

Znaczenie standaryzacji w Przemysle 4.0

Polska perspektywa

Autor: **Carlo Paolicelli**
Główny Specjalista ds. Międzynarodowej Wymiany Gospodarczej
Dział Ekosystemu Przemysłu Przyszłości

Warszawa, 21 listopada 2022 r.

Spis treści

Architektura referencyjna Przemysłu 4.0.....	3
Jednolita wizja Przemysłu 4.0	5
Wzmocnienia udziału Polski w ISO, IEC i JTC 1.....	6
Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO)	7
Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (IEC).....	8
Wspólny Komitet Techniczny ISO/IEC 1 (JTC 1)	10
Polski Komitet Normalizacyjny (PKN).....	10
RAMI 4.0 (Reference Architectural Model Industry 4.0).....	11
Przykład: Architektura rozwiązania do analizy brzegowej w kontekście RAMI 4.0.....	14
Wnioski końcowe w ramach interoperacyjności	17

Teza:

Długoterminowa produktywność i konkurencyjność polskiej produkcji będzie zależać od tego, jak dobrze przejdziemy do czwartej rewolucji przemysłowej, w przyszłości przemysł wytwórczy i sektor logistyczny stworzą globalne sieci, które będą obejmować ich maszyny, systemy magazynowe i zakłady produkcyjne. Będzie to możliwe tylko wtedy, gdy opracowany zostanie jeden zestaw wspólnych standardów. Szybko rozwijające się technologie cyfrowe dają nam możliwość dostarczania produktów i usług o wysokiej wartości na coraz bardziej połączony globalny rynek. Wraz z tym nastąpi wzrost liczby miejsc pracy o wysokiej wartości i bezprecedensowe możliwości rozwoju przedsiębiorstw, szczególnie w segmencie MŚP. Rozwój globalnych standardów jest istotną częścią równania. Normy zmniejszają bariery w handlu, ustanawiając uzgodnione międzynarodowe standardy dla produktów i usług. Zatem poprzez zachęcanie do interoperacyjności normy międzynarodowe są ważnym elementem wspierania wzrostu, konkurencyjności i innowacji.

Architektura referencyjna Przemysłu 4.0

Wnioski wstępne:

- Przemysł 4.0 łączy i łączy produkcję z technologią informacyjno-komunikacyjną, umożliwiając komponentom i maszynom autonomiczne zarządzanie produkcją w sposób elastyczny, wydajny i oszczędzający zasoby.
- Wysiłki normalizacyjne będą musiały koncentrować się na określeniu mechanizmów współpracy oraz przetwarzania i wymiana informacji.
- Polska musi ocenić, w jaki sposób chce podejść do Przemysłu 4.0, w tym ustanowić odpowiednie projekty, aby zademonstrować udany krajowy rozwój w celu wdrożenia architektur referencyjnych.

Trendy w produkcji zmierzają w kierunku bezproblemowej integracji świata fizycznego i cyfrowego w celu umożliwienia szybkiej interoperacji, sprzężenia zwrotnego i pętli sterowania w rozproszonej infrastrukturze produkcyjnej. Coraz powszechniejsze stosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) w dziedzinie produkcji prowadzi nie tylko do bardziej wydajnych i zaawansowanych technologicznie systemów produkcyjnych, ale także umożliwia wdrażanie innowacyjnych modeli biznesowych.

Ten etap rozwoju wymaga bezprecedensowego stopnia integracji systemu ponad granicami domen, granicami hierarchii i fazami cyklu życia. Będzie to możliwe tylko wtedy, gdy opracowane zostaną międzynarodowe standardy oparte na konsensusie.

Aby transformacja cyfrowa odniosła sukces, konieczne jest:

- a) konsolidacja norm krajowych na poziomie międzynarodowym;
- b) efektywna współpraca między krajowymi a międzynarodowymi organizacjami normalizacyjnymi;
- c) stworzyć globalnie akceptowany model referencyjny wzbogacony o implementację referencyjną krajową typu open source;
- d) posiadać sieć ośrodków testowych dostępnych dla MŚP; oraz
- e) standaryzacja, którą należy brać pod uwagę od samego początku.

Standaryzacja ma kluczowe znaczenie dla sukcesu Przemysłu 4.0, ponieważ umożliwia budowanie „społeczności” firm należących do różnych sektorów oraz pozwala na integrację kilku różnych „społeczności” poprzez sieci wartości. To partnerskie podejście będzie możliwe tylko wtedy, gdy zostanie opracowany jeden zestaw wspólnych standardów. Wymagana jest architektura referencyjna, aby zapewnić opis techniczny tych standardów i ułatwić ich implementację. Aby przyczynić się do rozwoju norm, Polscy eksperci muszą być zaangażowani w odpowiednie międzynarodowe komitety opracowujące standardy.

Tak zarządzana transformacja cyfrowa może być jednym z wyznaczników redukcji ryzyka tzw. pułapki wartości (*value trap*), działając na rzecz zmniejszenia ryzyka środowiskowego firmy (na przykład w schyłkowym sektorze) poprzez otwarcie globalnych sieci współpracy oraz zmniejsza zagrożenie wpadnięcia w „pułapkę średniego dochodu” poprzez powstrzymanie imitowanego systemu wzrostu, który dominuje w szybko bogacących się krajach, często określanego również jako jeden z problemów współczesnego polskiego systemu gospodarczego.

