LUQAM

Industry 4.0

Badanie stopnia implementacji rozwiązań z zakresu Industry 4.0



Słowem wstępu

Jak wygląda Polska w dziedzinie przemysłowej transformacji na tle światowych liderów? Na pewno będziemy dynamicznie nadrabiać dystans do liderów, za których uznaje się Niemcy, Stany Zjednoczone i Chiny. Będzie to jednak niezwykle trudne zwłaszcza w przypadku Chin, które w ramach inicjatywy „Made in China 2025" zapoczątkowanej przez rząd Chiński inwestują bezkonkurencyjne w skali świata środki w rozwój robotyzacji, zastosowanie sztucznej inteligencji w przemyśle i technologii IoT.

Na naszych oczach zmienia się uplasowanie biznesu Państwa środka – pierwsza dekada XX wieku to masowe uruchamianie dostawców z Chin i generowanie oszczędności z tym związanych przez światowe koncerny. Czasy pandemii to z kolei masowy powrót do dostawców lokalnych. Aktualnie wraz z rozwojem elektromobilności chińskie firmy uruchamiają swoje zakłady produkcyjne min. w Europie i bez żadnej produktowej i technologicznej różnicy walczą o rynek globalny.

Wyzwań zatem przed polskimi firmami co nie miara zwłaszcza, że koszty pracy przy dodatkowych problemach demograficznych nie będą już działały na korzyść konkurencyjności polskich przedsiębiorstw. Co zatem będzie działało? Na pewno skrócenie dystansu w zakresie nowoczesnych technologii przemysłowych i rozwiązań Industry 4.0 jest jednym z wielu warunków, z całą jednak pewnością koniecznym i pilnym.

Jakie narzędzia Industry 4.0 wdrażają najchętniej polskie firmy?
Jak wygląda stopień wdrożenia przemysłu 4.0 w poszczególnych branżach?
Czy istnieją związki pomiędzy wielkością, przychodami firm a zaawansowaniem w poszczególnych filarach podejścia I 4.0?
Jakie warunki sprzyjają implementacji, a jakie bariery ją spowalniają i w końcu czym właściwie jest Industry 4.0?
Czy jest to coś więcej niż powszechnie panujące przekonanie, że Przemysł 4.0 to automatyzacja i robotyzacja połączone z systemem informatycznym, najczęściej klasy ERP?

Na te i na wiele innych pytań odpowiada niniejszy raport, do lektury którego Państwa zapraszam.



Łukasz Ekiert

Prezes Zarządu LUQAM sp. z o.o. sp.k.

Objaśnienie badania i metodologii

Badanie zostało przeprowadzone w okresie od listopada 2023 roku do końca lutego 2024 roku na podstawie ankiety ewaluacyjnej zaprojektowanej wspólnie przez LUQAM oraz Katedrę Automatyzacji Procesów (Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w Krakowie). W badaniu wykorzystana została technologia internetowa z systemem automatycznej agregacji i szyfrowania danych. Celem inicjatywy było zidentyfikowanie stopnia adaptacji rozwiązań Industry 4.0 w firmach produkcyjnych oraz nakreślenie perspektyw, które niesie za sobą Przemysł 4.0. Adresatami badania były firmy produkcyjne podzielone według zatrudnienia i przychodów jako małe, średnie i duże przedsiębiorstwa. W dalszej części firmy zostały skategoryzowane według branż zdefiniowanych na podstawie doświadczenia LUQAM oraz wyników oceny.

Sama ankieta składała się z 3 modułów, 11 sekcji, które w naszym modelu tworzą składowe koncepcji Industry 4.0 oraz 125 pytań ocenianych w skali czterostopniowej.

Model Industry 4.0 i tworzące go 11 sekcji wymienione są poniżej w postaci graficznej natomiast wszystkie pytania ankiety zawarte są jako załącznik do raportu w ostatniej jego części.

Kategorie branż zdefiniowane zostały na potrzeby badania następująco:

- Branża spożywcza
- Branża chemiczna (w tym szkło i ceramika)
- Branża tworzyw sztucznych i gumy
- Branża maszynowa (w tym budowa specjalistycznych maszyn i linii technologicznych)
- Branża metalowa
- Branża elektryczna
- Branża budowlana
- Branża automotive (dostawcy bezpośredni do OEM)
- Inne kategorie (opakowania, materiały reklamowe etc.)



Dane i wskaźniki



Big Data i AI



Predykcyjne Utrzymanie Ruchu



Automatyzacja i robotyzacja



Autonomiczna intralogistyka



Digital Twin i symulacja procesów



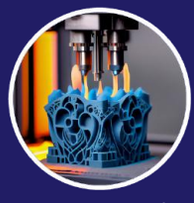
VR & AR



Cyber-bezpieczeństwo



Metody i narzędzia zarządzania



Wytwarzanie addytywne



Internet Rzeczy (IoT)

Wyniki ogólne

36% Średni wynik zaawansowania wdrożenia narzędzi **Industry 4.0**

Średni wynik przedsiębiorstw według wielkości

- **26%** Małe
- **34%** Średnie
- **39%** Duże

Mediana powierzchni zakładów

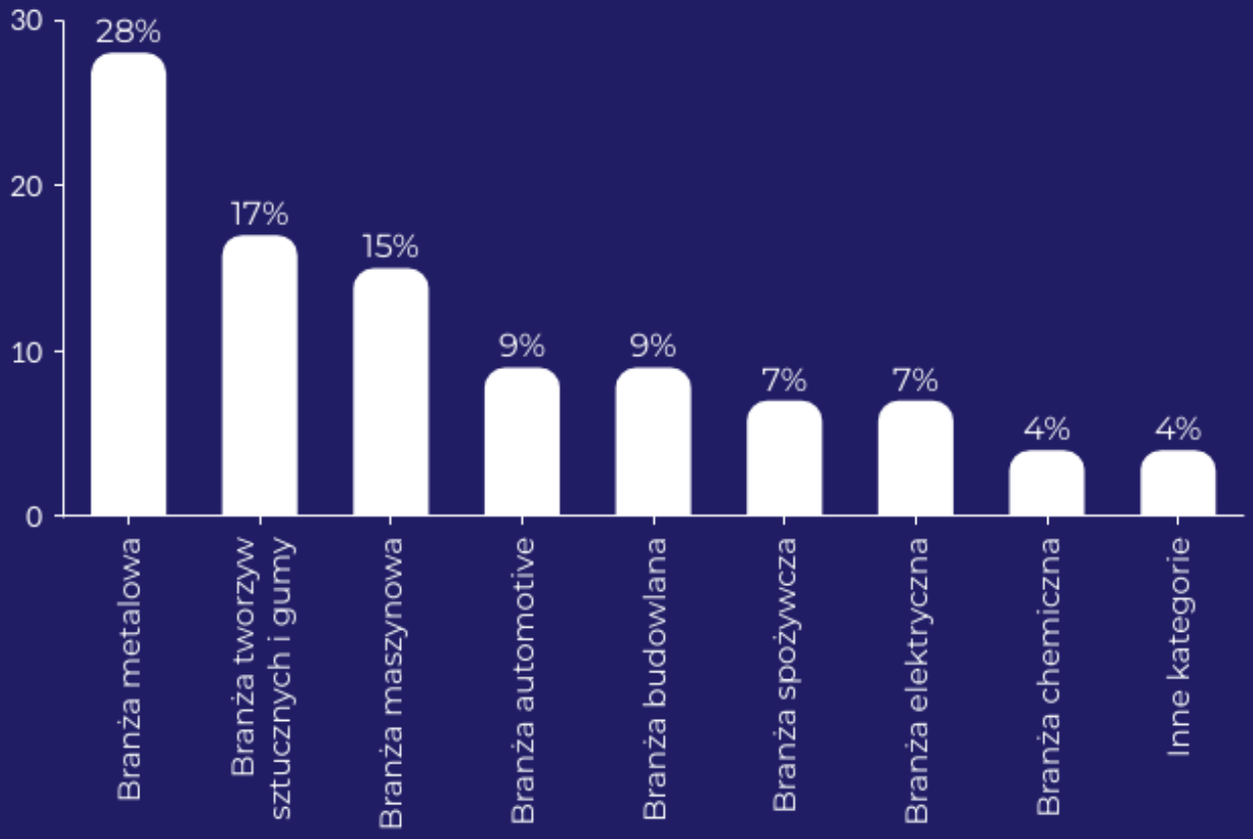


13 000 m²

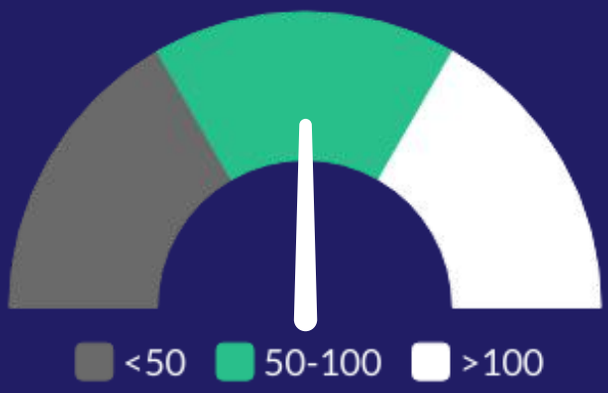
Średni przychód przedsiębiorstw

Małe	**25 mln PLN**
Średnie	**122 mln PLN**
Duże	**859 mln PLN**

Procentowy udział branż w badaniu



Wielkość próbki badawczej





PROGRAM ROZWOJOWY

Digital Factory 4.0 Executive

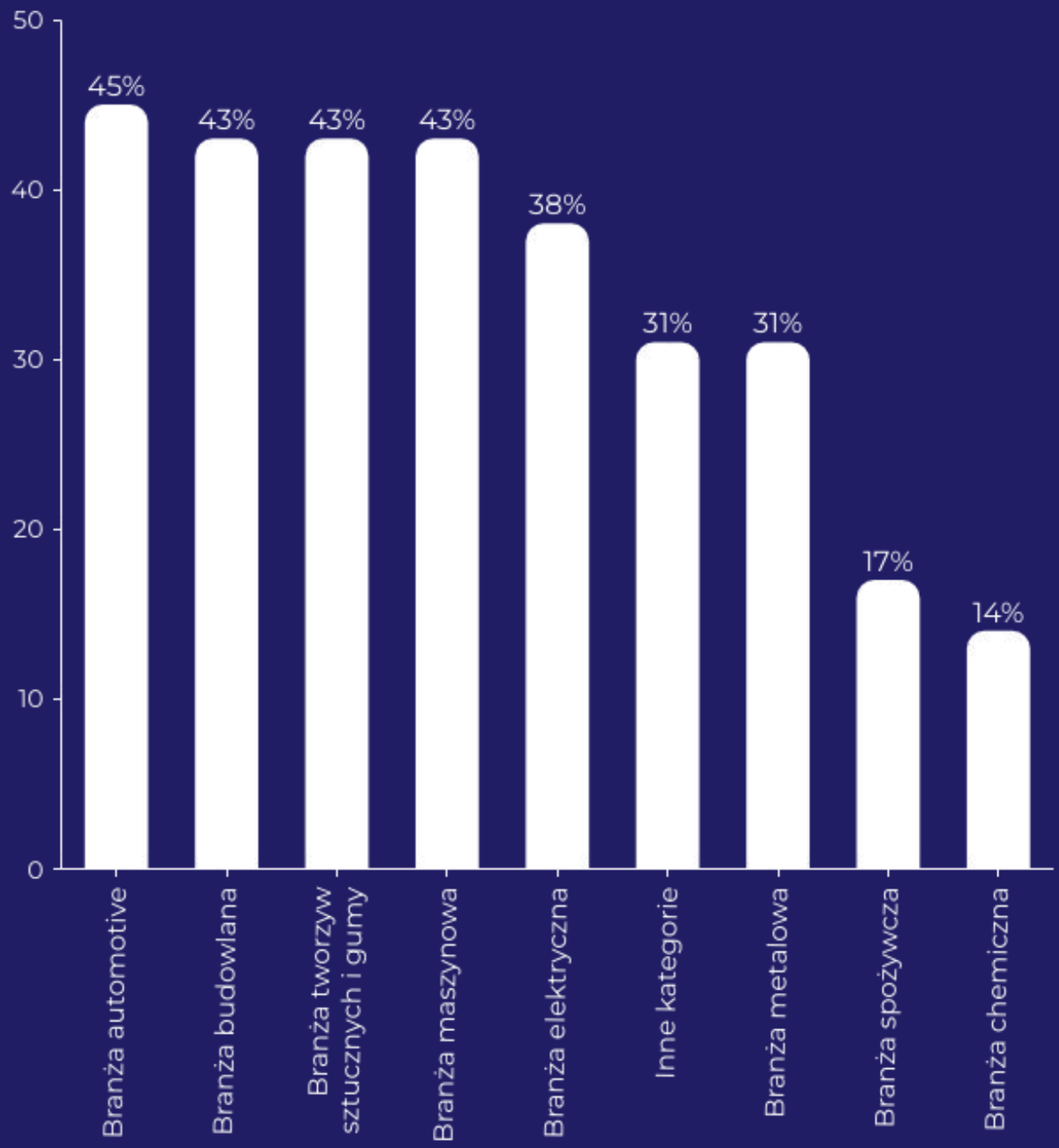
wyjazd do fabryki Porsche Stuttgart i warsztat

w cenie szkolenia

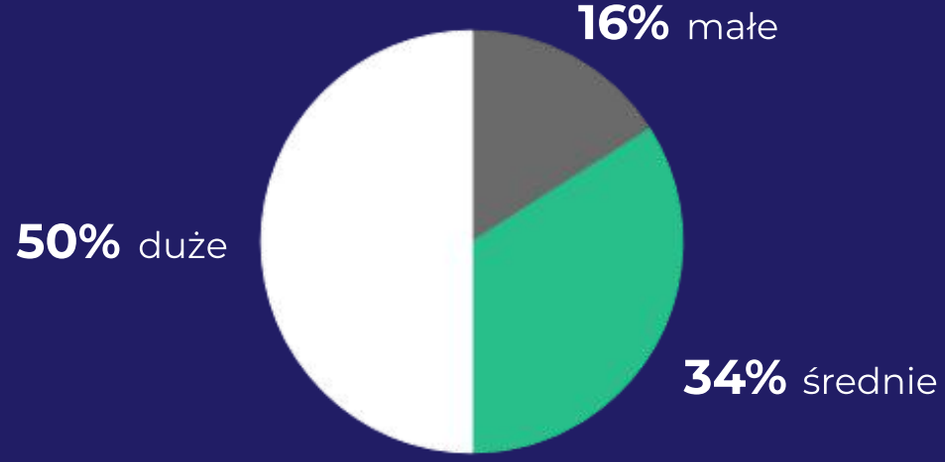
SPRAWDŹ SZCZEGÓŁY TUTAJ!

