kosztem finansowym ale i niskim kosztem ekologicznym na który składa się nie tylko aspekt energetyczny ale i aspekt związany ze szkodliwym procesem produkcyjnym. Opracowanie zamiast jednego zintegrowanego modułu w którym znajdują się podzespoły niemożliwe do naprawy jako osobne i wymagające wymiany całego modułu powinno iść w kierunku takiej konstrukcji, gdzie poszczególne mechanizmy są możliwe do wymiany osobno co ogranicza niekorzystny aspekt ekologiczny związany z niepotrzebną produkcją prawidłowo funkcjonujących mechanizmów. Ten aspekt ekologii bardzo mocno podkreślany jest nie tylko w sektorze automotive, czy metal production ale przede wszystkich dotyczy elementów użytku codziennego, co dotyczy nas wszystkich jako użytkowników.

W aspekcie przemysłu metalowego i wdrażania rozwiązań Smart Manufacturing zasadne wydaje się wykonanie swego rodzaju analizy aktualnej technologii produkcyjnej i podjęcie działań zmierzających do minimalizacji zużycia materiałów zarówno z których wytwarzane są wyroby jak i materiałów około produkcyjnych wspierających proces technologiczny. W tym obszarze istnieją realne możliwości redukcji zużycia energii elektryczne, wody, środków chemicznych, niepotrzebnego transportu, co w sposób mierzalny jesteśmy w stanie przedstawić jako wdrożenie „dobrych praktyk" ekologicznych w ramach Smart Manufacturing. Kluczowe w ramach wdrażania wszelkich rozwiązań Smart Manufacturing i Smart Factory jest przeprowadzenie mierzalnych zmian w dobie wprowadzanych regulacji determinujących działania w ramach transformacji energetycznej i Europejskiego Zielonego Ładu.

W obszarze Smart Manufacturing rekomenduje opracowanie w materiałach informacyjnych platformy e-learningowej pewnych kwestii związanych z procesem technologicznym determinującymi ekologiczne zmiany w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa. Zmiany te mogą być zarówno konstrukcyjne produktów jak i dotyczyć samego procesu technologicznego. Jednocześnie platforma e-learningowa może posiadać bazę linków do aktualnie istniejących ogólnodostępnych materiałów z dziedziny Smart Design in Ecological Aspect and Smart Manufacturing.

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego zarówno Smart Manufacturing oraz Smart Factory jako całościowe wypełnienia znamion transformacji przemysłowej przemysłu 4.0. Ponadto

rekomenduje opracowanie kilku pytań do samodzielnej odpowiedzi lub w formie testu wielokrotnego wyboru. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

2.5. 3D printing

Technologie 3D printing znane również pod nazwą Additive Manufacturing na stałe zagościły w świecie produkcyjnym. W zależności o przedsiębiorstwa oraz branży kształcenia zawodowego rola 3D printing jest inna.

