

20^c

10^c 2

.51^c

DB77

ALL ROBOTS • ONE PLACE

PROGNOZA KIERUNKÓW ROZWOJU ROBOTYZACJI W POLSCE

DR PIOTR WIŚNIEWSKI

2022
ROK

FANUC

VERSABOX™



neapco

newac

VOX

ROBOTYCY

APAGROUP

KUKA

YASKAWA

TFM
ROBOTICS

ELMARK
Automatyka

MST
AUTOMATION

Platforma
Przemysłu
Przyszłości



Wojskowa
Akademia
Techniczna

DB77
TAX & LEGAL

WSTĘP

Z nieopisaną dumą oddaję w Państwa ręce raport „Prognoza kierunków rozwoju robotyzacji w Polsce” w roku 2022, stworzony przez zespół Platformy Robotów DBR77 oraz szerokie grono jej partnerów. Raport ten, stanowić ma ważną cegiełkę w realizacji działań edukacyjnych prowadzonych przez Platformę Robotów DBR77. Naszym celem jest sprawić, aby robotyzacja była dostępna dla wszystkich firm produkcyjnych, co istotnie wpłynie na rozwój przedsiębiorstw, a także poziom jakości życia ludzi. Demokratyzujemy świat robotów, a pierwszym krokiem w tym kierunku jest właśnie inspiracja i edukacja.

Mam wielką nadzieję, że przedstawiony Państwu raport, jako pierwszy z tej serii, pozwoli spojrzeć na temat robotyzacji procesów produkcyjnych daleko szerzej, niż potocznie jest to przyjmowane. Żyjemy w czasie zmienności, z którą ludzkość nie miała do czynienia w całej swej historii. Zmiany, które nas otaczają, wynikają z rozwoju technologii, zmian demograficznych i kulturowych, zagrożeń środowiskowych oraz wielu innych czynników mających wpływ na realizowane przez nas projekty biznesowe. 75% firm z indeksu S&P500 w swoich strategiach obejmujących rok 2022, deklaruje działania z obszaru transformacji digitalnej. Fakt ten pokazuje najdobitniej, że nie ma już branż ani rynków, gdzie proces ten nie zachodzi. W niniejszym raporcie pokazaliśmy szeroką perspektywę zmian zachodzących zarówno w firmach produkcyjnych, jak i w świecie je otaczającym, a następnie sformułowaliśmy prognozę dziesięciu głównych kierunków rozwoju robotyzacji w Polsce. Sformułowane przez nas prognozy uwzględniają światowe trendy rynkowe i technologiczne oraz uwarunkowania lokalne dla rynku polskiego.

Raport „Prognoza kierunków rozwoju robotyzacji w Polsce” w roku 2022, powstał na podstawie analizy wielu raportów oraz zbiorów danych dostępnych na rynku. Ponadto, sformułowane tezy oraz wnioski opierają się na doświadczeniu zawodowym autorów raportu oraz wielu konsultacjach przeprowadzonych z praktykami, zarówno po stronie firm produkcyjnych, jak i dostawców technologii. Jesteśmy otwarci i gotowi na głosy krytyczne oraz polemikę na temat tez przedstawionych w raporcie. W tym celu zapraszamy gorąco do dyskusji na kanale społeczności Platformy Robotów DBR77 ([link](#)).

24 lutego 2022 roku świat rozpoczął nowy rozdział historii. W najczarniejszych snach, nikomu z nas nie śniło się to, co w chwili publikacji tego raportu jest naszą rzeczywistością. Autorzy raportu zdecydowali się jednak na jego publikację pomimo bardzo nieszczęśliwych okoliczności. Postanowiliśmy bowiem, że ciągłość działalności gospodarczej firm produkcyjnych w naszym regionie jest kluczowym elementem bezpieczeństwa dziś oraz stabilizacji i rozwoju w przyszłości. Mamy jednocześnie nadzieję, że konflikt ten zakończy się możliwie szybko, a społeczność międzynarodowa sprawi, że kraj i społeczeństwo, które ucierpiało w czasie wojny szybko wróci na ścieżkę bezpieczeństwa i rozwoju.

Trudno jest dziś, to jest w marcu 2022 roku, przewidzieć jaki wpływ na produkcję przemysłową w Polsce oraz jej robotyzację wywoła konflikt wojenny w Ukrainie. Pewne jest jednak to, że zmiany będą bezprecedensowe i głębokie. Przypuszczenia co do kierunków tych zmian także zostały zawarte w naszym raporcie.

Zapraszam gorąco do lektury oraz komentowania.



dr Piotr Wiśniewski
CEO Platformy Robotów DBR77

SPIS TREŚCI

Wstęp	2
1. Wprowadzenie, czyli co dokładnie mamy na myśli mówiąc o robotach.....	6
2. Światowy rynek robotów w liczbach	7
2.1. Dane globalne.....	7
2.1.1. Wzrosty w Azji, spadki w Europie i Ameryce	9
2.1.2. 76% globalnych instalacji robotów w pięciu krajach.....	14
2.2. Ilość robotów przemysłowych w podziale wg branż	15
2.2.1. Branża automotive.....	17
2.2.2. Branża urządzeń elektronicznych	18
2.2.3. Branża metalurgiczna i maszynowa.....	19
2.2.4. Branża chemiczna oraz wyrobów z tworzyw sztucznych	19
2.3. Ilość robotów przemysłowych w podziale wg regionów świata	20
2.3.1. Azja i Australia	20
2.3.2. Europa	20
2.3.3. Ameryki.....	21
2.3.4. Afryka	21
2.4. Dane o wzrostach wg aplikacji.....	22
2.4.1. Obsługa maszyn	23
2.4.2. Pick and place (relokacja materiału)	23
2.4.3. Pakowanie, kompletacja	24
2.4.4. Obsługa procesu wtrysku plastików	24
2.4.5. Paletyzacja	24
2.4.6. Aplikacje spawalnicze	24
2.4.7. Aplikacje dozowania (malowania)	25
2.4.8. Operacje obróbki	25
2.4.9. Aplikacje montażowe.....	25
2.5. Dane o wzrostach wg typów robotów	26
2.5.1. Roboty przegubowe	26
2.5.2. Roboty SCARA.....	27
2.5.3. Roboty Kartezjańskie	27

2.5.4.	Roboty Delta.....	28
3.	Transformacja digitalna i jej wpływ na robotyzację.....	28
3.1.	Rozwój rynku w oparciu o prawo Moore'a	28
3.2.	Technologia cyfrowa w procesach wytwórczych.....	29
3.2.1.	Internet rzeczy.....	29
3.2.2.	Big data	32
3.2.3.	Sztuczna inteligencja AI.....	34
3.2.4.	VR/AR	36
3.3.	Wpływ trendów transformacji digitalnej na robotyzację.....	37
3.3.1.	Roboty współpracujące	38
3.3.2.	Ułatwienia aplikacyjne.....	38
3.3.3.	Wzrost efektywności procesów	39
4.	Mega trendy na globalnym rynku robotów przemysłowych	40
4.1.	Zmiany jakich jeszcze nie było.....	40
4.2.	Dalsze wzrosty sprzedaży na rynku dostawy robotów	42
4.3.	Zmiana lidera robotyzacji.....	43
4.4.	Nowa formuła łańcucha dostaw	46
4.5.	Demografia świata post-industrialnego	48
4.6.	Obniżenie kosztów robotyzacji a transformacja digitalna	50
4.6.1.	Digitalizacja procesów produkcyjnych	50
4.6.2.	Digitalne produkty	51
4.6.3.	Digitalne modele biznesowe	51
4.7.	Ekonomika robotyzacji.....	53
5.	Działalność innowacyjna, digitalizacja i robotyzacja w Polsce	54
5.1.	Digital Index SiEmens	54
5.2.	DESI - Indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego.....	56
5.3.	Działalność innowacyjna w Polsce wg raportów GUS	59
5.4.	Polskie przedsiębiorstwa na drodze do Przemysłu 4.0 wg raportu GUS.....	61
5.5.	Stan robotyzacji przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce.....	63
6.	Rynek pracy w Polsce.....	64
6.1.	Perspektywa historyczna	65

6.2.	Polski rynek pracy aktualnie.....	66
6.3.	Rynek pracownika jakiego nigdy nie znaliśmy	70
7.	Wyzwania na drodze do cyfryzacji i robotyzacji.....	71
7.1.	Główne przeszkody w robotyzacji produkcji po stronie zakładów produkcyjnych	72
7.2.	Wyzwania w rozwoju usług integratorskich	74
7.3.	Perspektywa dostawców technologii	75
7.4.	Wyzwania systemu edukacji.....	76
8.	Wnioski i prognozy rynku robotów w Polsce.....	77
8.1.	Wnioski z raportu.....	77
8.1.1.	Opis rynku robotyzacji – obraz globalny.....	77
8.1.2.	Prognozy mega trendów - perspektywa globalna	77
8.1.3.	Gotowość przedsiębiorstw w Polsce do digitalizacji i robotyzacji	78
8.1.4.	Polski rynek pracy	79
8.1.5.	Migracja uchodźców z Ukrainy.....	79
8.2.	Prognozy rozwoju rynku robotycznego w Polsce.....	79
Autorzy.....		82

1. WPROWADZENIE, CZYLI CO DOKŁADNIE MAMY NA MYŚLI MÓWIĄC O ROBOTACH

Rozpoczynając rozważania na temat prognozy rozwoju robotyzacji w Polsce i na świecie, należy zacząć od zdefiniowania przedmiotu tych rozważań. Co dokładnie będziemy mieli na myśli używając pojęcia „robot” w treści raportu? Zdefiniowanie zakresu tego terminu jest szczególnie ważne w czasach, gdy napotykamy wiele narzędzi, do których opisu wykorzystuje się słowo robot. Dyskusje na temat tego, co robotem jest, a co nim nie jest, prowadzono w Polsce przez szereg lat, budując definicje, które następnie wchodziły do polskiego prawodawstwa podatkowego. Przez wzgląd na sam fakt, jak długo ustawa ta była tworzona, założyć można, że określenie jednej definicji, zadowalającej wszystkich, nie jest łatwe.

Aby dalsze rozważania tego raportu były możliwe, konieczne było przyjęcie definicji zbieżnej z tymi, jakie są najczęściej przyjmowane na świecie. Gdybyśmy bowiem starali się przyjąć definicje niezgodne z szerokim rozumieniem słowa robot, narazilibyśmy się na niespójności związane z danymi statystycznymi zbieranymi na ten temat. Na początku sięgnęliśmy do definicji już wykorzystywanych w systematyce Norm Jakości ISO.

Zgodnie z normą ISO 8373:2012, robot, to „mechanizm ruchomy i programowalny w dwóch lub więcej osiach z pewnym stopniem autonomii, poruszający się w swoim otoczeniu w celu wykonania zamierzonych zadań”. Ruchome urządzenia, które nie posiadają odpowiedniej liczby programowalnych osi lub które są w pełni zdalnie sterowane (brak im stopnia autonomii), ale spełniają definicje robotów przemysłowych lub usługowych inaczej nazywane są urządzeniami zrobotyzowanymi.

Wykorzystując przywołaną nomenklaturę ISO 8373:2012 należy przyjąć, że klasyfikacja urządzenia, jako robota przemysłowego lub robota usługowego, wynika z jego zamierzonego przeznaczenia. Roboty przemysłowe to roboty „do zastosowania w automatyce przemysłowej”, podczas gdy robot usługowy „spełnia funkcję pożyteczną dla ludzi lub urządzeń z wyłączeniem zastosowań w ramach automatyki przemysłowej”. Rozróżnienie pomiędzy robotami przemysłowymi, a robotami serwisowymi, dla potrzeb naszej analizy będzie oparte wyłącznie na jego przeznaczeniu, a nie budowie bądź sposobie sterowania.

Robot przemysłowy to „automatycznie sterowany, reprogramowalny, wielofunkcyjny manipulator programowalny w trzech lub więcej osiach, który może być mobilny lub zamocowany na miejscu, przeznaczony do użycia w aplikacjach automatyki przemysłowej”.

Oznacza to, że roboty przemysłowe mają co najmniej trzy osie (kierunki używane do określenia ruchów robota w trybie liniowym lub obrotowym) i spełniają łącznie wszystkie następujące warunki:

- **Sterowalny automatycznie:** system sterowania robota działa zgodnie z programem zadań. Program, to zestaw instrukcji dotyczących ruchu oraz funkcji pomocniczych, który definiuje realizację konkretnego zadania. Przeciwnieństwem pracy sterowanej automatycznie, jest praca ręczna, gdzie człowiek-operator używa urządzeń wejściowych (np. joysticków lub przycisków) do sterowania ruchem maszyny.
- **Programowalny:** urządzenie jest zaprojektowane tak, aby można było zmieniać zaprogramowane ruchy lub ruchy funkcji pomocniczych, bez wprowadzania fizycznych zmian w konstrukcji robota. Zmiany fizyczne to zmiany układu mechanicznego, które nie

obejmują wymiany nośników pamięci, pamięci ROM itp.

- **Wielozadaniowy:** można go dostosować do różnych zadań bez fizycznej ingerencji w jego konstrukcję.
- **Posiada manipulator:** urządzenie przeznaczone do chwytania i/lub przenoszenia przedmiotów, np. produktów lub narzędzi. Efektor nie jest integralną częścią ramienia robota.
- **Może być stały lub mobilny:** robota można zamontować w punkcie stacjonarnym, ale może być również montowany do punktu niestacjonarnego, np. na szynach.

International Federation of Robotics (IFR), czyli Międzynarodowa Federacja Robotyki, zrzeszająca ponad 40 producentów robotów na terenie całego świata, przyjęła wyższą klasyfikację robotów dla swoich własnych badań. Niestety, klasyfikacja ISO nie opisała pełnej, wymaganej dla dalszej pracy, definicji tematu robotyzacji. Dlatego IFR opracowała własne schematy klasyfikacji aplikacji dla robotów przemysłowych i robotów usługowych. Schematy te zostały opracowane przez Komitet Dostawców Robotów IFR i Grupę Robotów Serwisowych IFR. Na potrzeby raportu wykorzystane zostaną definicje zaproponowane przez IFR.

W 2004 roku, Komitet Dostawców Robotów IFR zdecydował, że typy robotów powinny być klasyfikowane na podstawie ich budowy mechanicznej. Uporządkowanie według struktury mechanicznej wygląda następująco:

- **Robot przegubowy:** robot, którego ramię ma co najmniej trzy przeguby obrotowe;
- **Robot kartezyjski** (liniowy/bramowy): robot, którego ramię ma trzy przeguby pryzmatyczne i którego osie są skorelowane z kartezyjskim układem współrzędnych;
- **Robot cylindryczny:** robot, którego osie tworzą cylindryczny układ współrzędnych;

- **Robot równoległy:** robot, którego ramiona mają współbieżne przeguby pryzmatyczne lub obrotowe;
- **Robot SCARA:** robot, który ma dwie równoległe osie obrotowe, zapewniające zakres ruchu w płaszczyźnie;
- **Inne:** Roboty nie objęte żadną z powyższych klas.

W ostatnich latach, na rynku często spotykamy termin autonomiczne roboty mobilne (AMR), który nie jest zdefiniowany w normie ISO 8373 i wydaje się, że pod tą etykietą istnieje szeroka gama produktów. Zazwyczaj AMR stosuje się w przypadku robotów mobilnych. Robot mobilny to robot, który jest w stanie poruszać się pod własną kontrolą. Czasami AMR są używane w środowiskach przemysłowych, ale zwykle nie mają trzech osi ani możliwości manipulacji, dlatego nie spełniają one definicji robota przemysłowego. Należy jednak traktować je jako platformy mobilne. IFR klasyfikuje AMR jako roboty usługowe. Jeżeli AMR jest wyposażony w ramię robota (tj. robota przegubowego), statystyki IFR liczą manipulator jako robot przemysłowy, a platformę jako robot usługowy.

2. ŚWIATOWY RYNEK ROBOTÓW W LICZBACH

2.1. DANE GLOBALNE

Ostatnie lata to okres dużych zmian w kwestii kształtowania się popytu na globalnym rynku. Zjawiska o zasięgu ogólnosiwiatowym, jak pandemia COVID-19, czy konflikt celny między USA i Chinami, w znaczący sposób kształtowały ceny oraz zwyczaje zakupowe klientów. Pośrednio wpływało to na zmiany na rynku robotów przemysłowych.

Tabela 1. Statystyki globalne.

Globalnie	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	253 748	303 847	399 640	422 271	381 824	383 545
Wzrost/spadek liczby instalacji		19,7%	31,5%	5,7%	-9,6%	0,5%
Ilość funkcjonujących robotów	1 631 650	1 837 559	2 125 276	2 439 543	2 730 661	3 014 879
Wzrost liczby funkcjonujących robotów		12,6%	15,7%	14,8%	11,9%	10,4%
Wartość rynku w mln. USD	8 758	10 598	13 918	13 854	13 753	13 168
Wzrost/spadek wartości transakcji		21,0%	31,3%	-0,5%	-0,7%	-4,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

W wartościach całkowitych rynek robotów pozostaje jednak stabilny. Średni roczny wzrost ilości funkcjonujących robotów wynosił 17% w okresie 2015-2020, a ich liczba osiągnęła w 2020 roku 3 014 879.

Liczba nowych instalacji w tym samym okresie wzrastała średnio o 10,2% rocznie i osiągnęła w 2020 roku ilość 383 545 o szacunkowej wartości 13 168 milionów USD. Wartość rocznego obrotu na rynku robotów przemysłowych rosła średnio o 10,1% na przestrzeni lat 2015-2020. Po znacznych wzrostach w okresie 2016-2017 nastąpiły dwa lata spadków (-0,7% w 2019 roku i -4,3% w 2020 roku). Było to wynikiem zmian w strukturze popytu. W związku ze wzrostem znaczenia branży elektronicznej popularność zyskały roboty typu SCARA, które ze względu na mniejszy stopień skomplikowania, sprzedawane są średnio w niższych cenach, niż roboty dedykowane do przemysłu automotive.

Niewielki wzrost ilości nowych instalacji widoczny w 2020 roku (0,5%) sprawia, że jest to trzeci najlepszy rok na rynku robotów przemysłowych, po roku 2017 i 2018. Nastąpił po znaczącym spadku widocznym w roku 2019, który sięgnął 9,6% i odzwierciedlał trudności w dwóch głównych branżach – automotive i elektronicznej oraz spotęgowany był konfliktem celnym pomiędzy USA a Chinami.

Głównym źródłem wzrostów w roku 2020 był rynek robotów przeznaczonych dla przemysłu elektronicznego, który objął 29% wszystkich nowych instalacji. W porównaniu z 2019 rokiem wzrósł o 6% i po raz pierwszy w historii wyprzedził przemysł motoryzacyjny, który był odbiorcą 21% nowych instalacji. Roboty przeznaczone dla przemysłu metalowego i maszynowego to 11% nowych instalacji, 1% mniej niż rok wcześniej.

Na czwartym miejscu wśród odbiorców jest przemysł chemiczny i produktów plastikowych, z 5% udziału, a na kolejnym spożywczy z 3% udziału. W danych źródłowych dla 22% zainstalowanych robotów brakuje informacji o branży przemysłu, w której zostaną użyte.

Od 2010 roku popyt na roboty przemysłowe wzrósł znacząco. Proces ten był możliwy dzięki globalnym trendom wspierającym automatyzację oraz sam rozwój technologii. Od roku 2015 do 2020 roczna ilość nowych instalacji rosła średnio o 9% rocznie.

Pomiędzy rokiem 2005 i 2008 sprzedawano średnio 115 000 robotów rocznie. Był to poziom, z którego rynek spadł na 60 000 instalacji rocznie na skutek kryzysu ekonomicznego w 2009 roku. Kryzys ten spowodował opóźnienie wielu inwestycji i dopiero w 2010 roku widoczna była poprawa, która pozwoliła osiągnąć roczną sprzedaż na poziomie 120 000 robotów. Do roku 2015 ilość rocznych instalacji została więcej niż podwojona i osiągnęła 254 000 sztuk. W roku 2016 przekroczono granicę

300 000 sztuk, a w 2017 osiągnięty wynik był niedaleki 400 000. W 2018 udało się osiągnąć poziom sprzedaży 422 000 sztuk.

Ilość funkcjonujących w gospodarce światowej robotów została oszacowana na koniec 2020 roku na 3 014 879 jednostek. Statystycznie pomiędzy 2015 i 2020 rokiem ilość ta wzrastała średnio o 13% rocznie.



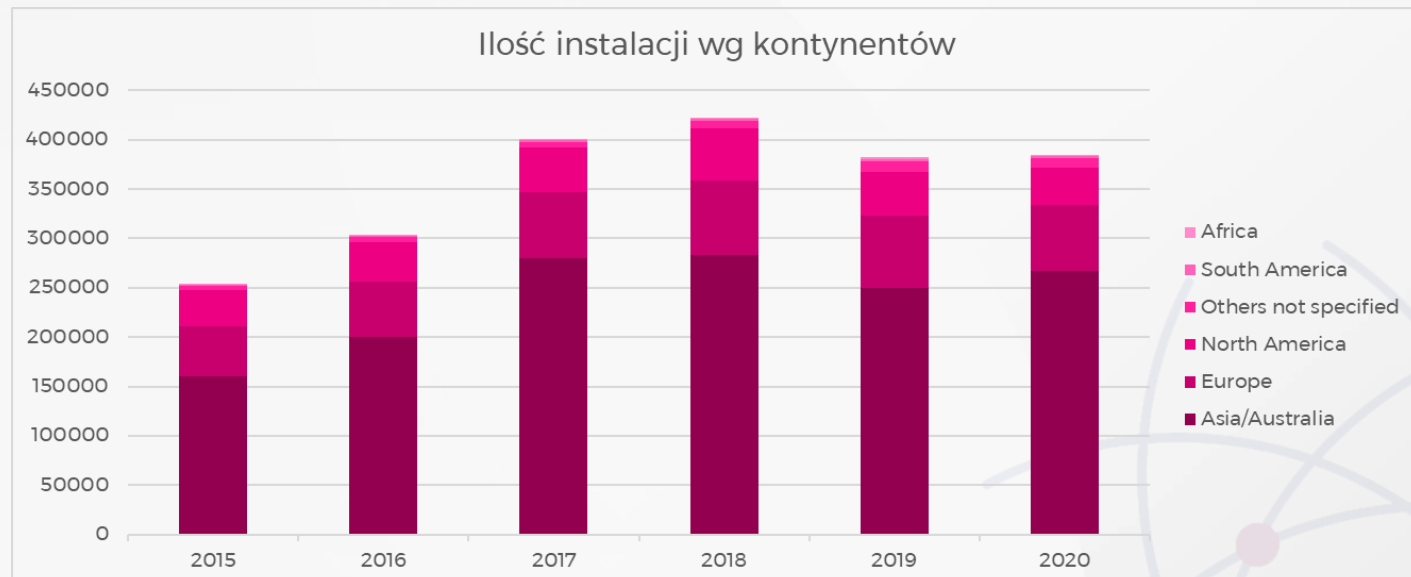
2.1.1. Wzrosty w Azji, spadki w Europie i Ameryce

Tabela 2. Ilość nowych instalacji wg regionów.

Region	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Azja/Australia	160 558	200 042	280 402	283 080	249 598	266 452
Europa	50 073	56 078	66 505	75 560	73 837	67 700
Ameryka Północna	36 457	39 694	44 887	52 630	44 259	37 002
Ameryka Południowa	1 677	1 601	1 301	2 582	2 612	1 734
Afryka	348	879	451	794	1 289	595
Inne kraje	4 635	5 553	6 094	7 625	10 229	10 062

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Wykres 1. Ilość instalacji wg kontynentów.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 3. Struktura nowych instalacji wg regionów.