Jeśli Polska zdoła przestawić się na wzrost oparty na innowacjach i dalszej akumulacji technicznie zaawansowanego kapitału, będzie mogła dołączyć do takich gospodarek jak Korea Południowa czy Japonia, którym udało się przejść od średniego do wysokiego dochodu. Polscy producenci będą mogli zoptymalizować koszty produkcji i poprawić wartość produktów, które sprzedają na rynkach światowych, a także będą mogli poprawić swoją konkurencyjność, przenosząc uwagę na rynki o największym potencjale i grając na naszych krajowych mocnych stronach. Niektóre podbranże produkcyjne obsługują kilka kluczowych rynków eksportowych, w tym rynki dóbr pośrednich. Przemysł 4.0 stworzy środowisko pozwalające na takie kreatywne rozwiązania, w którym firma współpracuje z europejskimi i światowymi grupami i zaczyna od wykorzystania polskiego ekosystemu stanowisk testowych do opracowywania, pilotowania i walidacji swojego projektu, a następnie umiędzynarodawia ten proces projektowania i produkcji do Europy (lub USA, Japonia, Korea Południowa). Infrastruktura stanowiska testowego to środowisko, w którym MŚP mogą badać wartość i korzyści, które mogą czerpać z Przemysłu 4.0.

Jednolita wizja Przemysłu 4.0

Jednym z kluczowych wyzwań będzie informowanie pracowników i szerszej społeczności o korzyściach i skutkach tego przejścia w produkcji, w tym ożywienie zaangażowania na różnych poziomach edukacji – od średniego do technicznego i wyższego.

W rzeczywistości termin „produkcja” obejmuje obecnie znacznie szerszy zakres działań niż te wykonywane w tradycyjnych fabrykach. Obecnie produkcja koncentruje się na złożonych pracach badawczych i projektowych w fazie przedprodukcyjnej. Istnieje również wiele wpisów o wartości dodanej możliwości produkcyjne w postaci bieżących usług. Oznacza to, że znaczna część istotnej działalności może nie zostać wystarczająco uchwycona i uwzględniona w analizie sektora produkcyjnego.

Jednolita wizja Przemysłu 4.0 jest konieczna, aby zapewnić cel, względem którego można przeprowadzić kompleksową analizę luk i stworzyć strategię. Bez tego Polska straci zdolność

do wytwarzania złożonych i innowacyjnych produktów i usług, a w konsekwencji straci dostęp do możliwości związanych z dużymi zamówieniami infrastrukturalnymi, takimi jak projekty kolejowe, żeglugowe i obronne. Odnosi się do zmieniającej się definicji „wytwarzania”.

To, co eksportuje Polska, może nie być gotowym produktem, może być np. pakietem oprogramowania dla maszyny w innym kraju.

Polski Rząd, negocjując dwustronne lub regionalne umowy handlowe, może wykorzystać przyszłe trendy w produkcji i spostrzeżenia zidentyfikowane przez branżę oraz włączyć do umowy odpowiednie zapisy związane z międzynarodową standaryzacją, aby zapewnić Polsce sukces.

Wzmocnienia udziału Polski w ISO, IEC i JTC 1

Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości powinna podjąć dalsze wysiłki na rzecz wzmocnienia udziału Polski w ISO, IEC i JTC 1, poprzez podjęcie współpracy strukturalnej z Polskim Komitetem Normalizacyjnym.

Przemysł 4.0 wzbudził duże zainteresowanie na arenie międzynarodowej, powodując inicjatywy normalizacyjne w ISO, IEC, ISO / IEC JTC 1 (ISO / IEC Joint Technical Committee for Information Technology), W3C (World Wide Web Consortium), ITU-T i IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), a także inicjatywy takie jak Platforma Industrie 4.0 w Niemczech i Industrial Internet Consortium (IIC) w USA.

Główną siłą Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO) i Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC) jest ich zdecentralizowany, profesjonalny, oparty na członkach system opracowywania norm międzynarodowych. To za pośrednictwem członków krajowych, takich jak Polski Komitet Normalizacyjny, organizacje mogą identyfikować i zaspokajać potrzeby rynków i społeczeństwa, angażować szerokie grono interesariuszy, rozpowszechniać normy i wspierać ich wdrażanie. Organy krajowe będące członkami ISO lub IEC uczestniczą w opracowywaniu norm międzynarodowych poprzez komitety techniczne ustanowione przez odpowiednią organizację w celu zajmowania się określonymi dziedzinami działalności technicznej. W pracach biorą również udział inne organizacje międzynarodowe, rządowe i pozarządowe, we współpracy z ISO i IEC. Ważne jest, aby członkowie krajowi przyjęli i stosowali normy międzynarodowe jako normy

krajowe, ponieważ tylko poprzez opracowanie wspólnego globalnego podejścia można w pełni wykorzystać korzyści płynące z normalizacji.

Podstawowym celem Przemysłu 4.0 jest ułatwienie współpracy i współdziałania między podmiotami technicznymi, co oznacza, że muszą być one wirtualnie reprezentowane i połączone. Przemysł 4.0 wymaga bezprecedensowego stopnia integracji systemu ponad granicami domen, granicami hierarchii i fazami cyklu życia.