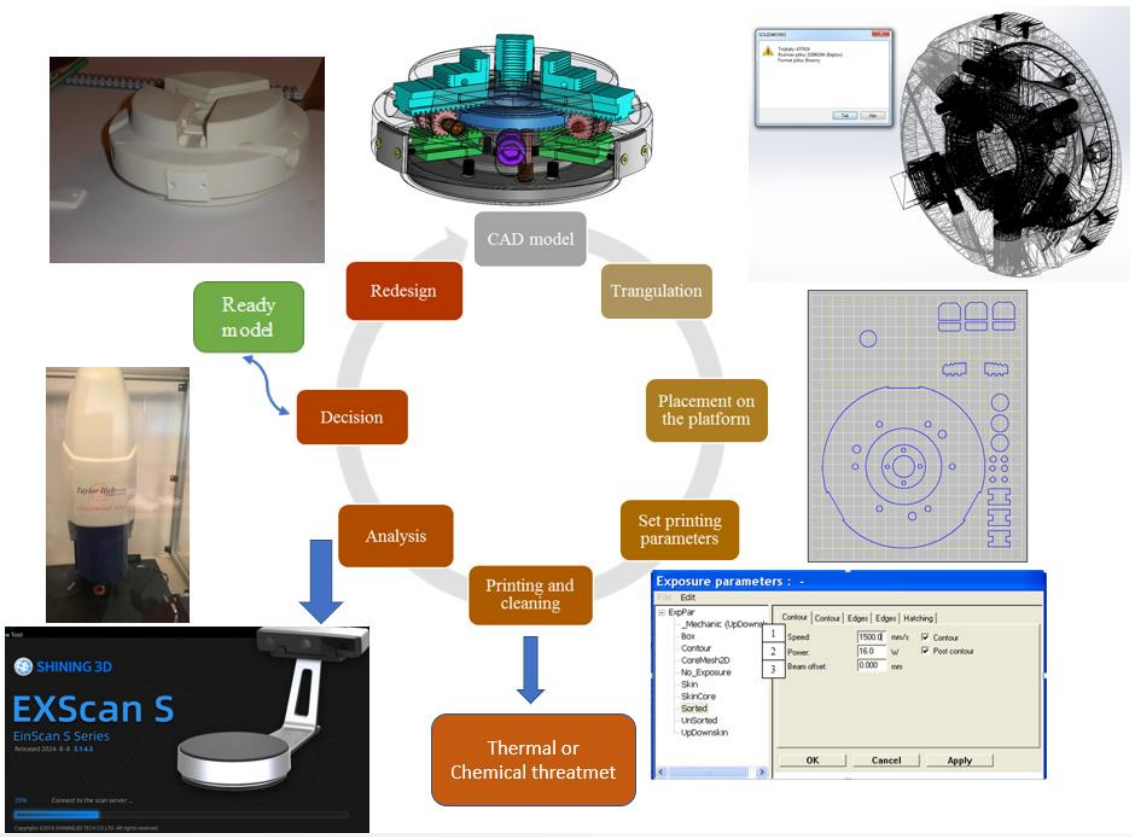
Czym jest 3D printing

Technologie Druku 3D znane są od lat 80tych XX wieku, kiedy to powstały pierwsze systemy druku 3D. Na ten okres przypadają głównie dwie technologie druku 3D: Fused Deposition Modeling (FDM) oraz foto-utwardzanie ciekłych żywic polimerowych – Stereolitografia (SLA). Od tego czasu nastąpił dynamiczny rozwój technologii druku 3D zarówno w aspekcie nowych technologii jak i materiałów.

3D printing polega na budowie modelu warstwa po warstwie na podstawie cyfrowych modeli plików 3D. Cyfryzacja druku 3D jest obecnie na bardzo zaawansowanym poziomie i rozwój w tym obszarze jest bardzo mocno widoczny. Obecnie 3D printing pozwala na wytwarzanie modeli z materiałów na bazie tworzyw sztucznych, metali oraz ceramiki. Do najpopularniejszych materiałów stosowanych w druku 3D zaliczyć możemy ABS, Polamid, PLA, stale narzędziowe, stale na bazie tytanu, stale nierdzewne jak 316L, materiały na bazie piasku kwarcowego i ceramiki etc. Taka szeroka gama materiałów sprawia, że druk 3D znajduje bardzo szerokie zastosowanie.

Zasada działania

Wydaje się, że w opracowywanej platformie e-learningowej powinny się pojawić informacje o podstawach funkcjonowania druku 3D obrazujące jak bardzo zaawansowany jest to proces, w związku z czym poniżej na rysunku 7 przedstawiony został krótki model wytwarzania prototypów z wykorzystaniem technologii druku 3D oraz informacje o stopniu zaawansowania prac nad drukiem 3D.



Rysunek 7. Methodology of manufacturing models by using 3D printing technology and analysis tools

Jak widać technologie druku 3D nie są proste w obsłudze i wymagają ogromnej wiedzy na każdym etapie wytwarzania, przedstawionym na rysunku 7. Warto zauważyć że wdrożenie druku 3D wymaga pracownika o dużej wiedzy technologiczno – cyfrowej. Prace z drukiem 3D rozpoczynamy od opracowania bądź uzyskania innymi metodami modeli 3D – CAD, następnie przechodzimy do procesu zapisu pliku jako siatka trójkątów (np. STL), kolejnym krokiem jest odpowiednie usytuowanie modelu na platformie roboczej drukarki 3D w formie cyfrowej oraz wybór odpowiedniej strategii druku 3D poprzez dobór parametrów technologicznych, a w wielu przypadkach doboru odpowiednich podpór podtrzymujących wybrane fragmenty modelu. W następnym etapie następuje już proces produkcyjny, który jednak wymaga także operacji oczyszczania, usuwania podpór, obróbki cieplnej bądź chemicznej i przejścia do procesu analizy. Proces analizy druku 3D w aspekcie wytwarzania prototypów obejmuje szerokie spektrum możliwych do przeprowadzenia badań, jednak kluczowe w tym obszarze jest wykorzystanie na przykład skanowania 3D, co szczegółowo opisane zostanie w kolejnym rozdziale. Po przeprowadzonej analizie następuje etap

decyzji, jeśli model spełnia oczekiwania jakościowe może zostać zakończony proces wytwarzania, jednak w przypadku wad, błędów nieścisłości należy proces technologiczny powtórzyć, a błędy mogły pojawić się na każdym etapie przedstawionego na rysunku 7 wykresie kołowym.

W aspekcie platformy e-learningowej rekomenduje w tym obszarze przedstawienie informacji o stopniu skomplikowania procesu prototypowania w celu uświadomienia pracodawcom, pracownikom, osobom szkolącym się, że druk 3D wymaga wykwalifikowanego pracownika po odpowiednim szkoleniu.