Region	2015	2016	2017	2018	2019	2020
% Azja/Australia	63,3%	65,8%	70,2%	67,0%	65,4%	69,5%
% Europa	19,7%	18,5%	16,6%	17,9%	19,3%	17,7%
% Ameryka Północna	14,4%	13,1%	11,2%	12,5%	11,6%	9,6%
% Ameryka Południowa	0,7%	0,5%	0,3%	0,6%	0,7%	0,5%
% Afryka	0,1%	0,3%	0,1%	0,2%	0,3%	0,2%
% Inne kraje	1,8%	1,8%	1,5%	1,8%	2,7%	2,6%

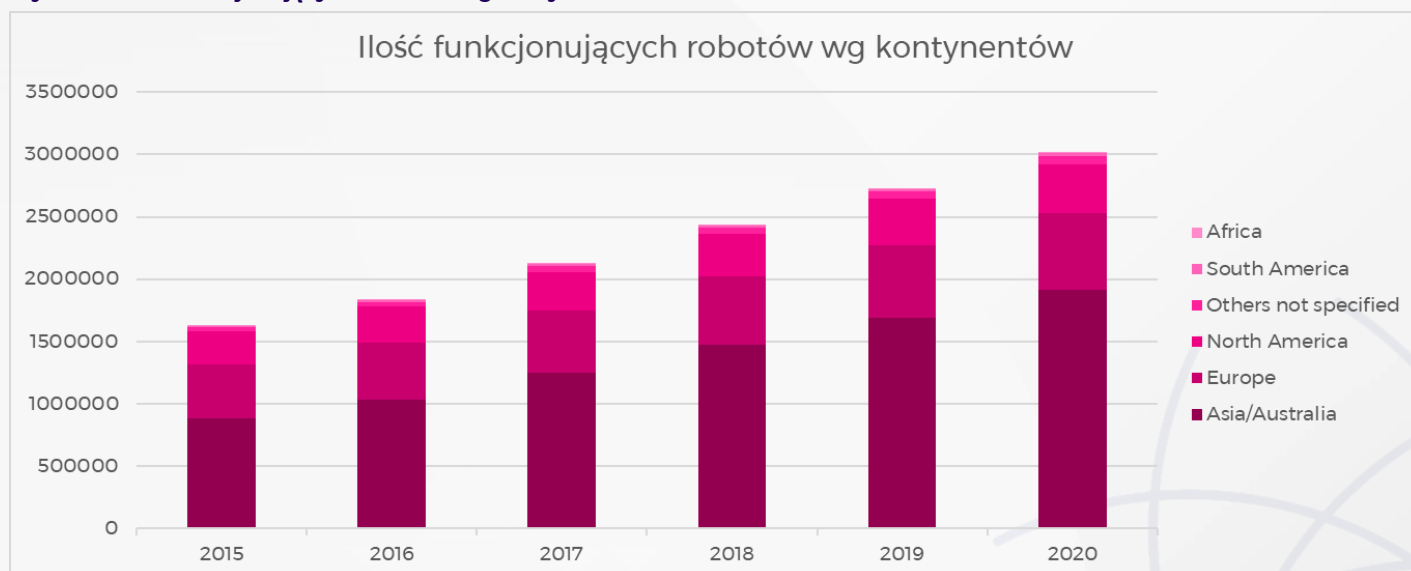
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 4. Ilość funkcjonujących robotów wg regionów.

Region	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Azja/Australia	887 397	1 034 397	1 253 498	1 477 878	1 692 203	1 912 006
Europa	433 303	459 972	498 045	543 220	581 853	614 858
Ameryka Północna	260 789	285 313	308 633	343 826	369 361	390 119
Ameryka Południowa	12 818	14 189	15 071	17 180	18 934	19 720
Afryka	4 114	4 906	5 153	5 521	6 547	6 688
Inne kraje	33 229	38 782	44 876	51 918	61 763	71 488

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Wykres 2. Ilość funkcjonujących robotów wg kontynentów.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 5. Struktura funkcjonujących robotów wg regionów.

Region	2015	2016	2017	2018	2019	2020
% Azja/Australia	54,4%	56,3%	59,0%	60,6%	62,0%	63,4%
% Europa	26,6%	25,0%	23,4%	22,3%	21,3%	20,4%
% Ameryka Północna	16,0%	15,5%	14,5%	14,1%	13,5%	12,9%
% Ameryka Południowa	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
% Africa	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
% Inne kraje	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,3%	2,4%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Azja jest najbardziej chłonnym rynkiem robotów przemysłowych na świecie. Osiągnięto na nim w 2020 roku poziom 266 452 nowych instalacji. Średni roczny wzrost liczby instalacji na przestrzeni minionych pięciu lat wyniósł 13,2%. Wzrosty nie były jednak stabilne, największe widoczne były w latach

czasie Japonia, znajdująca się na drugim miejscu, ma tę statystykę na poziomie 2,1%, a trzecia Korea Południowa -4,1%.

Zmiany roczne notują jeszcze większe różnice. Przykładowo w roku 2020 Chiny zanotowały wzrost liczby nowych instalacji o 20%, podczas gdy Japonia

Tabela 6. Ilość nowych instalacji w rejonie Azji i Australii.

Kraj	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Chiny	68 556	96 500	156 176	154 032	139 859	168 377
Japonia	35 023	38 586	45 647	55 240	49 908	38 653
Korea Południowa	38 285	41 373	39 777	37 807	32 900	30 506
Tajwan	7 200	7 569	10 907	12 145	6 456	7 373
Singapur	1 895	2 609	4 559	4 290	2 287	5 297
Tajlandia	2 556	2 646	3 386	3 323	2 883	2 885
Wietnam	510	1 618	8 274	1 636	2 176	1 880
Malezja	998	1 881	2 863	1 860	1 195	1 409
Indonezja	1 108	964	951	839	705	586
Australia, Nowa Zelandia	510	561	570	621	567	563
Pozostałe	815	2 810	3 342	6 191	5 947	5 429
Pozostałe	3 102	2 925	3 950	5 096	4 715	3 494
RAZEM	160 558	200 042	280 402	283 080	249 598	266 452

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

2016 i 2017 – 25% i 40% rocznie. Okres 2018-2019 zgodnie z trendem światowym pokazuje osłabienie rynku, niewielki 1% wzrost instalacji w roku 2018 i spadek o 12% w 2019. W 2020 roku zanotowano 7% wzrostu względem roku 2019. Ze wszystkich robotów sprzedanych na świecie 69 % nabyto w Azji.

Sytuacja w krajach tego regionu jest bardzo zróżnicowana. Chiny, które zajmują pierwsze miejsce, notują wzrosty przekładające się na średni roczny wzrost liczby instalacji na przestrzeni ostatnich pięciu lat równy 29,1%. W tym samym

ich spadek o 23%, a Korea Południowa spadek o 7%. Drugim co do wielkości rynkiem świata jest Europa. W 2020 roku region ten zanotował spadek globalnej liczby instalacji o 8,3%, do 67 700 sztuk. Był to drugi z rzędu spadek, po -2,3% zanotowanych w 2019. Pomimo to średnia roczna zmiana liczby instalacji w latach 2015-2020 jest pozytywna i wynosi 7%.

Największym rynkiem europejskim są Niemcy, z 22 302 instalacjami w 2020. Utrzymuje się on na stabilnym poziomie, z niewysokim średnim

Tabela 7. Ilość nowych instalacji w Europie.

EUROPA	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Niemcy	19 945	20 074	21 267	26 723	22 313	22 302
Włochy	6 657	6 465	7 760	9 847	11 089	8 525
Francja	3 045	4 232	5 014	5 829	6 711	5 368
Hiszpania	3 766	3 919	4 250	5 266	4 002	3 387
Anglia	1 645	1 787	2 380	2 415	2 045	2 205
Polska	1 795	1 632	1 891	2 651	2 642	2 147
Turcja	1 705	1 840	2 050	2 267	1 807	2 006
Czechy	2 193	1 974	2 893	2 725	2 624	1 975
Holandia	1 487	1 778	1 814	1 658	1 785	1 746
Szwajcaria	734	805	1 165	1 474	1 546	1 428
Szwecja	1 501	1 647	1 517	1 263	1 623	1 323
Austria	987	1 686	1 641	1 504	1 475	1 229
Węgry	517	717	2 470	912	926	1 116
Federacja Rosyjska	347	358	711	1 007	1 410	943
Kraje Bałkańskie	332	452	492	812	820	909
Belgia i Luksemburg	491	871	1 154	1 035	1 058	836
Dania	628	752	800	673	772	690
Portugalia	425	993	824	696	862	592
Słowacja	488	1 732	1 203	749	636	462
Finlandia	333	699	476	532	533	430
Rumunia	350	784	634	495	553	377
Norwegia	108	166	192	150	145	217
Pozostałe	594	715	3 907	4 877	6 460	7 487
Razem	50 073	56 078	66 505	75 560	73 837	67 700

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

rocznym wzrostem zaobserwowanym na przestrzeni pięciu ostatnich lat rzędu 2,4%. Rynek Niemiecki w 2020 roku stanowił 32,9% rynku europejskiego.

Drugim co do wielkości rynkiem Europy są Włochy, z 8 525 instalacji w 2020 roku, średnim wzrostem 5,6% i udziałem 12,6%.

Na trzecim miejscu jest Francja, z średnim rocznym wzrostem ilości instalacji 15,3%, udziałem w rynku europejskim 7,9%.

We wszystkich trzech krajach z czołówki europejskiej statystyki pokazują duże pogorszenie związane z pandemią. Niemcy zanotowały w 2020 roku brak zmiany ilości nowych instalacji,

we Włoszech i Francji ich liczba spadła odpowiednio o 23,1% oraz 20%.

Ilość robotów funkcjonujących w Europie szacuje się na koniec 2020 roku na 614 858. Wzrastała ona rocznie w ciągu ostatnich pięciu lat średnio o 8,4%, a w porównaniu z rokiem 2019 była o 5,7% większa. Globalny udział Europy w światowych zasobach robotów przemysłowych to 20,4%, jednak udział ten sukcesywnie spada. W 2015 było to 26,6%.

W Ameryce Północnej i Południowej liczba instalacji spadła w 2020 roku o 17,4%. Średnia roczna zmiana ilości nowych instalacji dla obu kontynentów na przestrzeni lat 2015-2020 wynosi 0,3%. Rekordowy poziom sprzedaży odnotowano w roku 2018 - 55 212 sztuk. W 2020 roku ilość nowo zainstalowanych robotów wyniosła 38 736.

Tabela 8. Ilość funkcjonujących robotów w Europie.

Europa	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Niemcy	182 632	189 305	200 497	215 795	223 387	230 601
Włochy	61 282	62 068	64 403	69 142	74 420	78 152
Francja	32 161	33 384	35 321	38 079	42 054	44 817
Hiszpania	29 718	30 811	32 352	35 209	36 916	38 007
Anglia	17 469	18 471	19 488	20 683	21 678	23 027
Czechy	11 238	13 049	15 429	17 603	19 391	20 571
Polska	8 136	9 693	11 360	13 632	15 769	17 019
Turcja	7 940	9 756	11 599	13 498	15 033	16 464
Holandia	9 739	11 320	12 505	13 385	14 370	15 344
Szwecja	11 857	12 671	13 249	13 647	14 224	14 447
Austria	7 859	9 000	10 156	11 162	12 016	12 607
Szwajcaria	6 258	6 753	7 476	8 492	9 506	10 446
Belgia i Luksemburg	7 989	8 521	9 207	9 561	10 109	10 384
Węgry	4 784	5 424	7 711	8 481	9 212	10 081
Słowacja	4 378	6 071	7 093	7 796	8 326	8 580
Dania	5 459	5 915	6 361	6 617	6 824	7 027
Federacja Rosyjska	3 032	3 366	4 028	4 994	6 185	6 963
Portugalia	3 160	3 942	4 622	5 050	5 620	6 004
Kraje Bałkańskie	2 290	2 727	3 128	3 815	4 456	5 184
Finlandia	4 124	4 422	4 342	4 553	4 728	4 827
Rumunia	1 702	2 468	3 076	3 555	4 057	4 360
Norwegia	1 068	1 173	1 250	1 219	1 271	1 417
Pozostałe	9 028	9 662	13 392	17 252	22 301	28 529
Europe	433 303	459 972	498 045	543 220	581 853	614 858

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Rynkiem wiodącym są oczywiście Stany Zjednoczone, z 79,5% udziału w rynku obu kontynentów w 2020 roku. USA notuje średni wzrost liczby nowych instalacji równy 2,4%, jednak ostatnie dwa lata są widocznie złe i charakteryzują się spadkami liczby rocznych instalacji o 17,3% w 2019 i 7,8% w 2020. Te statystyki wypadają jeszcze gorzej w pozostałych krajach regionu. Drugim

graczem tego rejonu jest Meksyk, z udziałem 8,7% i średnim spadkiem liczby instalacji zanotowanym w ciągu pięciu lat równym 7,7%. Na trzecim miejscu znajduje się Kanada, mająca udział 8,7%, gdzie w ciągu ostatnich lat zaobserwowano średni roczny spadek liczby instalacji o 5,2%.

Tabela 9. Ilość nowych instalacji w obu Amerykach.

Ameryka PN. i Pd.	2015	2016	2017	2018	2019	2020
USA	27 504	31 404	33 146	40 373	33 382	30 787
Meksyk	5 466	5 933	6 356	5 681	4 562	3 363
Kanada	3 474	2 334	4 057	3 582	3 603	2 566
Brazylia	1 407	1 207	1 001	2 196	1 827	1 595
Pozostałe	283	417	1 628	3 380	3 497	425
Razem	38 134	41 295	46 188	55 212	46 871	38 736

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

2.1.2. 76% globalnych instalacji robotów w pięciu krajach

W skali globalnej jest pięć głównych rynków robotów, które wchłonęły w 2020 roku 76%

dobrze, zwłaszcza biorąc pod uwagę już i tak wysokie nasycenie przemysłu robotami. Japonia nawet pomimo zeszłorocznego spadku reprezentuje 10,1% globalnej sprzedaży robotów przemysłowych. Stany Zjednoczone miały w 2020 roku udział

Tabela 10. Statystyki ogólne – Chiny.

Chiny:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	68 556	96 500	156 176	154 032	139 859	168 377
Udział instalacji w skali świata	27,0%	31,8%	39,1%	36,5%	36,6%	43,9%
Ilość funkcjonujących robotów	256 463	349 470	501 185	649 447	782 725	943 223
Udział w skali świata	15,7%	19,0%	23,6%	26,6%	28,7%	31,3%
Gęstość na 10 000 pracowników	51	71	108	155	204	246

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

wszystkich nowych instalacji. Są to: Chiny, Japonia, USA, Korea Południowa i Niemcy. Chiny od 2013 roku zajmują pozycję lidera w światowym rynku robotów przemysłowych. W 2020 roku 43,9% robotów zostało zainstalowanych na terytorium Państwa Środka. Liczba instalacji przekracza sumaryczną liczbę instalacji w Europie i obu

w światowym rynku robotów równy 8%, nieznacznie więcej od Korei Południowej, którą wyprzedziły w rankingu w swoim rekordowym 2018 roku.

Korea Południowa, która od 2018 roku zajmuje czwarte miejsce w rankingu, osiągnęła maksymalną sprzedaż robotów w 2016 roku. Od tamtego czasu co rok notuje spadki liczby nowych instalacji.

Tabela 11. Statystyki ogólne – Japonia.

Japonia:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	35 023	38 586	45 647	55 240	49 908	38 653
Udział instalacji w skali świata	13,8%	12,7%	11,4%	13,1%	13,1%	10,1%
Ilość funkcjonujących robotów	286 554	287 323	297 215	318 110	354 878	374 038
Udział w skali świata	17,6%	15,6%	14,0%	13,0%	13,0%	12,4%
Gęstość na 10 000 pracowników	303	301	310	327	364	390

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Amerykach o 58,2%.

Drugi rynek w światowym rankingu odnotował w 2020 roku spadek popytu do poziomu z roku 2016, jednak lata 2017-2019 były dla Japonii bardzo

Niemcy są piątym co do wielkości rynkiem robotów na świecie oraz pierwszym w Europie, odpowiadając za prawie 6% światowych instalacji robotów w 2020 roku.

Tabela 12. Statystyki ogólne – USA.

USA:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	27 504	31 404	33 146	40 373	33 382	30 787
Udział instalacji w skali świata	10,8%	10,3%	8,3%	9,6%	8,7%	8,0%
Ilość funkcjonujących robotów	234 245	250 479	262 058	285 014	299 674	314 219
Udział w skali świata	14,4%	13,6%	12,3%	11,7%	11,0%	10,4%
Gęstość na 10 000 pracowników	175	189	200	217	229	255

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 13. Statystyki ogólne - Korea Południowa.

Korea Południowa:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	38 285	41 373	39 777	37 807	32 900	30 506
Udział instalacji w skali świata	15,1%	13,6%	10,0%	9,0%	8,6%	8,0%
Ilość funkcjonujących robotów	210 458	246 374	273 146	300 197	324 049	342 983
Udział w skali świata	12,9%	13,4%	12,9%	12,3%	11,9%	11,4%
Gęstość na 10 000 pracowników	585	680	750	808	868	932

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

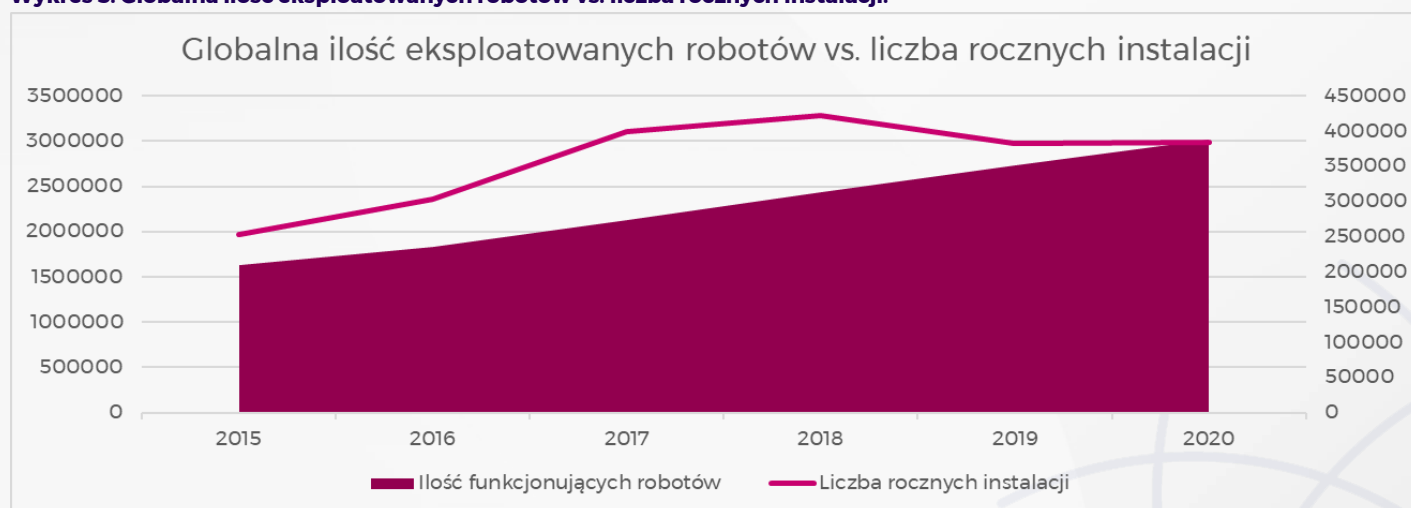
Tabela 14. Statystyki ogólne - Niemcy.

Niemcy:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	19 945	20 074	21 267	26 723	22 313	22 302
Udział instalacji w skali świata	7,9%	6,6%	5,3%	6,3%	5,8%	5,8%
Ilość funkcjonujących robotów	182 632	189 305	200 497	215 795	223 387	230 601
Udział w skali świata	11,2%	10,3%	9,4%	8,8%	8,2%	7,6%
Gęstość na 10 000 pracowników	301	309	322	338	349	371

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

2.2. ILOŚĆ ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH W PODZIALE WG BRANŻ

Wykres 3. Globalna ilość eksploatowanych robotów vs. liczba rocznych instalacji.



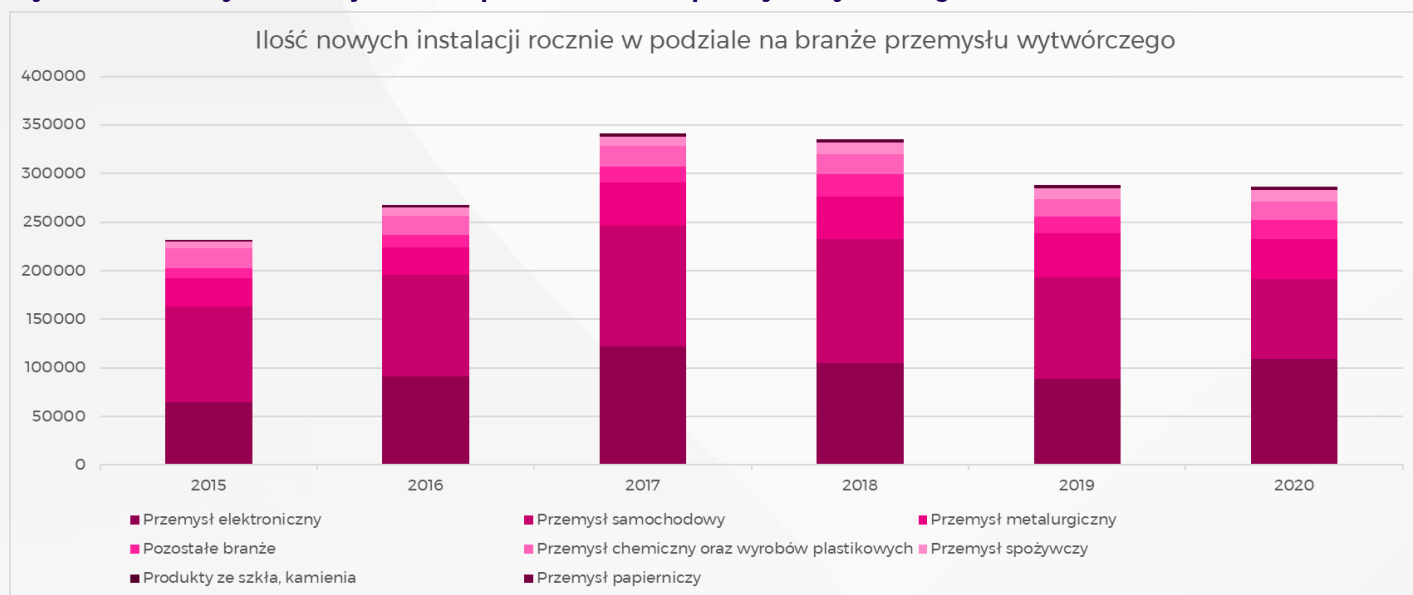
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 15. Ilość nowych instalacji w ramach przemysłu wytwórczego.

Branża przemysłu wytwórczego:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Przemysł elektroniczny	64 555	91 287	121 955	105 153	88 925	109 315
Przemysł samochodowy	98 595	104 307	124 669	127 578	103 777	81 842
Przemysł metalurgiczny	29 450	28 710	44 191	43 593	45 843	41 332
Przemysł chemiczny oraz wyrobów plastikowych	20 335	19 587	21 359	20 180	18 033	18 583
Przemysł spożywczy	6 853	8 194	9 343	12 326	11 496	12 320
Produkty ze szkła, kamienia	1 274	1 839	1 948	2 444	2 225	1 923
Przemysł papierniczy	573	539	634	974	1 002	1 558
Pozostałe branże	9 867	12 618	16 612	23 034	16 910	19 880
Razem	231 502	267 081	340 711	335 282	288 211	286 753

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Wykres 4. Ilość nowych instalacji rocznie w podziale na branże przemysłu wytwórczego.