Neutralny model architektury referencyjnej ma zasadnicze znaczenie dla dalszych prac nad normami. Niemiecka Platforma Industrie 4.0 zaproponowała jeden taki model: Referencyjny Model Architektury Industrie 4.0 (RAMI4.0), którego celem jest ustanowienie kompleksowych ram dla projektowania koncepcyjnego i konstrukcyjnego systemów Przemysłu 4.0. RAMI4.0 opisuje referencyjny model architektury w formie sześciennego modelu warstwowego, który zapewnia architekturę obiektów technicznych (aktywów) w postaci warstw i pozwala na ich opisywanie, śledzenie przez cały okres ich życia oraz przyporządkowanie do hierarchii technicznych i/lub organizacyjnych. Opisuje również strukturę i funkcję komponentów Przemysłu 4.0 jako istotnych części wirtualnej reprezentacji aktywów. Referencyjny model architektury Industrie 4.0 (RAMI4.0) DIN SPEC 91345, Deutsches Institut für Normung eV (Niemiecki Instytut Normalizacyjny) został opracowany zgodnie z procedurą Publically Available Specification i posłużył jako dokument roboczy dla międzynarodowej normalizacji, który powinien być również wykorzystany przez polski system referencyjny w celu wypracowania lokalnego modelu Przemysłu 4.0, w pełni zgodnego z modelami reprezentowanymi przez największych kontrahentów polskiego przemysłu.

Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO)

W czerwcu 2015 roku została powołana strategiczna grupa doradcza (SAG) ds. Przemysłu 4.0/ Inteligentnej produkcji. SAG powstała w odpowiedzi na rozpoznaną potrzebę wspólnego podejścia do przyszłości w dziedzinie Przemysłu 4.0 / Inteligentnej produkcji. IEC i ITU-T zostały zaproszone do przyłączenia się do SAG. Zadanie powierzone tej nowej grupie technicznej dotyczyło zdefiniowania następujących elementów:

- Przedstawienie definicji i przegląd dostępnych standardów, przypadków zastosowania i bieżących prac związanych z Przemysłem 4.0 / Inteligentną produkcją;
- Identyfikacja ewentualnych luk, w których potrzebne są dodatkowe standardy;

- Przedstawianie rekomendacji dotyczących działań do podjęcia przez Komitet Techniczny;
- Monitorowanie innych działań krajowych, regionalnych i międzynarodowych oraz sugerowanie mechanizmów współpracy z organizacjami partnerskimi, zwłaszcza z IEC i ITU-T;

SAG składa się z przedstawicieli wyznaczonych przez następujące organizacje: DIN (Niemcy), AFNOR (Francja), ANSI (USA), NEN (Holandia), SNV (Szwajcaria), JISC (Japonia), SAC (Chiny), Standards Australia (Australia) i BSI (Wielka Brytania), przedstawicieli sektora przemysłowego z JTC 1/WG 10 Internet of Things, a także przedstawicieli IEC i ITU-T.

W raporcie końcowym SAG *Industry 4.0/Smart manufacturing* przedstawiło dziesięć kluczowych rekomendacji, z których jedną jest współpraca z innymi organizacjami poprzez utworzenie Komitetu Koordynacyjnego ISO o nazwie „Smart Manufacturing”. Komitet Koordynacyjny ISO miałby następujący zakres uprawnień:

- Umożliwienie wymiany informacji między komitetami technicznymi ISO zaangażowanymi w inteligentną produkcję;
- Jak najwcześniej zidentyfikować nowe prace lub zidentyfikować obszary harmonizacji istniejących norm w miarę możliwości oraz optymalizować wykorzystania i współdzielenia zasobów w celu opracowania norm lub dalszej harmonizacji istniejących norm w inteligentnej produkcji;
- Ułatwiać komunikację i koordynację między komitetami technicznymi oraz zachęcać do wspólnych działań rozwojowych tam, gdzie jest to właściwe, i tam, gdzie odpowiednia wiedza jest rozpowszechniana w kilku grupach, zarówno w ramach ISO, jak i z innymi organizacjami, takimi jak IEC;
- Służyć jako punkt centralny ISO do współpracy ze Smart Manufacturing w organizacjach partnerskich, w tym IEC, ITU i innych uznanych organizacjach, w tym konsorcjach; oraz
- Opracowanie aktualnych i odpowiednich materiałów, w tym przypadków zastosowania norm, jako materiałów podstawowych dla komitetów pracujących w obszarze inteligentnej produkcji przemysłowej.

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (IEC)

Organizacja IEC / SMB / SG 8 *Industry 4.0 / Smart Manufacturing* została ustanowiona w celu przedstawienia zaleceń dotyczących strategii IEC dotyczącej automatyzacji produkcji, która koncentruje się na zapewnieniu utrzymania łańcucha produkcyjnego przedsiębiorstwa

wytwórczego w czasie rzeczywistym, w oparciu o bezpieczne i energooszczędne procesy produkcyjne. Celem organizacji *Smart Manufacturing* jest opracowanie architektury inteligentnej produkcji, która umożliwi jej funkcjonowanie w szerokim środowisku IoT; oraz wykorzystanie technologii obecnej i następnej generacji w celu zapewnienia bezpiecznej eksploatacji fabryki. Następnie utworzono IEC-SEG 7 w celu realizacji zaleceń IEC/SMB/SG 8, w zakresie:

- Rozwiania znaczenie rynku i czynniki biznesowe, określone w raporcie SG 8, uwzględniając innych inicjatyw SDO i programów krajowych;
- Zapewnienia spisu istniejących norm i bieżących projektów normalizacyjnych pod kierownictwem IEC, ISO i innych SDO;
- Zapraszania do współpracy ISO, JTC 1 / WG10, IEEE, konsorcjów i innych organizacji w mapowaniu ściśle powiązanych działań związanych z inteligentną produkcją towarów i usług oraz do udziału w pracach komisji systemowej.
- Rozwiania definicję wspólnych łańcuchów wartości w ramach inteligentnej produkcji przemysłowej, jak określono w SG 8, i zidentyfikowania powiązane przypadki zastosowania norm, które pomogą w określeniu stanu wiedzy w poszczególnych sektorach przemysłu oraz w identyfikacji potencjalnych luk, w których potrzebna jest standaryzacja IEC w odniesieniu do inteligentnej produkcji;
- Ustanowienia wstępnej mapy drogowej standaryzacji inteligentnej produkcji, architektury oraz przyszłych projektów standaryzacji i oceny zgodności, które będą prowadzone przez TC i partnerów członków SyC;
- Dostarczania pulpitu nawigacyjnego w celu powiązania elementów pracy projektu z udokumentowanymi przypadkami zastosowania w poszczególnych łańcuchach wartości, aby pomóc twórcom standardów i interesariuszom z branży w poruszaniu się po domenie; oraz
- Wydawania rekomendację dla SMB w sprawie proponowanego przejścia SEG do SyC, przedstawiając proponowaną strukturę SyC, członkostwo, zasady działania i rezultaty SyC, które wspierają indywidualne cele i rezultaty uczestniczących komitetów technicznych zainteresowanych stron.

IEC niedawno opublikowała Białą Księgę Fabryki Przyszłości, która ocenia potencjalne potrzeby, korzyści, koncepcje i warunki wstępne dla fabryki przyszłości na całym świecie. Identyfikuje trendy biznesowe w powiązanych technologiach i rynkach, a także ich wpływ na dane, ludzi, technologie

i standardy. Miarą sukcesu będą zwinne, adaptacyjne i inteligentne procesy produkcyjne. Połączenie „wirtualnego” i „rzeczywistego” w celu uzyskania pełnego obrazu całego łańcucha wartości pozwoli fabrykom wytwarzać produkty szybciej, wydajniej i z większym zwrotem przy użyciu mniejszej ilości zasobów. Biała Księga Fabryki Przyszłości została opracowana przez Radę Strategii Rynku IEC (MSB) we współpracy z Instytutem Fraunhofera ds. Inżynierii Produkcji i Automatyki IPA.

Wspólny Komitet Techniczny ISO/IEC 1 (JTC 1)

JTC 1 zostało utworzone przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO) i Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (IEC), aby zapewnić jeden, kompleksowy komitet normalizacyjny, w ramach którego zajmować się międzynarodową normalizacją ICT. Prace Komitetu ISO/IEC JTC 1/WG 10 i jego 7 podgrupy sprawozdawców (SRG) w sprawie systemów cyberfizycznych (CPS) dla IoT zostały złożone w nowym Raporcie SC 41. W listopadzie 2016 r. JTC 1 powołała Podkomisję SC 41 do podjęcia standaryzacji w obszarze Internetu Rzeczy i technologii pokrewnych. Raport z badania ISO/IEC JTC 1/WG 10 SRG 7 na Cyber Physical Systems (CPS) dla IoT został sfinalizowany w styczniu 2017 r.

Poprzez ponad 2600 opublikowanymi normami opracowanymi pod szerokim parasolem komitetu i jego 20 podkomitetów, JTC 1 wywiera ogromny wpływ na branżę ICT na całym świecie.

Polski Komitet Normalizacyjny (PKN)

Pierwsze prace normalizacyjne w Polsce przeprowadzono na początku 20 wieku w dziedzinie elektrotechniki i inżynierii. W 1923 roku Rada Ministrów powołała komitet techniczny, który w 1924 roku stał się Polskim Komitetem Normalizacyjnym. Polskie Normy były dobrowolne i dotyczyły produktów przemysłowych oraz wymogów ich dostawy. W 1945 roku Komitet został przywrócony. Przeszedł kolejne reorganizacje i stał się Polskim Komitetem Normalizacyjnym i Miarowym (w 1972 r.) oraz Polskim Komitetem Normalizacji, Miar i Kontroli Jakości - PKNMiJ (w 1979 r.). Wszystkie Polskie Normy były wówczas obowiązkowe. W 1993 roku PKNMiJ został rozwiązany, a został przywrócony Polski Komitet Normalizacyjny (PKN).

W 2002 roku Sejm uchwalił nową ustawę o normalizacji (obowiązującą od 1 stycznia 2003 r.). Zgodnie z tą ustawą PKN jest państwową jednostką organizacyjną finansowaną z budżetu państwa.

Prace normalizacyjne prowadzone są przez Komitety Techniczne (KTs), a Polskie Normy (PN) są dobrowolne. PKN jest wspierany przez Radę Normalizacyjną składającą się z przedstawicieli wszystkich stron zainteresowanych normalizacją. PKN jest Krajowym Organem Normalizacyjnym dla wszystkich dziedzin normalizacji.

PKN jest członkiem ISO, IEC, CEN i CENELEC. Jest również sygnatariuszem (jako NSO) protokołu ustaleń z ETSI.