https://www.luqam.com/szkolenie/digital-factory-4-0-executive/

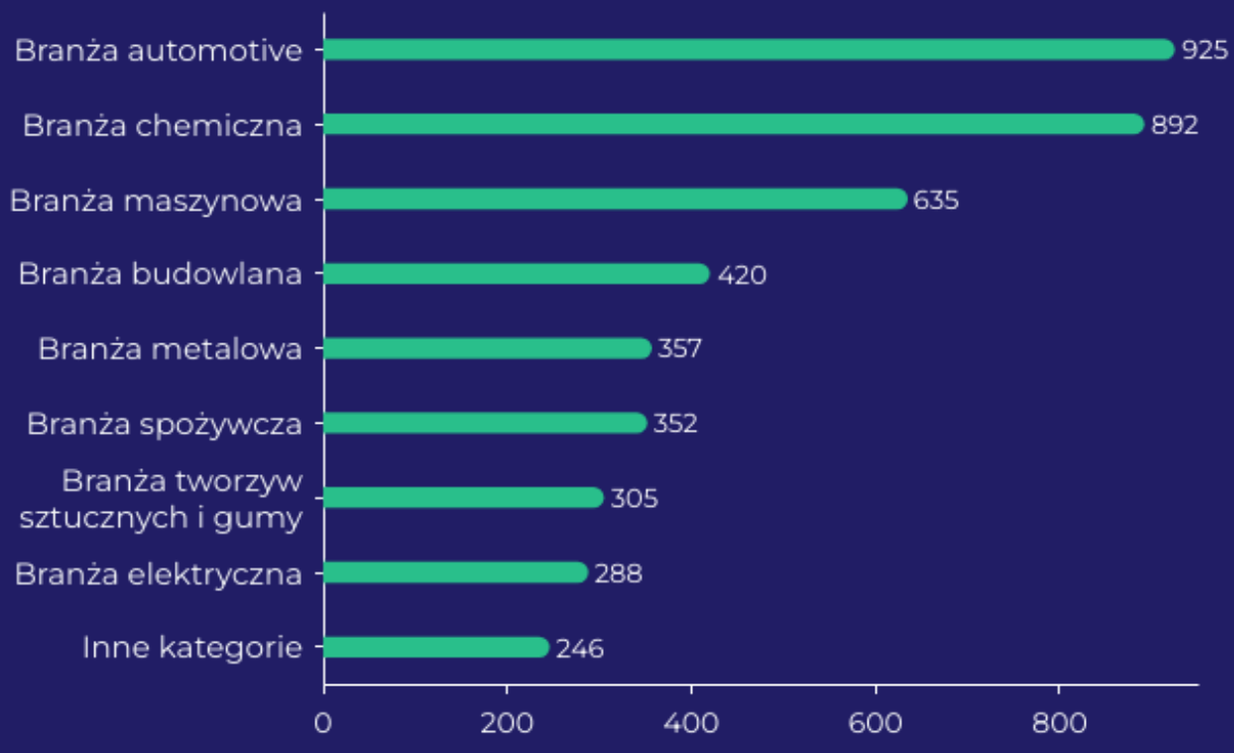
Wyniki w poszczególnych branżach



Udział firm w badaniu

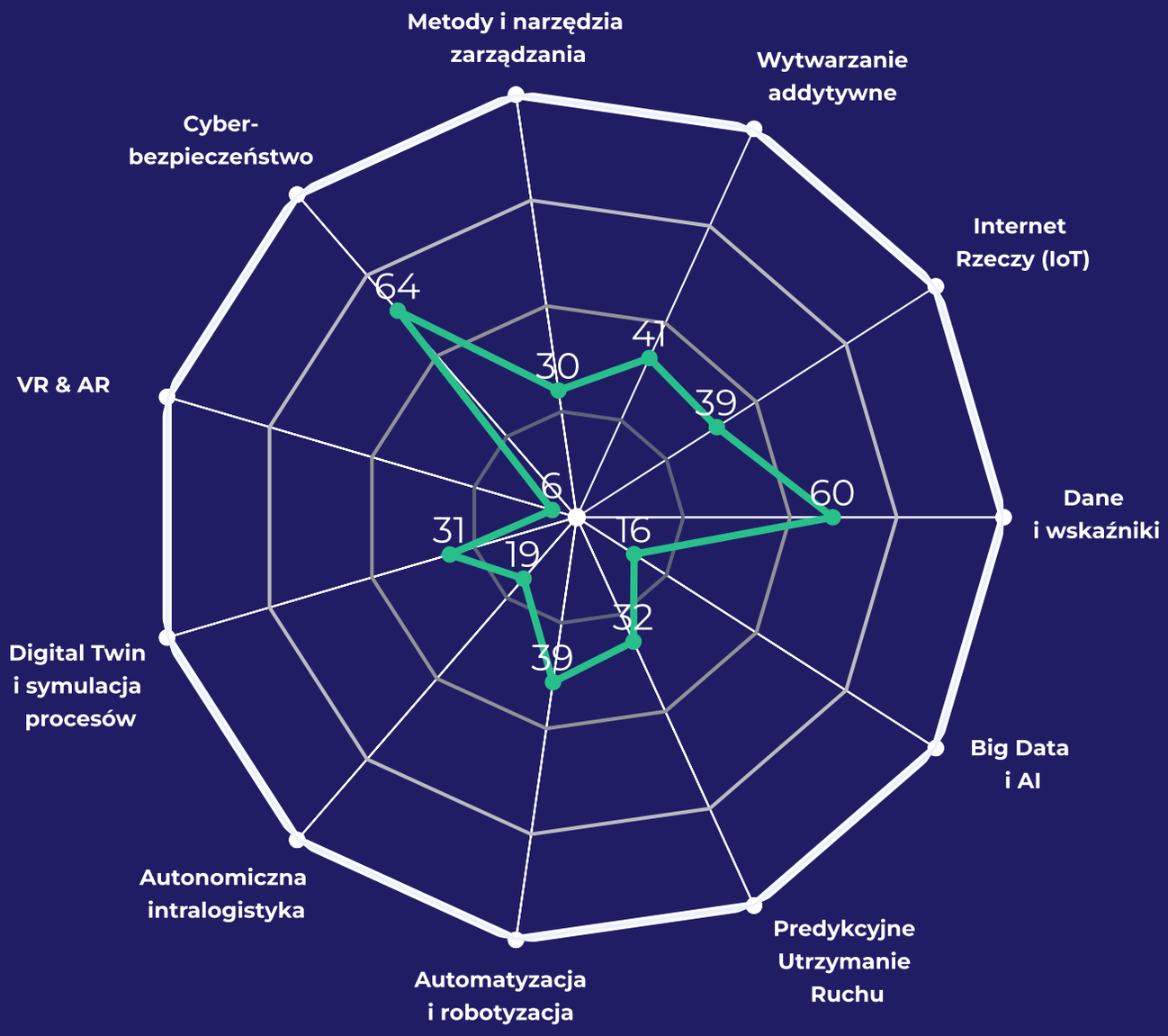


Średni przychód w mln PLN



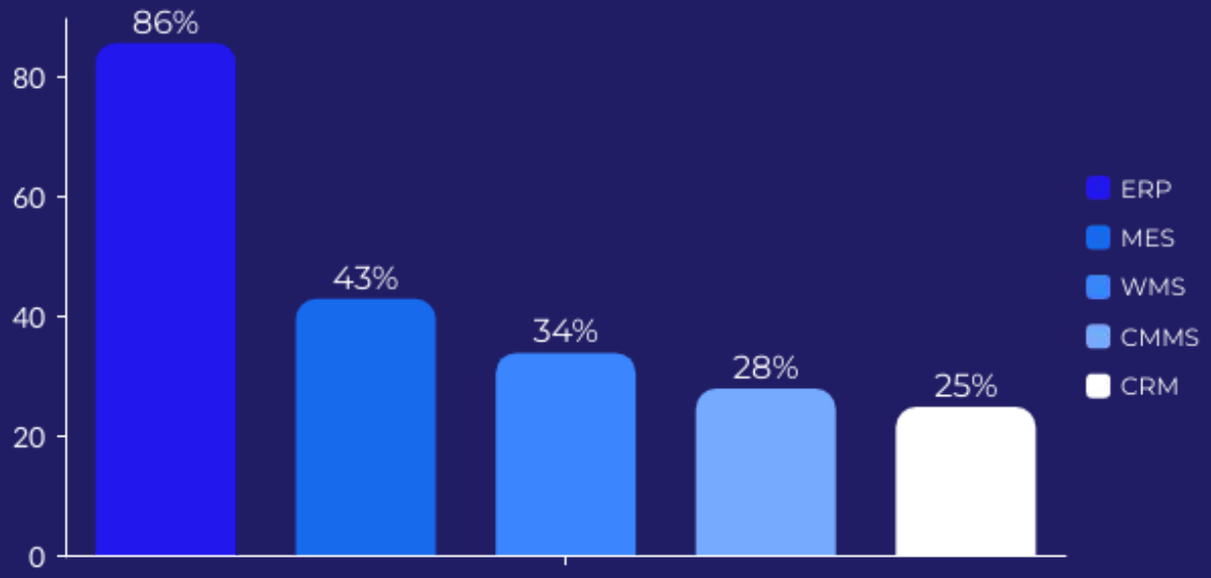
Najwyższy wynik	Sekcja z najwyższym wynikiem	Przychody mln PLN
Małe 57%	 Dane i wskaźniki  Automatyzacja i robotyzacja	13
Średnie 56%	 Dane i wskaźniki	120
Duże 79%	 Dane i wskaźniki  Cyber-bezpieczeństwo	650

Profil przedsiębiorstwa w Polsce w zakresie Industry 4.0



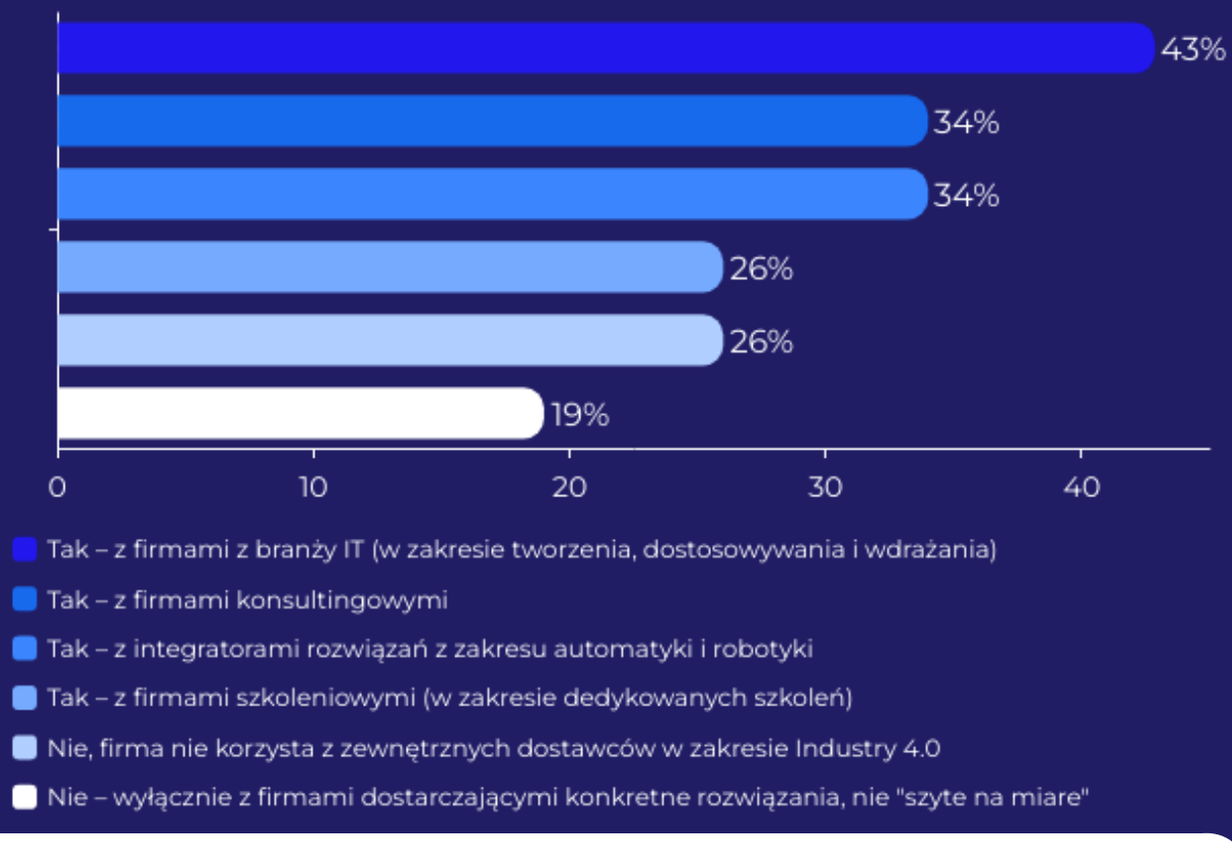


Wdrożone systemy IT



Najpopularniejszym systemem informatycznym wdrożonym w firmach biorących udział w badaniu jest system ERP (Enterprise Resources Planning) i MES (Manufacturing Execution System).

Współpraca z dostawcami usług Industry 4.0



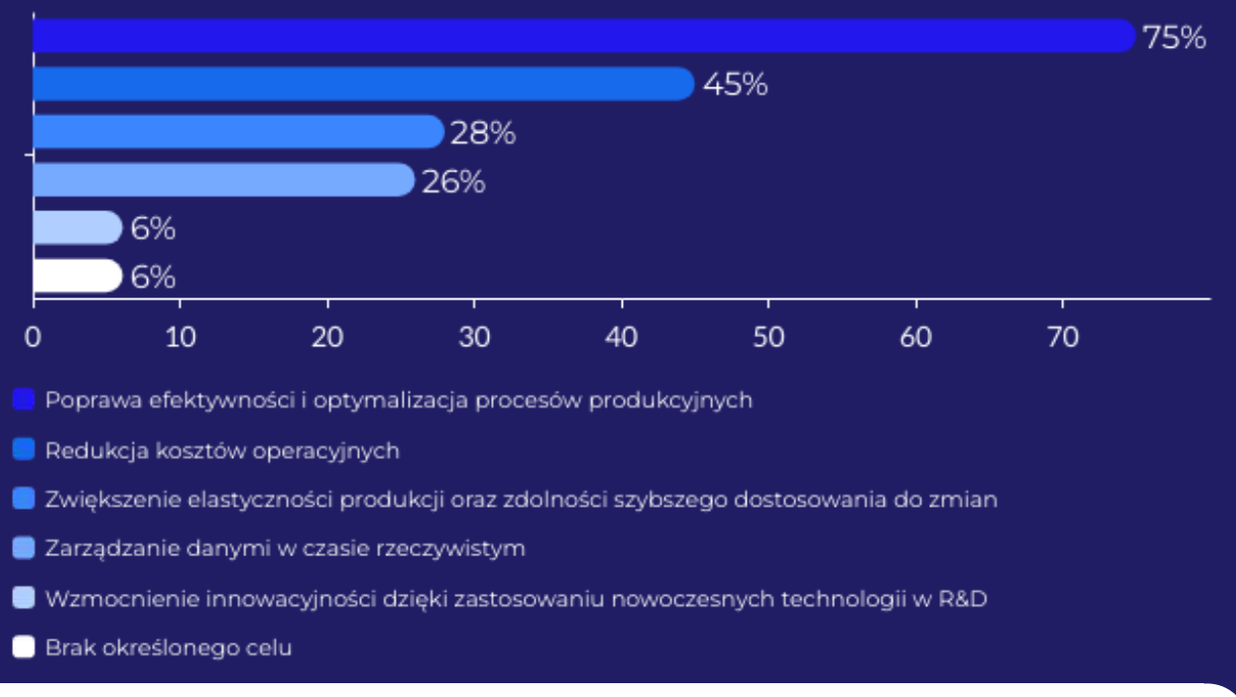
Najczęściej wybieranymi firmami, z którymi przedsiębiorstwa biorące udział w badaniu współpracują to firmy z branży IT oraz firmy konsultingowe. Najrzadziej wybierane są firmy dostarczające gotowe produkty, które nie są "szyte na miare".

Potencjalne ryzyka związane z implementacją narzędzi Industry 4.0



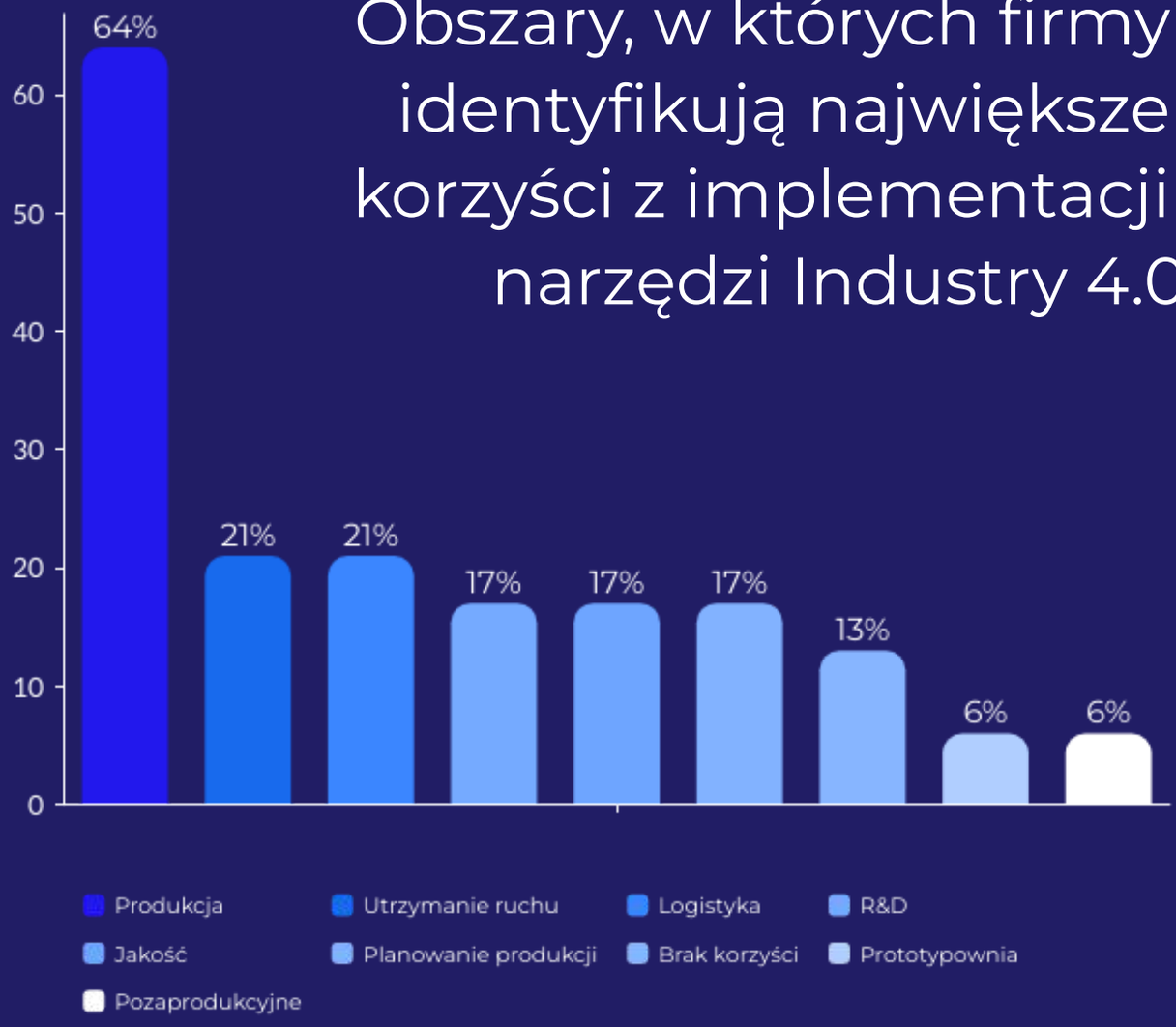
Najczęściej identyfikowanymi ryzykami związanymi z implementacją narzędzi Industry 4.0 są problemy związane z ich wdrożeniami. Co ciekawe firmy decydujące się na implementacje narzędzi Industry 4.0 nie obawiają się braku zwrotu z inwestycji.