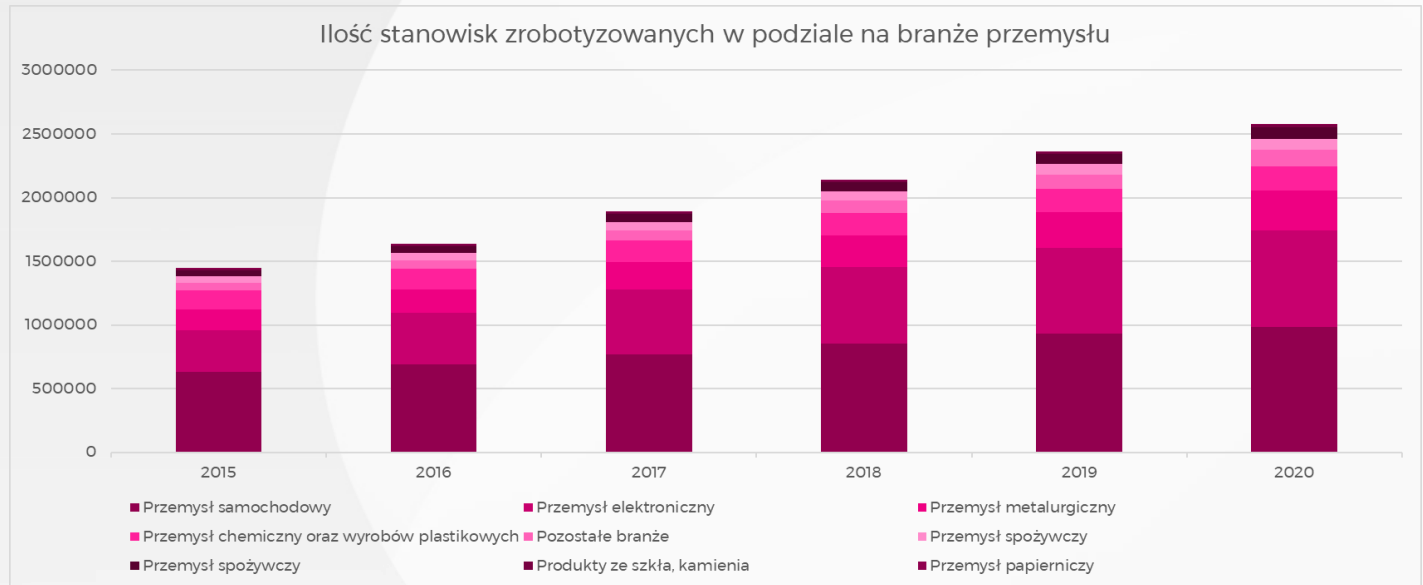
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 16. Ilość funkcjonujących robotów w ramach przemysłu wytwórczego.

Branża przemysłu wytwórczego:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Przemysł samochodowy	630 769	690 115	770 187	857 288	930 939	982 769
Przemysł elektroniczny	328 613	406 693	509 211	596 709	672 868	762 638
Przemysł metalurgiczny	160 902	180 849	215 747	247 699	282 605	310 829
Przemysł chemiczny oraz wyrobów plastikowych	150 889	161 594	170 725	176 293	181 428	188 591
Przemysł spożywczy	51 195	57 410	64 315	73 704	81 471	90 094
Produkty ze szkła, kamienia	9 276	10 558	11 933	13 670	14 826	15 942
Przemysł papierniczy	3 529	3 791	4 207	4 953	5 675	7 050
Pozostałe branże	58 473	67 261	79 355	97 869	112 241	128 209
Razem:	1 393 646	1 578 271	1 825 680	2 068 185	2 282 053	2 486 122

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Wykres 5. Ilość stanowisk zrobotyzowanych w podziale na branże przemysłu.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

2.2.1. Branża automotive

Najważniejszym użytkownikiem robotów w 2020 roku był przemysł automotive. Z udziałem w globalnej liczbie nowych instalacji na koniec 2020 roku na poziomie 21,3% oraz średnim rocznym spadkiem tej liczby na przestrzeni ostatnich pięciu lat o 3,4%, jest klientem najbardziej dotkniętym niekorzystnymi zmianami w skali makro.

Dane IFR wskazują, że perturbacje w latach 2019-2020, przełożyły się na swego rodzaju rewolucję na rynku robotów przemysłowych. Do roku 2019 to właśnie branża automotive wiodła prym jako odbiorca robotów. Rosnący popyt na samochody, połączony z ewolucją samego rynku automotive w kierunku platform napędzanych silnikami

elektrycznymi, sprawił, iż globalnie najwięcej instalacji było realizowanych w dynamicznie rozwijających się zakładach związanych z produkcją samochodów. Pomimo to, w latach 2015-2020 udział ten spadł z poziomu 38,9% do 21,3% i w 2020 roku branża straciła pierwsze miejsce w kategorii nowych instalacji na rzecz branży elektronicznej.

Spadki w produkcji samochodów zarejestrowane od 2018 roku i zachwiania w dostawach komponentów mają niewątpliwie duży wpływ na opóźnianie realizacji nowych inwestycji.

Oczywiście zmiana trendu nie zmienia faktu, iż branża automotive jest wciąż największym użytkownikiem robotów przemysłowych. 982 769 użytkowanych w niej na koniec 2020 roku robotów to efekt wieloletniej pracy oraz faktu, że dzięki swojej

Tabela 17. Przemysł automotive - statystyka globalna.

Przemysł samochodowy:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	98 595	104 307	124 669	127 578	103 777	81 842
Udział instalacji w skali świata	38,9%	34,3%	31,2%	30,2%	27,2%	21,3%
Ilość funkcjonujących robotów	630 769	690 115	770 187	857 288	930 939	982 769
Udział funkcjonujących robotów w skali	38,7%	37,6%	36,2%	35,1%	34,1%	32,6%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

specyfice i podatności na wdrażanie rozwiązań automatycznych, branża ta przez wiele lat była w czołówce innowatorów.

2.2.2. Branża urządzeń elektronicznych

Drugim odbiorcą robotów przemysłowych był w 2020 roku przemysł elektroniczny, z udziałem

zauważalnie w tyle za automotive, z 762 638 zarejestrowanymi na koniec 2020 roku stanowiskami.

Analiza dynamiki nowych instalacji stanowisk zrobotyzowanych w ramach gałęzi branży elektronicznej pokazuje silny wzrost inwestycji związanych z urządzeniami telekomunikacyjnymi. Dobrze wpisuje się to w widoczny coraz większy

Tabela 18. Przemysł elektroniczny - statystyka globalna.

Przemysł elektroniczny:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	64 555	91 287	121 955	105 153	88 925	109 315
Udział instalacji w skali świata	25,4%	30,0%	30,5%	24,9%	23,3%	28,5%
Ilość funkcjonujących robotów	328 613	406 693	509 211	596 709	672 868	762 638
Udział funkcjonujących robotów w skali	20,1%	22,1%	24,0%	24,5%	24,6%	25,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

w globalnej liczbie nowych instalacji równym 28,5% oraz średnim rocznym wzrostem ich liczby na przestrzeni pięciu lat o 13,9%.

Zmiany w zwyczajach ludzi, wymuszona pandemią redukcja mobilności oraz ewolucja wielu branż w kierunku np. pracy zdalnej, mocno wpłynęły na

nacisk na pracę zdalną oraz wdrażanie nowych technologii (5G).

Wygenerowany przez pandemię wzrost popytu na urządzenia elektroniczne, w połączeniu z trwającym od kilku lat pogarszaniem się kontaktów handlowych USA z Chinami (które wręcz nazwać

Tabela 19. Ilość nowych instalacji w ramach przemysłu elektronicznego.

Kategorie przemysłu elektronicznego	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Wyposażenie telekomunikacyjne	10 552	7 727	9 928	36 562	31 940	35 750
Komponenty elektroniczne	9 999	7 411	15 162	23 751	18 272	30 059
Półprzewodniki, LCD, LED, rozwiązania	14 533	23 311	42 242	18 229	17 642	12 863
Maszyny i urządzenia elektroniczne	10 781	26 487	5 275	10 592	9 796	10 740
Elektronika do użytku domowego	2 951	4 884	6 869	6 832	6 028	7 943
Komputery	980	1 023	611	2 424	2 284	4 527
Wyposażenie medyczne	1 377	1 470	1 534	2 431	1 694	1 735
Pozostałe	13 382	18 974	40 334	4 332	1 269	5 698
Razem	64 555	91 287	121 955	105 153	88 925	109 315

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

rozwój rynku urządzeń elektronicznych. To z kolei sprawiło, iż od 2020 roku to właśnie ta branża stała się w skali globalnej głównym odbiorcą robotów. Jej udział w rynku w latach 2016-2019 spadał z 30% do 23,3%, jednak w roku 2020 wzrósł do 28,5%.

W ujęciu całkowitej liczby eksploatowanych robotów przemysł elektroniczny pozostaje

można wojną celną) stworzyły idealny grunt dla inwestycji w tej branży w krajach zachodu, do których jasno dotarło, iż zbyt uzależnione są od dostawców azjatyckich. Przełożyło się to na ponad 109 tysięcy nowych instalacji robotów w tym sektorze w 2020 roku, 23% więcej niż w roku 2019. Warto podkreślić, że wzrost ten nastąpił po dwóch

Tabela 20. Ilość funkcjonujących robotów w ramach przemysłu elektronicznego.

Kategorie przemysłu elektronicznego	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Półprzewodniki, LCD, LED, rozwiązania	102 765	125 869	162 512	177 574	190 910	196 067
Wyposażenie telekomunikacyjne	44 374	50 330	59 238	93 644	124 475	158 299
Komponenty elektroniczne	57 486	59 572	69 759	89 448	105 795	131 553
Maszyny i urządzenia elektroniczne	46 995	72 586	76 929	86 638	95 367	102 265
Pozostałe	46 052	63 210	99 454	98 236	96 176	101 874
Elektronika do użytku domowego	13 341	17 358	22 974	28 966	34 322	41 212
Komputery	7 182	7 165	7 302	9 333	11 545	15 796
Pozostałe	10 418	10 603	11 043	12 870	14 278	15 572
Razem:	328 613	406 693	509 211	596 709	672 868	762 638

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR

latach spadków, gdy w 2018 i 2019 roku liczba instalacji w branży elektronicznej spadała odpowiednio o 14% i 15%. Najwyższa liczba instalacji, miała miejsce w roku 2017 - 124 tys. robotów. Zważywszy jednak na trend oraz zapowiadane przez gospodarki zachodu wprowadzanie polityk mających stymulować uruchamianie produkcji szeroko pojętej elektroniki w Europie i USA, rekord ten może niebawem zostać pobity.

2.2.3. Branża metalurgiczna i maszynowa

Trzecim co do wielkości odbiorcą robotów był w 2020 roku przemysł metalurgiczny i maszynowy. Z udziałem w globalnej liczbie nowych instalacji na poziomie 10,8% oraz średnim rocznym wzrostem ich liczby na przestrzeni pięciu lat na poziomie 7%, jest stabilnym i silnym klientem, intensywnie eksploatującym rozwiązania zautomatyzowane, pomimo perturbacji w skali makroekonomicznej.

Choć w roku 2020 zarejestrowano o 10% mniej nowych instalacji, niż w roku 2019, to jednak warto przy tym brać pod uwagę fakt, iż 2019 był

historycznie pod tym względem rokiem rekordowym.

2.2.4. Branża chemiczna oraz wyrobów z tworzyw sztucznych

Na czwartym miejscu wśród odbiorców robotów znajduje się przemysł chemiczny. Choć generalnie jest to branża stabilna, to jednak w latach 2019-2020 zarejestrowała nieznaczne spadki w ilości nowych instalacji, które przełożyły się na ujemną uśrednioną dynamikę na przestrzeni pięciu lat (1,7% średniego rocznego spadku nowych instalacji w latach 2015-2020).

Jej udział w liczbie globalnych instalacji spadł z 8% zarejestrowanych w 2015 roku, do 4,8% w 2020. Tak samo zachowuje się statystyczny udział w liczbie ogółu funkcjonujących robotów - z 9,2% w 2015 roku spadł on do 6,3% w 2020 roku.

Tabela 21. Przemysł metalurgiczny i maszynowy - statystyka globalna.

Przemysł metalurgiczny:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	29 450	28 710	44 191	43 593	45 843	41 332
Udział instalacji w skali świata	11,6%	9,4%	11,1%	10,3%	12,0%	10,8%
Ilość funkcjonujących robotów	160 902	180 849	215 747	247 699	282 605	310 829
Udział funkcjonujących robotów w skali	9,9%	9,8%	10,2%	10,2%	10,3%	10,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 22. Przemysł chemiczny - statystyka globalna.

Przemysł chemiczny:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	20 335	19 587	21 359	20 180	18 033	18 583
Udział instalacji w skali świata	8,0%	6,4%	5,3%	4,8%	4,7%	4,8%
Ilość funkcjonujących robotów	150 889	161 594	170 725	176 293	181 428	188 591
Udział funkcjonujących robotów w skali	9,2%	8,8%	8,0%	7,2%	6,6%	6,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

2.3. ILOŚĆ ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH W PODZIALE WG REGIONÓW ŚWIATA

Ilość robotów operacyjnych funkcjonujących na świecie została oszacowana na 3,14 mln. Ich liczba w 2020 roku wzrosła w porównaniu do 2019 roku o 10,4%. Średnioroczny wzrost tej liczby liczony od 2015 roku wynosi 17%. Struktura regionalna pokazuje dominację Azji nad resztą świata. Zarówno w zakresie rocznych instalacji, jak i całkowitej liczby eksploatowanych robotów, kontynent ten reprezentuje statystyki przewyższające wszystkie pozostałe regiony razem wzięte. W 2020 roku 69% nowych instalacji miało miejsce w Azji. W latach 2015-2019 ta statystyka wahała się między 63% a 70%. W oczywisty sposób ma to przełożenie na całkowitą liczbę eksploatowanych robotów. W 2020 roku 63% eksploatowanych globalnie robotów zainstalowana była w Azji. Przy takiej dynamice pozostałe regiony regularnie tracą swój statystyczny udział.

Generalnie regres obserwujemy w statystykach wszystkich krajowych gospodarek, nie są one w stanie dorównać skali robotyzacji Chin i pomimo stabilnego rozwoju dopiero 18 konkurentów razem miało w sumie w 2020 roku liczbę instalacji większą od liczby instalacji zarejestrowanych w Państwie Środka.

2.3.1. Azja i Australia

W 2020 roku w regionie Azji i Australii zainstalowano 266 452 nowych robotów, co stanowiło wzrost o 7% względem roku poprzedniego. Współczynnik CAGR (Compound

Annual Growth Rate), czyli skumulowany roczny wskaźnik wzrostu, w latach 2015-2020 dla sprzedaży robotów wynosił dla tego regionu 6%, a udział poszczególnych aplikacji wśród zainstalowanych robotów przedstawiał się następująco: operacje przeładunkowe 40%, produkcja elektryki/elektroniki 38%, spawanie 18%, przemysł automotive 17%.

Obecnie na tym terenie pracuje około 1 912 000 robotów, co stanowi wzrost o 13% względem roku 2019. W latach 2015-2020 CAGR ilości pracujących robotów wynosił 17%, przy podziale: operacje przeładunkowe 41%, spawanie 23%, produkcja elektryki/elektroniki 36%, przemysł automotive 27%. W gałęzi produkcji i przemysłu w 2020 roku na 10 000 pracowników produkcyjnych pracowały 134 roboty. Od trzech lata region ten wykazuje najwyższy współczynnik gęstości robotyzacji.

2.3.2. Europa

W Europie rok 2020 zakończył się spadkiem ilości zakupionych robotów o 8% w stosunku do roku 2019 i wynosił on 67 700 sztuk. Dla okresu 2015-2020 CAGR sprzedaży wynosił 6%, przy udziale poszczególnych aplikacji: operacje przeładunkowe 54%, spawanie 14%, przemysł metalowy 15%, produkcja wyrobów plastikowych i chemicznych 28%.

Aktualnie na całym kontynencie pracuje około 614 900 jednostek, co ponownie oznacza wzrost, tym razem o 9%. CAGR dla ilości robotów aktywnie pracujących w latach 2015-2020 wynosił 7%, a podział poszczególnych kategorii prezentował się

następująco: operacje przeładunkowe 56%, spawanie 18%, przemysł automotive 39%, przemysł metalowy 16%, produkcja wyrobów plastikowych i chemicznych 10%. W 2020 roku w gałęzi produkcji i przemysłu pracowały 123 roboty na 10 000 pracowników produkcyjnych.

2.3.3. Ameryki

Dla obu Ameryk ilość zakupionych robotów w roku 2020 wynosiła 38 736 sztuk, co oznaczało spadek w stosunku do poprzedniego roku o 17%, ale CAGR dla okresu 2015-2020 wynosił 0%. We wspomnianym okresie udział poszczególnych aplikacji wśród zainstalowanych robotów wynosił: operacje przeładunkowe 44%, spawanie 20%, przemysł automotive 47%, produkcja elektryki/elektroniki 11%.

Na omawianych kontynentach pracuje około 409 800 jednostek, co oznacza wzrost w stosunku do 2019 roku o 6 punktów procentowych. CAGR ilości działających robotów w latach 2015-2020 wynosił 8% przy podziale udziału: operacje przeładunkowe 44%, spawanie 30%, przemysł automotive 47%, produkcja elektryki/elektroniki 13%. W gałęzi produkcji i przemysłu w 2020 roku pracowało 111 robotów na 10 000 pracowników produkcyjnych.

Sytuacja wygląda lepiej, jeżeli mówimy jedynie o Ameryce Północnej. W regionie Ameryki Północnej zainstalowano 36 716 robotów, co jednak stanowiło 12% spadku w stosunku do roku poprzedniego (w tym W USA 30 787 robotów, spadek o 8%; w Kanadzie 5 566, spadek o 29%; Meksyk 3 363, spadek o 6%). CAGR w Stanach Zjednoczonych wynosił 2%, w Kanadzie -6%, w Meksyku -9%, co dla całego kontynentu oznaczało CAGR na poziomie 0%. W okresie 2015-2020 udział poszczególnych aplikacji wśród zainstalowanych robotów w Ameryce Północnej wynosił: operacje przeładunkowe 47%, spawanie 21%, roboty typu cleanroom 10%, przemysł

automotive 37%, produkcja elektryki/elektroniki 11%, produkcja wyrobów plastikowych i chemicznych 9%.

Jeżeli pod uwagę weźmiemy aktualnie pracujące roboty, możemy mówić o ilości zbliżonej do 382 700 robotów, co oznacza wzrost o 6% w porównaniu do roku 2019. Skumulowany roczny wskaźnik wzrostu 2015-2020 (CAGR) wynosił 8%, a udział procentowy poszczególnych kategorii robotów to: operacje przeładunkowe 44%, spawanie 30%, przemysł automotive 47%, produkcja elektryki/elektroniki 14%, przemysł metalowy i maszynowy 8%, produkcja wyrobów plastikowych i chemicznych 8%.

Gęstość robotyzacji na 10000 pracowników w przemyśle wytwórczym to w całej Ameryce Północnej 167 robotów, w USA 255 robotów, w Kanadzie 176 robotów, w Meksyku 47 robotów. Inaczej przedstawia się ilość jednostek pracujących w branży przemysłu automotive. Na 10 000 pracowników w całej Ameryce Północnej pracuje 1 009 robotów, w USA 1 528 robotów, w Kanadzie 1 392 roboty, w Meksyku 377 robotów. W pozostałych gałęziach przemysłu: w całej Ameryce Północnej 95 robotów na 10 000 pracowników produkcyjnych, w USA 157 robotów, w Kanadzie 76 roboty, w Meksyku 15 robotów.

2.3.4. Afryka

Dla Afryki 2020 rok przyniósł duży spadek sprzedaży robotów. Zainstalowano 373 jednostki, co stanowiło 61% mniej niż w roku poprzednim. Współczynnik CAGR od roku 2015 wynosił 7%, a główne udziały w rynku posiadały: operacje przeładunkowe 46%, spawanie 37%, przemysł automotive 68%.

W 2020 roku w Afryce pracowało około 5100 robotów, co oznaczało niewielki 1% spadek w stosunku do 2019 roku. CAGR działających jednostek wynosił 7%, a procentowy podział rynku

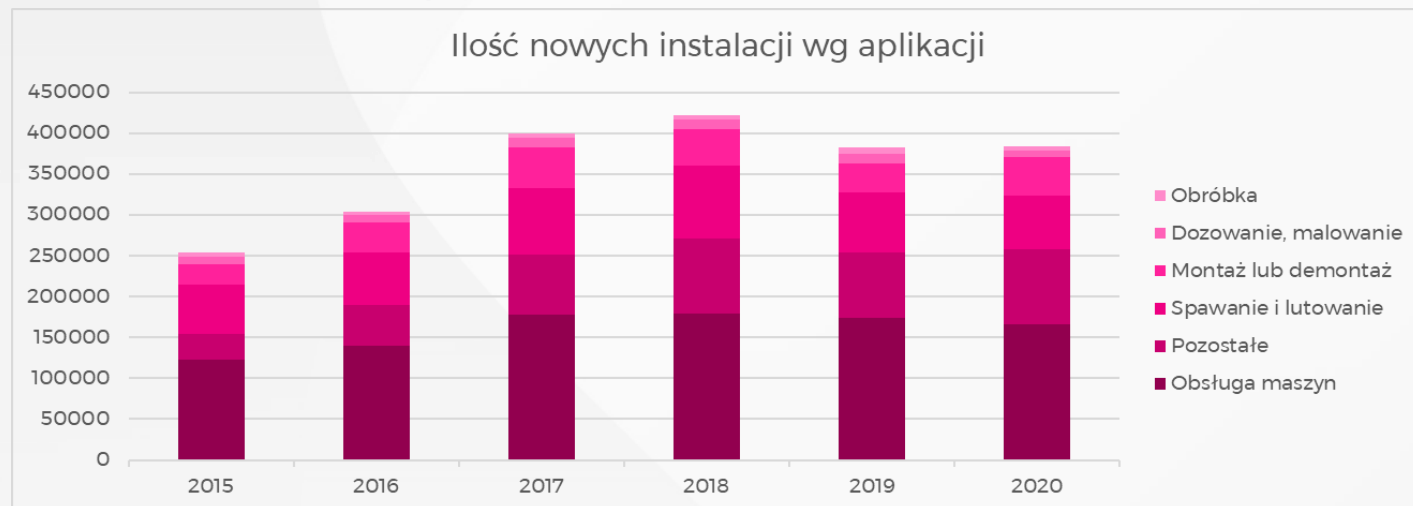
to: operacje przeładunkowe 48%, spawanie 37%, przemysł automotive 68%. Na 10000 pracowników produkcyjnych na całym kontynencie pracowali 33 roboty.

2.4. DANE O WZROSTACH WG APLIKACJI

Większość robotów zainstalowanych w 2020 roku, bo aż 43%, przeznaczona była do wykonywania

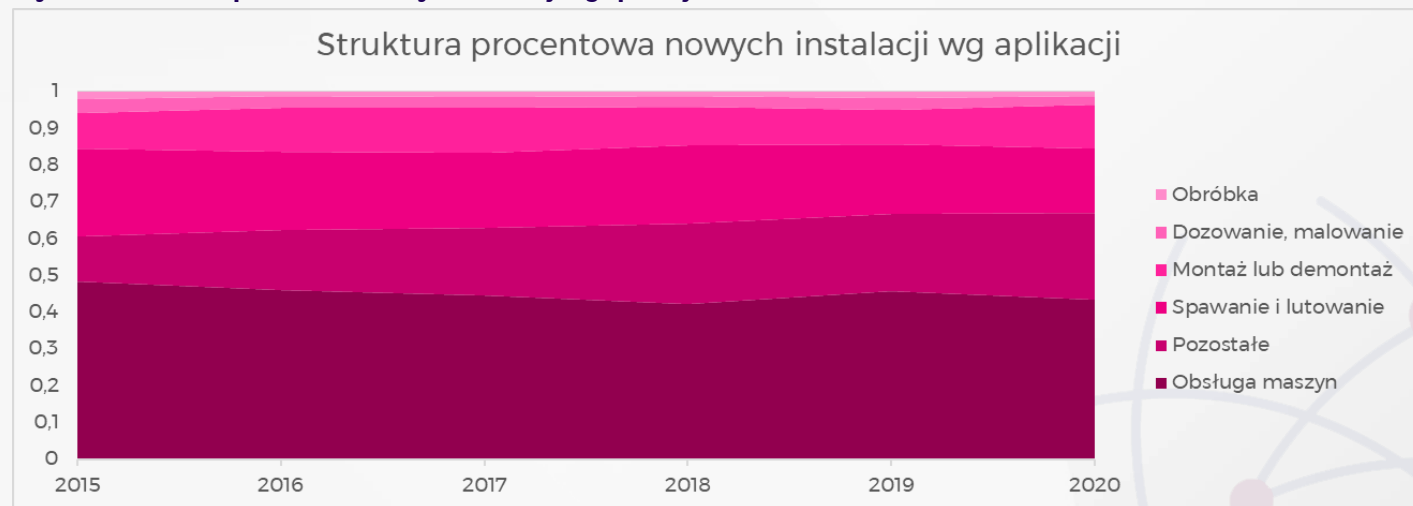
operacji obsługi maszyn. Kategoria ta obejmuje bardzo szerokie spektrum dobrze zdefiniowanych czynności w ramach procesów wytwórczych. Przykładowo są to operacje w procesach odlewania metali, obsługa wtryskarek tworzyw sztucznych, obsługa obrabiarek, czynności inspekcyjne, podawanie materiału, pakowanie itd. Obserwujemy spadek zastosowań robotów w tego typu procesach, chociaż wciąż jest to główny obszar działalności

Wykres 6. Ilość nowych instalacji wg aplikacji w latach 2015 - 2020.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Wykres 7. Struktura procentowa nowych instalacji wg aplikacji w latach 2015 - 2020.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

robotów przemysłowych. Udział tej kategorii wśród nowych instalacji ma trend malejący i w 2020 roku straciła na popularności, co objawiło się spadkiem o 5%.