3D printing in Metal Factory

Proces implementacji druku 3D w aspekcie przemysłowym jest obecnie na bardzo zaawansowanym etapie. Niemal każda branża produkcyjna stosuje druk 3D w pewnym zakresie, a bardzo często inne branże nie związane z produkcją wykorzystują druk 3D w celu zwiększenia konkurencyjności na rynku.

W obszarze branży metalowej druk 3D głównie sprowadza się do wytwarzania prototypów bądź krótkich serii produkcyjnych. W tym zakresie doskonale sprawdza się połączenie taniej drukarki 3D realizującej technologię FDM z tworzywa sztucznego w nowej normie ISO/ASTM 52900 znanej pod nazwą MEX (Material Extrusion) oraz technologii z grupy druku 3D z proszku metalu – Powder Bed Fusion (FBF). Druk 3D w przedsiębiorstwach z branży metalowej pozwala na opracowanie kilku prototypów w bardzo krótkim czasie. Na początku z wykorzystaniem druku 3D z tworzywa sztucznego o bardzo niskim koszcie materiału wynoszącym około 25-30 euro/kg, a następnie z wykorzystaniem druku 3D na bazie metali. Warto na platformie e-learningowej wspomnieć o tej roli druku 3D – eliminacji kosztów i krótkim czasie wdrażania produktów do produkcji masowej poprzez przyśpieszenie procesu prototypowania. Przykładowy model wykonany drukiem 3D z materiału na bazie proszku metalu przedstawiono na rysunku 8. Warto zwrócić uwagę na konieczność projektowania struktur podporowych oraz problematyczność ich późniejszego usuwania. Druk 3D ze względu na elastyczności produkcji, brak konieczności stosowania narzędzi w procesie technologicznym, możliwości wytwarzania modeli o skomplikowanych kształtach oraz szeroką gamę dostępnych materiałów w dobie transformacji przemysłowej 4.0 jest podstawowym narzędziem stanowiącym o przewadze konkurencyjnej przedsiębiorstw branży metalowej/produkcyjnej.

Rysunek 8. Metal 3D printing – manufactured example [15].

3D Printing in VET

W przypadku technologii druku 3D i branży kształcenia zawodowego warto zwrócić uwagę na dwie kwestie:

- wprowadzenie w ogólną metodologię druku 3D

- szkolenia z obszaru obsługi drukarek

W przypadku pierwszej kwestii ogólna metodologia z całą pewnością powinna znaleźć się w opracowywanych programach szkoleń branży VET. Platforma e-learningowa powinna umożliwić zapoznanie się z takimi zagadnieniami ale i wprowadzić w możliwość realizacji drugiej części a więc szkolenia z obsługi takich systemów. Platforma e-learningowa dzięki możliwości pracy w chmurze doskonale wpisuje się w realia transformacji przemysłowej. Przykładem takiego rozwiązania co można uwzględnić w opracowywanej platformie jest darmowe oprogramowanie **MakerBot CloudPrint**, które z dowolnej przeglądarki internetowej umożliwia realizację symulacji procesu druku 3D i analizy wpływu parametrów technologicznych na wybrane cechy jakości wytwarzanych modeli. Ponadto istnieją możliwe do wdrożenia na platformie e-learningowej zadania do realizacji na przykład pozwalające ocenić wpływ parametrów technologicznych na proces wytwarzania:

- analiza plików cyfrowych,

- wpływ grubości budowanej warstwy,

- analiza kąta druku 3D,

- gęstość wypełnienia

Wsparcie w realizacji takich ćwiczeń może dostać zapewnione poprzez dostęp do materiałów zamieszczonych na platformie e-learningowej na przykład jako książka PDF z ćwiczeniami. Przykładem takiej książki jest „**Fundamentals of rapid prototyping 3D printing FDM/FFF technology**", author Kozior and Bochnia. Książka z ćwiczeniami właśnie do oprogramowania pracującego w Chmurze i Drukarki 3D Makerbot Sketch jest dostępna do kupna online jako wersja papierowa jak i jako PDF [16]. Książka taka została opracowana właśnie przez autorów do celów szkoleniowych branży VET.

W obszarze kwalifikacji osób obsługujących drukarki 3D pojawiają się międzynarodowe normy ISO/ASTM, które nawiązują do procesu szkoleń i certyfikacji w obszarze obsługi szczególnie druku 3D z proszków metali - ISO/ASTM 52926-2:2023 **Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Part 2: Qualification of operators for PBF-LB** [17]. Warto podkreślić że druk 3D jako branża specjalistyczna w aspekcie szkoleń zawodowych stanowi dużą wartość dla pracownika w aspekcie poszukiwania pracy. Dużym wyzwaniem w obszarze druku 3D szczególnie dla metali jest obszar bezpieczeństwa na co rekomenduje zwrócić uwagę w materiałach platformy e-learningowej.