Główne cele związane z implementacją narzędzi Industry 4.0



Głównymi celami identyfikowanymi są: poprawa efektywności i optymalizacji procesów produkcyjnych oraz wzmocnienie innowacyjności.

Obszary, w których firmy identyfikują największe korzyści z implementacji narzędzi Industry 4.0



Ponad połowa firm biorących udział w badaniu identyfikuje największe korzyści wynikające z wdrożenia narzędzi Industry 4.0 w **obszarze produkcyjnym**.



Sekcja 1: Dane i wskaźniki



Dane i wskaźniki to kluczowe elementy w zarządzaniu produkcją, pomagające monitorować i doskonalić efektywność procesów produkcyjnych.
Dane produkcyjne - informacje dotyczące procesów produkcyjnych, obejmują np. zużycie surowców, czas trwania operacji, ilość wadliwych produktów.
Wskaźniki produkcyjne - KPI (Key Performance Indicators) są to konkretne miary, które służą do oceny efektywności i wydajności np. OEE.

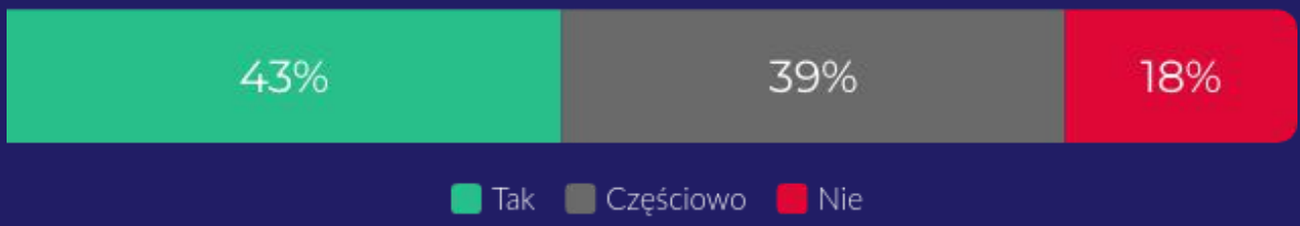
54% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

10% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**

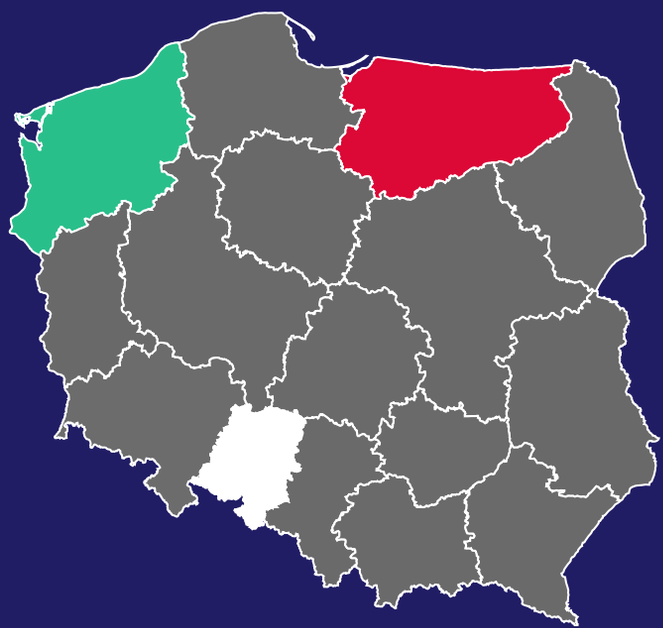


Wynik ogólny

Firmy posiadają zdefiniowane KPI



Najlepszy wynik w sekcji dane i wskaźniki został uzyskany w branżach **elektrycznej i budowlanej**, a najgorszy uzyskała branża **chemiczna.**



Najlepszy wynik w sekcji dane i wskaźniki został uzyskany w województwie **zachodniopomorskim** i średnia w tym województwie wynosiła **(95%).**
Najniższy wynik został osiągnięty w województwie **warmińsko-mazurskim.**

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji dane i wskaźniki



Małe



Średnie



Duże

Najniższy wynik **37%** w kategorii **dane i wskaźniki** uzyskało pytanie: *Firma systematycznie zbiera dane związane z produkcją z różnych źródeł w sposób zaawansowany (taki jak np. czujniki systemu IoT, czujniki systemów czasu rzeczywistego, kamery itp.).*
Blisko **44%** firm nie zbiera danych w sposób zaawansowany.

60% to drugi w kolejności najlepszy średni wynik uzyskany w ocenianych sekcjach. Dane i wskaźniki nie są sekcją, która bezpośrednio kojarzy się z Industry 4.0, są jednak, przy założeniu, że pochodzą ze skaskadowanej strategii firmy, **fundamentem pomiarowym organizacji**. Z badania wynika, że firmy sprawnie definiują cele i wskaźniki łącznie z zastosowaniem wskaźnika OEE, co potwierdza wynik 68%. **Źródła danych poza tradycyjnym systemem raportowym zapewnia ERP (86%), MES (43%) oraz WMS (34%)**. Przestrzeń do doskonalenia pojawia się w obszarze zaawansowanych metod zbierania danych, takich jak czujniki IoT, czujniki systemów czasu rzeczywistego RTLS, z których korzysta na dzień dzisiejszy 38% organizacji.



Sekcja 2: Big Data i sztuczna inteligencja



AI - Artificial Intelligence (sztuczna inteligencja): technologia, wykorzystująca algorytmy uczenia maszynowego, np. w oparciu o sieci neuronowe do przetwarzania i analizowania informacji. Wykorzystywana do rozpoznawania obrazów, rozumienia języka naturalnego lub prognozowania trendów czasowych.
Uczenie maszynowe: gałąź sztucznej inteligencji, zapewniająca automatyczne modyfikowanie swojej wiedzy w celu poprawy wydajności.

70%

firm nie identyfikuje możliwości zastosowania **sztucznej inteligencji** w swoich procesach.



Wynik ogólny

4%

firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

74%

firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**

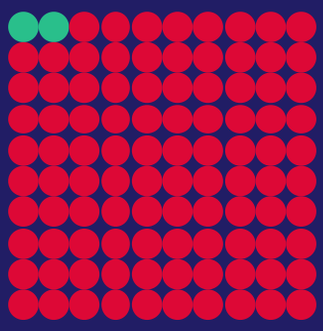
Średni wynik branży automotive



18%

17%

firm zidentyfikowało możliwość wykorzystania sztucznej inteligencji w swoich procesach.



98%

organizacji nie wykorzystuje sztucznej inteligencji do wspierania swoich procesów decyzyjnych.

Najwyższy wynik w kategorii Big Data i sztuczna inteligencja (**41%**) uzyskało pytanie: Czy w *firmie funkcjonuje stanowisko pracy (np. analityka danych), w ramach którego zatrudniony specjalista systematycznie analizuje i porządkuje zgromadzone w firmie dane?*

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji Big Data i sztuczna inteligencja



Małe



Średnie



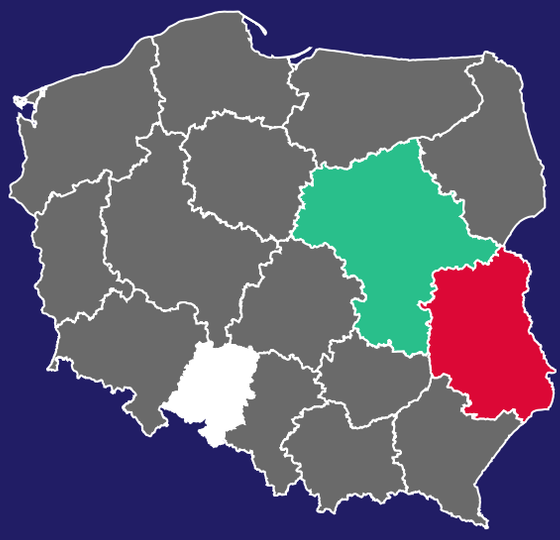
Duże

Najlepszy wynik (**38%**) w sekcji **Big Data i sztuczna inteligencja** został uzyskany w województwie **mazowieckim.**
Województwo **lubelskie** uzyskało najniższy wynik.

Czy w firmie stosowane są modele sztucznej inteligencji do celów wspierania procesów decyzyjnych?

10%

firm wykorzystuje modele sztucznej inteligencji



Wynik 16% uzyskany przez firmy w sekcji Big Data i sztuczna inteligencja wskazuje na bardzo niski stopień wiedzy dotyczącej konkretnych zastosowań AI w biznesie. Pojęcie AI jest w dzisiejszych czasach niezwykle popularne i świetnie je rozumiemy w codziennym ujęciu użytkowym (np. Chat GPT) natomiast zastosowanie tej technologii w fabryce już nie jest tak oczywiste.

Tezę tę potwierdza zarówno to, że tak niski wynik (16%) w dużej mierze uzyskał taką wartość dzięki odpowiedzi pozytywnej na podstawowe pytanie: „Czy w firmie istnieje stanowisko analityka danych, który systematycznie analizuje i porządkuje zgromadzone w firmie dane?”. Przy pogłębieniu tego pytania w kierunku modelowania danych z wykorzystaniem specjalnego oprogramowania wynik pozytywnych odpowiedzi zdecydowanie malał. Przykładowo w odpowiedzi na pytanie dotyczące stosowania modeli sztucznej inteligencji do celów wspierania biznesowych procesów decyzyjnych wynik wyniósł tylko 10%.

Jest to zaskakująca wartość biorąc pod uwagę dużą skalę zastosowania AI w predykcji chociażby w Niemczech, Japonii czy Chinach oraz jej niezwykłe możliwości w tym obszarze. Korzyści dla firmy, która chce prognozować sprzedaż nie tylko w trybie rocznym, ale np. tygodniowym dla każdego z 10000 indeksów produkowanych przez siebie jest bardzo duża, zwłaszcza, że dane mogą dotyczyć każdego indeksu z osobna i zmieniać się każdego dnia w oparciu o dane zewnętrzne zasilające model. Natomiast gdy dodamy do tego możliwości regulacji czynników takich jak na przykład cena i predykcję tego jak jej zmiana wpłynie na sprzedaż w konkretnych wartościach to już niemal magia.

Budowa strategii AI dopasowanej do firmy będzie wówczas jednym z podstawowych kierunków transformacji.



Sztuczna inteligencja w oprogramowaniu firm produkcyjnych

dr inż. Bartłomiej Rachwał
Menadżer Projektów IT/AI w LUQAM sp. z o.o sp. k.

Innowacyjność, efektywność wytwarzania oraz elastyczność w przekształceniach na różnych poziomach organizacyjnych - w odpowiedzi na te wyzwania fabryki sięgają i powinny sięgać coraz częściej po zaawansowane oprogramowanie oparte na sztucznej inteligencji, które ułatwia predykcję zdarzeń oraz proces podejmowania decyzji. Z obszarem tym związane są konkretne rozwiązania i funkcje, które będą zyskiwać na znaczeniu w najbliższej przyszłości, podczas gdy samo oprogramowanie będzie wybierane jako usługa (model SaaS), a nie kupowane jako produkt.

Wsparcie decyzyjne

Już teraz obserwujemy możliwości wsparcia decyzyjnego przez sztuczną inteligencję. Aktualnie, jednym z kluczowych i stale rosnących zasobów w firmach produkcyjnych są dane. Dzięki nowoczesnemu oprogramowaniu przemysłowemu, podejmuje się zaawansowane działania w zakresie zbierania (tzw. potoki danych) i analizy danych. Jest to przede wszystkim powiązane z wyzwaniami, jakie niesie Przemysł 4.0, tj. integracją danych pochodzących z różnych systemów (takich jak SCADA, DCS, EAM, CMMS, MES), a także z bezpośrednich źródeł, takich jak sterowniki, czujniki i bazy danych różnych producentów. Nowoczesne oprogramowanie umożliwia zbieranie tych danych w spójnym formacie oraz ich analizę w jednym miejscu. Dzięki temu menadżerowie mogą generować spersonalizowane raporty, podejmować decyzje korzystając z dedykowanych paneli sterujących (dashboards) oraz wykorzystując sztuczną inteligencję.

Modelowanie predykcyjne

Modelowanie predykcyjne z wykorzystaniem sztucznej inteligencji wykorzystuje algorytmy uczenia maszynowego lub głębokiego do tworzenia modeli, które prognozują lub estymują wartości na podstawie danych wejściowych. Proces wdrażania tego typu rozwiązania można sprowadzić do kilku głównych obszarów:

Predykcyjne modele utrzymania ruchu

W dziedzinie utrzymania ruchu, stosowaną obecnie praktyką jest tzw. c*ondition based maintenance* (CBM).

Jest to system, w którym działania związane z utrzymaniem, konserwacją czy serwisowaniem podejmowane są w reakcji na wykryte nieprawidłowości w bieżącym funkcjonowaniu. Jednak przyszłością są systemy skierowane bardziej ku przewidywaniu. Takie systemy są zdolne do prognozowania przyszłych zdarzeń, co umożliwia zapobieganie awariom i unikanie przestojów w pracy. Mowa tutaj oczywiście o wykorzystaniu systemów wspomaganych sztuczną inteligencją, co opiera się m.in. na analizie danych dotyczących stanu maszyn i urządzeń w czasie rzeczywistym lub historycznym w celu przewidywania możliwych awarii lub potrzeb konserwacyjnych.

Predykcyjne modelowanie sprzedaży

Narzędzia do prognozowania sprzedaży oparte na sztucznej inteligencji są już teraz nieocenionym wsparciem dla firm, pozwalając na identyfikowanie oraz wykorzystywanie zarówno pojawiających się trendów, jak i zawartych w nich anomalii. Dzięki algorytmom uczenia maszynowego i analizie dużych zbiorów danych, narzędzia te są w stanie wykrywać subtelne zmiany na rynku, co umożliwia szybką adaptację strategii sprzedażowej. Dodatkowo, możliwość analizy wielu zmiennych jednocześnie pozwala na lepsze zrozumienie czynników wpływających na sprzedaż oraz antycypację zmian, co przekłada się na bardziej precyzyjne prognozy i efektywniejsze działania marketingowe. W rezultacie firmy mogą lepiej dostosowywać swoje działania do potrzeb klientów i zmieniających się warunków rynkowych, zwiększając konkurencyjność i osiągając lepsze wyniki biznesowe.

Modele uczenia maszynowe i głębokiego

Z punktu widzenia samej technologii, wobec opisywanych wyżej wyzwań biznesowych wykorzystywana jest analiza eksploracyjna danych historycznych (np. dane typu szeregu czasowego), by następnie zastosować modele uczenia maszynowego (ang. machine learning) lub uczenia głębokiego (ang. deep learning).
W przypadku uczenia maszynowego do analizy szeregów czasowych używane są różne techniki, takie jak regresja, algorytmy klastrowania, drzewa decyzyjne czy algorytmy oparte na metodach probabilistycznych. Te metody mogą być stosowane do prognozowania przyszłych wartości, wykrywania anomalii, segmentacji danych czy też do klasyfikacji.
Natomiast uczenie głębokie stosowane do analizy szeregów czasowych wykorzystuje głębokie sieci neuronowe, takie jak rekurencyjne sieci neuronowe (RNN), splotowe sieci neuronowe (CNN) lub kombinacje obu. Techniki te pozwalają na naukę złożonych zależności czasowych w danych i są szczególnie efektywne w przypadku analizy sekwencji danych, takich jak obrazy, dźwięki czy właśnie szeregi czasowe.
W obu przypadkach celem jest ekstrakcja istotnych cech z danych czasowych, nauka modelu na podstawie tych cech i wykorzystanie modelu do prognozowania przyszłych wartości, klasyfikacji czy detekcji anomalii.

Oprogramowanie jako usługa

Jak wspomniano we wstępie, coraz więcej przedsiębiorstw będzie przerzucać się na model Software as a Service (SaaS), co umożliwi przede wszystkim elastyczność w dostępie do oprogramowania. Zamiast kupować oprogramowanie firmy będą korzystać z rozwiązań chmurowych, które przekładają się na wymierne korzyści w dwóch kluczowych obszarach: skalowalność/modułowość oraz cyberbezpieczeństwo.

Skalowalność/Modułowość

Firma korzystająca z oprogramowania jako usługi może łatwiej rosnąć poszerzając zasób narzędzi cyfrowych w zależności od potrzeb.

Cyberbezpieczeństwo

Z uwagi na wzrost liczby cyberataków, rozwój oprogramowania zabezpieczającego staje się priorytetem. Rozwiązania Software as a Service najczęściej mają wbudowany komponent bezpieczeństwa. Użytkownik nie musi się więc już troszczyć o jego zapewnienie.

Uczenie maszynowe w prognozowaniu szeregów czasowych

Temat ten nie jest nowością. Prognozowanie szeregów czasowych pozwala dokonywać mądrych wyborów w obszarach finansowych, marketingowych i związanych z ryzykiem. Dlatego też precyzyjne prognozowanie jest koniecznością dla firm, aby dostosować się do zmian rynkowych i wyprzedzić konkurencję. Dobrze znane są standardowe modele, takie jak ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average), wygładzanie wykładnicze czy sezonowa dekompozycja szeregów czasowych (STL). Ich zaletą jest przede wszystkim to, że są łatwe do zrozumienia, ale zarazem oparte na solidnej teorii. Dlatego też są one standardowym wyborem do prognozowania przyszłości. Obecnie jednak w miarę postępów w uczeniu maszynowym obserwujemy duży wzrost wykorzystania tego typu modelowana do przewidywania danych szeregów czasowych. Techniki takie jak ***bagging*** i ***boosting*** pozwalają na wykrywanie trudnych wzorców i nietypowych powiązań w danych szeregów czasowych. Ich unikalną cechą jest uczenie się bezpośrednio z surowych danych. Mogą radzić sobie z ogromnymi ilościami danych i dokonywać trafnych domysłów.