Zastanawiający wydaje się wzrost popularności w ramach kategorii „pozostałe”. Wynikać to może z faktu, że obejmuje ona, poza zastosowaniami wcześniej niesklasyfikowanymi, głównie zastosowania automatów przy produkcji paneli ciekłokrystalicznych i półprzewodników. Na popularności zdecydowanie traci zastosowanie robotów przy spawaniu i lutowaniu. W 2020 roku udział tej kategorii wśród nowych instalacji spadł do 17%. W 2015 roku było to 24%. Jest to efekt zmian w branży automotive, która jest głównym odbiorcą tego typu rozwiązań.

2.4.1. Obsługa maszyn

Grupa ta obejmuje szeroką gamę robotów służących do podawania, przenoszenia, zabierania i pozycjonowania elementów obrabianych, przy

356 sztuk w 2020 roku. Pomimo spadków jest to wciąż najpopularniejsza grupa zastosowań.

Kategoria ta ma kilka podgrup, wśród których najpopularniejsze to:

- Transport materiałów – pick and place,
- Pakowanie, kompletacja,
- Operacje przy formowaniu tworzyw sztucznych,
- Operacje przy paletyzowaniu.

Roboty zaliczane do tej kategorii stanowią 44,5% wszystkich robotów na świecie, co daje 1 342 636 sztuk zarejestrowanych na koniec 2020 roku.

2.4.2. Pick and place (relokacja materiału)

Przenoszenie materiałów jest najważniejszym zastosowaniem robotów przemysłowych. Maszyny do tego zastosowania stanowiły 17,7% instalacji w 2020 roku. Na koniec 2020 roku funkcjonowało 514 349 robotów tego typu, co oznacza, że ich liczba wzrosła w porównaniu z 2019 o 11%. Ilość nowych

Tabela 23. Statystyka wg aplikacji - obsługa maszyn.

Obsługa maszyn:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	122 761	139 576	178 353	178 475	174 340	166 356
Udział instalacji w skali świata	48,4%	45,9%	44,6%	42,3%	45,7%	43,4%
Ilość funkcjonujących robotów	710 739	812 819	945 715	1 081 578	1 216 780	1 342 636
Udział funkcjonujących robotów w skali	43,6%	44,2%	44,5%	44,3%	44,6%	44,5%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

wielu procesach wytwórczych. Roboty do niej sklasyfikowane stanowiły w 2020 roku 43,4% wszystkich instalacji. Pik instalacji tego typu robotów zaobserwowaliśmy w roku 2018, późniejsze lata to sukcesywne spadki nowych instalacji do 166

instalacji w 2020 roku spadła w porównaniu z 2019 o 12%. Rekordową liczbę tego typu robotów zainstalowano w 2017 roku – 77 288 sztuk. Udział tego typu robotów, wśród wszystkich funkcjonujących, stabilnie wzrasta. Na koniec 2020

Tabela 24. Statystyka wg aplikacji - pick and place.

Pick and place:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	38 948	51 644	77 288	69 153	76 902	67 743
Udział instalacji w skali świata	15,3%	17,0%	19,3%	16,4%	20,1%	17,7%
Ilość funkcjonujących robotów	237 221	278 439	341 405	397 366	461 575	514 349
Udział funkcjonujących robotów w skali	14,5%	15,2%	16,1%	16,3%	16,9%	17,1%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

roku stanowiły one 17,1% wszystkich robotów przemysłowych. Na przestrzeni ostatnich pięciu lat średnio ich liczba wzrasta o 23,4% rocznie.

2.4.3. Pakowanie, kompletacja

Nowe instalacje w kategorii robotów do pakowania i kompletacji osiągnęły w 2020 rekordowy poziom

2.4.4. Obsługa procesu wtrysku plastików

Liczba instalacji robotów obsługujących maszyny wtryskowe osiągnęła maksimum w 2018 roku – 23 753 sztuk. Na przestrzeni lat 2015-2020 zaobserwowano niewielki jej spadek, średnio o 2,8% rocznie. Roboty w tej kategorii stanowią 6,3% wszystkich robotów przemysłowych na świecie i udział ten regularnie spada.

Tabela 25. Statystyka wg aplikacji - pakowanie i kompletacja.

Pakowanie, kompletacja:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	27 147	30 957	32 287	31 780	30 003	37 806
Udział instalacji w skali świata	10,7%	10,2%	8,1%	7,5%	7,9%	9,9%
Ilość funkcjonujących robotów	120 236	150 516	179 410	209 528	237 322	272 709
Udział funkcjonujących robotów w skali	7,4%	8,2%	8,4%	8,6%	8,7%	9,0%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

i wzrosły w porównaniu z 2019 rokiem o 26%. Stanowiły one 9,9% wszystkich rocznych instalacji. Ilość nowych uruchomień stabilnie rośnie i na

2.4.5. Paletyzacja

Liczba rocznych instalacji robotów paletyzujących

Tabela 26. Statystyka wg aplikacji - obsługa wtrysku plastików.

Obsługa procesu wtrysku plastików:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	21 293	20 440	19 862	23 753	19 596	18 264
Udział instalacji w skali świata	8,4%	6,7%	5,0%	5,6%	5,1%	4,8%
Ilość funkcjonujących robotów	146 955	155 416	161 690	172 600	180 769	189 399
Udział funkcjonujących robotów w skali	9,0%	8,5%	7,6%	7,1%	6,6%	6,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

przestrzeni ostatnich pięciu lat wzrastała średnio o 7,9% rocznie. Zastosowanie to największą popularnością cieszy się w przemyśle elektronicznym, farmaceutycznym, kosmetycznym i spożywczym. Jego popularność w przemyśle elektronicznym tłumaczy wzrosty w ostatnim roku. Roboty tego typu stanowią 9% wszystkich robotów na świecie i ich liczba wzrosła w 2020 roku o 15%, do 272 709 sztuk.

nieprzerwanie rosła od roku 2009 do 2019. W 2020 roku zarejestrowano jednak jej spadek w porównaniu z minionym rokiem o 9% - do 11 705 sztuk. Ich udział wśród ogółu instalacji stanowił w 2020 roku 3,1%.

2.4.6. Aplikacje spawalnicze

Roboty spawalnicze to druga co do popularności grupa zastosowań robotów przemysłowych.

Tabela 27. Statystyka wg aplikacji - paletyzacja.

Paletyzacja:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	9 989	10 287	10 548	11 087	12 856	11 705
Udział instalacji w skali świata	3,9%	3,4%	2,6%	2,6%	3,4%	3,1%
Ilość funkcjonujących robotów	55 653	62 457	69 688	77 574	87 058	94 613
Udział funkcjonujących robotów w skali	3,4%	3,4%	3,3%	3,2%	3,2%	3,1%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 28. Statystyka wg aplikacji - spawanie i lutowanie.

Spawanie i lutowanie:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	60 744	65 044	81 843	89 174	72 828	66 264
Udział instalacji w skali świata	23,9%	21,4%	20,5%	21,1%	19,1%	17,3%
Ilość funkcjonujących robotów	450 026	484 254	532 238	591 235	637 936	676 314
Udział funkcjonujących robotów w skali	27,6%	26,4%	25,0%	24,2%	23,4%	22,4%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Rekordową liczbę ich instalacji zaobserwowano w 2018 roku (89 174 instalacje), co przełożyło się na 21,1% udziału w rynku. Kolejne dwa lata to spadki nowych instalacji, do 17,3% udziału i 66 264 sztuk zainstalowanych w 2020 roku.

Roboty spawalnicze są głównie wykorzystywane w przemyśle motoryzacyjnym, nie jest więc zaskoczeniem, że większość instalowana jest w krajach o dużej koncentracji przemysłu automotive. Od 2010 roku Chiny są największym odbiorcą tego typu rozwiązań – zainstalowano tam 35 098 sztuk w 2020 roku, co stanowiło 53% wszystkich tego typu robotów na świecie. Drugie miejsce zajęły Stany Zjednoczone, z liczbą 6 124 sztuki (9%), trzecie Japonia 5 783 (9%). Na czwartym miejscu znalazły się Niemcy z 3 957 sztukami. Na piątym Korea Południowa – 3 819 sztuk.

2.4.7. Aplikacje dozowania (malowania)

W roku 2020 zainstalowano 8 235 tego typu robotów, stanowiło to 2,1% wszystkich nowych instalacji. Rekordowy poziom zarejestrowano w 2018 roku – 12 300 sztuk. Na koniec 2020 roku stanowiły one 3,3% wszystkich zarejestrowanych robotów przemysłowych.

Większość robotów tego typu funkcjonuje w branży automotive, roboty instalowane są w lakierniach oraz na liniach montażowych – do aplikacji klejów oraz uszczelnaczy.

2.4.8. Operacje obróbki

Roboty stosowane do operacji obróbki, wykorzystywane są przy procesach cięcia laserowego, water jet oraz obróbki mechanicznej. Ich udział wśród ogółu instalacji utrzymuje się na poziomie 1,3%. W 2020 roku zarejestrowano instalację 4 915 robotów tego typu. Sumaryczna ich ilość na koniec roku 2020 to 49 210 sztuk. Stanowiły one 1,6% ogółu robotów przemysłowych.

2.4.9. Aplikacje montażowe

Liczba nowych instalacji robotów przeznaczonych do operacji montażowych wzrosła do rekordowego poziomu w 2020 roku i osiągnęła liczbę 46 836, było to 12,2% wszystkich instalacji. Na świecie na koniec 2020 roku było 323 231 robotów tego typu, stanowiły one 10,7% wszystkich zarejestrowanych robotów przemysłowych.

Tabela 29. Statystyka wg aplikacji - dozowanie, malowanie.

Dozowanie, malowanie:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	9 205	9 635	11 606	12 300	11 948	8 235
Udział instalacji w skali świata	3,6%	3,2%	2,9%	2,9%	3,1%	2,1%
Ilość funkcjonujących robotów	65 087	70 743	77 780	85 732	93 858	98 587
Udział funkcjonujących robotów w skali	4,0%	3,8%	3,7%	3,5%	3,4%	3,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Tabela 30. Statystyka wg aplikacji - operacje obróbki.

Operacje obróbki:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	5 442	3 842	6 014	5 325	7 170	4 915
Udział instalacji w skali świata	2,1%	1,3%	1,5%	1,3%	1,9%	1,3%
Ilość funkcjonujących robotów	31 709	33 214	37 558	40 882	45 888	49 210
Udział funkcjonujących robotów w skali	1,9%	1,8%	1,8%	1,7%	1,7%	1,6%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Fakt zastosowania tych robotów w branży elektronicznej tłumaczy spadki w latach 2018-2019, kiedy to miały miejsce zawirowania na rynku elektroniki.

operacje, obsługują różnego typu maszyny, używane są do spawania i przenoszenia materiałów czy produktów. Uniwersalność robotów przegubowych sprawia, że są stosowane w wielu

Tabela 31. Statystyka wg aplikacji - montaż.

Montaż lub demontaż:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	24 621	36 256	48 783	44 470	35 730	46 836
Udział instalacji w skali świata	9,7%	11,9%	12,2%	10,5%	9,4%	12,2%
Ilość funkcjonujących robotów	160 745	187 542	225 226	257 535	286 727	323 231
Udział funkcjonujących robotów w skali	9,9%	10,2%	10,6%	10,6%	10,5%	10,7%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

2.5. DANE O WZROSTACH WG TYPÓW ROBOTÓW

procesach. Rutynowo używa się ich jako robotów spawalniczych, podających materiał, lakierniczych,

Tabela 32. Ilość i struktura nowych instalacji wg typu robota.

Rok	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
Roboty przegubowe	153 852	60,6%	180 740	59,5%	249 396	62,4%	270 826	64,1%	250 588	65,6%	236 834	61,7%
SCARA	29 234	11,5%	33 039	10,9%	50 808	12,7%	63 907	15,1%	53 703	14,1%	70 397	18,4%
Roboty Kartezjańskie	57 494	22,7%	67 384	22,2%	62 136	15,5%	64 133	15,2%	58 234	15,3%	55 906	14,6%
Pozostałe	9 158	3,6%	18 638	6,1%	32 664	8,2%	18 029	4,3%	13 740	3,6%	14 890	3,9%
Roboty Delta	4 010	1,6%	4 046	1,3%	4 636	1,2%	5 376	1,3%	5 559	1,5%	5 518	1,4%
Razem	253 748		303 847		399 640		422 271		381 824		383 545	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

2.5.1. Roboty przegubowe



Roboty przegubowe spotkać można w wielu branżach przemysłu. Wykonują głównie cięższe

nanoszących kleje i uszczelniacze oraz przy różnego typu obróbce. Głównym odbiorcą tego typu maszyn jest przemysł automotive, wchłania on około jedną trzecią wszystkich robotów tego rodzaju.

W 2020 roku roboty przegubowe stanowiły 62% wszystkich nowo instalowanych maszyn. W ramach samego przemysłu motoryzacyjnego 90% eksploatowanych robotów to jednostki przegubowe. Drugim odbiorcą, jest przemysł elektroniczny, z udziałem około jednej trzeciej. Znaczącymi odbiorcami są także przemysł metalurgiczny i maszynowy oraz elektroniczny. Razem odpowiadają one za około jedną trzecią

instalacji.

Sprzedaż robotów przegubowych rośnie regularnie. W 2009 roku było to 40 100 sztuk, w rekordowym roku 2018 sprzedano 270 826 sztuk. Pomimo spadków zanotowanych w latach 2019-2020 średni roczny wzrost liczby instalacji na przestrzeni ostatnich pięciu lat wyniósł 9%. Udział instalacji tych robotów w podziale na kontynenty, pokazuje ich dużą popularność w Europie, gdzie mają udział 78% oraz w Ameryce 71%. W Azji statystyka ta wygląda zauważalnie gorzej, udział robotów przegubowych wśród wszystkich instalacji to jedynie 58%.

2.5.2. Roboty SCARA



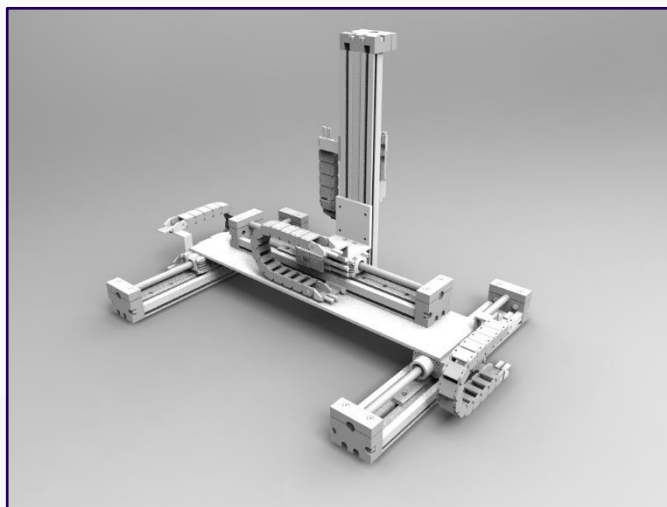
Roboty typu SCARA są stosowane głównie do zadań związanych z montażem, do podawania oraz cięcia. Głównym ich odbiorcą jest przemysł elektroniczny. Szacuje się, że wchłania on ponad 60% wszystkich instalacji tego typu robotów, a połowa wykorzystywanych w tej branży urządzeń to maszyny typu SCARA. Roboty te mają także dużą popularność w kilku mniejszych branżach jak papiernicza, dziewiarska oraz w przemyśle farmaceutycznym.

Zwiększenie liczby instalacji w ramach przemysłu elektronicznego przyniosło za sobą także wzrost sprzedaży robotów typu SCARA. W tej branży około połowa używanych robotów należy do tej grupy.

Statystyki na rok 2020 informują o 70 397 nowych instalacjach, wobec 53 703 w roku 2019, co daje roczny wzrost o 31% oraz wzrost udziału wśród ogółu nowych instalacji z 14,1% do 18,4%.

W 2020 roku 83% instalacji robotów o kinematyce SCARA miało miejsce w Azji, 9% w Europie i 8% w obu Amerykach. W tym samym roku zarejestrowano duży wzrost liczby instalacji na terenie obu Ameryk – to efekt presji na przemysł elektroniczny wynikającej z wojny celnej między USA a Chinami.

2.5.3. Roboty Kartyżjańskie



Ten typ robotów głównie wykorzystywany jest przy procesach wtrysku plastików, pakowania, pick and place oraz przy montażu. Roboty liniowe/kartyżjańskie/bramowe są popularne w przemyśle produktów z plastiku i z gumy, który instaluje jedną piątą wszystkich tego typu robotów oraz w przemyśle elektronicznym, który odpowiada za dwie trzecie tego rynku.

Sprzedaż robotów kartyżjańskich maleje, na przestrzeni ostatnich pięciu lat liczba nowych instalacji spadała średnio o 0,6%. W 2015 roku zarejestrowano duży wzrost sprzedaży (o 1715 sztuk), jednak dynamika na przestrzeni ostatnich czterech

lat jest bardzo niekorzystna, w 2020 roku był to spadek o 4%.

2.5.4. Roboty Delta



Roboty typu delta spotykane są przy zastosowaniach takich jak pakowanie, pick and place, podawanie materiału. Głównym ich odbiorcą jest przemysł spożywczy, z udziałem 40% w rynku globalnym tych robotów. Jedną piątą robotów stosowanych w tej branży to roboty typu delta.

Około 10% tych robotów instaluje się w branży farmaceutycznej oraz podobny udział ma przemysł elektroniczny. Najwięcej tego typu robotów można znaleźć w przemyśle tekstylnym, gdzie dwie piąte używanych robotów to roboty typu delta. Średni przyrost liczby rocznych instalacji w ciągu ostatnich pięciu lat wyniósł 7,5%, jednak udział instalacji tego typu robotów jest niski i w 2020 roku wyniósł 1,4%.

3. TRANSFORMACJA DIGITALNA I JEJ WPŁYW NA ROBOTYZACJĘ

W rozdziale przedstawione zostaną główne nurty rozwoju technologii w obszarze zbierania i przechowywania danych, ich przesyłania oraz mocy obliczeniowych. Przyjrzymy się też rozwojowi technologii sztucznej inteligencji oraz trzeciej rewolucji internetowej, a także kierunkom

i szybkości rozwoju tych technologii pod względem ich wpływu na rozwiązania zrobotyzowane na liniach produkcyjnych. Rozwój technologii oraz digitalizacja zmieniają linie produkcyjne na naszych oczach, a zmiany te mają prędkość rosnącą wykładniczo.

3.1. ROZWÓJ RYNKU W OPARCIU O PRAWO MOORE'A

Nie można rozpocząć rozmowy na temat digitalnej transformacji, nie wychodząc od przedstawienia prawa Moore'a. To właśnie ta obserwacja, została poczyniona w obszarze mocy obliczeniowych układów scalonych, następnie rozszerzona także o zdolność do pozyskiwania danych oraz szybkość komunikacji, opisuje i wyjaśnia zarówno prędkość, jak i kierunki transformacji digitalnej.

Słynne już od ponad 60 lat prawo Moore'a, powstało w oparciu o obserwację szybkości rozwoju technologii obliczeniowej. Mówi ono, że ilość tranzystorów w układzie scalonym będzie się zwiększać wykładniczo. Ilość tranzystorów podwaja się w stałych odcinkach czasu. W momencie powstawania tego prawa, okres podwajania się mocy obliczeniowych wynosił 24 miesiące. Obecnie okres ten skrócił się wraz z rozwojem technologii i wynosi ok. 1,5 roku.

Prawo Moore'a jest podstawą do oceny dynamiki zmian w elektronice, a przede wszystkim do oceny kosztów, w stosunku do dysponowanej mocy obliczeniowej. Słyszysz się także głosy, że prawo to, obecnie zbliża się do kresu możliwości fizycznych, mianowicie tranzystory stają się coraz mniejsze, a granicą, będzie budowanie ich z pojedynczych atomów. IBM w 2021 roku ogłosił, że stworzył pierwszy chip z technologią 2 nm. Dodatkowo IBM deklaruje wzrost wydajności o 45% i redukcję zużycia energii o 75% w stosunku do technologii 7 nm. Przewidywany termin wdrożenia technologii do masowej produkcji to rok 2024.

Konsekwencją prawa Moore'a, jest obniżenie kosztów mocy obliczeniowych, które skutkuje zwiększeniem ich dostępności przy jednoczesnym wykładniczym wzroście wydajności, co widać wyraźnie, w rozkwicie branży technologii zbierania i przesyłania danych (ICT) oraz sztucznej inteligencji (AI). Dla przykładu, jeszcze 10 lat temu trenowanie modeli sztucznej inteligencji było praktycznie zarezerwowane dla wielkich firm technologicznych lub uczelni wyższych, gdyż wymagało to łączenia się poprzez platformy linuxowe do superkomputerów, które przeprowadzały obliczenia. Dzisiaj ten sam efekt można osiągnąć poprzez przeglądarkę internetową, praktycznie w formie drag and drop.

W okresie ostatnich 60 lat, wielokrotnie już podnoszono głosy o granicach, jakie technologia może nam dać w zakresie szybkości obliczeń oraz komunikacji. Autorzy tego raportu stoją jednak na stanowisku, że nie ma podstaw, aby twierdzić, że prawo Moore'a przestanie być prawdziwe w okresie najbliższych kilku lat. Jeżeli zatem dostępne moce obliczeniowe będą nadal rosły w tempie wykładniczym, to już w najbliższych kilku latach ludzkość będzie w stanie mierzyć, analizować i wnioskować na temat wszystkich zdarzeń i okoliczności, które nas otaczają. Digitalna transformacja, którą opiszemy w niniejszym rozdziale, zmienia także firmy produkcyjne oraz możliwość robotyzacji i automatyzacji procesów, które się w nich dzieją, w sposób i z prędkością do tej pory niespotykaną.

3.2. TECHNOLOGIA CYFROWA W PROCESACH WYTWÓRCZYCH

Na przestrzeni ostatniej dekady na świecie pojawiło się wiele praktycznych zastosowań technologii opartej na danych. Trudno jest dzisiaj wyrokować, która z nich będzie miała największy wpływ na zachodzące na świecie zmiany, ale pewnym jest, że przewidywanie kierunków i szybkości zachodzących

zmian, nie jest możliwe uwzględniając metody prognozowania liniowego. Autorzy raportu zdecydowali się na opisanie tylko wybranych kierunków rozwoju technologii, które w ich ocenie będą miały największy wpływ na branżę robotyczną. Należy jednak podkreślić, że nie jest to lista zamknięta, a kolejność opisywanych narzędzi nie określa hierarchii ich ważności. Autorzy raportu są przekonani, że technologia cyfrowa wchodząca do świata produkcji, zmieni ten świat w ciągu kilku najbliższych lat bardziej, niż technologia zmieniła procesy produkcyjne w okresie ostatniego wieku.

3.2.1. Internet rzeczy



Internet rzeczy (IoT) to ekosystem składający się z elementów służących zbieraniu danych, ich przetwarzaniu oraz komunikacji z użytkownikiem. Czujniki wbudowane lub dodane do urządzeń monitorują działanie oraz środowisko pracy. Następnie dane muszą zostać przesłane i składowane, żeby następnie zostać przetworzone do postaci użytecznych informacji. Kluczowym komponentem spajającym całość, jest sieć internetowa (lub inna sieć komunikacyjna), która umożliwia łączenie i wymianę danych pomiędzy składowymi systemami.