W obszarze kształcenia VET z druku 3D warto uwzględnić możliwość realizacji zajęć w formie hybrydowej na przykład częścią teoretyczna jako praca w chmurze oraz częścią praktyczną z zakupionymi drukarkami 3D, które do celów dydaktycznych nie są drogie i ich ceny zaczynają się już od 1000 euro za jedną drukarkę. Obecnie coraz częściej centra kształcenia zawodowego korzystają z drukarek 3D w celach szkoleniowych które zakupili lub wykorzystują bazę na przykład uczelni technicznych.

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego zarówno Druk 3D jako innowacyjne narzędzie przemysłu 4.0 jednak niezwykle zaawansowane, wymagające szkoleń i o dużym rosnącym potencjalne wdrożenia w przemyśle metalowym. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec

rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

2.6. 3D Scanning and Metrology

Obszar skanowania 3D jest niewątpliwie jednym z najistotniejszych w aspekcie wdrażania narzędzi przemysłu 4.0, możliwym do implementacji w sektorze produkcyjnym i metalowym oraz branży kształcenia zawodowego - VET. Skanowanie 3D fizycznych modeli jest w aspekcie pracy z plikami cyfrowymi tak samo skomplikowane jak druk 3D a w wielu przypadkach zastosowania nawet bardziej. W przypadku realizowanej platformy e-learningowej warto zwrócić uwagę na kwestie związane ze stopniem skomplikowania oraz istotnych obszarów związanych z późniejszą analizą wyników uzyskanych ze skanowania.

Skanowanie 3D procedurę

Skanowanie 3D rozpoczynamy od odpowiedniego ustawienia skanera i doboru jego parametrów skanowania. Doskonałym przykładem skanerów które są szeroko stosowane w praktyce przemysłowej sektora metalowego oraz w obszarze kształcenia zawodowego VET jest skaner z obrotowym stolikiem. W kwestiach realnego wykorzystania w przemyśle metalowym taki skaner pozwala na skanowanie obiektów o wielkości nawet kilku metrów i przeprowadzania inspekcji wymiarowej z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania. Umiejętność skanowania 3D w takim właśnie aspekcie można zdobyć wykorzystując również dydaktyczne skanery 3D wyposażone w obrotowy stolik, ale charakteryzujące się kompaktową budową i wymiarami umożliwiającymi posadowienie skanerów w salach dydaktycznych.

Po przeprowadzeniu doboru parametrów skanowania następuje rozpoczęcie procesu i zbieranie tak zwanej chmury punktów. Dla prostego obiektu chmura punktów może wynosić nawet kilka milionów punktów, a sam proces jej obróbki może trwać wiele minut. Po przeprowadzeniu procesu zbierania punktów następuje proces obróbki danych na który składa się:

- łączenie poszczególnych skanów,

- usuwanie błędnie zebranych punktów,

- wypełnienia obszarów których nie udało się zmierzyć,

- tworzenie finalnej siatki oraz generowanie pliku wyjściowego na przykład ASC lub STL.

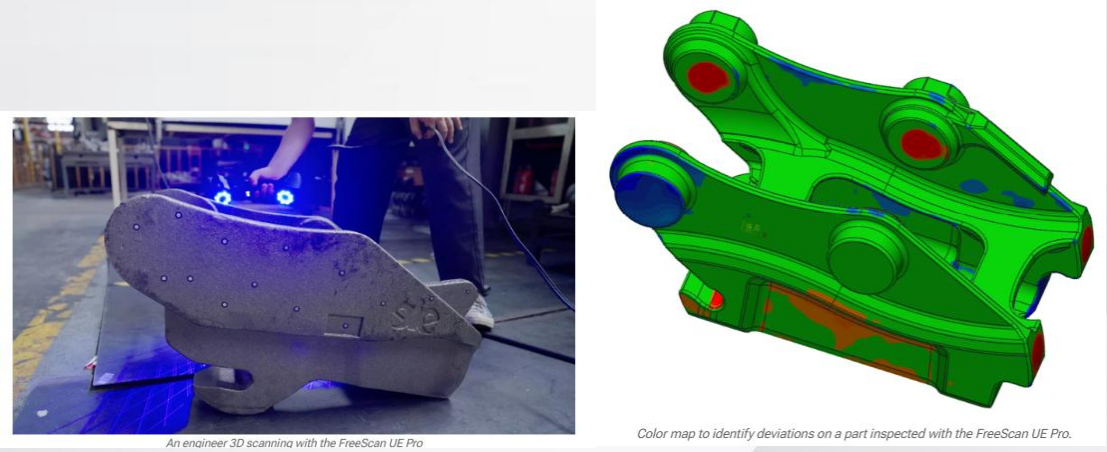
Wszystkie wymienione wyżej punkty wymagają zdobycia odpowiedniej wiedzy, którą z całą pewnością można uzyskać realizując na przykład ćwiczenia w centrum kształcenia zawodowego podczas pracy z dydaktycznymi skanerami. Przykład integracji procesu druku 3D i skanowania 3D przedstawiono na przykładzie dydaktycznej Sali szkoleniowej dla kształcenia zawodowego znajdującego się w Laboratorium Niekonwencjonalnych Technologii Wytwarzania w Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach, Polska przedstawiono na rysunku 9. Link do strony laboratorium znajduje się w literaturze [18].