SZTUCZNA INTELIGENCJA W BIZNESIE OD LUQAM

Popraw efektywność swojego biznesu dzięki AI!

SPRAWDŹ SZCZEGÓŁY TUTAJ!

https://www.luqam.com/industry-4-0/ai-w-biznesie/

Sekcja 3: Predykcyjne Utrzymanie Ruchu



PM - Predictive Maintenance (Predykcyjne Utrzymanie Ruchu): strategia zarządzania sprzętem polegająca na wykonywaniu konserwacji w odpowiednim momencie. Celem jest przeprowadzenie interwencji naprawczych tuż przed spodziewanym wystąpieniem awarii, ale nie wcześniej niż jest to konieczne. Podejście oparte na danych i algorytmach prognostycznych (np. AI), które analizują stan urządzeń w celu przewidywania kiedy może dojść do awarii.

10% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

32% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**

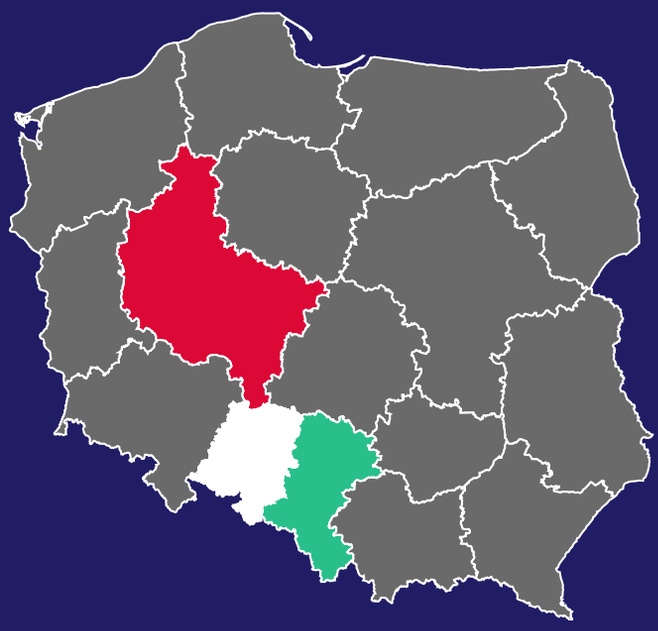


Wynik ogólny

Średni wynik firm, które wdrożyły TPM

Total Productive Maintenance

55%



Czy na maszynach zainstalowane są sensory zbierające dane diagnostyczne?

6%

firm w pełni zbiera dane diagnostyczne

Najwyższy wynik (**60%**) w sekcji Predykcyjne Utrzymanie Ruchu został uzyskany w województwie **śląskim.** Województwo **wielkopolskie** uzyskało najniższy wynik.

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji Predykcyjne Utrzymanie Ruchu



Małe



Średnie



Duże

Najlepszy wynik branży w sekcji Predykcyjne UR



AUTOMOTIVE
54%

Firmy, które osiągnęły zaawansowany wynik w kategorii **Predykcyjne Utrzymanie Ruchu** mają również zaawansowany wynik w sekcji **dane i wskaźniki**.

Interpretacja wyniku dotyczącego wdrożenia podejścia TPM w firmach na poziomie 55% jasno wskazuje, że nie ma dróg na skróty i wykorzystanie zaawansowanych technologii predykcyjnych ma sens. Ale najpierw musimy zadbać o standardy i zaangażowanie pracowników w procesy konserwacyjne.
Faktem jest, że **firmy, które wdrożyły system TPM mają o ponad 20% lepsze wyniki, niż organizacje, które nie stosują zasad kompleksowego utrzymania ruchu**.
Jeśli wyobrazimy sobie, że dzięki AI w połączeniu z IoT będziemy w stanie przewidzieć z wyprzedzeniem awarię każdej maszyny czy krytycznej instalacji w zakładzie oraz zmniejszyć ryzyko nieplanowanego przestoju niemal do zera, to łatwo możemy przełożyć to wyobrażenie na skalę oszczędności w firmie.

Sekcja 4: Automatyzacja i robotyzacja



Automatyka i robotyka: dwie dziedziny zajmujące się sterowaniem i automatyzacją procesów.
Automatyka: dziedzina inżynierii, która zajmuje się projektowaniem, budową, analizą i kontrolą systemów automatycznych.
Robotyka: gałąź automatyki, która koncentruje się na użytkowaniu robotów. Roboty są stosowane w sytuacjach, gdzie człowiek może być narażony na niebezpieczeństwo lub w miejscach, gdzie automatyzacja przyspiesza proces.

16% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

26% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**



Wynik ogólny



67%

Poziom wdrożenia automatyzacji i robotyzacji w firmie o **największym przychodzie**.

Jedna z firm z **branży maszynowej** uzyskała **maksymalny** wynik w tej sekcji.

Czy wykorzystywane w firmie zautomatyzowane systemy produkcji oraz roboty są autonomiczne?

16%

firm odpowiedziało twierdząco

Czy firma posiada roboty / coboty lub manipulatory zapewniające autonomiczne funkcje produkcyjne, logistyczne lub pomocnicze?

46%

firm odpowiedziało twierdząco

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji automatyzacja i robotyzacja



Małe

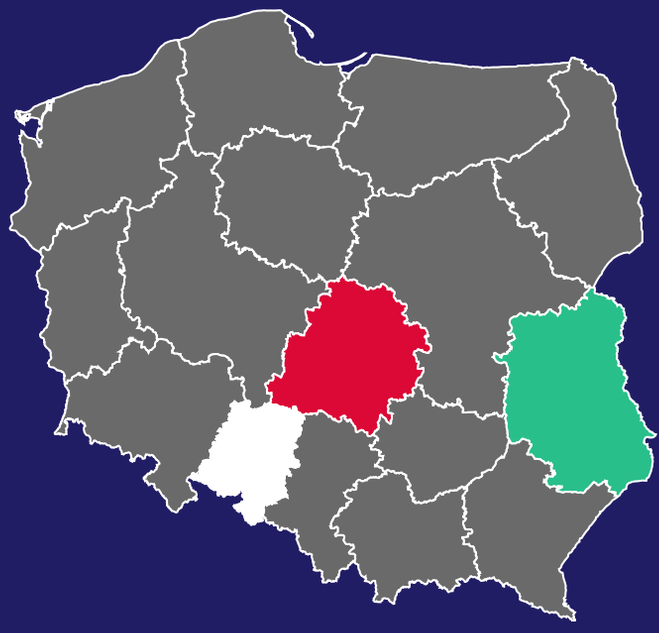


Średnie



Duże

Najlepszy wynik w sekcji automatyzacja i robotyzacja został uzyskany w województwie **lubelskim** i średnia w tym województwie wynosiła **60%**. Województwo **łódzkie** uzyskało najniższy wynik w tej sekcji.



Najlepsza branża w sekcji automatyzacja i robotyzacja



PRZETWÓRSTWO TWORZYW SZTUCZNYCH

52%

Jedna z firm należąca do branży maszynowej uzyskała **najwyższy** możliwy wynik **100%.**

W sekcji automatyzacji i robotyzacji wynik ogólny to 39% - to całkiem nieźle. Natomiast wynik samego zastosowania robotów w procesach produkcyjnych wyniósł 56%. **Polska rzeczywiście jest w czołówce państw europejskich jeśli chodzi o dynamikę robotyzacji** - w roku 2023 zanotowała wzrost o 20% w stosunku do poprzedniego okresu. Widać tu też sporą korelację pomiędzy możliwościami finansowymi, a zaawansowaniem w automatyzacji i robotyzacji. Wskazuje na to chociażby wynik całościowy na poziomie 67% osiągnięty przez firmę z najwyższym przychodem wśród badanych. Nie mniej perspektywa KPO w ramach której przewidzianych jest łącznie 160 mld Euro na wsparcie między innymi inwestycji w przemyśle wskazuje, że dynamika wydatków w zakresie robotyzacji będzie duża.



Dlaczego warto inwestować w robotyzację?

Mateusz Weber
Kierownik ds. kluczowych klientów w PROPOINT S.A.

Automatyzacja produkcji zwiększa efektywność i bezpieczeństwo, stając się koniecznością dla firm, które chcą utrzymać produkcję na pożądanym poziomie. Jakie wyzwania stoją dziś przed polskimi przedsiębiorstwami w erze Przemysłu 4.0?

Jak rozwija się robotyzacja w Polsce

Gęstość robotyzacji w polskim przemyśle rośnie, osiągając 71 robotów na 10 000 pracowników*. Zainteresowanie robotyzacją w Polsce wynika m.in. ze wzrostu dostępności zaawansowanych technologii, związanych z Przemysłem 4.0, takich jak roboty i automatyka przemysłowa, zwiększonego dostępu do rozwiązań sztucznej inteligencji, a także wzmożonego rozwoju środowiska biznesowego, w tym firm integratorskich. Rodzime firmy konkurują globalnie, a inwestycja w robotyzację zwiększa ich efektywność, redukuje koszty, poprawia jakość i precyzję oraz minimalizuje ryzyko błędów.

Inwestycja na wstępie i perspektywa zysku

Inwestycja w robotyzację wymaga uwzględnienia specyfiki branży i procesów produkcyjnych. Choć **początkowe koszty** są znaczne, **długoterminowo** roboty obniżają koszty produkcji oraz cenę finalnego produktu. Z perspektywy czasu, odpowiednie zarządzanie, stała **kontrola oraz optymalizacja** sprawiają, że inwestycja w robotykę staje się opłacalna, pomimo **kosztów stałych**, takich jak zużycie energii czy konserwacja. Jednym z rozwiązań, które optymalizuje koszty eksploatacji jest **Predictive Maintenance**, rozwijane przez PROPOINT S.A. i Politechnikę Śląską.

Od czego zacząć robotyzację w firmie

Coraz więcej firm decyduje się na wdrażanie robotów przemysłowych w swoich procesach produkcyjnych i są to również **średnie i małe przedsiębiorstwa**. W kontekście wyzwań inflacyjnych i demograficznych, robotyka staje się kluczowym rozwiązaniem dla zwiększenia efektywności produkcji. Na co przedsiębiorcy powinni zwrócić uwagę, zanim zainwestują w nowe technologie? Przede wszystkim na dokładną **analizę własnych potrzeb i celów biznesowych**.

***Analiza ryzyka i budżetu** oraz wybór odpowiednich dostawców technologii to kolejne, niezbędne etapy inwestycji.*

Ważne jest jasne określenie, w jaki sposób automatyzacja będzie wspierać i usprawniać lub całkiem zastępować istniejące procesy produkcyjne. Analiza ryzyka i budżetu oraz wybór odpowiednich dostawców technologii to kolejne, niezbędne etapy inwestycji. Nie można zapomnieć o kluczowych parametrach produkcyjnych, czyli **wydajności, jakości i elastyczności**. Nowe technologie powinny otwierać drzwi do zwiększenia tych wartości. Nie zapominajmy, że system powinien być elastyczny wobec zmieniających się wymagań rynkowych. Kluczową rolę odgrywa **integracja różnych technologii**, dlatego istotne jest **zaangażowanie doświadczonego integratora**, eksperta w dziedzinie robotyki, który zapewni kompleksową integrację systemów.

*Raport International Federation of Robotics 2023



Nie ma robotyzacji bez cyfryzacji

W erze Przemysłu 4.0, robotyzacja ściśle współgra z cyfryzacją. Kluczową rolę odgrywa rozwinięta **infrastruktura cyfrowa**, umożliwiająca pełne wykorzystanie potencjału produkcji zrobotyzowanej. Przedsiębiorcy mogą optymalizować pracę robotów **poprzez systemy sterowania, monitorowania, komunikacji i przetwarzania danych**, nadając produkcji nowy wymiar efektywności. **Analiza danych w czasie rzeczywistym** to klucz do natychmiastowej reakcji na potencjalne problemy. Infrastruktura cyfrowa nie tylko zwiększa efektywność działań, ale także sprawnie integruje się z systemami zarządzania produkcją, logistyką i CRM. Planując inwestycje zrobotyzowane, warto uwzględnić rozwój infrastruktury cyfrowej, **inwestując w sieci komunikacyjne, zarządzanie danymi, chmurę obliczeniową i cyberbezpieczeństwo**. Odpowiednie dostosowanie ich do własnych potrzeb umożliwi firmie nie tylko skalowanie, ale także przygotowanie do przyszłej digitalizacji produkcji.

Analiza danych w czasie rzeczywistym *to klucz do natychmiastowej reakcji na potencjalne problemy.*

Infrastruktura cyfrowa nie tylko zwiększa efektywność działań, ale także sprawnie integruje się z systemami zarządzania produkcją, logistyką i CRM. Planując inwestycje zrobotyzowane, warto uwzględnić rozwój infrastruktury cyfrowej, **inwestując w sieci komunikacyjne, zarządzanie danymi, chmurę obliczeniową i cyberbezpieczeństwo**. Odpowiednie dostosowanie ich do własnych potrzeb umożliwi firmie nie tylko skalowanie, ale także przygotowanie do przyszłej digitalizacji produkcji.

PROPOINT to wiodąca firma na polskim rynku innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie automatyki i robotyki, realizująca projekty na całym świecie. Kompleksowo projektuje i integruje systemy automatyki przemysłowej, zwiększając wydajność zakładów produkcyjnych. Współpracuje z największymi korporacjami z branży motoryzacyjnej. Oferta firmy obejmuje również produkcję szaf sterowniczych, budowę zautomatyzowanych linii produkcyjnych oraz gniazd zrobotyzowanych z procesami spawania i spawania laserowego. Holistyczne podejście do automatyzacji oraz rozwiązania oparte na technologiach z obszaru Przemysłu 4.0 to rdzeń naszego know-how. Zespół składa się z blisko 600 pracowników, a 80% z nich to doświadczeni inżynierowie, eksperci w dziedzinie robotyki i procesów przemysłowych.



Dowiedz się więcej

Sekcja 5: Autonomiczna intralogistyka



Autonomiczna intralogistyka: technologia autonomicznych systemów związanych z przemieszczaniem, przechowywaniem i obsługą materiałów wewnątrz magazynów, hal produkcyjnych czy centrów logistycznych za pomocą pojazdów bezzałogowych (AGV – Autonomous Guided Vehicles). Ich kluczowa cecha to zdolność do samodzielnego podejmowania decyzji, planowania tras, wykonywania transportu towarów i reagowania na zmienne warunki otoczenia.

8% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

64% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**



Wynik ogólny

Firma, która uzyskała **najwyższy** wynik w sekcji **autonomiczna intralogistyka** jest z branży tworzyw sztucznych i gumy.
Ta sama firma w kategorii **automatyzacja i robotyzacja** osiągnęła wynik **83%**, a w sekcji **wirtualna i rozszerzona rzeczywistość 0%**.

Przychód przedsiębiorstw, które uzyskały najwyższy wynik w tej sekcji

Małe **13 mln PLN**

Średnie **87 mln PLN**

Duże **330 mln PLN**

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji autonomiczna intralogistyka



Małe



Średnie

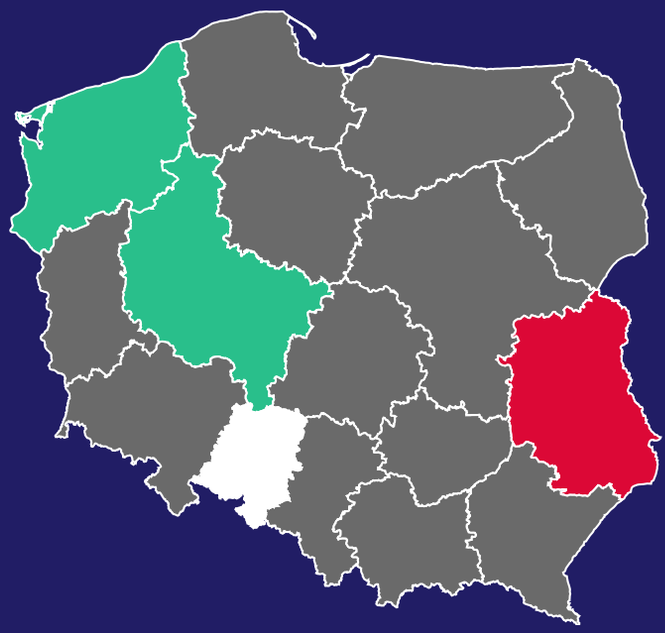


Duże

Czy firma korzysta z autonomicznych pojazdów (AGV) lub mobilnych robotów autonomicznych (AMR) w procesach wewnątrzmagazynowych?

80%

firm nie wykorzystuje AGV/AMR w **żadnym stopniu**



Najlepsze wyniki **(50%)** w sekcji autonomiczna intralogistyka zostały uzyskane w województwach **zachodniopomorskim** i **wielkopolskim**. Najgorszy wynik uzyskało województwo **lubelskie**.

Rozwój technologii AGV i autonomicznej intralogistyki ma charakter bardzo dynamiczny. W zakładach produkcyjnych, w których występuje skomplikowana struktura logistyczna z wieloma strefami produkcyjnymi i magazynowymi lub też złożone układy przestrzenne z licznymi skrzyżowaniami i zakrętami, autonomiczna intralogistyka może zdecydowanie poprawić płynność transportu i wpłynąć na redukcję kosztów.