RAMI 4.0 (Reference Architectural Model Industry 4.0)

RAMI 4.0, Reference Architecture Model Industrie 4.0 (Industry 4.0), został opracowany przez Niemieckie Stowarzyszenie Producentów Elektrycznych i Elektronicznych (ZVEI) w celu wspierania inicjatyw Przemysłu 4.0, które zyskują szeroką akceptację na całym świecie. Przemysł 4.0 (zwany również Industrie 4.0) to holistyczne spojrzenie na przedsiębiorstwa produkcyjne, zapoczątkowane w Niemczech, z wieloma ogólnosięciowymi wysiłkami współpracy, w tym Chinami, Japonią i Indiami. Koncepty, struktura i metody Przemysłu 4.0 są przyjmowane na całym świecie w celu modernizacji produkcji.

RAMI 4.0 to trójwymiarowa mapa pokazująca, jak podejść do zagadnienia Przemysłu 4.0 w sposób systematyczny i uporządkowany. RAMI 4.0 to ujednolicony model dla wszystkich komponentów, który zapewnia wszystkim uczestnikom zaangażowanym w ekosystem Przemysłu 4.0 wydajne i skuteczne udostępnianie danych i informacji. RAMI 4.0 mapuje wszystkich graczy z połączonej branży na trzy osie definicji:

Warstwy architektury: Ta warstwa zawiera warstwy podrzędne, takie jak Biznes, Funkcjonalne, Informacje, Komunikacja, Integracja i Zasoby.

Poziomy hierarchii: Ta warstwa zawiera następujące warstwy podrzędne: Produkt, Pole, Urządzenie, Urządzenie sterujące, Stacja, Centra robocze, Przedsiębiorstwo i Połączony świat.

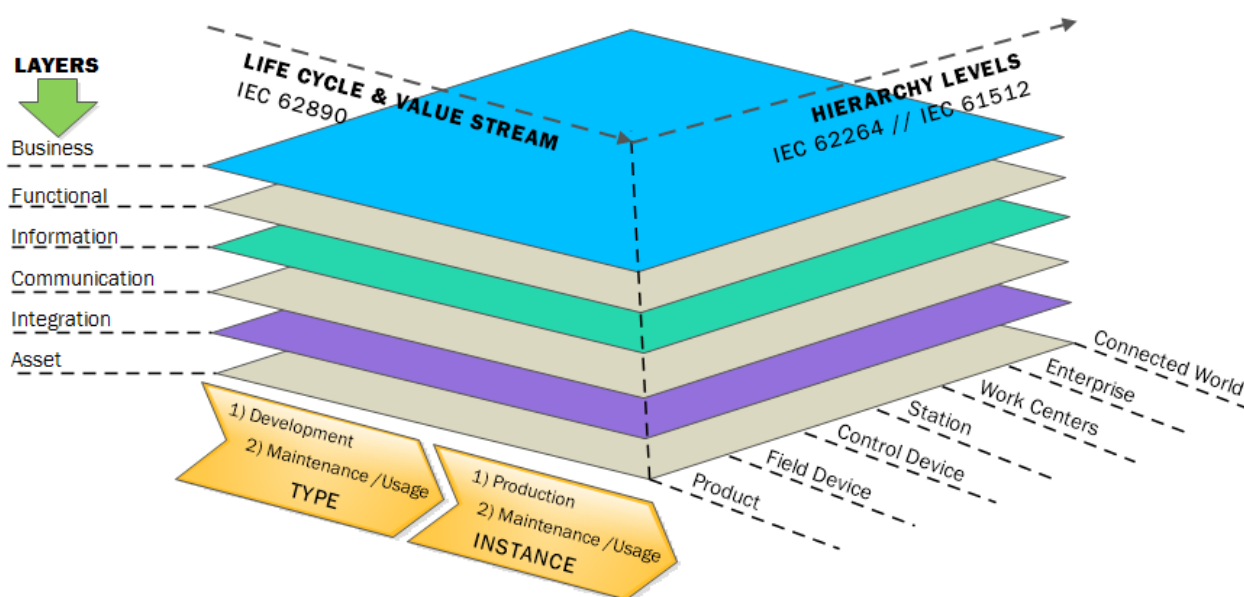
Strumień wartości cyklu życia: Ta warstwa zawiera warstwy podrzędne, takie jak Użycie, Produkcja i Konserwacja. Oś strumienia wartości cyklu rozwojowego jest podzielona na Typ i Instancja. Typ jest podzielony na rozwój i konserwację / użycie, podczas gdy instancja jest podzielona na produkcję i konserwację / użycie. Typ reprezentuje początkową ideę rozwoju produktu, podczas gdy każdy wytworzony produkt reprezentuje wystąpienie tego typu. Strumień wartości w

całkowicie zdigitalizowanej produkcji można postrzegać w połączeniu z procesami tworzącymi wartość dodaną, ponieważ umożliwia powiązanie zakupów, planowania produkcji, logistyki, jakości, klientów i dostawców. W prostych słowach, jeśli produkt jest w stanie rozwoju, nazywamy go "typem". Gdy przejdzie do produkcji, staje się "instancją". Za każdym razem, gdy produkt jest przeprojektowywany lub dodawana jest do niego nowa funkcja, jego stan zmienia się na "Typ".