Powszechnie branża rozróżnia dwa główne nurty IoT, czyli nurt konsumenta - głównie w ramach koncepcji inteligentnego domu oraz szeroko rozumiany nurt przemysłowych zastosowań

Internetu rzeczy.

Kluczowe kierunki rozwoju IoT to¹:

1. Konsolidacja rynku platform Internetu rzeczy.
2. Przesunięcie zainteresowania z rozwiązań chmurowych do urządzeń brzegowych.
3. Wsparcie zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw.
4. Przyspieszenie wdrażania Internetu rzeczy dzięki sieci 5G.
5. Bezpieczeństwo w urządzeniach brzegowych kluczem przy wdrożeniu.

Konsolidacja rynku platform Internetu rzeczy. Pod koniec 2021 roku dostępnych było na rynku 613 platform Internetu rzeczy, co oznaczało 1% spadek, w porównaniu do rekordowej wartości 620 platform w roku 2019. Spowolnienie dynamiki rynku, który rósł średniorocznie 13% od 2015 roku, świadczy o nasyceniu rynku, które rozpoczyna erę konsolidacji. Oczywiście, spadek ilości platform integrujących nie oznacza spadku zainteresowania. Wręcz przeciwnie, widoczny jest proces integracji rynku oraz jego dojrzałość.

Pandemia COVID-19 oraz kryzys półprzewodników w zdecydowany sposób przyczyniły się do spowolnienia wdrożeń przemysłowego Internetu rzeczy. Dominacja gigantów technologicznych w postaci Microsoftu oraz AWS, a także w mniejszym stopniu Google Cloud i Alibaba, zmusza mniejsze firmy do specjalizacji lub oferowania rozwiązań w oparciu o rozwiązania Microsoftu, czy AWSu. Wysoka konkurencja wspiera procesy skupiania się firm na produktach, rozszerzając ofertę w sposób wertykalny jako uzupełnienie platformy IoT.

Przesunięcie zainteresowania z rozwiązań chmurowych do urządzeń brzegowych. Pojawiły się kompleksowe rozwiązania w koncepcji Brzeg-

do-Przedsiębiorstwa (Edge-to-Enterprise). Przemysłowy Internet rzeczy wymaga płynnego i bezpiecznego przepływu danych od urządzeń brzegowych do przedsiębiorstwa. Zasadnicza różnica w zastosowaniach IoT w urządzeniach brzegowych polega na umożliwieniu przyspieszenia działania systemu, bo nie wymaga ciągłego połączenia z chmurą celem wymiany informacji. Całość bowiem dzieje się lokalnie. Natomiast komunikacja z chmurą, czy inną siecią jest zdefiniowana tak, aby móc stworzyć odpowiednie modele zgodnie z wymaganiami przedsiębiorstwa.

IoT realizowane w urządzeniach brzegowych, to możliwość analizy i podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym, co jest szczególnie ważne w zastosowaniach przemysłowych, takich jak autonomiczne samochody czy linie produkcyjne o wysokich prędkościach procesu (np. FMCG). Dodatkowym wyzwaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa na jednakowym poziomie w systemach rozproszonych. Dlatego w najbliższym czasie przewidywana jest standaryzacja w tym zakresie.

Wsparcie zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw. Przemysłowy Internet rzeczy to idealne narzędzie to budowania świadomości użytkownika na temat energochłonności realizowanych procesów. Dokładne monitorowanie zużycia energii pozwala na świadome zarządzanie, co przekłada się nie tylko na oszczędności, ale pozytywnie wpływa na ślad węglowy. Według Komisji Europejskiej Internet rzeczy będzie aktywatorem zmiany, w kwestii sposobu synchronizacji budynków, urządzeń i systemów energetycznych, co pozwoli zoptymalizować zużycie energii i zmniejszyć emisję CO₂.

Dodatkowo Internet rzeczy pozwala na większą dokładność pracy systemów, co wpływa na efektywne wykorzystanie zasobów. Branże, które

¹ IoT Platform Companies Landscape 2021/2022, IoT ANALYTICS.

szczególnie na tym zyskają to rolnictwo i transport morski. Te oszczędności przenoszą się na obniżenie śladu węglowego w całym cyklu życia produktu.

Obecna narracja w mediach nastawia odbiorców, że 5G jest szybsze niż 4G. W rzeczywistości 5G jest w stanie wielokrotnie przewyższać prędkość 4G i obsługuje połączenia o niskich opóźnieniach w sposób, w jaki 4G nie jest w stanie.

Należy zauważyć, że 5G nie zostało zaprojektowane przede wszystkim dla telefonów komórkowych. Prawdziwa wartość 5G tkwi w aplikacjach Internetu rzeczy, w których podłączone urządzenia o ograniczonej inteligencji wykonują zadania wymagające komunikacji z powrotem do sieci – na przykład na dużych farmach, na autostradzie lub w fabryce. Są to aplikacje, w których sieć Wi-Fi może nie mieć zastosowania, ale są to także aplikacje sieciowe, dla których 5G jest lepszym rozwiązaniem niż Wi-Fi, nawet jeżeli obie są dostępne.

Postępy w wydajności i elastyczności sieci 5G, pozwolą przedsiębiorstwom budować własne sieci, celem maksymalizacji wydajności w produkcji i innych złożonych sektorach. Sieci te są szczególnie atrakcyjne dla dużych zakładów produkcyjnych, które stały się zautomatyzowane i niezwykle zaawansowane technologicznie. Aby producenci mogli wdrożyć technologię Przemysłu 4.0 taką jak roboty, samojezdne wózki widłowe, okulary AR/VR czy drony, będą potrzebować możliwości, jakie daje sieć 5G. Fragmentaryzacja sieci to jedna z funkcji, która zapewnia elastyczność niedostępną w sieciach

Wi-Fi. Administratorzy (lub oprogramowanie) mogą podzielić sieć fizyczną na wiele sieci logicznych, z przypisanymi częściami przepustowości oraz określonymi zasadami i zapewnionymi parametrami jakości. W fabryce jeden segment może obsługiwać aplikacje AR/VR, które wymagają większych prędkości, podczas gdy inny mogą obsługiwać roboty, w przypadku których małe opóźnienie ma kluczowe znaczenie. Ponadto można przydzielić wycinki sieci w celu złagodzenia wąskich gardeł i zwiększenia przepustowości zgodnie z wymaganiami dotyczącymi obciążenia.

Nowoczesna architektura sieci do bezpieczeństwa brzegowego proponuje kilka strategicznych zmian: do nowego modelu bezpieczeństwa zwanego brzegiem usług bezpiecznego dostępu oraz podejścia do zarządzania siecią zwaną programową siecią rozległą. Rozwiązania te zapewniają wyższy stopień przejrzystości i kontroli zarządzania ruchem sieciowym i jego zawartością, wymagają jednak znacznych zobowiązań, w tym dobrze zaprojektowanej sieci WAN, którą organizacje muszą ocenić w oparciu o ich potrzeby i gotowość.

Koncepcja przemysłowego Internetu rzeczy ma wpływ zarówno na konstrukcję stanowisk zrobotyzowanych, jak ich samą obsługę. Nie będzie przesadą stwierdzenie, że technologia ta ma przełomowe znaczenie dla możliwości robotyzacji procesów produkcyjnych. Stały dostęp do informacji o pracy zrobotyzowanego stanowiska może wpłynąć na ograniczenie jego awaryjności nawet o 30%. Co równie ważne, zbieranie informacji o środowisku pracy w czasie rzeczywistym, skutkować może większą elastycznością wykorzystania technologii

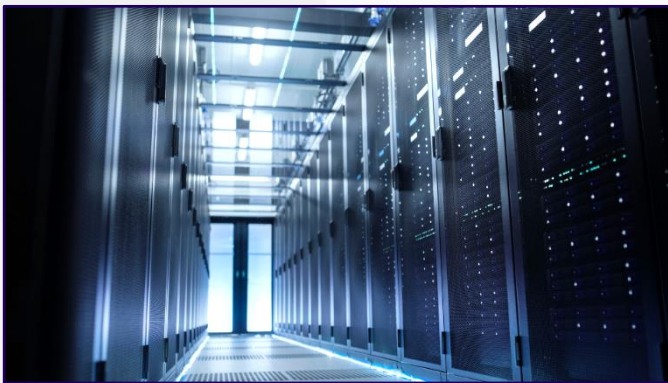
KOMENTARZ EKSPERTA:

Transformacja cyfrowa biznesu jest możliwa dzięki danym. Dla danych tworzone są sieci umożliwiające szybką transmisję, by zasilać ich wielkie zbiory. Sztuczna inteligencja przetwarza dane w informacje wykorzystywane w procesach decyzyjnych przedsiębiorstwa. Kluczowym źródłem generowania danych są sensory, a interface IO-Link istotnym aktywatorem w łańcuchu komunikacji IIoT. Pozwala to, np. na monitorowanie stanu maszyn (Condition Monitoring) i predykcje utrzymania ruchu produkcji, na podstawie informacji generowanych przez multifunkcyjne czujniki.

Paweł Stefański
Balluff Sp. z o.o.

robotycznej na linii produkcyjnej. Innymi słowy, przemysłowy Internet rzeczy obala jeden z podstawowych mitów w obszarze robotyzacji, jakim jest twierdzenie, że robotyzować warto wyłącznie procesy na liniach automotive. Dzięki tej technologii już niebawem będziemy spotykali roboty przemysłowe oraz roboty mobilne w wielu zakładach nie pochodzących z branży automotive.

3.2.2. Big data



Big data to symbol naszych czasów. W jednej ze swych publikacji reklamowych firma IBM przedstawiła wyniki badań, z których wynikało, że 90% danych dostępnych dzisiaj na świecie, jest nie starszych niż 2 lata. Coraz więcej danych pozyskiwanych jest z wielu źródeł o różnej jakości i korelacji między sobą. Według definicji Oracle, Big Data - to 3xV. Dane o rosnącej różnorodności (variety), przybywające w coraz większych ilościach (volume) oraz z coraz większą szybkością (velocity). To prowadzi do przyrostów w wykładniczym tempie. Jeżeli rozpatrywać krzywą wzrostu, to przejawia ona charakter wykładniczy i zdecydowanie nie jest powiązana ze wzrostem populacji światowej. Warto podkreślić, że ilość danych przedstawiana na wykresie jest podana w zetabajtach czyli 10²¹, lub 1'000'000'000'000'000'000'000 bajta.

Jak łatwo sobie wyobrazić, tak duża ilość danych prowadzi do konieczności zmiany podejścia nie

tylko do analizy i przetwarzania, ale również całej infrastruktury z tym związanej. Rozwój technologii chmurowych oraz prawo Moore'a w zdecydowany sposób przyczyniły się do tak dynamicznego rozwoju. Potencjał big data jest definiowany dla każdego przedsiębiorstwa w inny sposób, gdyż jest ściśle powiązany z jego profilem działalności, jednak można wyróżnić kilka uniwersalnych grup. Big data usprawnia następujące aspekty w firmach produkcyjnych:

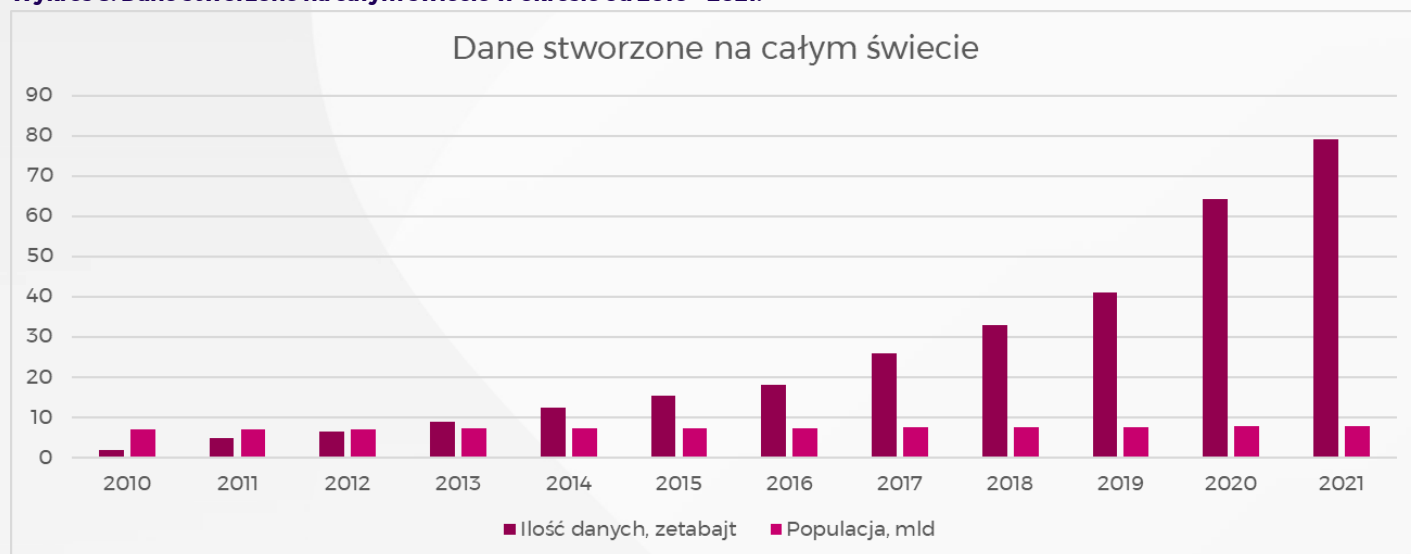
- **Doświadczenie klienta** - rosnące oczekiwania klientów wymagają od dostawców rozwiązań szytych na miarę, co oznacza, że potrzeby klienta muszą być bardzo dobrze przeanalizowane, co pozwoli umiejętnie wytypować podstawowe sygnalizatory zachowania, które wskażą gotowość zakupową.
- **Efektywność operacyjna** - pomiary procesów w firmie umożliwiają precyzyjne monitorowanie, analizowanie i wnioskowanie. Big data umożliwia ograniczenie przestoju oraz przewidywanie przyszłego zachowania klienta. Dodatkowo może wspierać procesy decyzyjne zgodnie z obecnym zapotrzebowaniem rynku.
- **Prewencyjne utrzymanie ruchu** - analizując wskazania takie jak: dane z czujników, komunikaty o błędach, temperatura silnika, itd. można wykryć potencjalne problemy przed ich wystąpieniem. Organizacje zdolne są wdrażać konserwację w bardziej opłacalny sposób i maksymalizować czas pracy bez przestoju oraz optymalizować koszty części i sprzętu.
- **Rozwój produktu** - budowa modeli predykcyjnych dla nowych produktów i usług, pozwala klasyfikować kluczowe atrybuty przeszłych i obecnych produktów lub usług oraz modelować związek między tymi atrybutami, a komercyjnym sukcesem ofert. Dodatkowo rozbudowanie zbioru danych może opierać

się o: analizy z grup fokusowych, media społecznościowe, rynki testowe.

Aktualna sytuacja w analizie danych, wskazuje oczekiwane kierunki rozwoju tej branży. Obecnie dane są rozproszone i zazwyczaj tylko częściowo ustrukturyzowane. Natomiast dane, które są użyteczne dla organizacji, są strukturyzowane

rozwiązań to przede wszystkim łatwość użytkowania, sprawniejsze wyszukiwanie oraz łatwiejsze rozumienie relacji danych nieustrukturyzowanych. Ważnym elementem wspierającym rozwój analityki danych, są postępy technologiczne w infrastrukturze. W efekcie możliwe jest tworzenie cyfrowych bliźniaków

Wykres 8. Dane stworzone na całym świecie w okresie od 2010 – 2021.



Źródło: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>.

poprzez relacyjne bazy danych. Zestawy danych są badane ręcznie, określone są relacje pomiędzy odpowiednimi danymi, a potem na podstawie tych relacji są integrowane i przetwarzane dalej. Cały zabieg przygotowywania danych do jednakowej formy jest najbardziej czasochłonnym elementem, który wymaga dużego zaangażowania analityków danych. Efektem tego są wysokie koszty normalizowania danych, a dodatkowo procesy te niejednokrotnie nie są skalowalne, a przez wysokie zaangażowanie człowieka, podatne na błędy.

Wyraźnym trendem w Big Data jest budowanie rozwiązań umożliwiającym użytkownikom bardziej elastyczne podejście do organizowania zbiorów danych, jakie daje NoSQL- czyli model danych oparty o konkretne rodzaje danych, a nie relacje pomiędzy pakietami danych. Zalety takich

praktycznie dowolnych produktów, konstrukcji, budynków. Zaawansowane modele cyfrowe umożliwiają symulacje rozmaitych parametrów i scenariuszy bez konieczności zmian w fizycznym elemencie.

3.2.3. Sztuczna inteligencja AI



Rozwój sztucznej inteligencji nieuchronnie rodzi pytanie, w jakim stopniu technologie wpłyną na przedsiębiorstwa, siłę roboczą i ogólnie gospodarkę. Sztuczna inteligencja oferuje firmom znaczne korzyści i możliwości, od zwiększania wydajności dzięki automatyzacji po dostosowywanie produktów do potrzeb konsumentów przy użyciu algorytmów, analizowanie danych na dużą skalę i nie tylko. Jednak zwiększenie wydajności i produktywności przez sztuczną inteligencję, wiąże się również z dużymi wyzwaniami. Firmy muszą starać się znaleźć i zatrzymać wykwalifikowanych pracowników, aby zaspokoić potrzeby produkcyjne, jednocześnie pamiętając o wdrażaniu środków ograniczających ryzyko związane z korzystaniem ze sztucznej inteligencji.

Kluczowe zmiany w wydajności technologicznej sztucznej inteligencji to:

- **Wizja komputerowa osiąga poziom industrialny.** Wizja komputerowa odnotowała ogromny postęp w ciągu ostatniej dekady, głównie dzięki wykorzystaniu technik uczenia maszynowego (w szczególności uczenia głębokiego). Firmy inwestują coraz większe ilości zasobów obliczeniowych, aby trenować komputerowe systemy wizyjne w szybszym tempie niż kiedykolwiek wcześniej. Tymczasem technologie stosowane we wdrożonych systemach, takich jak struktury wykrywania

obiektów do analizy nieruchomych klatek z filmów, szybko osiągają poziom dojrzałości technologicznej, co wskazuje na dalsze wdrażanie sztucznej inteligencji.

- **Przetwarzanie języka naturalnego - technologia szybsza niż możliwości testowania.** Postęp w NLP zaowocował systemami AI ze znacznie ulepszonymi możliwościami językowymi, które zaczęły mieć znaczący wpływ ekonomiczny na świat. Zarówno Google, jak i Microsoft wdrożyły model językowy BERT w swoich wyszukiwarkach, podczas gdy inne duże modele językowe zostały opracowane przez firmy takie jak OpenAI. Rozwój w NLP był tak szybki, że postęp techniczny zaczął przewyższać testy porównawcze. Można to zaobserwować w szybkim pojawianiu się systemów, które uzyskują wydajność na poziomie ludzkim w teście SuperGLUE, pakiecie do oceny NLP opracowanym w odpowiedzi na wcześniejsze postępy NLP, przekraczające możliwości oceniane przez GLUE.
- **Nowe analizy dotyczące rozumowania.** Większość miar problemów technicznych pokazuje dla każdego punktu czasowego wydajność najlepszego systemu w danym czasie, na ustalonym benchmarku. Nowe analizy opracowane dla AI Index oferują metryki, które pozwalają na ewolucję benchmarku i przypisanie poszczególnym systemom kredytu do udziału w ogólnej wydajności grupy systemów w czasie. Są one stosowane do dwóch symbolicznych problemów rozumowania: automatycznego dowodzenia twierdzeń i spełnialności formuł logicznych.

Zastosowanie sztucznej inteligencji w firmach, tworzy przewagi konkurencyjne. Przedsiębiorstwa, które nie dołączą do tego wyścigu, mogą nie osiągnąć porównywalnego poziomu konkurencyjności. Przyszłe zwroty z inwestycji

w sztuczną inteligencję są większe i mogą dać pierwszym użytkownikom przewagę, której pozostali w tyle konkurencji mogą nigdy nie być w stanie wyprzedzić. Liderzy sztucznej inteligencji budują cykl, zwany kołem zamachowym: sztuczna inteligencja prowadzi do lepszych produktów, zwiększonej produktywności i lepszych doświadczeń klientów. To prowadzi do większej liczby klientów, którzy udostępniają więcej danych. Więcej danych prowadzi do inteligentniejszych algorytmów sztucznej inteligencji, tworząc jeszcze lepsze produkty i doświadczenia, które przyciągają więcej klientów, którzy udostępniają więcej danych, tworząc jeszcze inteligentniejszą sztuczną inteligencję.

Obszary biznesowe, które najczęściej decydują się na wspomaganie rozwiązaniami sztucznej inteligencji (AI) to głównie operacje usługowe, rozwój usług i produktu, marketing i sprzedaż. Kluczowym problemem we wdrażaniu rozwiązań AI jest brak strategicznego i strukturalnego podejścia. Zazwyczaj implementacja odbywa się w zespołach rozproszonych po całej organizacji, gdzie każdy z zespołów rozpoczyna pracę od podstaw w oderwaniu od pozostałych. Tak więc wdrożenie, które realizowane jest obok procedur korporacyjnych jest szybsze, ale nie daje trwałego efektu w organizacji i rodzi negatywne opinie. Największą natomiast wartością dla firmy jest skalowanie technologii sztucznej inteligencji na całość organizacji, poprzez wprowadzenie jej do podstawowych procesów biznesowych, map procesów oraz nastawienie na ciągłe doskonalenie. To z kolei przekłada się na konieczność posiadania wysoce wydajnej jednostki

AI do szybkiego opracowania produktów, testowania modeli oraz weryfikacji bezpieczeństwa i audytów ryzyka.

Pozytywnym aspektem tempa rozwoju sztucznej inteligencji jest rozwój narzędzi, które ułatwiają wdrożenie i pracę. W roku 2018 Hummer i Muthusamy z IBM Research AI, zaproponowali ModelOps, jako „model programistyczny dla wielokrotnego użytku, niezależnego od platform i komponowanych przepływów pracy AI”. ModelOps koncentruje się na automatyzacji zarządzania i monitorowania modeli w produkcji w całym przedsiębiorstwie, umożliwiając programistom aplikacji łatwe podłączenie funkcji cyklu życia (takich jak wykrywanie stronniczości, solidność i niezawodność, wykrywanie dryfu, techniczne, biznesowe i zgodnościowe, kluczowe wskaźniki wydajności, ograniczeń regulacyjnych i przepływów zatwierdzania) w celu wprowadzenia modeli AI do produkcji, jako aplikacji biznesowych. Proces

rozpoczyna się od standardowej prezentacji modeli kandydujących do produkcji, która obejmuje metamodel (specyfikację modelu) ze wszystkimi komponentami i częściami zależnymi, które wchodzi w skład modelu, takimi jak dane, środowiska sprzętowe i programowe, klasyfikatory i wtyczki kodu, a co najważniejsze, kluczowe wskaźniki efektywności biznesowej i zgodności/ryzyka. Na bazie ModelOps wydzielony został model dedykowany uczeniu maszynowemu, czyli MLOps. MLOps rozszerza swoje zasady, obejmując nie tylko rutynowe wdrażanie modeli uczenia maszynowego, ale także ciągłe przeszkolenie, automatyczne aktualizowanie oraz zsynchronizowane opracowywanie i wdrażanie bardziej złożonych modeli uczenia maszynowego.

KOMENTARZ EKSPERTA:

Dzięki pozyskiwaniu danych ze świata fizycznego robotów oraz ich przetwarzaniu z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, zrobotyzowane systemy uczą się i generują własne reguły. To nowa generacja robotyzacji, której cechą jest zachowanie preskryptywne, budowane przez systemy na podstawie identyfikowanych korelacji w pozyskiwanych i przetwarzanych danych, często nierozpoznawanych przez człowieka.