Badanie potwierdza, że **istnieje związek pomiędzy wielkością zakładu, a motywacją do sięgania po rozwiązania z palety autonomicznej intralogistyki**.

Firmy, które osiągnęły bardzo dobry wynik w tej sekcji tj. powyżej 40% (średnia wyniosła 19%) miały średnią powierzchnię zakładu wielkości 32481 metrów kwadratowych. Z kolei firma, która uzyskała najwyższy wynik w tej sekcji badania - czyli 72% - miała powierzchnię 40000 metrów.

Sekcja 6: Digital Twin i symulacja procesów



Digital Twin: koncepcja cyfrowego odwzorowania rzeczywistego obiektu (np. linii produkcyjnej). Jest to wirtualny odpowiednik rzeczywistego środowiska. Podstawową ideą jest stworzenie kompletnego cyfrowego modelu, który odzwierciedla rzeczywiste zachowanie i charakterystyki tego obiektu. Dane z rzeczywistego środowiska są synchronizowane z modelem cyfrowym, co umożliwia monitorowanie, analizę i symulację różnych scenariuszy bez konieczności ingerencji w rzeczywisty obiekt.

8% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

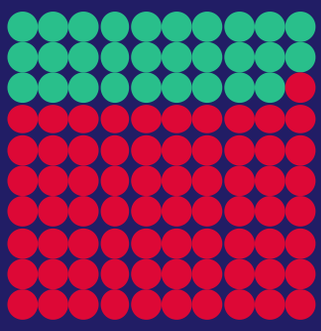
44% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**



Wynik ogólny

95%

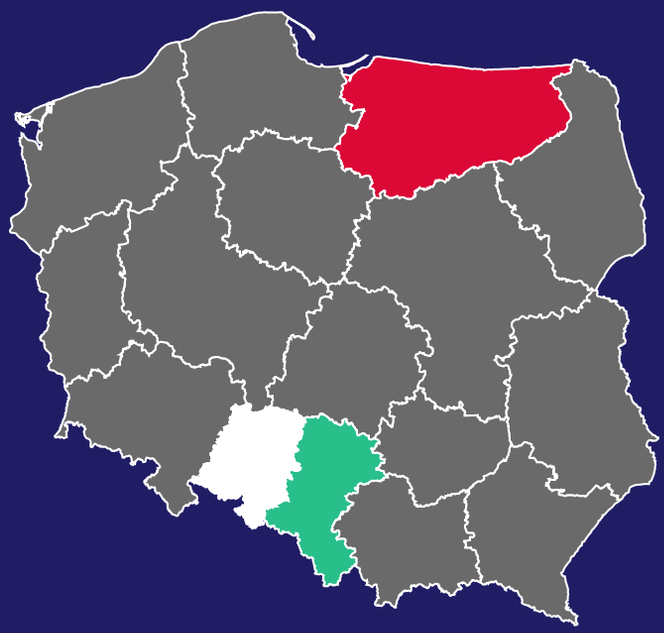
najwyższy wynik w sekcji uzyskała firma z branży **automotive**.



29%

organizacji analizuje wpływ **layoutu** na funkcjonowanie systemu produkcyjnego.

Ponad **75%** firm nie wykorzystuje możliwości symulacji komputerowej.



Najlepszy wynik w sekcji Digital Twin i symulacja procesów **(58%)** został uzyskany w województwie **śląskim**. Województwo z najniższą oceną to **warmińsko-mazurskie.**

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji Digital Twin i symulacja procesów



Małe



Średnie

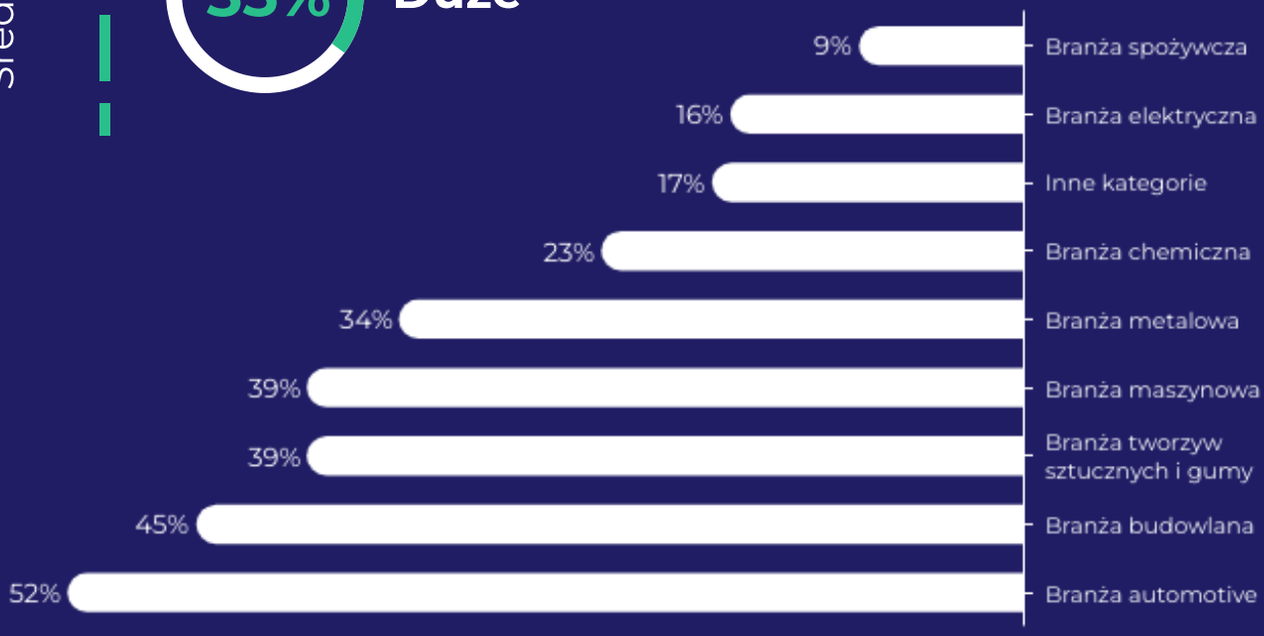


Duże

Czy istnieje model symulacyjny dla przynajmniej jednego obszaru?



Wyniki branż



Dziwić może fakt, że 75% firm nie korzysta w ogóle z modeli komputerowych, mimo że wydają się stosunkowo niskokosztowe w relacji do wymiernych korzyści.
Stare przysłowie o tradycyjnym projektowaniu mówi, że koszty na etapie projektowania są 10 razy mniejsze niż błędy z nich wynikające wykryte na etapie produkcji i 100-krotnie mniejsze niż błędy wykryte przez Klienta. Dlatego testowanie różnych technologii, czy też prognozowanie wydajności lub efektywności różnych systemów produkcyjnych w modelu Digital Twin, zanim uruchomimy inwestycję, wydaje się krokiem w pełni zasadnym. Przestrzeń do rozwoju w tym obszarze wydaje się ogromna, zwłaszcza, **że tylko 9% spośród badanych firm posiada model Digital Twin** obejmujący cały obszar produkcyjny, który jest na bieżąco aktualizowany.
Wynik na poziomie 52% osiągnięty przez branżę automotive wynika zapewne w dużej mierze z tego, że wielu Klientów OEM i Tier 1 często oczekuje od dostawców wirtualnej prezentacji linii czy też procesu. Często wówczas wykorzystywane są technologie wirtualnej rzeczywistości - czyli zwiedzanie fabryki z wykorzystaniem gogli VR.

Sekcja 7: Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość



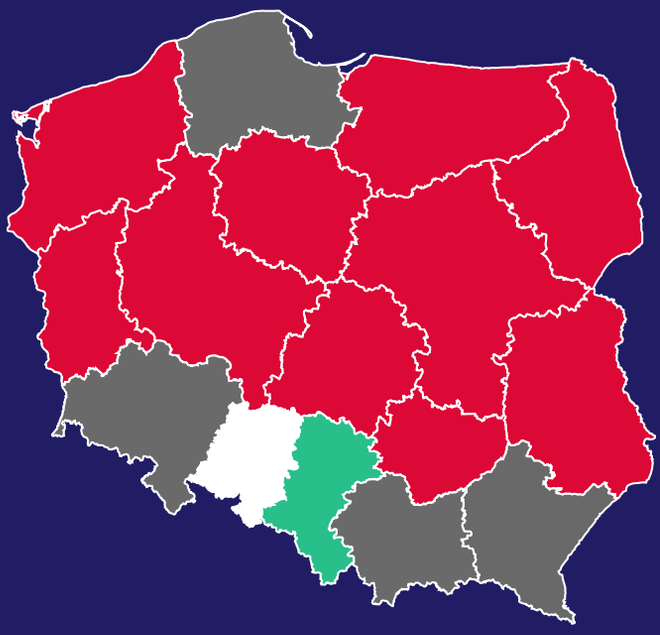
VR - Virtual Reality (wirtualna rzeczywistość): technologia, która tworzy wirtualne środowisko. Użytkownik za pomocą okularów VR, może zanurzyć się w trójwymiarowym, interaktywnym środowisku. VR pozwala użytkownikowi doświadczać i oddziaływać ze sztucznym środowiskiem, jakby było ono rzeczywiste. Natomiast AR - Augmented Reality (rozszerzona rzeczywistość) łączy elementy rzeczywistego świata z elementami wirtualnymi, dostarczając użytkownikowi hybrydowe doświadczenie.

0% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

78% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**



Wynik ogólny



Najlepszy wynik (**27%**) w sekcji wirtualna i rozszerzona rzeczywistość został uzyskany w województwie **Śląskim.** Najniższe wyniki zanotowano w **10 województwach.**

Czy identyfikowane są obszary z potencjałem zastosowania technologii VR / AR?

17%

firm odpowiedziało twierdząco

Czy technologia VR/AR stosowana jest do symulowania sytuacji awaryjnych lub kryzysowych?

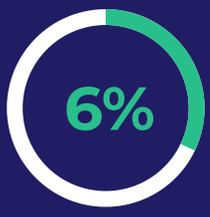
2%

firm odpowiedziało twierdząco

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji wirtualna i rozszerzona rzeczywistość



Małe



Średnie



Duże

Najlepszy wynik uzyskała śląska firma z branży



AUTOMOTIVE
57%

Rozwiązania VR/AR są integrowane z innymi systemami (np. z systemami IoT) w celu zapewnienia bardziej kompleksowego i immersyjnego doświadczenia, np. w systemach wspomagania obsługi magazynów (identyfikacja położenia, wspomaganie lokalizacji towarów w magazynie), podglądu danych z bazy danych lub sensorów w czasie rzeczywistym w formie rozszerzonej rzeczywistości.

6% to zdecydowanie najniższy wynik osiągnięty w poszczególnych sekcjach badania. Zaskoczenie? W zasadzie tak, ponieważ **VR i AR mają bardzo szerokie możliwości zastosowania w przemyśle**. Począwszy od możliwości zastosowania szerokiej palety szkoleń „zautomatyzowanych" dla pracowników, w utrzymaniu ruchu i serwisie, gdzie pracownik może mieć dostęp do informacji o maszynie bezpośrednio w okularach VR, aż po logistykę gdzie w okularach mogą być wyświetlane różnorodne informacje i instrukcje dotyczące kompletacji, tras itd.
Dlaczego zatem tak niski wynik? Wydaje się, że technologia realizacji szkoleń - zwłaszcza z obsługi bezpośredniej urządzeń - ma jeszcze zbyt małe możliwości odwzorowania. Z kolei okulary wykorzystywane do działań serwisowych i UR są na chwilę obecną zbyt mało poręczne w warunkach fabrycznych.
Trzeba pamiętać, że technologie we wspomnianych kwestiach rozwijają się dynamicznie i najpewniej lada chwila wspomniane bariery znikną.

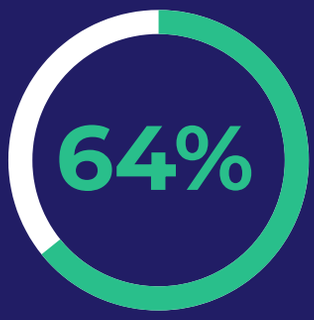
Sekcja 8: Cyberbezpieczeństwo



Cyberbezpieczeństwo: dziedzina związana z ochroną systemów komputerowych, sieci, danych oraz infrastruktury przed zagrożeniami związanymi z cyberprzestępczością. Głównym celem jest utrzymanie poufności, integralności i dostępności danych oraz zabezpieczanie systemów przed nieuprawnionym dostępem, atakami i szkodliwym oprogramowaniem.

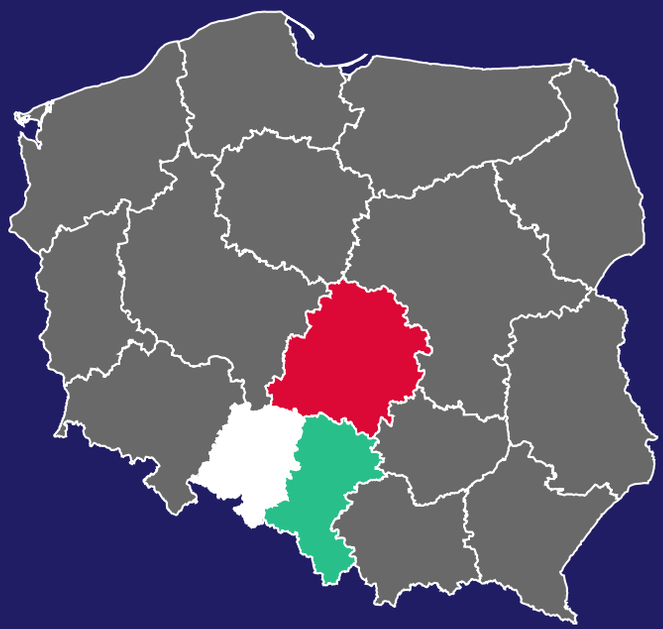
60% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

8% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**



Wynik ogólny

6 firm uzyskało maksymalny wynik (**100%**) w tej sekcji - były to firmy **duże** z województwa śląskiego i podkarpackiego z branż: automotive, tworzyw sztucznych i gumy, elektrycznej, maszynowej i metalowej.



Najlepszy wynik (**93%**)w sekcji cyberbezpieczeństwo został uzyskany w województwie **śląskim.**
Województwo **łódzkie** zanotowało najgorszy wynik.

Najniższy wynik uzyskała branża



SPOŻYWCZA
34%

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji cyberbezpieczeństwo



Małe



Średnie



Duże

Cyberbezpieczeństwo to najwyżej oceniana sekcja w całym badaniu.

64%

Czy monitorowany jest ruch sieciowy w poszukiwaniu niepokojących sygnałów?



Czy wszystkie systemy IT są wyposażone w aktualne oprogramowanie antywirusowe?

81% firm odpowiedziało twierdząco

Średni wynik 64% uzyskany przez firmy w sekcji cyberbezpieczeństwo jest najwyższym ze wszystkich sekcjach poddanych ocenie.
Wygląda na to, że **świadomość tego, że dane są „złotem dzisiejszych czasów" jest bardzo wysoka**. Nawet nieco bardziej zaawansowane narzędzia do wykrywania potencjalnych zagrożeń (IDS) oraz do aktywnej interwencji w celu zapobiegania atakom (IPS) są wdrożone w 49% przedsiębiorstw. Niewykluczone też, że w pewnej mierze regulacje RODO, czy też coraz częściej spotykane umowy NDA, upowszechniły wdrażanie środków bezpieczeństwa w zakresie danych.

Sekcja 9: Metody i narzędzia zarządzania



Metody i narzędzia zarządzania: techniki, strategie, procedury oraz instrumenty używane w procesie zarządzania przedsiębiorstwem, projektem, zasobami ludzkimi. Te metody i narzędzia są wykorzystywane w celu usprawnienia, efektywnego planowania, monitorowania i kontrolowania działań organizacji.

8% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

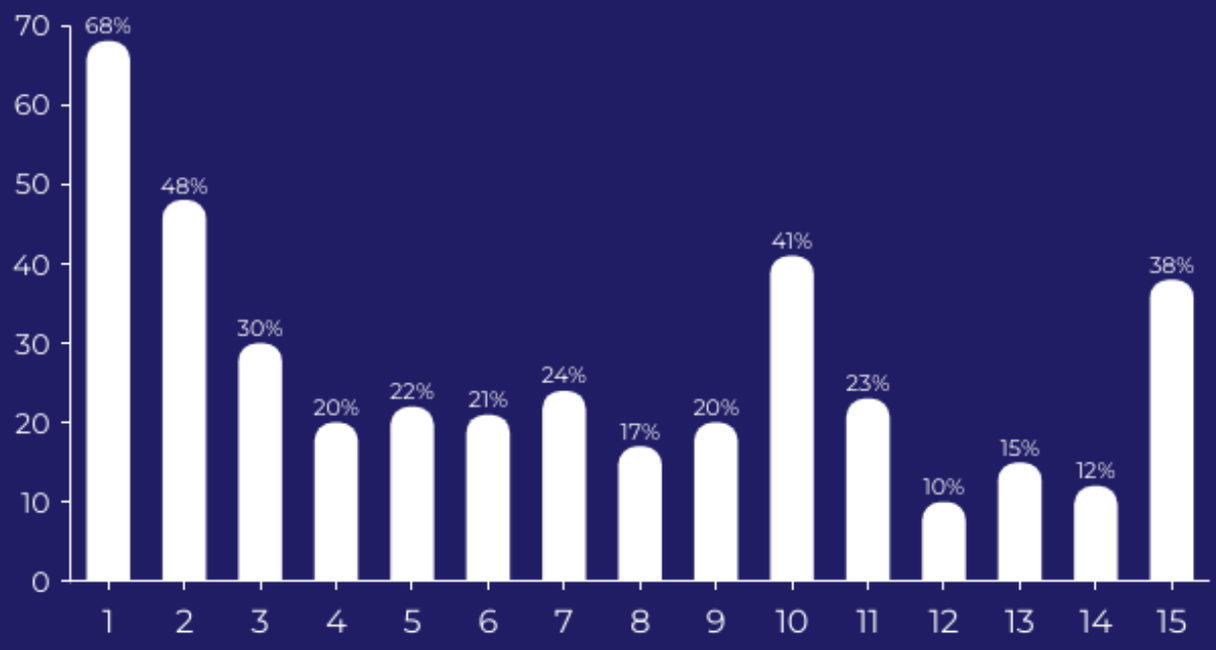
50% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**



Wynik ogólny

400 mln Przychód firmy, z branży elektrycznej, znajdującej się na podkarpaciu, która uzyskała **najwyższy możliwy wynik** sekcji.