Rysunek 9. Integracja Druku 3D i Skanowania 3D w celach dydaktycznych kształcenia zawodowego realizowana w Politechnice Świętokrzyskiej, Kielce, Polska.

Ciągły rozwój cyfrowych technologii związanych ze skanowaniem sprawia, że systemy przemysłowe coraz częściej przypominają metrologiczne przyrządy pomiarowe jak współrzędnościowe maszyny pomiarowe czy ramiona pomiarowe, choć ich rola jest podobna. Przykład takiego skanera przedstawiono na rysunku 10. Istotną kwestią skanowania 3D jest możliwość inspekcji wymiarowej i przede wszystkim szybkiej

detekcji błędów co idealnie wpisują się w realia Smart Manufacturing i Smart Factory. Skanowanie 3D jako szybki system metrologiczny oceny dokładności wymiarowo-kształtowej może niemal na bieżąco przeprowadzać inspekcję wymiarowo dużych metalowych wytwarzanych komponentów i co ważne takie systemy skanowania 3D bardzo często mogą być mobilnymi systemami inspekcji metrologicznej.

Rysunek 10. 3D scanning using 3D scanner [19]



Rysunek 11. Inspekcja wymiarowa modelu po skanowaniu 3D w aspekcie odchyłek pomiędzy modelem oczekiwanym o otrzymanym [20]

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego Skanowanie 3D jako innowacyjne narzędzie przemysłu 4.0 jednak niezwykle zaawansowane, wymagające szkoleń i o dużym rosnącym potencjalne wdrożenia w przemyśle metalowym, szczególnie w obszarze metrologii procesu produkcyjnego. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

2.7. Artificial Intelligence

Sztuczna inteligencja w zastosowaniach przemysłowych ma szerokie możliwości wykorzystania, gdzie jednym z kluczowych obszarów jest właśnie proces produkcyjny i jego aspekt związany z automatyzacją oraz LEAN Manufacturing. Systemy maszyn, które działają z wykorzystaniem sztucznej inteligencji potrafią w sposób autonomiczny (samodzielnie) sterować pracą maszyn i urządzeń, optymalizując ich działanie jak to ma miejsce w procesie LEAN, ale w sposób autonomiczny. Zaletami takiego rozwiązania są przede wszystkim kwestie opisane poniżej takie jak [21]:

- zwiększenie wydajności,

- redukcję przestojów wynikłych na przykład z awarii i braków materiałowych,

- poprawa jakości;

- oszczędność czasu,

- zwiększona konkurencyjność przedsiębiorstwa.

Doskonałym przykładem zastosowania sztucznej inteligencji w dużych zakładach przemysłowych sektora metalowego jest wykorzystanie maszyn, urządzeń, oprogramowania opartego o sztuczną inteligencję (AI)

w aspektach utrzymania ruchu i predykcji wydarzeń w tym obszarach takich jak: awarie, brak materiału, zużycie. Dużym obszarem zastosowania sztucznej inteligencji jest również niezwykle ważny obszar kontroli jakości. Wszystkie z tych działań realizowane są przy wykorzystaniu bardzo dużej liczby czujników oraz wysokiej mocy obliczeniowej, co pozwala na podjęcie działań prewencyjnych i uniknięcie kosztownych przestojów i napraw.

Takie wykorzystanie sztucznej inteligencji wymaga jednak szkolenia pracowników w obszarze funkcjonowania narzędzi AI oraz konieczność zapewnienie dostępu do danych procesu technologicznego, co może mieć miejsce w przypadku prawidłowego serwisu maszyn i urządzeń przedsiębiorstwa. Świadomość pracowników każdego szczebla na temat istotności takiego złożonego procesu oraz wpływu działania pojedynczego czujnika na prawidłowość predykcji jest kluczowa.

Przykładami rozwiązań sztucznej inteligencji jest na przykład optymalizowanie łańcucha dostaw w przemyśle metalowych oraz dostosowanie wyrobów do potrzeb odbiorcy. Oba te przykłady działają na zasadzie analizy zbiorów funkcjonujących bardzo często pod nazwą tzw. „Big data" a więc szeroko poruszanego narzędzia przemysłu 4.0. Przykład integracji szeroko rozumianych narzędzi w ramach Biga data przedstawiono na rysunku 12. Warto w formie graficznej zawrzeć informacje na ten temat na opracowywanej platformie e-learningowej.