Poziomy hierarchii: Architektura Przemysłu 4.0 na poziomie hierarchicznym pokazuje funkcjonalne przypisanie komponentów. Ta oś w przedsiębiorstwie lub fabryce jest zgodna z normami IEC 62264 i IEC 61512. Poziom powyżej i poniżej obszaru norm IEC reprezentuje kroki dalej i opisuje również grupy fabryk, współpracę w ramach zewnętrznych firm inżynierskich, dostawców komponentów i klientów. Dlatego poziomy hierarchii to: produkt, urządzenie terenowe, urządzenie sterujące, stacja, centrum robocze, przedsiębiorstwo i połączony świat.

Warstwy architektury: Warstwa architektury zawiera warstwy podrzędne, jak wspomniano powyżej. Ta warstwa umożliwia rozwój rozwiązań programowych Przemysłu 4.0 w spójny sposób, tak aby różne i wzajemnie zależne operacje produkcyjne były ze sobą połączone, biorąc pod uwagę świat fizyczny i cyfrowy.

RAMI 4.0 dzieli złożone procesy na pakiety, dzięki czemu są łatwe do zrozumienia, i obejmuje z założenia prywatność danych i bezpieczeństwo IT. Rozwiązuje i odpowiada na wszystkie problemy związane z semantyką, identyfikacją, funkcjami, standardami komunikacji, internacjonalizacją i partnerstwem dla **inteligentnej fabryki**.



Dzięki architekturze **RAMI 4.0** fabryka nie jest nakładką warstw, ale siecią interakcji między **inteligentnymi produktami** a **połączonym światem**. Funkcje są rozdzielane między wszystkich uczestników, co pozwala na bardziej elastyczne operacje między systemami i maszynami. Aby połączyć fizyczną rzecz ze światem Przemysłu 4.0, **RAMI 4.0** zapewnia **powłokę administracyjną**, która jest umieszczana nad systemem; system jest czujnikiem, maszyną, jednostką lub instalacją. Ponadto każdy zasób ma własną powłokę administracyjną, kilka zasobów może następnie utworzyć jednostkę ze wspólną **powłoką administracyjną** do komunikacji i zarządzania na wyższym poziomie. Po podłączeniu do systemu fizycznego powłoka służy jako standardowy interfejs komunikacyjny sieci do udostępniania wszystkich danych i informacji o zasobach.

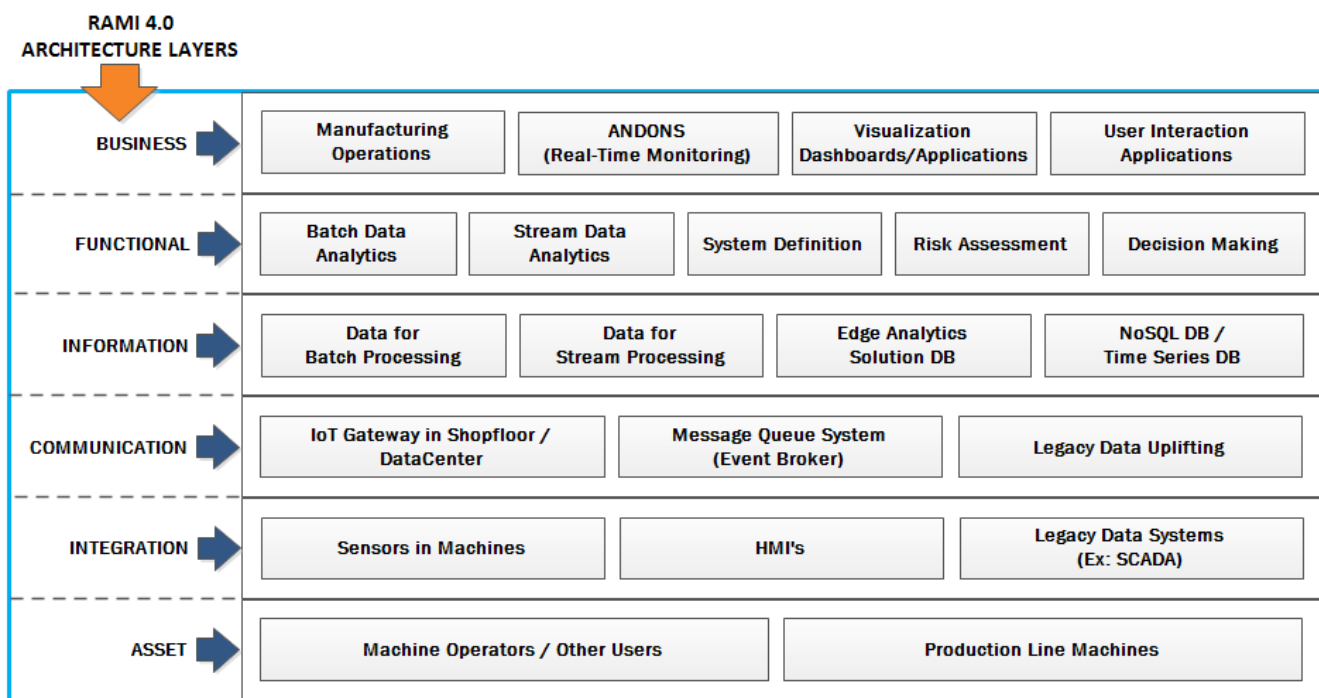
Jak opisano, funkcja **RAMI 4.0** polega na przekształcaniu obiektów fizycznych w ich interoperacyjnego cyfrowego bliźniaka. Wprowadzając świat przemysłowy do **IoT**, RAMI 4.0 jest źródłem rewolucji Przemysłu **4.0**.