Andrzej Soldaty

Inicjatywa na rzecz polskiego przemysłu 4.0

Aby sztuczna inteligencja wspierała wykorzystanie robotów na liniach produkcyjnych bądź stała się sposobem na tworzenie nowych funkcjonalności w tym obszarze, koniecznym jest zebranie oraz przeanalizowanie dużej ilości danych. Z tego właśnie powodu algorytmy sztucznej inteligencji dopiero zaczynają wspierać procesy produkcyjne na masową skalę. Należy jednak podkreślić, że już dziś w powszechnym użytku są aplikacje sztucznej inteligencji w zakresie kontroli wizyjnej produktu oraz prac autonomicznych robotów mobilnych. Należy się spodziewać, że w najbliższym czasie algorytmy sztucznej inteligencji będą także szeroko wykorzystane w takich procesach jak spawanie, malowanie i montaż. Już dziś w tym zakresie trwają zaawansowane prace laboratoryjne.

3.2.4. VR/AR



Jesteśmy obecnie świadkami trzeciej rewolucji internetowej, która będzie wpływała na nasze życie oraz prowadzenie przez nas przedsiębiorstwa, w takim samym stopniu jak dwie poprzednie. Pierwsza rewolucja internetowa to lata 90-te poprzedniego wieku, kiedy powstała globalna sieć wymiany informacji, wykorzystująca przede wszystkim komunikację tekstem. Był to czas, w którym zarówno kontakty jak i wiedza stały się dostępne na wyciągnięcie ręki. Świat nauki oraz biznesu momentalnie dostrzegł w tym wielką szansę i rozpoczął się proces gwałtownych zmian. Druga rewolucja internetowa to koniec pierwszej

dekady XXI wieku, kiedy telefon komórkowy został połączony z Internetem oraz wyposażony w aparat fotograficzny, duży czytelny ekran i czujnik GPS. W ten oto sposób zaczęliśmy masowo komunikować się obrazem. Dziś wiemy, że telefon komórkowy przejął i rozwinął znaczną część naszego kontaktu ze światem. Jednocześnie Internet mobilny zredefiniował sposób organizacji marketingu oraz sprzedaży wielu branż. Trzecia dekada XXI wieku to także trzecia rewolucja internetowa, której jesteśmy świadkami. Mamy możliwość obserwacji, jak na naszych oczach główni giganci świata technologii rywalizują o zdominowanie technologii VR i AR, zdając sobie sprawę z tego, że już niebawem będzie to główne środowisko pracy oraz komunikacji ludzi.

Aplikacje rzeczywistości wirtualnej (VR) i rzeczywistości rozszerzonej (AR) mogą poprawić rozrywkę, gry, naukę i inne doświadczenia, zanurzając użytkowników w cyfrowym świecie lub dodając obrazy obiektów cyfrowych na postrzeganie przez jednostki ich fizycznego otoczenia. VR najczęściej wykorzystuje zestawy słuchawkowe, które opierają się na wyświetlaczach stereoskopowych, przestrzennym dźwięku i czujnikach śledzenia ruchu do symulacji całkowicie wirtualnego środowiska.

AR nakłada obraz wirtualnych elementów na środowiska fizyczne, zazwyczaj za pośrednictwem smartfonów lub wyświetlaczy montowanych na specjalistycznych okularach. VR i AR są łącznie objęte wspólnym terminem „XR”.

Konkurencja w sektorze produkcyjnym oznacza, że firmy są pod większą niż kiedykolwiek presją, aby dostarczać coraz lepsze produkty w szybszy, skuteczniejszy i bardziej przystępny sposób. W branży produkcyjnej XR posiada kilka dobrze zdefiniowanych zastosowań:

- **Zdalna pomoc eksperta.** Współpraca ze współpracownikami, klientami i dostawcami, korzystając z wideo na żywo, audio i zaawansowanych narzędzi rzeczywistości rozszerzonej, w tym telerejestracji i nakładki danych IoT. Poprawia komunikację dzięki możliwości tłumaczenia języka na żywo i rozpoznawania znaków obiektów przy pomocy AI, aby zidentyfikować zawartość obrazów cyfrowych i wyodrębnić tekst, obiekty i inne znaczniki identyfikacyjne.

KOMENTARZ EKSPERTA:

Raport DBR77 nie tylko doskonale tłumaczy przewagi konkurencyjne płynące z rozwiązań wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości w kontekście hiperautomatyzacji i robotyzacji.

Wskazuje on również na kluczową rolę tychże technologii w rozwoju tzw. totalnego doświadczenia oraz wyłaniającego się metawersum, czyli Internetu kolejnej generacji.

dr Tomasz Pilewicz

Kolegium Nauk o Przedsiębiorstwie, Szkoła
Główna Handlowa w Warszawie

- **Cyfrowe szkolenia pracowników.**

Przekształcenie procedur papierowych w cyfrowe instrukcje pracy i formularze, które szkolą pracowników, automatyzują zbieranie danych i usprawniają operacje. Dodatkowo rozszerzona rzeczywistość umożliwia lepsze zrozumienie poprzez możliwość zobaczenia i uczestniczenia w symulowanych procesach.

- **Centralny zbiór informacji.** Stworzenie zintegrowanej bazy wiedzy zawierającej dane, obrazy i nagrania, automatycznie oznaczają się odpowiednimi danymi IoT za pomocą funkcji wizji komputerowej AI. Dodatkowo XR pozwala użytkownikowi na bezpiecznie udostępnianie, edycję, dostęp i przeglądanie treści nawet w najtrudniejszych warunkach terenowych.
- **Efektywne utrzymanie ruchu.** Reakcja na usterki może być szybsza, a zgłoszenie do działu utrzymania ruchu sprawniejsze. Operator, gdy nastąpi awaria, zakłada okulary AR i za ich pośrednictwem postępuje zgodnie z krokami opisanymi w wirtualnych instrukcjach obsługi wyświetlanych na obiektywie, aby rozwiązać

problem. Okulary rozpoznają różne części maszyny i wizualnie wskazują operatorowi, gdzie należy podjąć działania, aby rozwiązać problem. Jeżeli problem nie zostanie rozwiązany, całość procesu zostanie zarejestrowana i może zostać udostępniona inżynierom utrzymania ruchu.

Technologia VR i AR, już dziś powoli wykorzystywana jest w działaniach związanych z robotyzacją procesów produkcyjnych. Projektowanie linii produkcyjnych, budowa bliźniaka cyfrowego, analiza efektywności pracy stanowiska zrobotyzowanego, szkolenie z programowania robotów, to tylko drobny skrawek możliwości jakie dziś oferuje ta technologia. Ponad wszelką

wątpliwość, omawiane technologie sprawiają, że robotyzacja zakładów produkcyjnych staje się bardziej dostępna i opłacalna dla wszystkich firm produkcyjnych na świecie.

3.3. WPŁYW TRENDÓW TRANSFORMACJI DIGITALNEJ NA ROBOTYZACJĘ

Rozwój technologii cyfrowej wyraźnie kształtuje trend lepszej dostępności i łatwiejszego wdrażania rozwiązań zaawansowanych technologii w przemyśle. W ramach tych zmian można wyróżnić trzy kluczowe obszary: roboty współpracujące, ułatwienia aplikacyjne oraz wzrost efektywności.

3.3.1. Roboty współpracujące

Rozwój technologii w zakresie czujników czy technologii wizyjnej umożliwia nowe obszary zastosowań robotów tam, gdzie wcześniej było to ograniczone. Roboty współpracujące nie wymagają wygrodzenia i pozwalają na bezpośrednią interakcję operatora i robota w procesie produkcyjnym. Robot współpracujący zapewnia bezpieczeństwo dla ludzi, poprzez ograniczenie prędkości lub kompletne zatrzymanie w momencie wykrycia człowieka. Zakres aplikacji do współpracy oferowanych przez producentów robotów stale się poszerza, częściowo napędzany postępami technologicznymi opisanymi poniżej. Zastosowania współpracujące obejmują montaż, obsługę maszyn CNC, malowanie, klejenie,

spawanie, formowanie wtryskowe i rozdmuchowe tworzyw sztucznych, wkręcanie, tłoczenie metali, obsługę pras, pakowanie, etykietowanie, kompletację i układanie, a także polerowanie. Badania nad dalszym rozwojem robotów współpracujących mają wychodzić poza podstawowy schemat. Możliwe będzie sterowanie głosem lub gestem. Te proste mechanizmy są stosowane powszechnie w motoryzacji i urządzeniach inteligentnego domu. Jednak zastosowania produkcyjne są bardziej skomplikowane ze względu na złożoność procesów.

Kolejnym aspektem przemawiającym na korzyść robotów współpracujących jest możliwość stosowania ich w procesach z małymi, krótkimi seriami produkcyjnymi. Postępująca personalizacja wymusza na firmach elastyczność, co powoduje

przesunięcie się do strefy wysokiej zmienności i małych ilości.

Dynamika wzrostu rynku robotów, w podziale na ich rodzaj zdecydowanie pokazuje, że roboty współpracujące nie kanibalizują wzrostu ilości robotów przemysłowych. Roboty przemysłowe ze względu na swoje parametry tj. większą szybkość, zasięg i udźwig, znajdują zastosowanie w innych procesach produkcyjnych. Aplikacje robotów współpracujących oferują nowe narzędzie dla pracowników ludzkich, odciążając ich i wspierając. Roboty te mogą wykonywać ciężkie i nieergonomiczne zadania, zmniejszając częstość występowania przewlekłych urazów.

3.3.2. Ułatwienia aplikacyjne

Opisane w pierwszej części rozdziału zmiany technologiczne zaowocowały szeregiem zmian ułatwiających wdrażanie aplikacji robotycznych na linii produkcyjne. Przyjrzyjmy się części z nich:

- **Inteligentne chwytaki.**

Szybkie przebrojenia to cel każdego systemu produkcyjnego. W przypadku robotów wybór chwytaka jest często kompromisem pomiędzy ilością komponentów do obsłużenia a ilością przebrojeń. Tutaj kolejny raz rozwój technologii umożliwia tworzenie inteligentnych

chwytaków dających możliwość rozpoznawania materiałów czy dostosowania siły do manipulowania przedmiotem. Uzupełnienie o czujnikowanie systemem wizyjnym pozwala na obsługiwanie elastycznych, zmiennych kształtów przedmiotów.

- **Szybka integracja.** Producenci robotów i dostawcy efektorów końcowych robią postępy w zapewnianiu kompatybilności w obrębie

KOMENTARZ EKSPERTA:

Roboty współpracujące to rozwiązanie stosowane jako uzupełnienie luki pomiędzy systemami automatyzacji procesów a robotami przemysłowymi. Prostota w obsłudze cobotów oraz ich uniwersalność pozwala na odciążanie operatorów od ciężkich i monotonnych zadań. Zaletą jest także możliwość ich pracy w bliskim kontakcie z operatorem. Z punktu widzenia konkretnej aplikacji może to okazać się opcją pozwalającą przedsiębiorstwu na wejście w erę przemysłu 4.0.

Marcin Śleziak
TFM Robotics

roboty i systemów peryferyjnych. Roboty są również w coraz większym stopniu integrowane z obrabiarkami co oznacza, że modyfikacje oprogramowania są dokonywane w jednej jednostce sterującej operatorem. Choć istnienie wielu konkurencyjnych standardów nadal utrudnia tempo wdrażania Przemysłu 4.0, to integracja robotów z systemami produkcyjnymi staje się coraz łatwiejsza. Fundacja OPC oferuje Open Platform Communication Universal Architecture (OPC-UA) jako standard dla takich interfejsów. Standaryzacja dla wszystkich elementów automatyzacji umożliwi szybszy rozwój technologii. Specyfikacje standaryzacyjne są już opublikowane lub znajdują się w fazie finalizacji. Adaptacja standardu spowoduje wzrost elastyczności rozwiązań oraz obniży koszty konfiguracji.

- **Uproszczone programowanie.** Niedobór inżynierów na rynkach pracy oraz wysokie koszty programowania skłaniają producentów robotów do tworzenia łatwiejszych interfejsów. Programowanie demonstracyjne, np. gdy pracownik prowadzi robota przez żądane ruchy, a następnie wprowadza wartości siły i momentu w interfejsie użytkownika, tworzy gotowy program. Kamery mogą wykrywać i analizować detale oraz generować kod potrzebny do ich uchwycenia. Interfejsy stają się coraz bardziej intuicyjne, m.in. używając języka naturalnego lub programowania graficznego zamiast kodu. Pracownicy nie potrzebują już umiejętności programowania, aby wybierać i dostosowywać działania. Dodatkowo, coraz częściej producenci robotów dostarczają biblioteki z wstępnie zaprogramowanymi aplikacjami, które można łatwo dostosować do określonych parametrów klienta.

3.3.3. Wzrost efektywności procesów

Podstawowym wskaźnikiem produkcyjnym jest OEE - definiowane jako iloczyn dostępności, wydajności i jakości procesu. Dostępność, tj. stosunek czasu rzeczywistego do zaplanowanego. Dostępność obniżana jest przez awarie, przebrajanie i ustawianie maszyn. Wydajność, tj. stosunek czasu pracy do czasu dostępnego. Jakość tj. stosunek liczby produktów dobrych w odniesieniu do wszystkich produktów. Kompletnie rozumienie procesów zachodzących na liniach produkcyjnych pozwala na poprawę wszystkich trzech parametrów składających się na całkowitą efektywność stanowiska pracy. Warto tutaj wspomnieć przynajmniej o dwóch usprawnieniach, które już dziś obserwowane są na liniach produkcyjnych:

- **Samooptymalizacja.** Roboty mogą dostosowywać swoje parametry do warunków czasu rzeczywistego, zmniejszając tym samym ryzyko defektów i poprawiając jakość procesu. Czujniki i systemy wizyjne umożliwiają robotowi rozpoznanie położenia części i opracowanie optymalnej ścieżki. Dane z wielu robotów można analizować w celu dalszej optymalizacji programu. Jeśli robot jest połączony cyfrowo z innymi maszynami w procesie produkcyjnym, cały proces można zoptymalizować. Te osiągnięcia dają nadzieję, na znaczne obniżenie kosztów dla producentów działających na niskich marżach i z wysokimi standardami jakości.
- **Robotyka w chmurze.** Przechowywanie danych w chmurze umożliwia oferowanie usług związanych z analityką danych, takich jak predykcje utrzymania ruchu. Konserwacja zapobiegawcza może pomóc w zaoszczędzeniu ogromnych kosztów wynikających z przestojów maszyn. Metody uczenia maszynowego mogą służyć do znajdowania wzorców w danych, które

są głównymi wskaźnikami awarii. Takie algorytmy mogą również analizować dane z wielu robotów wykonujących ten sam proces, aby zoptymalizować wydajność robota. Ogólnie rzecz biorąc, im więcej danych otrzyma algorytm uczenia maszynowego, tym lepiej działa.

4. MEGA TRENDY NA GLOBALNYM RYNKU ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH

4.1. ZMIANY JAKICH JESZCZE NIE BYŁO

Rynek produkcji globalnej zmienia się na naszych oczach bezprecedensowo. Globalizacja, której jesteśmy świadkami od co najmniej 5 dekad, nagle zaczęła przybierać zupełnie inny kierunek. Branże, które wyznaczały do tej pory kierunki rozwoju całych regionów, przechodzą fundamentalne zmiany. Wynikają one z wielu przyczyn, których dynamika oraz kierunek nie jest jednoznaczny i przewidywalny, niemniej odnotowuje się ich nasilenie i przyspieszenie w obszarze produkcji wielu branż.

W rozdziale tym opisano mega trendy widoczne na rynku globalnym, które mają duży wpływ na robotyzację procesów produkcyjnych na świecie.

Do najważniejszych kierunków zmiany, zdaniem autorów raportu, można zaliczyć:

- **Masową transformację digitalną.** Digitalizacją zajmują się dziś praktycznie wszyscy, a z pewnością wszystkie organizacje deklarują, że dostrzegają konieczność transformacji digitalnej. Niemniej nie ma w nauce i praktyce jednej przyjętej definicji digitalizacji. Na potrzeby raportu przyjęliśmy, że transformacja digitalna to “zmiana w obszarze realizowanych procesów biznesowych, produktów oferowanych na rynku oraz

realizowanych modeli biznesowych, opierająca się na wykorzystaniu technologii zbierania, przekazywania, przetwarzania oraz wykorzystania dużych zbiorów danych”. Definicja ta wprowadza oczywiście wiele niejednoznaczności, ale jednocześnie pokazuje szeroki zakres zmian, jakie transformacja digitalna realizuje. Niniejszy raport koncentruje się na zmianach w obszarze procesów produkcyjnych oraz intralogistycznych, niemniej rewolucja przemysłowa, której jesteśmy świadkami stymulowana jest także silnie przez nowe produkty digitalne oraz nowe formy modeli biznesowych. Wszystkie te zmiany wywodzą się z nagłego przyrostu dostępnych danych, możliwości ich przekazywania i przechowywania oraz co kluczowe, wyciągania wniosków na ich podstawie praktycznie bez kosztów oraz ograniczeń.

- **Zmiany w globalnych łańcuchach dostaw** – od 2016 widoczne jest załamanie się kierunku globalizacji łańcucha dostaw. Widocznym punktem zwrotnym był konflikt celny na linii Chiny - USA. Jednak to był dopiero początek szeregu zmian, których punktami kulminacyjnymi dla Europy były finalne wyjście Wielkiej Brytanii ze struktur UE oraz pandemia Covid-19. Wielu beneficjentów globalnego łańcucha dostaw ogłosiło zmianę swoich strategii dostrzegając, że funkcjonujący dotychczas porządek przestaje zapewniać im wystarczający poziom bezpieczeństwa. Nowy paradygmat kształtowania strategii zakupowych oraz logistycznych opiera się na większej dywersyfikacji źródeł dostaw, a także bliższej ich lokalizacji. Moce wytwórcze zaczynają powoli wracać do krajów należących do Europy oraz obu Ameryk.
- **Zmianę modelu oraz sposobu konsumpcji** – zmiany pokoleniowe oraz nowe formy zaspokajania potrzeb klientów doprowadziły do

widocznych zmian w modelach oraz sposobach zaspokajania potrzeb konsumpcyjnych oraz inwestycyjnych. Widoczne jest stopniowe odchodzenie od realizacji potrzeby posiadania w kierunku zaspokajania potrzeb. Formuła usługowego zaspokajania potrzeb (znana jako formuła „as a services”) staje się standardem wielu branż. Zmiana modelu konsumpcji początkowo wpływała wyłącznie na wąski wycinek branż związanych z drobnymi usługami. Obecnie widoczne są masowe zmiany w zakresie preferowanych metod zaspokajania potrzeb konsumpcyjnych i inwestycyjnych, zarówno konsumentów indywidualnych jak i firm produkcyjnych.

- **Zmiany demograficzne i społeczeństwo post-industrialne** – społeczeństwa krajów rozwiniętych starzeją się. Liczba osób aktywnych zawodowo maleje w większości krajów UE. Zaobserwować również można gwałtowny spadek zainteresowania podejmowaniem przez młodych ludzi prac związanych z wytwarzaniem dóbr. Praktycznie całą społeczność zamieszkującą UE można już opisać mianem społeczności post-industrialnej. Prognozy demograficzne przedstawione dla kolejnych lat jednoznacznie wykazują, że pozyskanie zasobów ludzkich gotowych do wykonywania prostych czynności na liniach produkcyjnych

KOMENTARZ EKSPERTA:

Zmiana modelu konsumpcyjnego z posiadania na używanie zaczyna dotyczyć również tradycyjnych dóbr przemysłowych. Produkty stają się usługami, chociaż wciąż są fizycznym wytworem. Za tym trendem idą zachowania, np. producenci aut się jednoczą, tworząc koncerny multibrandowe. Większość samochodów ma więc te same podzespoły. Stają się one uniwersalne – tu potrzeba wielkiej powtarzalności i jakości wytwarzania – produkcja manualna lub półautomatyczna nie jest już rozwiązaniem. Branża stawia na robotyzację coraz większej ilości procesów. Z drugiej strony, produkty konsumenckie stają się bardziej spersonalizowane, więc linie produkcyjne, które je wytwarzają muszą być także bardziej elastyczne.

Jakub Kwiatkowski
Mitsubishi Electric

zakładów przemysłowych w Europie będzie praktycznie niemożliwe.

- **Zmiany klimatyczne** – poza wszelką dyskusją jest fakt, że klimat na ziemi bezpowrotnie ulega zmianie. Naukowcy wielu dyscyplin zgadzają się, że zmiana ta dzieje się szybciej, niż zakładaliśmy. Ruchy proekologiczne od wielu lat nawiązują do zaprzestania degradujących środowisko działań. Jednak przez długi czas zmiany te, nie wpływały na postawę oraz działania zarówno przedsiębiorstw produkcyjnych, regulatorów jak i samych klientów. W ostatnich latach widoczne są wyraźne działania prawodawcze, nakierowane na ograniczenie negatywnego wpływu działalności produkcyjnej na środowisko.

Podobnie widoczne są zmiany po stronie konsumentów, dla których tematy ekologiczne stają się istotną kwestią podczas podejmowania

KOMENTARZ EKSPERTA:

„Zmiany klimatyczne” w niewielkim stopniu związane są ze zmianami na rynku robotów przemysłowych, na podstawie analizy niewielkiego w przypadku robotów, często cytowanego tzw. śladu węglowego w produktach. Proekologicznym będzie takie projektowanie robotów, aby wydłużyć ich czas eksploatacji uwzględniając możliwość wymiany zużywających się podzespołów oraz stosowanie materiałów i technologii ograniczających negatywny wpływ na środowisko.

dr hab. inż. Paweł Drapikowski
Wydział Automatyki, Robotyki i Elektroniki Politechniki
Poznańskiej

decyzji zakupowej. W efekcie firmy produkcyjne zmuszone są do zredefiniowania swoich podstawowych założeń i praktyk.

4.2. DALSZE WZROSTY SPRZEDAŻY NA RYNKU DOSTAWY ROBOTÓW

Ilość dostarczanych robotów na światowe rynki nieustannie rośnie. W okresie, w którym Międzynarodowa Federacja Robotyki zbiera dane w tym zakresie to jest od roku 1993, praktycznie w każdym roku widoczne są wzrosty. Wyjątkiem były lata kryzysu 2008-2009. Średnioroczny przyrost ilości robotów produkcyjnych zaobserwowany na przestrzeni minionych pięciu lat na świecie jest stabilny i wynosi 4,8%. Liczba sprzedawanych w okresie jednego roku przekroczyła 500 tys., co może oznaczać przełamanie pewnej bariery mentalnej. Niemniej, warto pamiętać, że całkowita ilość funkcjonujących robotów na świecie także systematycznie wzrasta. Przyjmując, że średni okres wykorzystania robota, w zależności od jego typu, to okres od 8 do 12 lat, można wywnioskować, że średni poziom uzbrojenia mocy produkcyjnych regularnie rośnie.

Warto zaobserwować także kilka kluczowych zmian oraz tendencji na tym rynku. Część z nich może być faktyczne zaskakujących:

- Głównym i stabilnym liderem w zakresie zakupu oraz montażu stanowisk zrobotyzowanych na świecie są zakłady produkcyjne ulokowane na

terenie Azji, w szczególności na terenie Chin. Statystycznie, co drugi robot sprzedawany na świecie instalowany jest właśnie w tym regionie. Co zaskakujące, już od roku 2019 region Azji wykazuje większą gęstość robotyzacji na 10 tys. pracowników produkcyjnych niż region Europy oraz obu Ameryk. Szczególnie przyrost ilości robotów na terenie Chin jest zaskakujący, ponieważ ten fakt zaprzecza nieustannie

powtarzanym w naszym regionie mitom, że niski koszt pracy oraz duża dostępność rąk do pracy ograniczają działania w obszarze robotyzacji. Wynagrodzenia w przemyśle na terenie Chin oczywiście rosną systemicznie od lat, jednak wzrosty te nie są znacząco większe w porównaniu do naszego regionu².