Wyniki poszczególnych pytań



*Treść pytań dostępna na stronie 45

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji metody i narzędzia zarządzania



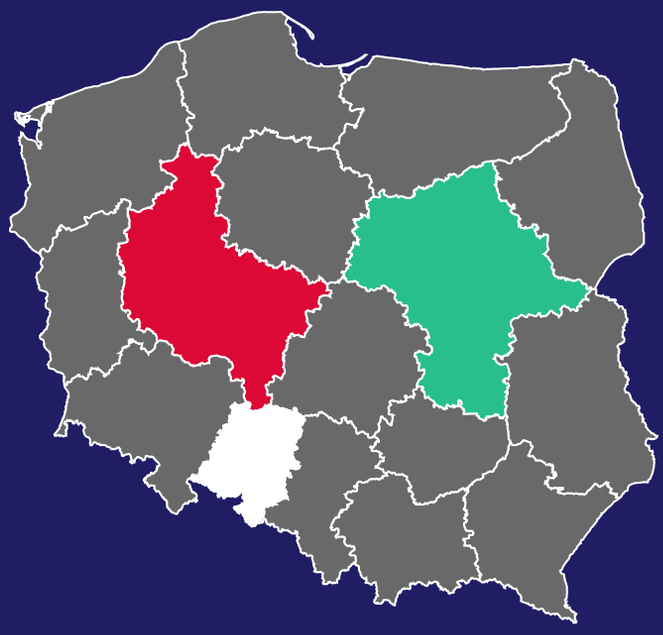
Małe



Średnie



Duże



Najlepszy wynik (**60%**) w sekcji **metody i narzędzia zarządzania** został uzyskany w województwie **mazowieckim**.
Najniższy wynik uzyskało województwo **wielkopolskie**.

Najwyższy wynik uzyskała branża



ELEKTRYCZNA
48%

Czy istnieje zespół odpowiedzialny za symulację zmian layoutu i jego wpływu na system produkcji?

68%

firm prowadzi prace nad layoutem

Wynik 30% w sekcji dotyczącej tradycyjnych narzędzi zarządzania i optymalizacji nie wydaje się wysoki, zwłaszcza, że większość z nich jest już dobrze ugruntowana w polskich przedsiębiorstwach.
Jak wspominano już wcześniej (w sekcji dotyczącej Predykcyjnego Utrzymania Ruchu), wdrożenie narzędzi i standardów jest warunkiem koniecznym do skutecznej transformacji cyfrowej fabryki.
Wynik na poziomie 30% byłby zaskakująco niski, gdyby oceniono stopień wdrożenia samych narzędzi. Natomiast **w filozofii Industry 4.0 chodzi głównie o cyfryzację i wymianę danych w całym e-systemie fabryki**. Dlatego też istnienie konkretnego oprogramowania, które wspomaga tradycyjne narzędzia i komunikuje się zarówno między sobą, jak i innymi systemami powołanymi do zarzadzania firmą wydaje się być niezbędne. Zatem wszystko wskazuje na to, że w tym obszarze jest jeszcze sporo do zrobienia.



Droga rozwoju organizacji w kierunku Industry 4.0

Daniel Taborski
Dyrektor Operacyjny w LUQAM sp. z o.o. sp. k.

Normatyw, SMED, czy mapa procesu nie są pojęciami definiującymi ideę Industry 4.0. Skąd więc w ankiecie pytania o tematykę Lean Management, która na fali popularności narzędzi Przemysłu 4.0 coraz rzadziej pojawia się w dyskursie o tym, w jaki sposób unowocześniać i cyfryzować firmy produkcyjne? Funkcjonujemy przecież w erze Czwartej Rewolucji Przemysłowej, a rewolucja przemysłowa oznacza dynamiczny i fundamentalny przewrót w sposobie wytwarzania i organizacji pracy, bazujący przede wszystkim na epokowych odkryciach technicznych. Tradycyjne, znane od kilkudziesięciu lat narzędzia organizacji i standaryzacji pracy w teorii nie powinny być z nią kojarzone, choć jest to temat bardziej złożony.

Realizacja symulacji w środowisku cyfrowym

Weźmy przykład jednego z filarów Przemysłu 4.0, którym jest realizacja symulacji w środowisku cyfrowym. Możliwość tworzenia modelu rzeczywistego procesu lub systemu pozwala na przeprowadzanie różnego rodzaju symulacji wirtualnych bez konieczności ingerencji w rzeczywistość produkcyjną. Z punktu widzenia doskonalenia systemu produkcyjnego najciekawsze są symulacje typu „what if", dzięki którym widzimy, w jaki sposób zmieni się proces / obszar / system produkcyjny po wprowadzeniu hipotetycznych zmian organizacyjnych lub technologicznych. Momentem wieńczącym okres pracy nad przygotowaniem symulacji jest zazwyczaj naciśnięcie przycisku „start" i powierzenie algorytmom programu oraz mocy obliczeniowej sprzętu komputerowego zadania dostarczenia obiektywnej, bazującej na obliczeniach, odpowiedzi na pytanie „co będzie, jeśli?".

Potęga danych i systemy ich zbierania

Wcześniej jednak należy wyposażyć program w zestaw odpowiednich pod kątem jakości, ustrukturyzowanych danych o pracy ludzi, maszyn i przepływie. Pracę ludzi i maszyn można opisać za pomocą normatywów, czy wskaźników, takich jak produktywność, MTBF, czy wyliczony w ramach realizowanych warsztatów SMED - realny czas przezbrojeń.

Z kolei jeśli chodzi o przepływ, najlepiej zobrazować go w postaci mapy, np. wykorzystując Mapowanie Strumienia Wartości.Oczywiście należy dążyć do tego, by w obszarach, w których jest to możliwe, tradycyjną pracę związaną ze zbieraniem i strukturyzowaniem danych wykonać przy użyciu np. czujników IoT, które dodatkowo komunikując się ze sobą mogą dawać wyniki w czasie rzeczywistym i tworzyć środowisko Cyfrowego Bliźniaka Fabryki. Ale nawet w takiej, optymalnej sytuacji, kluczowa pozostaje sprawna komunikacja – już nie pomiędzy czujnikami i maszynami, ale pomiędzy systemem produkcyjnym, a ludźmi, którzy są jego gospodarzami. Symulacje „what if" dają określone wyniki i wskazówki co do tego w jaki sposób zmieniać system produkcyjny, by przełożyło się to na wartość dodaną. Aby rekomendacje te móc wcielić w życie, muszą one dać się przetłumaczyć na język produkcji – zazwyczaj definiowany poprzez powszechnie znane narzędzia, wskaźniki i metody ich pomiaru. Tak więc, często trzeba zejść wprost do gemba, wyznaczyć nowy normatyw, popracować nad szybkim przezbrojeniem zgodnie z krokami SMED, czy zbudować nową mapę procesu używając notacji, która zrozumie każdy inżynier zajmujący się optymalizacją na świecie (a taka notacja używana jest np. w VSM).

Wykorzystanie czujników IoT w obszarze utrzymania ruchu

Zresztą Digital Twin, to nie jedyny przykład narzędzia Industry 4.0 czerpiącego z frameworku optymalizacyjnych narzędzi zarządzania. Wspomniane wcześniej czujniki IoT mogą zostać zastosowane w celu wdrożenia Predykcyjnego Utrzymania Ruchu. Czujniki montowane na maszynach są w stanie zbierać różnorodne dane, takie jak temperatura, prędkość obrotowa, ciśnienie, wilgotność itp. Są one przesyłane do platformy zarządzania danymi, gdzie razem z danymi historycznymi o występujących uprzednio awariach, są analizowane za pomocą algorytmów Sztucznej Inteligencji w celu zidentyfikowania anomalii i potencjalnych problemów. I chociaż Predykcyjne Utrzymaniu Ruchu to najwyższy obecnie znany poziom kontroli parku maszynowego, nie oznacza to, że przy prewencji awarii maszyn możemy zrezygnować ze znanych i wypracowanych zasad TPM, np. Autonomicznego Utrzymania Ruchu, a do opisywania tematyki awaryjności i efektywności wyposażenia będziemy używać wskaźników innych niż te, które mocno związane są z koncepcją Total Productive Maintenance, tj. np. OEE.

Najpierw fundamenty, później inwestycje?

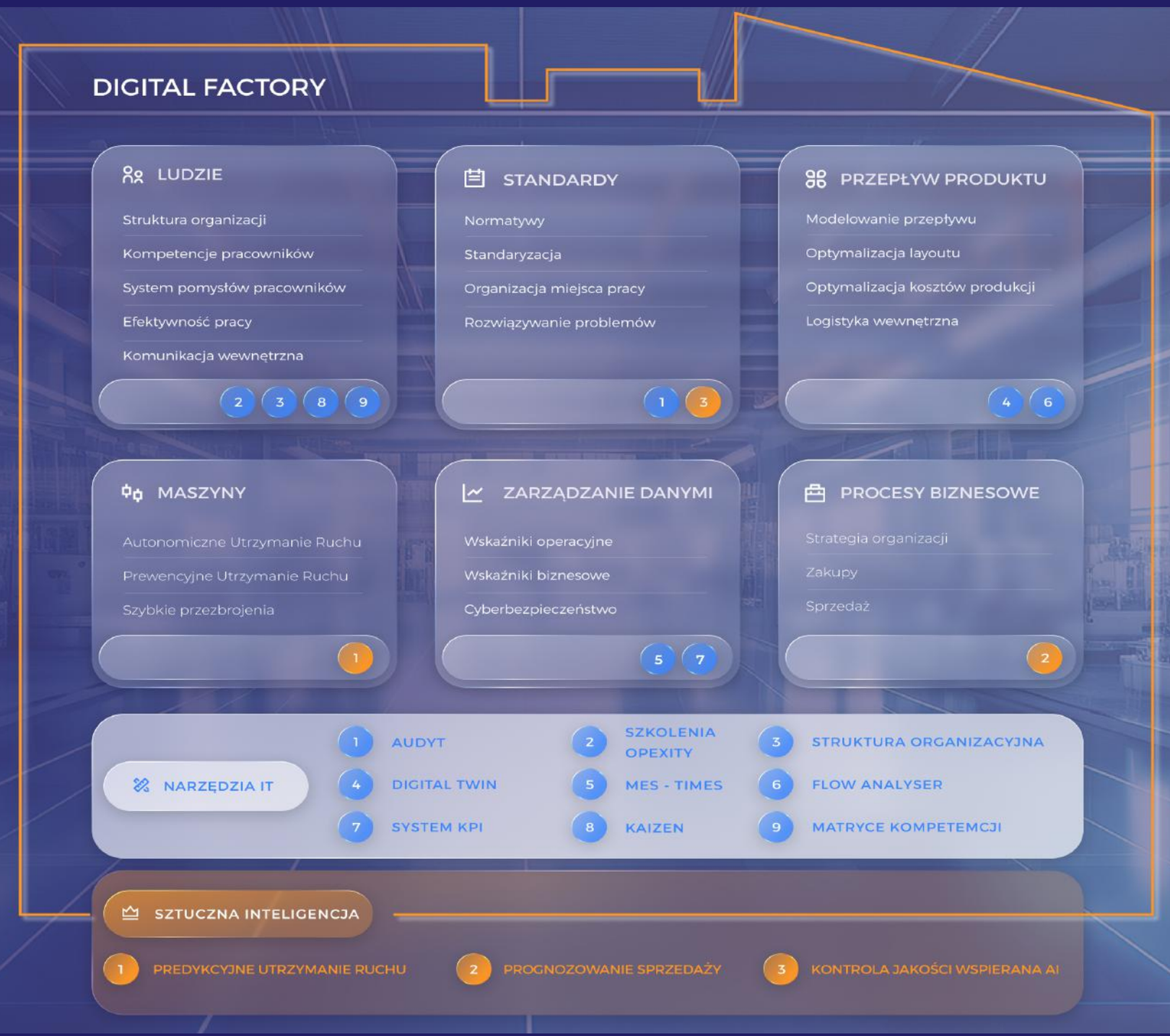
Czy oznacza to sugestię, by nowoczesne rozwiązania Przemysłu 4.0 wdrażać dopiero po tym, gdy produkcja zostanie zoptymalizowana i „ułożona" przy wykorzystaniu znanej metodologii, np. Lean lub WCM? Trzeba przyznać rację stwierdzeniu, że ciężko jest budować zaawansowane rozwiązania w momencie, gdy nie będą one nadzorowane przez kompetentną, sprawnie analizującą dane, umiejącą rozwiązywać i wyciągać wnioski z problemów, znającą możliwości optymalizacyjne kadrę zarządzającą. Jeszcze trudniej, gdy w firmie brak jest nowoczesnych standardów definiujących kulturę organizacyjną umożliwiającą sprawne i elastyczne działanie. Może lepiej skupić się na fundamentach, tym bardziej, że niektóre rozwiązania Industry 4.0 wymagają określonych nakładów finansowych. Czy na pewno firma może sobie na to pozwolić? Otóż może, a nawet powinna. Niezależnie od tego, na jakim obecnie stopniu rozwoju organizacyjnego się znajduje, to w temacie narzędzi Przemysłu 4.0 jedyne na co firma nie może sobie pozwolić to to, by (jeśli jeszcze nie jest w trakcie) nie rozpoczynać transformacji, automatyzacji i cyfryzacji swojego biznesu. Aby zobrazować sobie skalę zmian, które czekają wiele firm można wyobrazić sobie to w jaki sposób dziś na rynku mogłaby prosperować firma, która funkcjonowała w erze Drugiej Rewolucji Przemysłowej (gdzie wydarzeniem epokowym było wynalezienie elektryczności i ustawienie produkcji w linię), ale nie zaimplementowała nowinek, które niosła za sobą Trzecia Rewolucja Przemysłowa, a nowinkami tymi były ogólnie rzecz ujmując komputery.

W jaki sposób taka firma funkcjonowałaby dziś na rynku? Pytanie oczywiście jest retoryczne. Być może dziś nie każdy jest w stanie uwierzyć w to, że Internet Rzeczy, Rozszerzona Rzeczywistość, Sztuczna Inteligencja, Cyfrowy Bliźniak będą już niebawem elementami krajobrazu przemysłowego tak powszechnymi jak dziś powszechne są komputery, a wcześniej elektryczność i mechanizacja, co nie zmienia faktu, że tak właśnie się stanie.

Cyfrowa fabryka

Drogą rozwoju organizacji w kierunku Przemysłu 4.0 może być koncepcja „Cyfrowej Fabryki", która łączy w sobie inżynierię cyfrową z przemysłem, tworząc nowoczesne środowisko produkcyjne. **Koncepcja Cyfrowej Fabryki powinna bazować na mocnych podwalinach organizacji produkcji oraz dających skokowe, pozytywne zmiany rozwiązaniach technicznych i informatycznych.** Synergia zdroworozsądkowego podejścia do produkcji (które nieodmiennie manifestowane jest przez „archaiczne" pojęcia wymienione na początku tekstu) ze światem cyfrowym pozwala na wdrażanie i doskonalenie obu tych światów jednocześnie – bez konieczności dokonywania wyborów. Jednoczesna praca nad efektywnymi standardami oraz wdrażaniem pierwszych projektów związanych np. z uczeniem maszynowym, symulacjami, czy cyberbezpieczeństwem jako narzędziami Przemysłu 4.0 pozwala zarówno na doskonalenie fundamentów działalności firmy produkcyjnej, jak również na rozpoczęcie procesu transformacji cyfrowej.