Rysunek 12. Wizualizacja dużych zbiorów danych tzw. Big data dla sektora produkcyjnego [22]

W opracowywanej platformie e-learningowej z całą pewnością powinny znaleźć się informacje zarówno podstawowe o zaletach zastosowania sztucznej inteligencji w procesie produkcyjnym ale i również bardziej szczegółowe informacje na temat praktycznych typów oprogramowania mających już dziś zastosowanie przemysłowe.

Przykładem oprogramowania, które obecnie działają na zasadzie sztucznej inteligencji i mogą zostać wdrożone w przemyśle metalowym to na przykład:

Proces spawalniczy

W procesie spawalniczym dobrym przykładem zastosowania sztucznej inteligencji jest oprogramowanie takie jak COGNEX VisionPro, które wykorzystuje sztuczna inteligencje do analizy otrzymanych obrazów i danych z procesu spawania, co w konsekwencji pozwala na automatyczne i autonomiczne dostosowywanie parametrów spawania w czasie rzeczywistym. Szybkość takiego procesu oraz możliwość rozwijania bazy AI sprawia, że otrzymujemy produkt o wyższej jakości spoin i mniejszej ilości wad.

Metrologia – kontrola jakości

Wykorzystując analizę obrazu pozyskanego z kamer i technologii rozpoznawania obrazów w inspekcji wizualnej w procesie produkcji, otrzymujemy znacznie precyzyjniejsze i szybsze wykrywanie wad i defektów w czasie niemal rzeczywistym oraz eliminowanie uszkodzonych modeli dalszych procesów produkcyjnych.

Systemy zarządzania produkcją

Przykładem wdrożenia narzędzi wspierających proces planowania i optymalizacji planów produkcyjnych z wykorzystaniem algorytmów Sztucznej Inteligencji jest oprogramowanie Siemens Opcenter. Takie oprogramowanie pozwala zredukować czas związany z przezbrojeniem maszyn i przestojami pomiędzy poszczególnymi operacjami.

Symulacje i modelowanie

Oprogramowanie takie jak Altair HyperWorks (Design and Simulation Platform) korzysta z narzędzi sztucznej inteligencji w obszarze związanym z fizyką, projektowaniem, pracami inżynierskimi, co pozwala na szybsze i bardziej efektywne projektowanie nowych komponentów na przykład dla przemysłu

metalowego. Na platformie www.altair.com (2025) dostępne jest całe spektrum dedykowanego oprogramowania wspierającego prace inżyniera.

Kształcenie zawodowe - VET

Wydaje się że bazując na wielu dostępnych na rynku systemach realizujących wsparcie procesu produkcyjnego zarówno w obszarze realnego wdrożenia przemysłowego jak kształcenia zawodowego VET istnieje realna możliwość wyboru danego oprogramowania i jego implementacji w procesie dydaktycznym. W opracowywanej obecnie platformie e-learningowej warto wspomnieć o znanych już zastosowaniach sztucznej inteligencji z którymi oczywiście spotykamy się na co dzień takimi jak czat GPT, oraz chatboty, które pomagają precyzować nasze zapytania, zamówienia i wspierać proces kontaktu z klientami, ale jednocześnie należy duży nacisk położyć na kwestie wsparcia produkcji, analizy kontroli jakości przez szybki wizyjny system oceny obrazu z wykorzystaniem sztucznej inteligencji czy kontrolę procesu spawania.

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego sztuczną inteligencje jako zarówno narzędzie stosowane na co dzień jak i wspierające pracę inżyniera i pracowników metalowego sektora produkcyjnego/kontroli jakości/utrzymania ruchu/planowania etc. Warto zwrócić uwagę na duże zbiory danych – Big Data. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

2.8. Production automation and robotics

Nowoczesny proces produkcyjny wykorzystuje coraz większą ilość robotów w wielu obszarach wytwarzania. Proces, w którym maszyny wykonują coraz więcej zadań wykonywanych przez ludzi pozwala na minimalizację wypadków oraz przyśpieszenie produkcji, a w wielu przypadkach ograniczenie przestojów, gdzie zwiększenie wydajności jest wynikową takich działań. Transformacja Przemysłowa sprawia, że robotyzacja poprzez integracje wielu urządzeń z Internetem i systemami cyberfizycznymi przyśpiesza pracę i wpisuje się ramy Smart Factory. Wprowadzenie robotyzacji do procesu produkcyjnego

umożliwia realizację nierzadko najcięższych z perspektywy człowieka operacji i jak to miało miejsce w przypadku poprzednich rewolucji przemysłowych 1-3 poprawia warunki pracy.