- Robotyzacja procesów produkcyjnych w Chinach skłania lokalnych producentów do uruchomienia własnej produkcji robotów. Podczas gdy kraje Europy oraz obu Ameryk robotyzowały się głównie na podstawie sprawdzonej technologii japońskich i niemieckich dostawców, producenci w Azji wykorzystują również rozwiązania rozwijane lokalnie, przez młode firmy technologiczne. W Chinach możemy znaleźć wielu nieznanym gdzie indziej na świecie dostawców robotów, takich na przykład jak: JQJAR-EVS, JAKA, DOBOT, SIASUN, ESTUN, EFORT. Ponadto, widoczny jest w tym regionie duży rozwój technologii lekkich oraz elastycznych

KOMENTARZ EKSPERTA:

Według Kaifu Li, byłego dyrektora Google China, gwałtowny rozwój AI rozpoczął się w 2016 roku, gdy program autorstwa firmy DeepMind – AlphaGo, wygrał pojedynek z mistrzem tej Go, Lee Sedola. Dla Chińczyków fakt, że komputer wygrał z osobą w tej starożytnej grze był szokujący. Poruszony tą świadomością, w 2017 roku rząd Chin opublikował swój plan strategiczny, aby przewodzić światu sztucznej inteligencji aż do 2030 roku. Nazwali go: Plan rozwoju sztucznej inteligencji nowej generacji do 2030 r. Gwałtowny rozwój digitalny Chin jest częścią tego programu.

Jędrzej Kowalczyk
Prezes Zarządu Fanuc Polska

² Więcej na temat kosztów pracy w rozdziale 6.2 raportu.

w zastosowaniu. Z całą pewnością lokalni producenci niebawem zaczną masowo wchodzić ze swoją technologią także na rynek Europy oraz obu Ameryk.

- Opisane powyżej mega trendy wpływają na gwałtowny wzrost zainteresowania technologią robotów współpracujących. Dzieje się tak z wielu powodów. Szybko rozwijająca się technologia sensorów sprawia, że roboty współpracujące gwarantują coraz większe bezpieczeństwo osobom, z którymi pracują. Tym samym powoduje to gwałtowny wzrost ilości aplikacji oraz zastosowań, gdzie roboty współpracujące są wykorzystywane. Jeszcze około 5 lat temu roboty współpracujące były na rynku traktowane jako mało wiarygodne rozwiązania technologiczne. Jednakże w ostatnich latach swoje roboty współpracujące wprowadzają także tradycyjni dostawcy robotów przemysłowych o ugruntowanej od dziesięcioleci pozycji. Elastyczność w aranżacji stanowisk pracy oraz łatwość ich zmiany sprawiają, że budzą one wielkie zainteresowanie

KOMENTARZ EKSPERTA:

Innowacyjność i postęp technologiczny to obecnie już nie trendy, a wymogi rynku. Robotyzacja procesów produkcyjnych to niewątpliwie jeden z najważniejszych kroków, jaki firmy mogą poczynić w celu zwiększenia generowanych zysków. Jednak robotyzacja do tej pory była często kojarzona z kosztownym i długotrwałym procesem. Nowe możliwości techniczne sprawiają, że jest to wydajne, elastyczne i opłacalne rozwiązanie dla przedsiębiorstw produkcyjnych, które chcą zautomatyzować swoje procesy oraz zmniejszyć zależność zewnętrzną. Czas to pieniądz – dlatego wdrożenie robotów współpracujących jest proste i bardzo szybkie. Rynek zweryfikował, że koncepcja wykorzystania robotów współpracujących w przemyśle świetnie się sprawdza, dlatego inwestycję w cobota należy traktować jako początek zysków a nie kosztów.

Marek Falkowski
Elmark Automatyka

zarówno na rynkach rozwijających się jak i tych rozwiniętych.

- Roboty mobilne to kolejna grupa produktów opartych na szybko rozwijających się technologiach lokacyjnych. Jeszcze 3-5 lat temu technologie te nie były powszechne oraz ekonomicznie opłacalne z uwagi na ich wysoki koszt. Dziejący się w ostatnich latach przełom w zakresie technologii komunikacji oraz radiolokacji pozwoliły na wprowadzenie na hale produkcyjne robotów, które pracując autonomicznie są

gotowe wykonywać zadania, do niedawna realizowane wyłącznie przez operatorów. Skokowy wzrost efektywności zastosowania robotów mobilnych, przy jednocześnie obniżonych kosztach ich wdrożenia i użytkowania sprawiają, że widoczne jest ich wykorzystanie na rynku.

KOMENTARZ EKSPERTA:

Zauważyć należy konieczność tworzenia systemów transportowych, które będą miały elastyczność porównywalną z ludźmi, będąc w pełni transparentnymi i łatwymi w zarządzaniu. Takie systemy to floty robotów autonomicznych, wyposażone w inteligencję nawigacyjną i procesową, obejmujące swoim zasięgiem całość lub większość transportu w fabrykach i magazynach.

Jacek Królik
VersaBox

4.3. ZMIANA LIDERA ROBOTYZACJI

Rok 2020 był pierwszym rokiem, w którym według oficjalnych raportów³ sprzedaż robotów pokazała, że branża automotive nie była głównym ich nabywcą. Pierwszym i najbardziej oczywistym powodem takiego stanu rzeczy może być fakt, że

³ European Automobile Manufacturers' Association Report 2021.

branża automotive straciła ogromną część rynku na skutek pandemii Covid - 19. Przez szereg tygodni produkcja była zatrzymana bądź mocno ograniczona. Gdy zakłady ponownie uruchomiły produkcję, napotkano szereg nieprzewidzianych wcześniej komplikacji. Główną przeszkodą w pełnej realizacji zamówień produkcyjnych był i nadal jest brak szeregu grup komponentów, w tym półprzewodników oraz różnego typu metali. Wszystkie te zdarzenia wpłynęły bez wątpienia na obecną kondycję rynku globalnego automotive. Niemniej są to zmiany o charakterze krótkotrwałym. Poza wspomnianymi czynnikami istnieją też inne, których wpływ na branżę automotive może być głębszy i długotrwały.

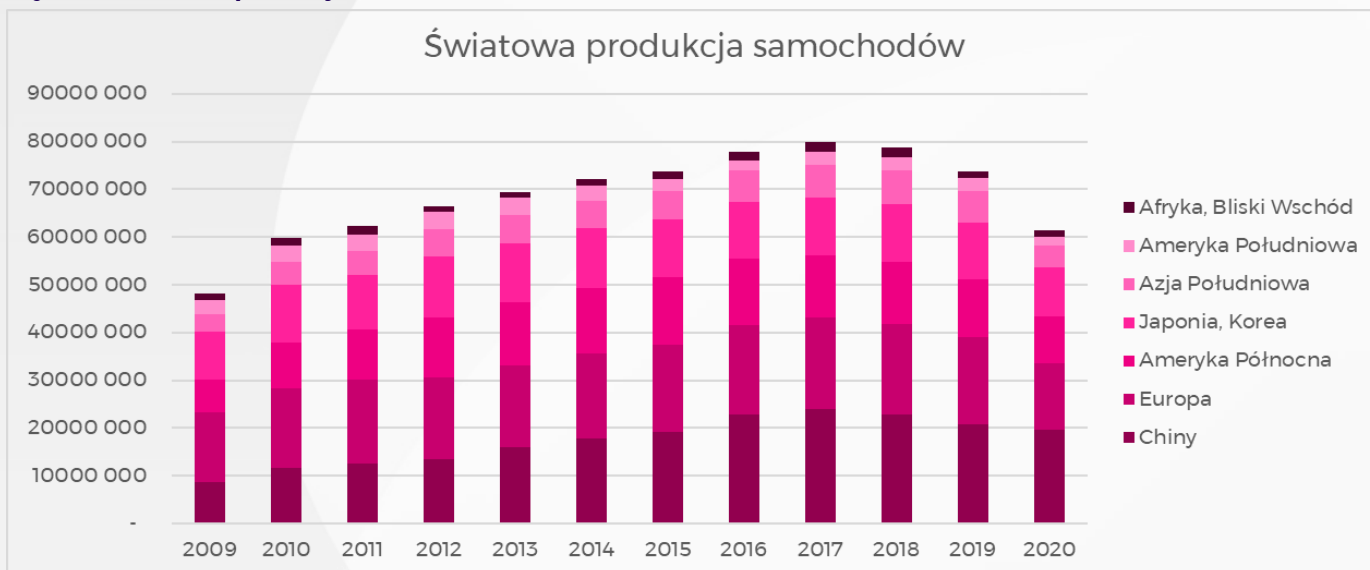
- **Platformy, moduły oraz globalizacja rynku** – Począwszy od uruchomienia w 2012 roku przez VW pierwszej na świecie platformy MQB (niem. „Modularer Querbaukasten”) mającej na celu ujednolicenie produkcji różnych modeli samochodów, praktycznie wszyscy globalni producenci samochodów uruchamiając kolejne platformy decydowali się na rozwiązanie porównywalne do VW. Koncepcja ta była przełomowym krokiem w zakresie prawdziwej globalizacji rynku. Polegała ona na prostym założeniu: każdy producent samochodów, będzie ograniczał ilość platform, na których będzie budował samochody, stawiając tym samym na standaryzację produktu oraz procesu produkcyjnego. Efektem działań był wzrost ilości modeli samochodów budowanych i sprzedawanych na jednej platformie. Ważną konsekwencją tej zmiany był także skokowy wzrost możliwości wprowadzenia robotów na linie produkcyjne. Co więcej, wprowadzenie globalnych platform wymogło także zmianę zasad funkcjonowania dostawców komponentów. Z jednej strony zmuszeni zostali

do uruchomienia globalnego łańcucha dostaw, z drugiej zaś strony, z uwagi na wzrost wolumenów produkcji i wydłużenie serii produkcyjnych, także dostawcy mogli wreszcie rozpocząć proces robotyzacji procesów produkcyjnych. Obecnie praktycznie wszyscy globalni producenci samochodów osobowych używają globalnych platform do produkcji większości pojazdów. Ostatnie 10 lat było zatem idealnym czasem dla robotyzacji procesów produkcyjnych, zarówno w obszarze montowni samochodów jak i w gronie globalnych dostawców komponentów.

- **Zmiany w łańcuchu dostaw** – praktycznie od ostatniej dekady XX wieku⁴ widoczny był kierunek przenoszenia mocy wytwórczych producentów komponentów samochodowych na wschód. Presja cenowa wynikająca z dużej konkurencji wymagała nieustannego poszukiwania oszczędności w obszarze zakupu komponentów do produkcji samochodów. Każdy kolejny model wprowadzany na rynek, w coraz większym procencie budowany był z komponentów produkowanych bardziej na wschód. W latach 2011-2012, gdy branża automotive podnosiła się po kryzysie w roku 2009, praktycznie każdy model budowany przez europejskich i amerykańskich producentów samochodów posiadał duży udział komponentów produkowanych częściowo bądź całkowicie w Chinach. Proces ten rozwijał się bez przeszkód do roku 2020, kiedy to ekonomika oraz bezpieczeństwo tej strategii została zachwiana przez dwa główne czynniki, tj. rosnące koszty produkcji w Chinach oraz skutki pandemii Covid-19. Obecnie obserwowany jest gwałtowny odwrót od tej strategii. Zasady budowania bezpiecznych oraz

⁴ Pierwsze JV producenta samochodów w Chinach zostało uruchomione w 1985 roku. VW objął 50% w Shanghai Volkswagen Automotive.

Wykres 9. Światowa produkcja samochodów od 2009 – 2020 r.



Źródło: ACEA, European Automobile Manufacturers' Association.

efektywnych kosztowo łańcuchów dostaw wymagają, aby produkcja komponentów samochodowych wracała do krajów bardziej zbliżonych do montowni samochodów. W ten oto sposób, wielu producentów komponentów samochodowych przygotowuje się do uruchomienia produkcji na terenie Europy oraz obu Ameryk. Produkcja ta, z przyczyn kosztowych, będzie znacznie bardziej zrobotyzowana niż linie produkcyjne dostarczające z krajów Azjatyckich.

- **Zmiany modelu konsumpcji na rynku automotive** – spadek sprzedaży samochodów widoczny był już wyraźnie przed nadejściem globalnej pandemii. Pierwszy rok, w którym nie odnotowano wzrostu sprzedaży to rok 2018. Analiza branży doprowadziła do wniosku, że zmiany zachodzą głównie po stronie popytowej rynku. Otóż widocznie zmienia się podejście do sposobu zaspokajania potrzeb transportowych, a w konsekwencji także zapotrzebowania na zakup samochodów osobowych przez prywatne osoby. Analitycy branży wskazują na szereg przyczyn. Jedną z nich są zmiany

demograficzne. Młodzi ludzie z roku na rok są coraz mniej zainteresowani pozyskaniem prawa jazdy oraz zakupem samochodu. Znacznie częściej starają się zaś korzystać z aplikacji do transportu. Postępująca od lat migracja ludzi do aglomeracji miejskich sprawiła, że utrzymanie i wykorzystywanie w codziennym transporcie samochodów osobowych staje się zarówno kosztowne jak i uciążliwe. Mieszkańcy dużych miast dużo częściej wykorzystują środki komunikacji publicznej. Samochód nie jest już oznaką statusu społecznego, co również wpływa na ograniczenie zainteresowanie jego kupnem. Należy również uwzględnić gwałtownie rosnące zainteresowanie platformami służącymi do współdzielenia się między sobą środkami komunikacji. Ocenia się, że każdy samochód wprowadzony do platformy współdzielenia lub wynajmu samochodów, może ograniczać sprzedaż trzech nowych pojazdów. W rezultacie tych zmian należy się spodziewać, że rynek, który osiągnął w roku 2017 szczyt produkcyjny na poziomie 97 302 534 sztuk (wszystkie typy samochodów łącznie), nie zbliży się w kolejnych latach do tego samego poziomu produkcji.

- **Produkcja „elektryków”** – celem tego raportu nie jest szeroka analiza zmian na rynku dostawy samochodów osobowych w zakresie typów napędu. Jednakże warto jest wskazać jakie zmiany w zakładach produkcyjnych, tak aut, jak i komponentów, zmiana ta zapoczątkuje. Zakres oraz ilość czynności, jakie muszą się wydarzyć w łańcuchu dostaw produkcji samochodów elektrycznych jest znacząco niższy, niż w przypadku dotychczasowych napędów. Samochody elektryczne wymagają około 30% mniej komponentów niż samochody z silnikami spalinowymi. Co równie ważne, samochody te, z racji niższego poziomu ich skomplikowania oraz znacznie mniejszej ilości drgań generowanych przez silnik, są znacznie mniej awaryjne. Zwiększenie udziału samochodów elektrycznych bądź hybrydowych w całości podaży samochodów na świecie będzie rość systematycznie. Zmiana w tym kierunku jest już nieodwracalna.
- **Produkcja akumulatorów** – rozwój technologii niezbędnej do budowy samochodów elektrycznych wymusił rozwój technologii związanych z magazynowaniem energii elektrycznej. Zarówno szybkość ładowania akumulatorów jak i efektywność magazynowania w nich energii sprawiły, że ta technologia rewolucjonizuje kolejne branże. Efektywne sposoby przechowywania energii spowodowały nieprzewidziany wręcz rozkwit rynku urządzeń elektronicznych. Możliwość wyposażenia urządzeń elektrycznych w efektywne źródła zasilania, jednostki obliczeniowe oraz możliwość komunikacji spowodowały gwałtowny wzrost funkcjonalności tych urządzeń oraz początek rewolucji znanej pod nazwą IoT. Produkty tej kategorii stały się obecnie najszybciej rozwijającymi się na rynku globalnym.

Opisane przemiany doprowadziły do zmiany lidera robotyzacji na świecie. Rok 2020 był pierwszym rokiem, w którym branża automotive nie była głównym odbiorcą robotów produkcyjnych. Jest to o tyle zaskakujące, że producenci samochodów byli głównym odbiorcą robotów przez 60 lat, tj. od dnia pierwszej instalacji robota przemysłowego na linii produkcyjnej. Oczywiście, tak wiele lat na pozycji lidera spowodowało, że branża automotive jest dziś nadal głównym użytkownikiem robotów i ta sytuacja jeszcze się długo się nie zmieni. Jednakże zdaniem autorów raportu, przywołane powyżej zmiany na rynku mają charakter trwały, w konsekwencji czego można spodziewać się dalszych, znaczących przeobrażeń.

Branża automotive jest głównym odbiorcą manipulatorów sześćoosiowych, przez co to właśnie ten typ robotów przez ostatnie lata rozwijał się najszybciej doprowadzając do sytuacji, kiedy ta forma robotyzacji uznawana jest za jedyną z możliwych. Zmiana głównych odbiorców technologii robotycznej spowoduje wzrost znaczenia innych form robotyzacji. W naszej ocenie już niebawem na rynku zobaczymy większe zainteresowanie technologiami z grupy SCARA. Spowoduje to konieczność poszerzenia oferty handlowej przez wiodących dostawców oraz integratorów.

4.4. NOWA FORMUŁA ŁAŃCUCHA DOSTAW

Termin „globalna wioska” opisująca kierunek ponadnarodowej integracji gospodarczej pierwszy raz został wykorzystany przez Marshall McLuhan w 1960 roku. Kierunek ten, który nabrał rozpędu w latach 80-tych XX wieku zyskał zarówno zagorzałych zwolenników jak i przeciwników. Za teorię wyjaśniającą m.in. zjawiska związane

z procesem globalizacji, Paul Robin Krugman, amerykański ekonomista, twórca tak zwanej nowej geografii ekonomicznej, otrzymał w 2008 r. nagrodę Nobla w dziedzinie ekonomii. Okres po kryzysie 2009 roku to już prawdziwy rozkwit budowy globalnych łańcuchów dostaw. W latach 2015-2017 istotnie wzrosły wynagrodzenia na przemysłowych terenach Azji. Dodatkowo polityka Stanów Zjednoczonych pod wodzą prezydenta Trumpa spowodowała, że koncepcja dalszej relokacji mocy wytwórczych do krajów azjatyckich stała pod znakiem zapytania. W związku z tym rozpoczęto dyskusje nad możliwością zwiększenia udziału działalności produkcyjnej w PKB zarówno krajów obu Ameryk jak i UE⁵.

Przeniesienie mocy wytwórczych bliżej do Europy oraz obu Ameryk stało się oczywistą koniecznością po wybuchu pandemii Covid-19. Wtedy to zaobserwowano, jak wielkim zagrożeniem dla wszystkich branż stała się globalizacja nakierowana w głównej mierze na poszukiwanie tanich mocy wytwórczych. Co więcej od roku 2020 odnotowano skokowy wzrost kosztów transportów z Azji oraz znaczące ograniczenie wsparcia eksportu przez Chiny⁶. To sprawiło, że specjaliści wielu branż zaczęli poważnie rozważać powrót produkcji do Europy, zarówno z przyczyn ekonomicznych jak i z uwagi na bezpieczeństwo łańcucha dostaw.

Przeniesienie produkcji bliżej Europy oraz obu Ameryk będzie miało ważny wpływ także na aspekty związane z robotyzacją procesów produkcyjnych w naszym regionie. Warto wspomnieć o najważniejszych:

- **Wysoki współczynnik robotyzacji** - zakłady produkcyjne uruchamiające nowe zakłady wytwórcze na terytorium Europy bądź obu Ameryk zakładają wysoki współczynnik robotyzacji i automatyzacji procesów wytwórczych jako jedno z podstawowych

założeń dla inwestycji. Co ważne, założenia te dotyczą niemalże wszystkich branż wytwórczych, zarówno w procesach produkcyjnych jak i magazynowania. Tendencja ta wynika przede wszystkim z braku dostępnych zasobów siły roboczej, ale także z prognozy dalszego wzrostu kosztów pracy w regionie.

- **Lokalizacja produkcji bliżej klienta** - zmiana organizacji łańcucha dostaw wynika również ze skracającego się cyklu życia produktu. Klienci przyzwyczaili się, że dostawcy oferują im nowe produkty z dużą częstotliwością, odpowiadające na aktualne trendy modowe i technologiczne. Przykładem może być przemysł modowy, który systematycznie skraca czas reakcji na zmiany rynkowe. Dla wybranych linii produktów, hiszpański holding odzieżowy Inditex, właściciel m.in marki Zara, wprowadza nowe produkty czekające w kolejce w okresie poniżej 3 tygodni. Jest to oczywiście możliwe wyłącznie dzięki realizacji produkcji blisko rynków docelowych. Ta tendencja zaczyna być widoczna także w innych branżach.
- **Personalizacja oferty** - kolejną istotną zmianą rynkową mającą wpływ na stopniowe odejście od globalnego łańcucha dostaw jest wzrost zapotrzebowania rynkowego na personalizację oferty oraz dostarczanego produktu. Personalizacja oferty sprawia, że w niektórych branżach praktycznie każde zlecenie jest odmiennym produktem. Przykładem może być proces produkcji okien drewnianych. Praktycznie każde zamówienie realizowane przez fabrykę ma inne wymiary. Te wymaganie rynkowe wymusiły rozwój wdrożenia bardzo zaawansowanego sterowania systemami zrobotyzowanymi w koncepcji Industry 4.0.

Zmiana organizacji łańcucha dostaw poprzez stopniowy odwrót od masowej globalizacji staje się

⁵<https://eu.usatoday.com/story/money/business/2018/06/28/manufacturers-bringing-most-jobs-back-to-america/36438051/>

⁶ <https://www.scmp.com/economy/china-economy/article/3147013/chinas-shipping-container-costs-hit-all-time-highs-and>

faktem. Jednakże wieloletnie zaniedbanie masowej edukacji technicznej stanowi widoczną przeszkodę przed rewolucyjną zmianą zasad organizacji łańcucha dostaw. Zdaniem autorów raportu proces ten już się rozpoczął i w kolejnych latach będzie widoczny we wszystkich krajach Europy oraz obu Ameryk.

4.5. DEMOGRAFIA ŚWIATA POST-INDUSTRIALNEGO

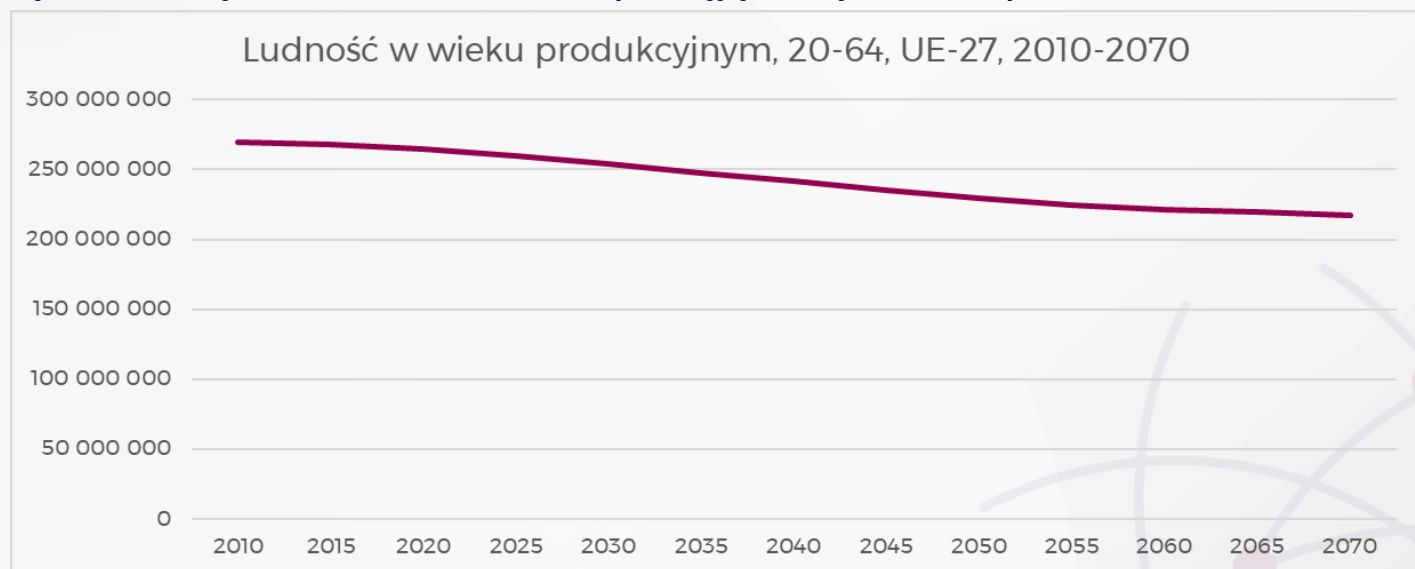
Celem tego raportu nie jest głęboka analiza zjawisk demograficznych, a raczej zasygnalizowanie zmian, które dzieją się w tym obszarze i są kolejnym ważnym czynnikiem wpływającym na robotyzację procesów produkcyjnych. Dlatego w tym miejscu poruszymy kwestię starzejącego się społeczeństwa oraz zmian w preferencji wykonywanych prac.