KONCEPCJA CYFROWEJ FABRYKI

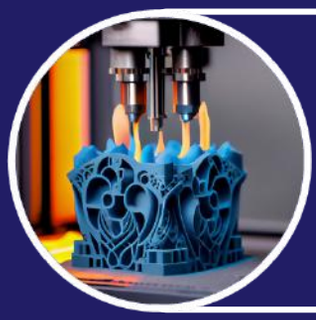


Wykorzystanie powyższych rozwiązań umożliwia:

- tworzenie optymalnych rozwiązań organizacyjnych / optymalizacyjnych aplikowanych do poszczególnych obszarów funkcjonowania organizacji (realizowane poprzez warsztaty wdrożeniowe - na wydziałach / liniach produkcyjnych oraz konsultacje w wybranych obszarach systemu operacyjnego
- wejście do dedykowanego, usprawniającego pracę i dającego nowe możliwości decyzyjne środowiska IT, umożliwiającego m.in. zarządzanie wskaźnikami, tworzenie symulacji i podnoszenie kompetencji pracowników
- przełomową możliwość zastosowania uczenia maszynowego i algorytmów Sztucznej Inteligencji w ramach własnego systemu zarządzania operacyjnego

Dowiedz się więcej na stronie: **https://www.luqam.com/industry-4-0/digital-factory/**

Sekcja 10: Wytwarzanie addytywne

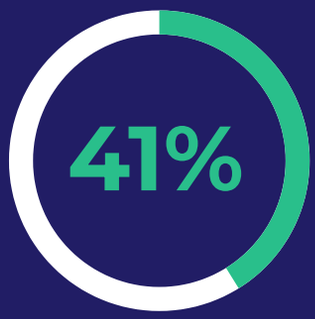


Wytwarzanie addytywne (np. druk 3D): technologia produkcji w którym obiekt trójwymiarowy jest tworzony warstwami poprzez nanoszenie materiału w sposób stopniowy, zazwyczaj na podstawie cyfrowego modelu 3D. Jest to odmienne podejście od tradycyjnych metod wytwarzania, które polegają na usuwaniu materiału (frezowanie, toczenie).

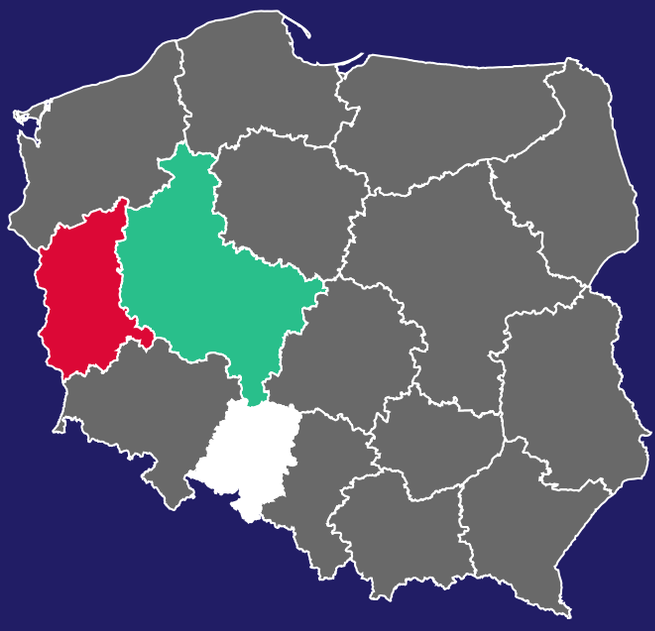
22% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

34% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**

Wynik ogólny



72%
Najwyższy wynik
branża maszynowa



Najlepszy wynik **(75%)** został uzyskany w województwie **wielkopolskim**. Najniższy wynik uzyskało sąsiadujące województwo **lubuskie.**

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji wytwarzanie addytywne



Małe



Średnie



Duże

Dzięki unikalnym możliwościom, które dostarcza druk 3D, takim jak szybkość, niski koszt, czy elastyczność wynik w pytaniu dotyczącym korzystania z technologii druku w obszarze prototypowania, produkcji seryjnej lub procesów wytwarzania wyniósł 50%.

Sekcja 11: Internet Rzeczy (IoT)



IoT – Internet of Things (Internet Rzeczy): to sieć obiektów fizycznych, wyposażonych w czujniki, oprogramowanie lub inne technologie w celu wymiany danych z innymi urządzeniami i systemami za pośrednictwem Internetu. Przykładami zastosowania mogą być sensory na maszynach do monitorowania stanu, wykrywania awarii, prognozowania potrzeby konserwacji i optymalizacji procesów utrzymania ruchu.

24% firm osiągnęło wynik zaawansowany powyżej **65%.**

30% firm osiągnęło wynik poniżej **20%.**



Wynik ogólny

TOP 5

Średni przychód 5 najlepszych firm

1 MLD PLN

Najlepszy wynik został uzyskany przez dwie firmy o średnim przychodzie **800 mln PLN**.

Czy wdrożone są systemy wirtualizacji procesów i chmury obliczeniowe?

14%

firm odpowiedziało twierdząco

Czy firma posiada podstawowe elementy (czujniki) służące do zbierania danych z procesu, maszyn i urządzeń?

33%

firm odpowiedziało twierdząco

Średni wynik przedsiębiorstw w sekcji Internet Rzeczy (IoT)



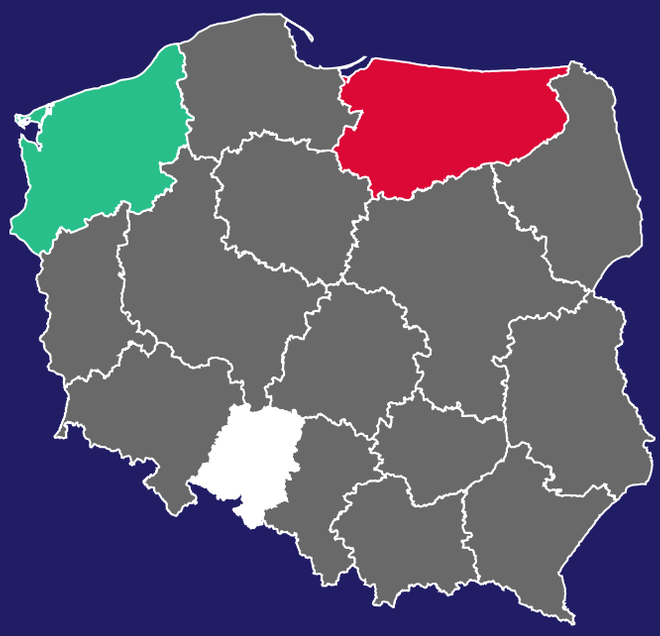
Małe



Średnie



Duże



Najlepszy wynik **(95%)** w sekcji Internet Rzeczy (IoT) został uzyskany w województwie **zachodniopomorskim**. Najniższy wynik zanotowało województwo **warmińsko-mazurskie.**



Przedsiębiorstwa, które osiągnęły zaawansowany wynik w sekcji Internet Rzeczy (IoT) mają również zaawansowany wynik w sekcji **cyberbezpieczeństwo**.



Internet Rzeczy (IoT) tworzy synergiczny ekosystem z narzędziami, takimi jak: AI, Big Data, VR, czy PUR. Wynik badania tej sekcji na poziomie 32% koreluje z wynikiem na poziomie 30% w sekcji Predykcyjnego Utrzymania Ruchu. To nie przypadek - **trudno wyobrazić sobie predykcję awarii bez różnorodnych danych zbieranych z czujników i innych źródeł**. Natomiast różnica pomiędzy wynikiem w sekcjach IoT (32%), a AI i Big Data (16%) oraz VR (6%) jest o tyle zaskakująca, że użyteczność olbrzymiej ilości danych bez przetworzenia i analizy, a następnie poddania ich uczeniu maszynowemu i głębokiemu pokazuje brak pełnego wykorzystania potencjału wynikającego z synergii tych narzędzi.





IoT - aktualny stan i trendy rozwoju

dr hab. inż. Ireneusz Dominik, prof. AGH

dr hab. inż. Jarosław Konieczny, prof. AGH

AGH

KAP
Katedra Automatyzacji Procesów

Internet rzeczy (ang. Internet of Things IoT) to jeden z filarów Przemysłu 4.0, w którym każdy obiekt (rzecz) wymienia dane z otoczeniem. W celu szerszej współpracy, obiekty podłączone do sieci mają własny kontroler, który umożliwia gromadzenie danych, ich wstępne przetwarzanie (Edge computing) i komunikację z otoczeniem bez konieczności interakcji z człowiekiem.

Przemysłowy Internet rzeczy

IIoT (Industrial IoT) obejmuje integrację urządzeń, systemów oraz oprogramowania w celu automatyzacji i optymalizacji procesów przemysłowych. IIoT pozwala na specyficzne funkcjonowanie elementów tworzących proces przemysłowy poprzez ich zdolność do gromadzenia, analizy i przetwarzania danych oraz podejmowania działań na podstawie danych. Specyfika ta sprawia wrażenie, że mamy do czynienia z urządzeniami inteligentnymi, które w rzeczywistości często wykorzystują nowoczesne algorytmy wspomagane przez AI. Gwałtowny rozwój generatywnej sztucznej inteligencji pociąga za sobą również skokowy rozwój technologii IoT i IIoT. Zewnętrznie finansowane programy Transformacji Cyfrowej wymuszają szerokie stosowanie tej technologii. Niezależnie od tego, czy jest to startup, czy duża międzynarodowa firma, każdy chce korzystać z IoT, aby w niedalekiej przyszłości nie zostać wyprzedzonym przez konkurencję. **Raport "State of IoT – Spring 2023" przewiduje, że liczba urządzeń IoT będzie wzrastać w kolejnych latach.** Według badania IEEE respondenci wskazali, że wśród najbardziej obiecujących zastosowań sztucznej inteligencji w 2024 r. jest zwiększona wydajność łańcucha dostaw i automatyzacji magazynów. W zastosowaniach przemysłowych obserwuje się częstsze zastępowanie sieci bezprzewodowych 2G/3G sieciami 4G/5G. Mniejsze opóźnienia, przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym, duży zasięg to tylko niektóre pozytywne aspekty wprowadzania sieci 5G.
Fabryki wykorzystujące IoT mogą połączyć wydajniejsze monitorowanie z robotyzacją i automatyzacją i być sterowane przez tzw. lokalną inteligencję. Cyfrowy bliźniak, czyli wirtualna reprezentacja fizycznego obiektu lub procesu, może być wykorzystywany do projektowania, diagnozowania, optymalizacji, monitorowania i kontrolowania obiektów rzeczywistych z zastosowaniem rozwiązań softwarowych.
Posiadanie cyfrowego odpowiednika pozwala pracownikom IT, optymalizować procesy produkcyjne pod kątem efektywności.

Blockchain

Jednym z najnowszych trendów IoT jest stosowanie technologii blockchain. Może ona pomóc w zapewnieniu bezpieczeństwa danych w urządzeniach i umożliwia interakcję między różnymi węzłami sieci. Według Markets and Markets, szacuje się, że wielkość globalnego rynku blockchain IoT wzrośnie do 2,5 mld USD do 2026 roku. Inteligentne miasta (Smart City) wykorzystują technologie oparte na danych, aby podnosić standard życia mieszkańców m.in. poprzez optymalizację ruchu samochodowego. Jak wynika z raportu McKinsey miasta, które wdrażają technologie inteligentnej mobilności, mają możliwość skrócenia czasu podróży średnio o 15 do 20% do 2025 r., dodatkowo inteligentne miasta mogą zmniejszyć liczbę ofiar śmiertelnych o 80%, a liczbę napadów i rabunków o 30%.

Globalna wojna cyfrowa

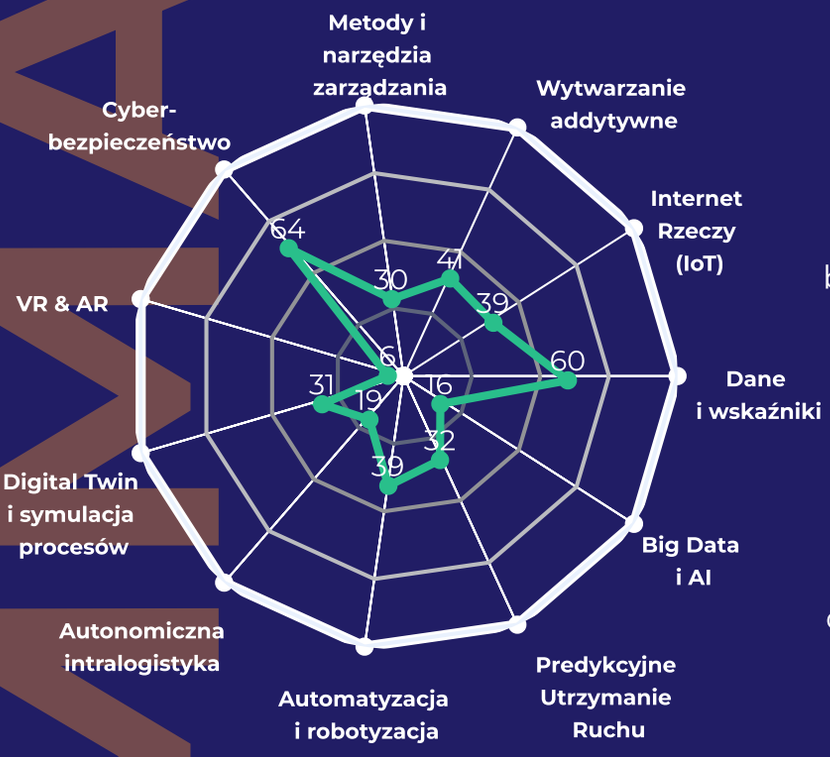
Nie należy zapominać, że żyjemy w czasach globalnej wojny cyfrowej. Powoduje to, że aspekty związane z cyberbezpieczeństwem nabierają coraz większego znaczenia. Wprowadzanie stosownych zabezpieczeń musi być realizowane równolegle z rozwojem IoT.
Podsumowując, szybki rozwój IoT napędzany jest przez nowoczesne technologie tj.: sztuczna inteligencja, przetwarzanie w chmurze, wirtualna i rozszerzona rzeczywistość, technologie addytywne, cyfrowy bliźniak, cyberbezpieczeństwo, automatyzacja i robotyzacja, blockchain, predictive maintenance, logistyka i łańcuchy dostaw oparte na bieżących danych.

PODSUMOWANIE

SUMMARY

Profil fabryki przyszłości w Polsce zbudowany na podstawie niniejszego badania wskazuje znaczne zaawansowanie w kierunku cyberbezpieczeństwa i robotyzacji. Nieco inaczej sytuacja prezentuje się wśród światowych liderów w tej dziedzinie, którzy poza robotyzacją, kładą nacisk inwestycyjny i wdrożeniowy na sztuczną inteligencję oraz Big Data.

Niezależnie od tego, że takie porównanie nie jest w pełni obiektywne, ponieważ nie uwzględnia kontekstu kulturowego, politycznego czy ekonomicznego, wyraźnie jednak wskazuje na inną strategię cyfryzacji przemysłu w Polsce.



W świetle dystansu, który mamy do nadrobienia w Polsce, ale bazując na wynikach niniejszego badania zasadne wydaje się skupienie na kilku kwestiach.

Po pierwsze świadomym budowaniu strategii wdrożenia Industry 4.0, dopasowanym do specyfiki firmy i jej otoczenia biznesowego.

Nie mniej jednak, bez polaryzacji w wyborze narzędzi, która to nie da w pełni wykorzystać potencjału filarów przemysłu przyszłości 4.0 bazującego na synergii tych narzędzi.

Po drugie wdrożenie narzędzi cyfrowych 4.0 powinniśmy opierać na dojrzałych standardach w zakresie organizacji pracy i zarządzania jako, że bez nich pociąg cyfrowy nie będzie miał paliwa do rozwoju, a polski biznes odpowiedniej mocy do konkurowania w zmieniającej się dynamicznie gospodarce globalnej.

Łukasz Ekiert
Prezes Zarządu w LUQAM sp. z o.o. sp. k.

Lista pytań badania stopnia implementacji rozwiązań z zakresu Industry 4.0



Informacje o firmie

- Wdrożone systemy IT
- Imię i nazwisko
- E -mail
- Reprezentowana Firma
- Adres Firmy
- Obroty (w PLN) za 2022
- Obroty (w PLN) za 2023 (jeśli dostępne)
- Główne procesy produkcyjne
- Stosowany system pracy (liczba zmian)
- Liczba pracowników ogółem
- Liczba pracowników bezpośrednio produkcyjnych
- Liczba zakładów produkcyjnych
- Sumaryczna powierzchnia zakładu/ów w m2
- Wdrożone systemy IT (prosimy o podanie nazwy)
- Czy Państwa przedsiębiorstwo współpracuje z dostawcami usług zewnętrznych związanych z Industry 4.0, którzy tworzą dla przedsiębiorstwa dedykowane rozwiązania



Pytania ogólne

- Jakie są główne cele związane z implementacją narzędzi Industry 4.0 w Państwa przedsiębiorstwie?
- Czy Państwa przedsiębiorstwo definiuje potencjalne ryzyka związane z implementacją rozwiązań Industry 4.0, a jeśli tak, to jakie są to ryzyka?
- Jakie konkretne obszary, w których zastosowanie technologii Industry 4.0 może przynieść największe korzyści, identyfikuje Państwa firma?



Sekcja 1: Dane i wskaźniki

- Firma systematycznie zbiera dane związane z produkcją z różnych źródeł, takich jak maszyny, urządzenia, panele operatorskie, systemy ERP/MES.
- Firma systematycznie zbiera dane związane z produkcją z różnych źródeł w sposób zaawansowany (taki jak np. czujniki systemu IoT, czujniki systemów czasu rzeczywistego, kamery itp.) .
- Dane produkcyjne są aktualizowane i są dostępne w czasie rzeczywistym dla odpowiednich działów lub osób.
- Firma posiada zdefiniowane wskaźniki KPI (takie jak np. OEE (Overall Equipment Effectiveness), wydajność linii produkcyjnej czy czas przestojów).
- Zdefiniowane wskaźniki KPI posiadają jasne, określone liczbowo cele.
- Firma regularnie analizuje wskaźniki zdefiniowane jako KPI.
- Dane produkcyjne są wizualizowane w formie wykresów umieszczonych na dynamicznych dashboardach lub raportach dostępnych dla pracowników na różnych poziomach organizacji.
- Przetwarzanie danych produkcyjnych zintegrowane jest z innymi systemami w firmie, takimi jak systemy logistyczne, jakościowe czy finansowe.
- Procesy decyzyjne w zakresie produkcji są w znaczący sposób oparte na analizie danych i wskaźników.
- Firma systematycznie korzysta z analizy danych produkcyjnych w celu wprowadzania usprawnień i ciągłej poprawy.