Wprowadzanie maszyn usprawniających proces produkcji i zwiększanie tym samym automatyzacji przedsiębiorstwa w dobie trwającej rewolucji przemysłowej nie może odbywać się bez zastosowania robotów. Roboty w ramach przedsiębiorstw wykorzystywane są do:

- transportu,
- inspekcji,
- montażu,
- spawania,
- malowania,
- pakowania i sortowania.
- sprzątania
- wytwarzania prototypowego (Druk 3D)

Obecnie rozwój systemów sterowania, zastosowanie sztucznej inteligencji oraz rozwój techniki sprawia, że koszt implementacji robotów w zastosowaniach przemysłowych jest coraz mniejszy a jego implementacja prostsza. Do niedawna roboty korzystały z niezwykle prymitywnego systemu sterowania i kierowania, a obecnie roboty mobilne typu AMR (Autonomous Mobile Robots) wykorzystują sztuczną inteligencja i uczenie maszynowe.

W opracowywanej platformie e-learningowej warto zamieścić ogólne informacje na temat robotyzacji i automatyzacji przedsiębiorstw sektora metalowego, ale jednocześnie warto ukierunkować pewne zastosowania na przykład robotów AMR w aspekcie praktycznego ich wykorzystania i programowania.

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego automatyzację i robotyzacje jako zazębiające się narzędzia przemysłu 4.0. Warto zwrócić uwagę na zastosowanie sztucznej inteligencji w tym obszarze

oraz malejące koszty z tym związane. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

2.9. LEAN in metal production

Szczupłe projektowanie LEAN doskonale wpisuje się w filozofię Smart Manufacturing i Smart Factory. Lean in manufacturing, czyli szczupłe wytwarzanie to niejako idealna filozofia dla transformacji przemysłowej 4.0 gdyż wymaga wdrożenia zmian w wielu obszarach tak jak to ma miejsce z wieloma narzędziami przemysłu 4.0. W obszarze procesu wytwarzania oraz funkcjonowania fabryki LEAN polega na odpowiednim zaprojektowaniu procesu technologicznego tak aby minimalizować koszty/operacje, czas wdrożeniowy, czas prototypowania, czas reklamacji, kwestie zarządzania procedury etc.

Kilka tych kwestii z całą pewnością można wdrożyć w aspekcie procesu technologicznego za co odpowiedzialna jest kadra technologiczna firmy sektora metalowego. W tym obszarze wchodzimy w kwestie szkolenia tych pracowników już na etapie kształcenia zawodowego.

W aspekcie jednak szkolenia ważne jest uwzględnienie tych kwestii LEAN dla nowo implementowanych narzędzi przemysłu 4.0 na przykład w obszarze pracy w chmurze, co redukuje właśnie czas produkcji, reklamacji, wdrażania nowych technologii, obiegu dokumentacji. Ponadto LEAN manufacturing wdrożyć można w obszarze wytwarzania prototypów stosując druk 3D i samodzielnie wykonywać szybko prototypy w celu szybkiej weryfikacji skanerem 3D. Taka integracja systemów pozwala również na szczupłe projektowanie w obszarze zużytego materiału oraz optymalizacji konstrukcji w celu spełnienia wymagań jakościowych przy zapewnieniu niskiej masy i niskiej energochłonności produkcji.

W obszarze LEAN manufacturing wchodzimy również w obszar Gospodarki Obiegu Zamkniętego a wiec tak projektowaniu procesu technologicznego aby minimalizować zużycie energii elektrycznej, projektowanie ciągu technologicznego, czy operacji wytwarzania aby minimalizować negatywny wpływ na środowisko pomimo opłacalności pewnych zabiegów procesu. W przypadku technologii wytwarzania poprawa procesu technologicznego na przykład minimalizująca ilość ruchów prasy tłoczącej, ilość koniecznych transportów ciężkiego modelu, ilość koniecznych mocowań etc. [3], bądź standaryzacji pewnych narzędzi może

przynieść ogromne korzyści ni tylko z punktu widzenia kosztów produkcji ale i czasu co stwarza przestrzeń na nowe zamówienia i daje więcej mocy przerobowej.

W procesie szkolenia i opracowywania platformy online warto zawrzeć informacje, że filozofia LEAN w firmie powinna nie jako stać się kołem zamachowym wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa. Obszar szkolenia pracowników VET powinien obejmować kwestie LEAN manufacturing jako podstawowej wiedzy związanej z każdym procesem technologicznym: „Produkować więcej za mniej".

Ponadto wdrażanie LEAN manufacturing przyczynia się do zmniejszenia liczby reklamacji a co za tym idzie podniesienia jakości wytwarzanych modeli. Od obecnego pracownika wymaga się zaangażowania w działalności przedsiębiorstwa a jego działania na rzecz LEAN nawet w najmniejszej skali zwiększają potencjał przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Recommendations:

Z przedstawionego rozdziału rekomenduje opracowanie materiału cyfrowego do platformy e-learningowej przedstawiającego LEAN jako filozofia projektowania i wytwarzania ukierunkowana na Smart Manufacturing i Smart Factory. Ważne, aby poniższe pytania lub inne zawarte na koniec rozdziału miały odniesienie do treści zawartych w materiałach cyfrowych do których się odnoszą.