Przykład: Architektura rozwiązania do analizy brzegowej w kontekście RAMI 4.0

Poziomy hierarchii: Architektura rozwiązania do analityki brzegowej w ramach RAMI 4.0 ma zastosowanie na poziomie komponentów, maszyn lub procesów produkcyjnych. W tym sensie można go wdrożyć w elastycznych inteligentnych systemach i maszynach zdolnych do interakcji i komunikacji między poziomami hierarchii za pośrednictwem sieci. Wdrożenie architektury w "połączonym świecie" (tj. połączonych fabrykach ze zintegrowanymi procesami analityki brzegowej) wymagałoby jej wykorzystania przez wszystkie w celu stworzenia synergii (np. między fabryką a jej dostawcą surowców lub części zamiennych do konserwacji).

Warstwy architektury: Poniższy rysunek przedstawia architekturę rozwiązania do analizy brzegowej w ramach warstw architektury RAMI 4.0, która nie wymaga wyjaśnień.



Technologie Przemysłu 4.0 zostały opracowane w celu umożliwienia inteligentnym systemom predykcyjnym elastycznego podejmowania decyzji podczas procesu produkcyjnego.

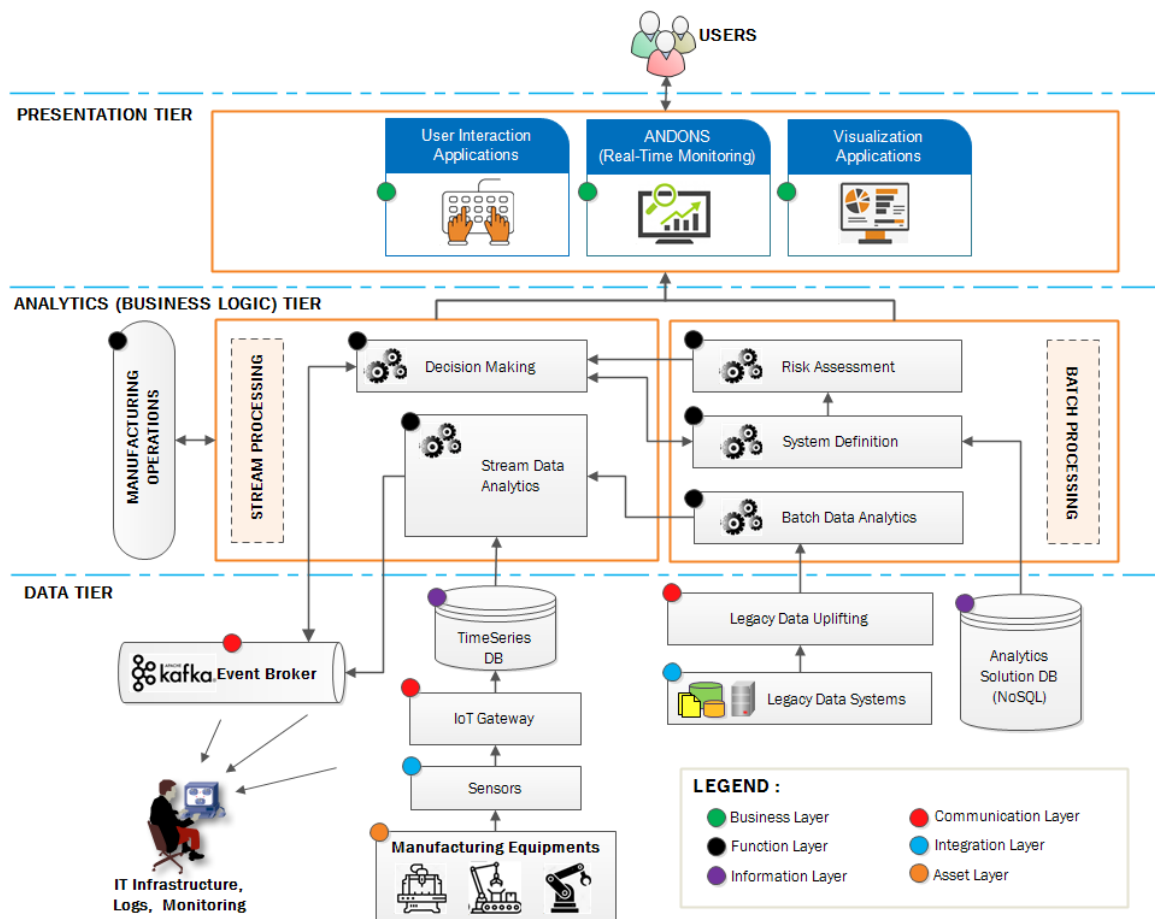
W Przemysle 4.0 większość decyzji operacyjnych jest podejmowana zgodnie z doświadczeniami przełożonych. Jednak jak analizować zebrane informacje i dostarczać wglądu i znaczenia, aby

pomóc użytkownikom w podejmowaniu lepszych decyzji, jest kluczową kwestią dla obecnych systemów predykcyjnych.