Sekcja 2: Big Data i Sztuczna Inteligencja

- W firmie funkcjonuje stanowisko pracy (np. analityka danych), w ramach którego zatrudniony specjalista systematycznie analizuje i porządkuje zgromadzone w firmie dane (np. z wykorzystaniem zapytań SQL, języków programowania R, Python, czy platformy Power BI).
- W firmie funkcjonuje stanowisko pracy (np. inżyniera danych), w ramach którego zatrudniony specjalista rozwija strategie przechwytywania i modelowania danych i przygotowywania ich do analizy (np. z wykorzystaniem języków programowania, takich jak R lub Python).
- Identyfikowane są procesy z potencjałem zastosowania sztucznej inteligencji.
- W codziennej pracy wykorzystywane są narzędzia AI (np. rozwiązania takie jak chat GPT).

- Stosowane są modele sztucznej inteligencji do celów wspierania biznesowych procesów decyzyjnych (np. prognozowanie sprzedaży).
- Stosowane są modele sztucznej inteligencji w systemie utrzymania parku technologicznego (np. przewidywanie wystąpienia awarii).
- Posiadane modele sztucznej inteligencji są rozwijane i udoskonalane (przy użyciu wewnętrznych lub zewnętrznych zasobów).
- Pracownicy firmy uczestniczą w szkoleniach z zakresu sztucznej inteligencji, aby zrozumieć jej możliwości, ograniczenia i odpowiednio wykorzystywać technologię w swoich działaniach.
- Zostały wdrożone odpowiednie zabezpieczenia, aby chronić modele sztucznej inteligencji przed potencjalnym zagrożeniami zewnętrznymi i wewnętrznymi (np. pozyskiwanie niepoprawnych/ przekłamanych danych z internetu, nie reprezentatywna próba lub świadome wprowadzenie nieuprawnionych danych do modeli uczenia maszynowego.)
- Technologie sztucznej inteligencji stosowane są w procesie tworzenia nowych produktów czy usług.



Sekcja 3: Predykcyjne Utrzymanie Ruchu

- Firma wdrożyła narzędzia TPM (Autonomiczne i Prewencyjne Utrzymanie Ruchu).
- Firma wdrożyła przynajmniej elementy Predykcyjnego Utrzymania Ruchu (w formie pojedynczego narzędzia lub systemu IT).
- System PM jest zintegrowany z urządzeniami i maszynami produkcyjnymi w celu zbierania danych w czasie rzeczywistym (RtM – Real Time Maintenance).
- Określono krytyczne części maszyn, których awaria może mieć największy wpływ na proces produkcyjny.
- Na maszynach produkcyjnych zainstalowane są sensory zbierające dane diagnostyczne (np. temperatura, drgania, hałas, naprężenia, odkształcenia).
- Wykorzystywane są zaawansowane techniki analizy danych, takie jak uczenie maszynowe lub sztuczna inteligencja, do przewidywania potencjalnych awarii.
- Modele uczenia maszynowego/głębokiego uczenia stosowane w PM są aktualizowane w oparciu o nowe dane i doświadczenia.
- Personel techniczny i operatorski przeszedł odpowiednie szkolenia w zakresie korzystania z narzędzi PM.
- System PM jest zintegrowany z innymi systemami zarządzania, takimi jak system ERP/ system zarządzania jakością.
- Mierzony jest stopień skuteczności wdrożenia oraz działania systemu PM za pomocą odpowiednich wskaźników.



Sekcja 4: Automatyzacja i robotyzacja

- Firma posiada zautomatyzowane systemy/procesy produkcyjne (przynajmniej 1)
- Firma posiada roboty/ coboty lub manipulatory zapewniające autonomiczne funkcje produkcyjne, logistyczne lub pomocnicze (przynajmniej 1).
- Zautomatyzowane systemy i roboty są zintegrowane z innymi systemami IT w firmie, takimi jak ERP/ MES (poza swoim własnym oprogramowaniem dedykowanym).
- Systemy automatyzacji i roboty mogą dostosowywać się do zmieniających się warunków produkcji w czasie rzeczywistym.
- Wdrożone są środki bezpieczeństwa w celu zapewnienia bezpiecznej współpracy między robotami, a pracownikami.
- Personel jest regularnie szkolony w zakresie obsługi i programowania nowych systemów automatyzacji i robotyki.
- Wdrożone są procedury w zakresie utrzymania ruchu i serwisowania systemów robotycznych.
- Przeprowadzona została analiza kosztów i korzyści związanych z inwestycjami w automatyzację i robotyzację (ROI).
- Systemy automatyzacji mogą być łatwo przekonfigurowane w celu produkcji różnych produktów (dążenie do OTE – one touch exchange – zmiany za pomocą jednego ruchu).
- Systemy automatyzacji są zintegrowane z systemami dostawców, umożliwiając sprawny przepływ materiałów, surowców oraz materiałów pomocniczych.
- Firma stosuje podejście Lean Design dla nowych technologii i wyrobów wykorzystujące najnowsze rozwiązania robotyczne i cyfrowe.
- Zastosowane w firmie zautomatyzowane systemy produkcji oraz roboty są autonomiczne, tj. mogą działać bez bezpośredniej interwencji człowieka.



Sekcja 5: Autonomiczna intralogistyka

- W firmie wdrożono systemy zarządzania magazynem (WMS/ERP) zdolne do integracji z autonomicznymi systemami logistycznymi.
- Firma korzysta z autonomicznych pojazdów prowadzonych (AGV) lub mobilnych robotów autonomicznych (AMR) w procesach wewnątrzmagazynowych.
- Systemy autonomicznej logistyki są zintegrowane z systemami produkcji, tak aby zapewnić płynność przepływu materiałów, półproduktów, wyrobów gotowych oraz informacji.
- Istnieją narzędzia do monitorowania i analizy danych z autonomicznych systemów logistyki w czasie rzeczywistym.
- Pracownicy odpowiedzialni za nadzór nad autonomicznymi systemami logistycznymi przechodzą specjalistyczne szkolenia.
- Wykorzystywane są autonomiczne systemy do sortowania lub pobierania produktów w magazynie.
- Autonomiczne systemy logistyczne mogą być łatwo dostosowywane do zmieniających się warunków produkcji lub magazynowania.
- Pojazdy AGV/AMR mają dostęp do autonomicznych stacji ładowania, zapewniając minimalne przestoje.
- Systemy logistyczne są zintegrowane z systemami dostawców, umożliwiając płynny przepływ materiałów i danych od momentu dostawy do linii produkcyjnej.
- Przeprowadzono analizę zwrotu z inwestycji (ROI) dotyczącą wdrożenia autonomicznych systemów logistycznych i jej wyniki były satysfakcjonujące.



Sekcja 6: Digital Twin i symulacja procesów

- Prowadzone są podstawowe analizy dotyczące istniejących procesów produkcyjnych (dotyczące przepływu, finansów, wskaźników itp.).
- Prowadzone są podstawowe analizy dotyczące nowych procesów produkcyjnych (dotyczące przepływu, finansów, wskaźników itp.).
- Prowadzone są analizy wpływu layoutu na funkcjonowanie systemu produkcyjnego.
- W firmie istnieje historia wykorzystania (w dowolnym stopniu) narzędzi informatycznych służących symulacji procesu (takich jak np. Flexsim/ Arena/ AnyLogic/ Simul8/ Vensim).
- Istnieje stanowisko pracy, którego jedną z funkcji jest realizacja symulacji związanych z systemem produkcyjnym (layoutem, przepływem) lub firma korzysta w tym zakresie z usług zewnętrznych.
- Istnieje model symulacyjny/ Digital Twin dla przynajmniej jednej linii/obszaru.
- Dla każdej znaczącej modyfikacji w obszarze produkcyjnym (ludzie, sprzęt, przepływ) realizowana jest symulacja.
- Realizowane symulacje/ modele Digital Twin odnoszą się do kosztów procesowych (np. Technicznego Kosztu Wytworzenia).
- Symulacje są każdorazowo brane pod uwagę przy podejmowaniu decyzji operacyjnych dotyczących parku maszynowego lub procesu przy uruchomieniu/ modyfikacji procesu.
- Model Digial Twin, który posiada firma obejmuje cały obszar produkcyjny i jest na bieżąco aktualizowany.
- Model Digital Twin jest zasilany danymi w czasie rzeczywistym.



Sekcja 7: Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość

- Identyfikowane są procesy / szkolenia / działania z potencjałem zastosowania technologii VR/ AR.
- Technologia VR stosowana jest w procesie wdrażania nowych pracowników w zakresie BHP.
- Technologia VR stosowana jest w procesie wdrażania nowych pracowników w zakresie obsługi stanowiska pracy.
- Technologia VR stosowana jest w ramach szkoleń (poza szkoleniami z zakresu obsługi stanowiska pracy)
- Technologia AR stosowana jest w zakresie zdalnego wsparcia operatorów.
- Technologia AR stosowana jest w zakresie podglądu parametrów urządzeń z którymi pracuje (np. sprawdzanie statusu urządzeń).
- Technologia AR stosowana jest w zakresie wsparcia krok-po-kroku w trakcie wykonywania czynności produkcyjnych i/lub serwisowych.
- Realizowane są prace badawczo-rozwojowe w zakresie technologii immersyjnych (np. projektowanie, implementacja i rozwój szkoleń / symulacji VR).
- Technologia VR/AR stosowana jest do tworzenia prototypów, modelowania czy wizualizacji produktów przed ich rzeczywistym wytwarzaniem.

- Technologia VR/AR stosowana jest do symulowania sytuacji awaryjnych lub kryzysowych, aby przygotować pracowników do działania w trudnych warunkach.
- Technologia VR/AR stosowana jest do przeprowadzania interaktywnych spotkań, prezentacji lub konferencji, umożliwiając bardziej zaawansowaną interakcję i prezentację danych niż w ramach tradycyjnych spotkań.
- Rozwiązania VR/AR są integrowane z innymi systemami (np. z systemami IoT) w celu zapewnienia bardziej kompleksowego i immersyjnego doświadczenia, np. w systemach wspomagania obsługi magazynów (identyfikacja położenia, wspomaganie lokalizacji towarów w magazynie) lub też podgląd danych z bazy danych lub sensorów w czasie rzeczywistym w formie rozszerzonej rzeczywistości.



Sekcja 8: Cyberbezpieczeństwo

- Firma posiada aktualną politykę bezpieczeństwa informacji (w tym zdefiniowane są kompetencje dotyczące cyberbezpieczeństwa dla wymagających tego stanowisk).
- Wdrożone są procedury oceny ryzyka związane z cyberbezpieczeństwem i prowadzona jest regularna ocena ryzyka i bezpieczeństwa infrastruktury IT.
- Istnieją wdrożone procedury dotyczące incydentów bezpieczeństwa (biorące pod uwagę wyniki oceny ryzyka).
- Istnieją wdrożone procedury bezpieczeństwa przechowywania i dostępu do danych (np. związane z kopią zapasową danych).
- Wykorzystywane są metody dwuetapowej (lub wieloetapowej) weryfikacji dostępu.
- Stosowane są zasady najmniejszych uprawnień.
- Wszystkie systemy IT są wyposażone w aktualne oprogramowanie antywirusowe.
- Stosowane są systemy IDS (Intrusion Detection Systems) /IPS (Intrusion Prevention Systems).
- Monitorowany jest ruch sieciowy w poszukiwaniu niepokojących sygnałów (np. nieoczekiwane zmiany w plikach, nieautoryzowany dostęp do danych itp.).
- Wdrożone są procedury aktualizacji oprogramowania i stosowania aktualizacji i łatek bezpieczeństwa.
- Prowadzone są audyty dostawców pod kątem bezpieczeństwa.
- Stosowane są środki bezpieczeństwa w kontekście dostępu fizycznego do krytycznych obszarów przedsiębiorstwa?
- Opracowane i wdrożone są procedury przywracania sprawności po awarii systemów produkcyjnych.
- Przeprowadzane są regularne szkolenia z zakresu cyberbezpieczeństwa.
- Podejmowane są kroki w celu zwiększenia świadomości pracowników w zakresie cyfrowych zabezpieczeń.



Sekcja 9: Metody i narzędzia zarządzania

- Realizowana jest praca z layoutem (istnieje zespól odpowiedzialny za symulowanie zmian layoutu i jego wpływu na główne składniki systemu produkcji).
- Wdrożony jest system 5S (stosowane są narzędzia cyfrowej identyfikacji wyposażenia, materiałów i surowców, stosowane są aplikacja audytowe oraz systemowe zarzadzanie planami działań po audytach).
- Funkcjonują cyfrowe mapy kompetencji i umiejętności z automatyczną, inteligentną aktualizacją poziomu kompetencji.
- Wdrożona jest standaryzacja pracy w oparciu o rozwiązania technologii immersyjnych lub IoT.
- Rozliczanie i raportowane są normatywy (zbierane są dane on-line ze stanowisk produkcyjnych i analizowane za pomocą algorytmów AI).
- Raportowane są braki i błędy wewnętrzne (zbierane są on-line dane jakościowe ze stanowisk produkcyjnych i analizowane za pomocą algorytmów AI).
- Wdrożone są rozwiązania szybkiej reakcji na problemy (np. Real Time Quality – reagowanie w trybie rzeczywistym wsparte np. zaawansowanym przetwarzaniem obrazów i/lub danymi z czujników).
- Analizowane i rozwiązywanie są problemy jakościowe zewnętrzne i wewnętrzne (proces analizy wspierany jest przez system AI).
- Stosowane są zaawansowane systemy prewencji błędów bazujące na systemie monitorowania parametrów procesu w czasie rzeczywistym.
- Funkcjonuje cyfrowy system zgłaszania i zarządzania pomysłami pracowników.
- Funkcjonują cyfrowe systemy mapowania procesów.

- Przy realizacji warsztatów SMED stosowane są rozwiązania typu Real Time Location System lub technologia AR.
- Stosowane są symulacyjne scenariusze optymalizacyjne lub inteligentne balansowanie procesów produkcyjnych.
- Funkcjonuje cyfrowy system Kanban z modułem optymalizacji wykorzystującym AI.
- Określona jest strategia i struktura działu/komórki/funkcji ciągłego doskonalenia (funkcjonująca klasycznie strategia uzupełniona jest o cyfrowe śledzenie celów strategicznych i KPI w firmie oraz cyfrowe zarządzania strukturą zatrudnienia).



Sekcja 10: Wytwarzanie addytywne

- Firma posiada własny dział konstrukcyjny.
- Firma posiada ustandaryzowaną bazę plików STL swoich wyrobów.
- Firma korzystała lub korzysta z technologii druku w obszarze prototypowania lub produkcji seryjnej lub wytwarzania narzędzi/ uchwytów/ sprawdzianów lub wytwarzania części zamiennych.
- Maszyny wytwarzające addytywnie są zintegrowane z systemami zarządzania produkcją (MES/ERP) w celu automatyzacji procesów zamawiania i śledzenia.
- Firma posiada wyznaczone procedury postprodukcji dla drukowanych elementów, takie jak czyszczenie, wykończenie powierzchni, czy hartowanie.
- Firma zarządza dostawami i jakością materiałów do druku 3D.
- Pracownicy odpowiedzialni za procesy druku 3D przechodzą regularne szkolenia z zakresu nowych technologii i praktyk w dziedzinie wytwarzania addytywnego.
- Firma korzysta z zaawansowanych narzędzi do analizy i optymalizacji projektów przeznaczonych do druku 3D, takich jak symulacje wytrzymałościowe czy analizy przepływu cieplnego.
- Firma monitoruje skuteczność technologii druku 3D w aspekcie kosztów produkcji, porównując je z tradycyjnymi metodami wytwarzania, aby ocenić opłacalność i efektywność procesu.
- W ramach strategii doskonalenia procesów produkcyjnych, firma stale identyfikuje obszary, w których technologia druku 3D może być zastosowana w celu optymalizacji kosztowej i/lub zwiększenia konkurencyjności.



Sekcja 11: Internet Rzeczy (IoT)

- Firma posiada podstawowe elementy służące do zbierania danych z procesu, maszyn i urządzeń oraz środowiska w halach i budynkach firmy (czujniki).
- Zastosowane rozwiązania IoT zapewniają otrzymywanie informacji bez opóźnień w czasie rzeczywistym.
- Firma posiada odpowiednią infrastrukturę hardware (np. serwery, pamięci masowe) do pobierania, przechowywania i przesyłania danych.
- Dane zbierane z czujników przechowywane są w dedykowanych lokalizacjach sieciowych.
- Wdrożone są systemy wirtualizacji procesów i chmury obliczeniowe.
- Istnieje oddzielna sieć fizyczna dla urządzeń IoT.
- Zapewniona jest integracja pomiędzy systemami IT, a urządzeniami IoT.
- Stosowane są interfejsy M2M/ HMI (Human Machine Interfaces) dające zdolność urządzaniom i obiektom do komunikowania się ze sobą nawzajem i z ludźmi.
- Istnieją plany lub procedury uwzględniające cykl życia urządzeń IoT i plan awaryjny w przypadku uszkodzenia.
- Personel otrzymuje szkolenia z zakresu obsługi urządzeń IoT.