3. Conclusions

Podsumowując opracowywana platforma e-learningowa może zostać opracowana w oparciu o przedstawione wytyczne jednak może ona swoim obszarem w pewien sposób wykluczyć pewne kwestie w celu dopasowania ich do aktualnych potrzeb przemysłu metalowego danego regionu. Ponadto platforma e-learningowa może swoim zakresem wybiegać ponad obszary omówione w przedstawionym dokumencie w celu dostosowania programu platformy do potrzeb kształcenia zawodowego – VET danego kraju i regionu.

Nowoczesne narzędzia przemysłowe wpisujące się transformację przemysłową 4.0 wymagają zarówno implementacji w obszarze praktyki przemysłowej jak i w obszarze kształcenia zawodowego. Duży nacisk należy również uwidocznić w obszarze ekologii procesu produkcyjnego oraz bezpieczeństwa użytkowania nowoczesnych narzędzi takich jak drukarki 3D, Roboty, etc.

Forma platformy e-learningowej może składać się z treści przedstawianych w dowolny sposób na przykład: wideo, prezentacje, biblioteka odnośników do stron internetowych/platform, bądź materiałów szkoleniowych na przykład PDF z ćwiczeniami.

Pytania zawarte w tabelce na koniec każdego rozdziału mogą być zebrane w grupę i przygotowane na koniec jako jeden bądź dwa testy, a nie jako osobne dla każdej kwestii przedstawionej w tym dokumencie.

4. References

1. Industry 4.0 Tools Available online: https://www.calsoft.com/what-is-industry-4-0/.

2. VET Centre, Kielce, Poland Available online: https://ckz.kielce.eu/aktualnosci/21092022/nowi-partnerzy-centrum.

3. Liker, J.K.; Morgan, J.M. *Designing the Future*; Mcgraw Hill Book Co, 2018; ISBN 1260128784.

4. Digitalization in EU timeline Available online: https://www.consilium.europa.eu/en/policies/a-digital-future-for-europe/timeline-digital-europe/.

5. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA) Available online: https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-union-agency-cybersecurity-enisa_en.

6. ENISA - 2024 Report on the State of the Cybersecurity in the Union Available online: https://www.enisa.europa.eu/publications/2024-report-on-the-state-of-the-cybersecurity-in-the-union.

7. ESET cybersecurity information Available online: https://www.eset.com/gr-en/about/newsroom/press-releases-1/22-cybersecurity-statistics-to-know-for-2022/.

8. Cloud information in polish Available online: https://workai.com/pl/blog-pl/intranet-w-chmurze/.

9. Solidworks Cloud works Available online: https://www.youtube.com/watch?v=CZXf7Rvyg2A.

10. Virtual Reality welding Available online: https://simbott.com/welding-simulator/.

11. Virtual Reality Welding - short movie Available online: https://www.youtube.com/watch?v=2HPTvWxg9Kc.

12. Smart manufacturing - advantageous Available online: https://www.l2l.com/hs-fs/hubfs/what is smart manufacturing-1.png?width=811&height=600&name=what is smart manufacturing-1.png.

13. Smart Factory Available online: https://www.lightguidesys.com/resource-center/blog/your-guide-to-smart-factories-and-industry-4-0/.

14. Tarantino, A. *SMART MANUFACTURING: The Lean Six Sigma Way*; 2022; ISBN 9781119846642.

15. Metal 3D printing - image Available online: https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-metals110420174/.

16. Kozior, T.; Bochnia, J. *Fundamentals of rapid prototyping 3D printing FDM/FFF technology*; Kielce University of Technology, Ed.; 2024; ISBN 0239-6386.

17. ISO/ASTM 52926-2:2023 Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Part 2: Qualification of operators for PBF-LB 2023.

18. Kozior, T. Laboratorium Niekonwencjonalnych Technologii Wytwarzania, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Politechnika Świętokrzyska Available online: https://wmibm.tu.kielce.pl/wmibm/badania-i-nauka/laboratorium-niekonwencjonalnych-technologii-wytwarzania/.

19. ZEISS 3D Snanning ATOS Available online: https://www.zeiss.pl/metrologia/systemy/optyczne-systemy-3d/skanowanie-3d/atos/atos-q.html.

20. Shining 3D 3D Scanning Dimensional Inspection Available online: https://www.shining3d.com/a-look-at-a-full-dimensional-inspection-workflow-with-3d-scanning/.

21. Artifical Intelligence AI description Available online: https://elplc.com/sztuczna-inteligencja-w-przemysle-jakie-ma-zastosowanie/.

22. Analyticssteps Big Data Available online: https://www.analyticssteps.com/blogs/10-applications-big-data-manufacturing.

MetaTech Exchange

BRIDGING INDUSTRY 4.0 IN WESTERN BALKANS

Co-funded by the European Union

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only, and do not necessarily reflect those of the European Union or European Education and Culture Executive Agency (EACEA) . Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them."