Chociaż proces gromadzenia danych jest prosty i łatwy do wdrożenia przy użyciu czujników i oprogramowania do akwizycji danych, bez analizy danych zebrane dane są bezużyteczne. Konieczne jest obliczanie, przechowywanie i analizowanie danych, aby były one znaczące i użyteczne dla operacji na hali produkcyjnej. Korzystając z analizy dużych zbiorów danych i platform przetwarzania w chmurze, można odkryć niektóre ważne spostrzeżenia lub nadchodzące wydarzenia w maszynach. Rozwój systemu cyfrowego i systemu wspomagania decyzji przekształci informacje w wizualizację, którą użytkownicy mogą zobaczyć i zrozumieć. Charakterystyka ekosystemu Przemysłu 4.0 w XXI wieku można zastosować do inteligentnego systemu przewidywania, jak opisano w poniższej tabeli:

Charakterystyka technologii wspomagających	Opis
Internet rzeczy (IoT)	<ul style="list-style-type: none"> a) Możliwość podłączenia i zarządzania maszynami / urządzeniami; b) Zbieranie danych z czujników z maszyn w czasie rzeczywistym.
Analiza dużych zbiorów danych	<ul style="list-style-type: none"> a) Umożliwienie korzystania z narzędzi analitycznych w czasie rzeczywistym dla dużych ilości danych; b) Wsparcie w podejmowaniu decyzji w czasie rzeczywistym.
Edge computing/Cloud computing	<ul style="list-style-type: none"> a) Model zarządzania, przechowywania i przetwarzania danych systemu predykcyjnego na brzegu sieci lub w chmurze; b) Polecenia w czasie rzeczywistym dla maszyn na podstawie wyników analizy danych obliczonych na brzegu sieci lub w chmurze.
Integracja systemów	<ul style="list-style-type: none"> a) Umożliwienie połączenia ze sobą różnych komputerów lub maszyn; b) Umożliwienie rzeczywistej komunikacji i przekazywania danych IoT z maszyn do systemów informatycznych.

Każdy ze składników pokazanych na powyższym diagramie można powiązać ze składnikami na poniższym diagramie.



Strumień wartości cyklu życia: Biorąc za przykład *implementacji analityki brzegowej*, strumień wartości cyklu życia konserwacji predykcyjnej ma zarówno implikacje zarządcze, jak i techniczne. Jeśli chodzi o perspektywę menedżerską, typ obejmuje pomysł, a także opracowanie i walidację strategii konserwacji predykcyjnej. Po pomyślnej walidacji nowa usługa konsultingowa zostaje wydana. Każde wystąpienie strategii konserwacji predykcyjnej do określonego procesu produkcyjnego lub branży stanowi wystąpienie tego typu. Jeśli chodzi o perspektywę techniczną, typ obejmuje zarówno pomysł, jak również opracowanie i przetestowanie jednolitego systemu informacyjnego do konserwacji predykcyjnej, który stanowi podstawę produkcji seryjnej. Każde wystąpienie systemu informacji konserwacji predykcyjnej do określonego sprzętu, procesu produkcyjnego lub branży, a do określonego starszego systemu danych lub zainstalowanego czujnika stanowi wystąpienie tego typu.

Wnioski końcowe w ramach interoperacyjności

- Należy zintensyfikować współpracę z międzynarodowymi forami i konsorcjami, aby zapewnić interoperacyjność w Przemysle 4.0. Krajowe działania normalizacyjne muszą być zharmonizowane z działaniami na szczeblu międzynarodowym.
- Współpraca na poziomie międzynarodowym między krajami uprzemysłowionymi oraz krajami rozwijającymi się i progowymi jest absolutnie niezbędna dla otwarcia drogi do prawdziwie globalnych standardów i zapewnienia, że wszyscy interesariusze „mówią tym samym językiem”. Praca normalizacyjna dotycząca Przemysłu 4.0 w Polsce powinna być jak najbardziej efektywna. Istniejące normy krajowe powinny zostać skonsolidowane na poziomie międzynarodowym.
- Niezwykle ważne jest uzgodnienie jednolitego modelu architektury referencyjnej do konstruowania dalszych prac nad standardami dla Przemysłu 4.0.
- Aby skorzystać z zalet normalizacji prowadzonej na wczesnym etapie rozwoju, aspekty normalizacji muszą być włączone do krajowych projektów badawczych, inicjowane na etapie B+R, a normalizacja powinna być brana pod uwagę od samego początku wszelkich prac rozwojowych.

Komitety ISO i IEC o charakterze strategicznym dla Przemysłu 4.0

- ISO/IEC JTC 1 Information technology
- ISO/IEC JTC 1/SC 7 Software and systems engineering
- ISO/IEC JTC 1/SC 17 Cards and personal identification
- ISO/IEC JTC 1/SC 27 IT Security techniques
- ISO/IEC JTC 1/SC 32 Data management and interchange
- ISO/IEC JTC 1/SC 37 Biometrics
- ISO/IEC JTC 1/SC 38 Cloud Computing and Distributed Platforms
- ISO/IEC JTC 1/SC 40 IT Service Management and IT Governance
- ISO/IEC JTC 1/SC 41 Internet of Things and related technologies
- ISO/TC 10 Technical product documentation

- ISO/TC 10/SC 10 Process plant documentation
- ISO/TC 39 Machine tools
- ISO/TC 39/SC 10 Safety
- ISO/TC 184 Automation systems and integration
- ISO/TC 184/SC 1 Physical device control
- ISO/TC 184/SC 4 Industrial data
- **ISO/TC 184/SC 5 Interoperability, integration, and architectures for enterprise systems and automation applications**
- ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics
- ISO/TC 261 Additive manufacturing
- ISO/TC 292 Security and resilience
- ISO/TC 299 Robotics IEC TC 65 Industrial-process measurement, control and automation.