Europejczycy żyją rekordowo długo i starzeją się jako populacja z każdym kolejnym rokiem, tym samym dłuższą część swojego życia przeżywając w dobrym zdrowiu. Na przestrzeni ostatnich pięćdziesięciu lat oczekiwana długość życia od

momentu narodzin wzrosła o około 10 lat zarówno w przypadku mężczyzn, jak i kobiet. Prognozuje się, że w 2070 r. oczekiwana długość życia w chwili urodzenia będzie wynosić 86,1 roku w przypadku mężczyzn (78,2 roku w 2018 r.). W przypadku kobiet będzie ona wynosić 90,3 roku (wzrost z 83,7 roku w 2018). Jednak fakt, że żyjemy dłużej i zdrowiej nie jest dobrą informacją dla przedsiębiorstw i gospodarki.

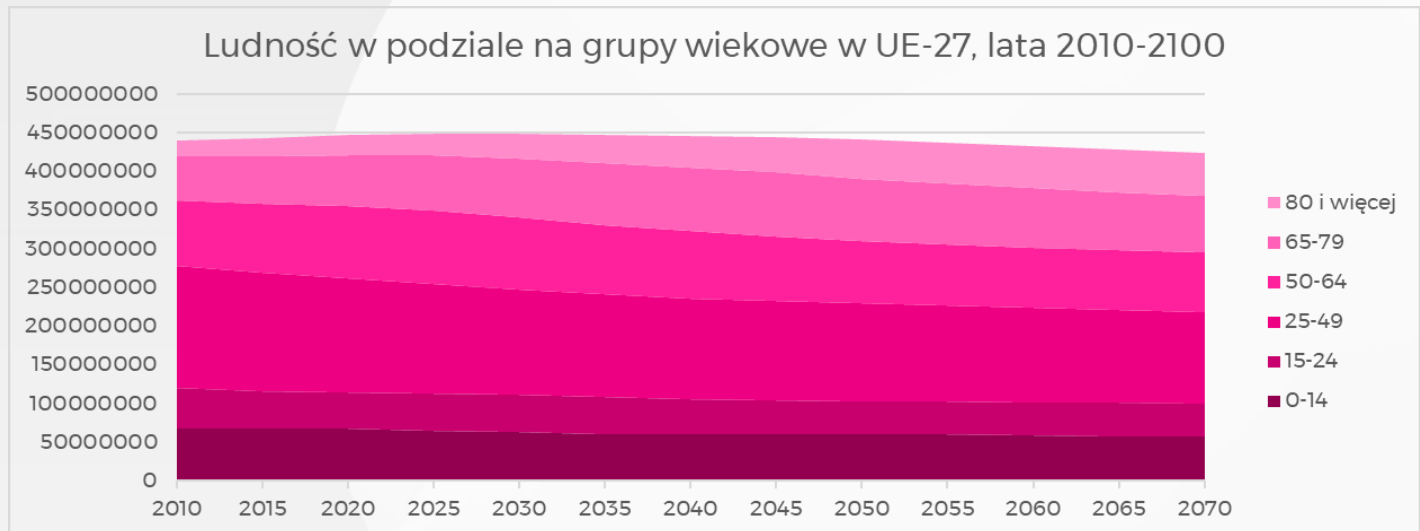
W okresie od lat 60. XX wieku do połowy lat 90. XX wieku średnia liczba urodzeń na kobietę w Europie spadła. Na początku XXI wieku ta liczba nieco wzrosła, a w kolejnej dekadzie pozostawała na raczej ustabilizowanym poziomie. W 2018 r. liczba ta wynosiła 1,55 dziecka na kobietę. Wartość ta jest więc mniejsza niż 2,1, tj. poziom uważany za niezbędny do utrzymania stałej liczebności populacji z wyłączeniem migracji. Obecnie w prawie żadnym kraju Europy nie odnotowuje się takiego poziomu, a w niektórych regionach liczba ta wynosi poniżej 1,25. Tym samym spada liczba osób, która będzie wchodziła w wiek produkcyjny. W prognozach gospodarczych sporządzonych

Wykres 10. Przewidywana liczebność ludności w wieku produkcyjnym w krajach UE - 27, na przestrzeni lat 2010 - 2070.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

Wykres 11. Przewidywana liczba ludność w krajach UE-27, w podziale na grupy wiekowe, na przestrzeni lat 2010 – 2100.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

w 2018 r. oszacowano, że liczba pracujących osób może osiągnąć najwyższy poziom około 2020 r., a następnie stale spadać w ciągu kolejnych dziesięcioleci⁷.

Konsekwencją wydłużenia okresu życia oraz spadku ilości urodzin jest odczuwalny spadek udziału osób w wieku aktywności zawodowej w odniesieniu do całego społeczeństwa. Drugim niezmiernie ważnym czynnikiem wpływającym na konieczność wzrostu poziomu robotyzacji i automatyzacji stanowisk produkcyjnych jest brak chęci młodych pracowników do podejmowania pracy na liniach produkcyjnych.

Praktycznie społeczności wszystkich krajów UE można już dziś zakwalifikować do grupy społeczeństw post-industrialnych. W socjologii społeczeństwo post-industrialne jest etapem rozwoju społeczeństwa, w którym sektor usług generuje więcej bogactwa niż sektor produkcyjny gospodarki. Termin ten został zapoczątkowany przez Alaina Touraine'a i jest ściśle powiązany z podobnymi socjologicznymi koncepcjami teoretycznymi, takimi jak postfordyzm,

społeczeństwo informacyjne, gospodarka oparta na wiedzy i społeczeństwo sieciowe.

Gospodarka poszczególnych państw na drodze rozwoju przechodzi od produkcji towarów do świadczenia usług. Wiedza staje się wartościową formą kapitału, a tworzenie pomysłów to główny sposób na rozwój gospodarki. W wyniku procesów globalizacji i automatyzacji spada wartość i znaczenie pracy fizycznej dla gospodarki (np. praca przy taśmie montażowej), a rośnie rola pracowników profesjonalnych (np. naukowców, specjalistów z branży kreatywnej i informatyków) pod względem wartości i zainteresowania.

Ponad 90% młodych ludzi kończących szkoły średnie w UE zainteresowanych jest dalszą edukacją w miejscu podejmowania aktywności zawodowej. Liczba osób deklarujących gotowość do pracy fizycznej w całym okresie swojej kariery zawodowej spada gwałtownie. Podczas rozmów o pracę, praktycznie zawsze podjęcie pracy fizycznej na linii

⁷ Sprawozdanie na temat starzenia się społeczeństwa z 2018 r.: prognozy gospodarcze i budżetowe dla państw członkowskich UE (2016–2070),

dokument instytucjonalny nr 079, Komisja Europejska i Komitet Polityki Gospodarczej (2018).

produkcyjnej traktowane jest jako zajęcie tymczasowe i przejściowe⁸.

Omawiając zagadnienia demograficzne rynku pracy, nie sposób nie zauważyć, że udział Europy w ludności świata zmniejsza się. W 1960 r. populacja UE-27 stanowiła około 12% ludności świata. Obecnie wartość ta zmniejszyła się do około 6% i przewiduje się, że do 2070 r. spadnie do poziomu poniżej 4%. Inną istotną zmianą jest wzrost udziału Afryki w ludności świata. Wartość ta wzrośnie z poziomu 9% do poziomu 32%, zaś udział populacji Azji umiarkowanie spadnie.

4.6. OBNIŻENIE KOSZTÓW ROBOTYZACJI A TRANSFORMACJA DIGITALNA

Działania szeroko nazywane digitalną transformacją obniżają koszty robotyzacji podnosząc jednocześnie jej efektywność. Digitalna transformacja ma trzy wymiary biznesowe: digitalizację procesów, produkty digitalne oraz digitalne modele biznesowe. W przypadku branży robotycznej widoczny jest wpływ wszystkich trzech wymiarów.

4.6.1. Digitalizacja procesów produkcyjnych

Opisane w rozdziale czwartym technologie sprawiają, że roboty na liniach produkcyjnych mogą być wyposażone w informacje o procesie produkcji, pozwalające na pełną elastyczność procesu oraz skokowo wyższą efektywność produkcji. Integracja robotów z pozostałymi elementami środowiska produkcyjnego sprawia także, że rośnie zakres zastosowania robotów w pracy na linii produkcyjnej.

Szczególnie istotnym skutkiem zbierania i przetwarzania danych o procesach produkcyjnych stało się wsparcie algorytmiczne działań działu

utrzymania ruchu. Diagnostyka usterek pozwala na ograniczenie awaryjności stanowisk zrobotyzowanych nawet o 30%⁹. Jest to możliwe dzięki zdolności poszukiwania korelacji pomiędzy awariami maszyn a wieloma innymi zdarzeniami jak usterki bądź inne nietypowe zachowania stanowiska produkcyjnego lub jego otoczenia.

Niezwykle szybko rozwija się obecnie technologia zdalnego wsparcia prewencyjnego i reakcyjnego działów utrzymania ruchu. Znaczny udział dostępnych na rynku rozwiązań technologicznych pozwala już dziś na sterowanie oraz programowanie zdalne. Badania przeprowadzone przez Platformę Robotów DBR77 pokazują, że średni czas potrzebny na uruchomienie produkcyjnego stanowiska zrobotyzowanego, przy wsparciu zdalnym może być skrócony do 60% względem tradycyjnego czasu uruchomienia stanowiska.

KOMENTARZ EKSPERTA:

Utrzymanie Ruchu w każdym zakładzie potrzebuje niezawodnych maszyn i technologii, pracujących bez problemów i przestojów, a także zużywających do swojego funkcjonowania jak najmniej materiałów eksploatacyjnych. Rozwiązaniem jest zbieranie informacji powstających podczas pracy maszyn czy ich eksploatacji, a następnie interpretacja przy pomocy sztucznej inteligencji w celu wykrycia anomalii czy możliwych awarii już w fazie przewidywania i szybkie im zapobieganie.

Małgorzata Strzelbicka
MST Automation

⁸<https://www.money.pl/gospodarka/rynek-pracy/mlodzi-nie-chca-pracowac-uczyc-sie-ani-szkolic-problem-poglebila-pandemia-6661523337165568a.html>

⁹Projekt unijny realizowany przez DBR77, pn. „Utworzenie demonstracyjno-prototypowej instalacji do zdalnego zarządzania diagnozą i naprawami predykcjami stanowisk robotycznych”.

4.6.2. Digitalne produkty

Koncepcja Industry 4.0 opiera się przede wszystkim na dostępie do danych opisujących procesy oraz możliwości sterowania procesami wytwórczymi w czasie rzeczywistym. Koncepcja ta ma fundamentalne znaczenie dla robotyzacji procesów produkcyjnych, gdyż wreszcie możliwe jest obalenie bardzo ważnej przeszkody w zakresie robotyzacji procesów produkcyjnych, tj. niskiej liczebności serii zlecenia. Branża automotive przez szereg lat była liderem wykorzystania innowacyjnych technologii robotycznych z uwagi na dużą powtarzalność procesów. Linie produkcyjne budowane w montowniach samochodów bądź ich komponentów mogły być niezmiennie istotnie w trakcie cyklu życia całego projektu, czyli nawet przez 6-8 lat. Co więcej, w ramach projektu, wielkość zlecenia produkcyjnego także była liczona w tysiącach sztuk. Robotyzacja w tej sytuacji była relatywnie efektywna i opłacalna. Jednakże w przypadku większości gałęzi produkcyjnych, zlecenia są znacząco mniejsze, serie krótsze, a różnorodność produkcji duża.

Digitalne produkty takie jak systemy ERP, MES, WMS, CMMS sprawiają, że możliwa staje się integracja robotów z pozostałymi elementami całego systemu produkcyjnego. Obniżenie kosztów pozyskania, magazynowania oraz przetwarzania danych w następstwie spowoduje dalsze obniżenie kosztów wykorzystania robotów, przy jednoczesnym zwiększaniu zakresu wykorzystania ich w procesach produkcyjnych w sposób opłacalny ekonomicznie.

¹⁰ Disruptive innovation czyli tworzenie zupełnie nowego rynku bądź wypieranie ugruntowanych na rynku firm, produktów czy procesów.

4.6.3. Digitalne modele biznesowe

Branża robotyczna, podobnie jak wiele innych branż, przechodzi obecnie zmianę związaną z pojawieniem się nowych, gruntownie innych modeli zaspokajania potrzeb klienta. Szereg zjawisk typowych dla okresu transformacji digitalnej m.in. takich jak: nowe modele zakupowe, gospodarka współdzielenia, platformy oraz marketplace'y stanowią podstawę budowy strategii nazywanej „disruptive innovation”¹⁰. Tego typu strategię docierają także do branży robotycznej i spodziewać się można dużej zmiany podstawowych zasad jej funkcjonowania, podobnie jak miało to miejsce w innych branżach po wejściu takich firm technologicznych jak: Spotify, Airbnb, Uber czy Alibaba.com. Raporty oraz wystąpienia IFR pokazują, że wpływ na branżę robotyczną w najbliższym czasie będą miały trzy typowe kierunki zmiany w obszarze modeli biznesowych. Wszystkie one prowadzić będą do obniżenia bariery wejścia dla kolejnych przedsiębiorstw.

KOMENTARZ EKSPERTA:

Najnowsze rozwiązania pozwalają w pełni na integrację robotów z systemami produkcyjnymi oraz na współpracę z ludźmi, dzięki czemu stają się częścią elastycznego systemu produkcji (Flexible Manufacturing), który pozwala reagować na zachodzące zmiany w procesach produkcyjnych.

Jarosław Drzazga

Industrial Solutions Omron Electronics

- **Robot as a Service.** RaaS jest to model biznesowy, który rozpowszechnia się masowo na świecie od około 2012 r. Polega na odejściu od skłonności do zakupu kosztownych aktywów (w tym przypadku robotów lub nawet całych stanowisk zrobotyzowanych), celem odciążenia organizacji lub użytkownika końcowego. W istocie zastępuje się zakup aktywów usługą RaaS, dzięki czemu zostaje zaspokojona konkretna potrzebna, dla której dane aktywo miało być zakupione. Dzięki RaaS obniżono bariery, aby firmy mogły wypróbować rozwiązania zrobotyzowane w swoich

zakładach. Pierwszą branżą, która zaczęła masowo wykorzystywać ten model rynkowy była branża IT, a dokładniej odejście firmy Adobe od sprzedaży oprogramowania w pudełkach na rzecz sprzedaży dostępu subskrypcyjnych. Zmiana taka spotkała się początkowo

z gwałtownymi protestami. Z biegiem czasu, praktycznie cała branża dostawy oprogramowania przeszła na model subskrypcyjny. Dziś jest on modelem dominującym w wielu branżach. Na rynkach rozwiniętych, dostawcy tego typu usług z powodzeniem funkcjonują już od wielu lat. Dzięki niej przedsiębiorstwa produkcyjne nie muszą dokonywać inwestycji w wyposażenie oraz co równie ważne, ponosić kosztów edukacji swoich pracowników. Robotyzacja linii produkcyjnych przy wykorzystaniu formuły RaaS staje się także w Polsce doskonałą metodą edukacji producentów, którzy dopiero zaczynają proces robotyzacji.

- **Platformy jako marketplace.** Platformy B2C takie jak Amazon, Alibaba czy Ebay są znane na świecie od około 20 lat. Z każdym rokiem zyskują one użytkowników oraz stale rośnie liczba transakcji dokonujących się poprzez marketplace na poszczególnych rynkach. W czasie pandemii, zarówno klienci indywidualni, jak i przedsiębiorstwa, zmuszeni byli do realizacji zakupów poprzez Internet. Dla

KOMENTARZ EKSPERTA:

Szanse sposobu finansowania poprzez RaaS widziałabym przy powiązaniu systemów wizyjnych z AI (np. klasyfikacja, kontrola jakości), a następnie realizowanie zadań za pomocą robotów. Wypożyczanie „smart - budki wizyjnej” może sprawdzić się jako subskrypcja, dlatego że ciągłym kosztem jest wsparcie, które umożliwiałyby zdalne dodawanie nowych komponentów i przeuczanie sieci neuronowych. W obecnych „klasycznych” stacjach zrobotyzowanych koszty powstają przede wszystkim przez ceny sprzętu, a w dalszej kolejności szeroko pojętego projektowania (mechaniki, elektryki, programów itd). W takim przypadku RaaS przesunąłby się moim zdaniem z „subskrypcji” z możliwościami zmiany funkcjonalności, w stronę „leasingu” oferowanego przez integratorów, na wzór leasingu samochodów

Dobromiła Włodarska
roboty.com

wielu branż okres ten stał się przełomowy, gdyż społeczność zmuszona była eksperymentować z innymi formami realizacji zakupów. Marketplace B2B w formie platformy organizacji rynku polegającej na połączeniu dwóch stron transakcji, tj. dostawców oraz odbiorców w przestrzeni wirtualnej, ma dla stron transakcji szereg przewag nad tradycyjną, tj. analogową formułą organizacji rynku.

Marketplace to miejsce, gdzie spotyka się wielu dostawców oraz wielu odbiorców. Dzięki temu rynek jest bardziej płynny, a strony mogą w lepszym stopniu dopasować się do potrzeb i możliwości drugiej strony. Informacje

o przedmiocie transakcji są na tak zorganizowanym rynku pełniejsze, a ceny transakcyjne niższe z uwagi na brak możliwości osiągnięcia dodatkowej marży na podstawie asymetrii informacji posiadanych przez strony transakcji. Bardzo ważnym aspektem marketplace'ów są mechanizmy dopasowania potrzeb oraz oferty stron transakcji.

KOMENTARZ EKSPERTA:

Marketplace jest dzisiaj niezwykle szeroką gałęzią biznesu. Platformy tego typu podbijają światowy rynek i zyskują coraz więcej klientów. Atuty działań (zakupów) na marketplace'ach to przede wszystkim łatwość realizacji transakcji, transparentność, wygoda i bezpieczeństwo plus różnorodność dostępnych produktów, dopasowanych do potrzeb klienta.

Agata Zaguła
Platforma Robotów DBR77

Podczas omawiania raportu o rynku robotów na rok 2020¹¹, przedstawiciele IFR w podsumowaniu raportu wskazali, że w średniej perspektywie czasu, marketplace w postaci platform będą rozwijały się także na rynku dostawy robotów.

Platforma Robotów DBR77 jest formą takiego marketplace'u, który stanowi innowacyjną formę pozyskania robotów oraz innego typu nowoczesnych technologii na linie produkcyjne. W ramach działalności Platformy Robotów DBR77 ofertowane są także usługi w formule Robot as a Services. Zgodnie z najlepszą wiedzą autorów raportu, Platforma Robotów DBR77 jest pierwszą i jedyną tego typu platformą na świecie.

4.7. EKONOMIKA ROBOTYZACJI

Przedstawione w tym rozdziale fakty i argumenty można i należy podsumować w kontekście ekonomiki robotyzacji. Zdaniem autorów raportu, w kolejnych latach (3-5) robotyzacja przyspieszy w sposób wcześniej nie spotykany. Wydarzy się to z powodu równoczesnego zbiegu kilku bardzo silnych impulsów. Najważniejsze z nich to:

- Obniżenie kosztów robotyzacji z przyczyn technologicznych – koszty technologii potrzebnej dla robotyzacji stanowisk produkcyjnych regularnie tanieją. Obserwacja ta dotyczy głównie wyposażenia stanowisk innych niż sam robot.
- Obniżenie kosztów robotyzacji z powodu wzrostu ilości rozwiązań oraz ilości dostawców – druga dekada XXI wieku była okresem dużych inwestycji w lokalne firmy

oferujące rozwiązania robotyczne. Obecnie na rynku mamy dużą ilość “nowych graczy”, których technologia jest już gotowa do masowej i globalnej komercjalizacji.

- Obniżenie kosztów robotyzacji z uwagi na gwałtowny rozwój technologii digitalnych – obniżenie kosztów zbierania, przetwarzania i przeliczania danych dzieje się niezmiennie od pięciu dekad. Jeżeli tendencja redukcji kosztów w tym zakresie utrzyma się w obecnej dekadzie, przechowywanie, przesyłanie i przeliczanie danych staną się darmowe.
- Obniżenie kosztów robotyzacji poprzez wdrożenie przełomowych modeli biznesowych – wdrożenie innowacyjnych digitalnych modeli biznesowych zależy od trzech czynników: konieczności zmiany regulacji prawnych, rozwoju określonych technologii oraz zmiany nawyków klientów. W przypadku digitalnych modeli biznesowych na rynku robotycznym mamy do czynienia wyłącznie z oporem po stronie nawyków i przekonań klientów. Można

się jednak spodziewać, że podobnie jak w innych branżach, także tutaj niebawem zajdą zmiany, które wpłyną na obniżenie kosztu robotyzacji.

- Wzrost kosztu pracy ludzkiej na liniach produkcyjnych – wynagrodzenia pracowników produkcyjnych praktycznie we wszystkich regionach świata rosną. Dodatkowo nieustannie

zmieniają się wymagania w zakresie bezpieczeństwa pracy oraz wyposażenia stanowisk. W praktyce całkowity koszt pracy na

KOMENTARZ EKSPERTA:

Aby zmienić podejście do robotyzacji jako do kosztu poniesionego w danym czasie, a nie jako inwestycji dającej przewagę konkurencyjną, nieodzowny jest proces edukacji klientów i całego rynku. Nie jesteśmy w stanie zatrzymać zmian w gospodarce – jedyne co możemy zrobić to na te zmiany właściwie i szybko reagować.

Marcin Gwóźdź
ProCobot

¹¹ IFR, World Robotics 2021, Konferencja online, 28 października 2021.

stanowisku rośnie bez względu na kraj, w którym realizowana jest produkcja.

- Spadek liczby osób zainteresowanych monotonną i powtarzalną pracą – spadek zainteresowania pracą fizyczną wręcz zmusza przedsiębiorstwa produkcyjne do podejmowania działań w zakresie robotyzacji bez względu na koszty, które ponosi zakład, związane z pracą ludzi. Brak robotyzacji linii produkcyjnych dla wielu firm produkcyjnych oznacza utratę marży z powodu braku możliwości produkcji pozyskanych bądź możliwych do pozyskania na rynku zleceń produkcyjnych.
- Ograniczenie możliwości wykorzystania tradycyjnych łańcuchów dostaw opartych na niższym koszcie pracy w krajach azjatyckich – poleganie na rozwijanych przez ostatnie cztery dekady łańcuchach dostaw powoduje obecnie niewspółmierne koszty przestojów produkcji wielu branż. Aby produkcja oraz dostawy lokalnych, europejskich producentów były możliwe, konieczne jest lokowanie produkcji bliżej rynków docelowych. Decyzja ta ma przede wszystkim wymiar ekonomiczny.

Przywołane argumenty sprawiają, że przesuwają się punkt ekonomicznego uzasadnienia wdrożenia robotów w procesach produkcyjnych oraz magazynowych. Branże i procesy produkcyjne, w których robotyzacja nie była zasadna i możliwa jeszcze kilka lat temu już dziś powinny zweryfikować tą zasadność na nowo. Warto pamiętać, że większość opisanych w niniejszym rozdziale zmian ma charakter trwały i ciągły. Zatem jeżeli inwestycja w robotyzację danego stanowiska nie jest opłacalna lub możliwa dzisiaj, już niebawem może taką się stać. Warto już dziś przewidywać zmiany w każdej branży.

5. DZIAŁALNOŚĆ INNOWACYJNA, DIGITALIZACJA I ROBOTYZACJA W POLSCE

W rozdziale czwartym przedstawiono, jak zmienia się dynamika oraz kierunki rozwoju rynku robotycznego pod wpływem działań innowacyjnych przedsiębiorstw oraz transformacji digitalnej ogarniającej praktycznie wszystkie branże produkcyjne. Aby możliwe było budowanie prognozy rozwoju robotyzacji w Polsce, warto zacząć od opisu poziomu innowacyjności polskich firm oraz ich digitalizacji i robotyzacji. Przyjrzymy się temu zagadnieniu oczyma zarówno polskich firm jak i międzynarodowych organizacji.

5.1. DIGITAL INDEX SIEMENS¹²

Raport Digital Enterprise Index (Digi Index) opisuje poziom cyfryzacji przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce na podstawie badań, jakie przeprowadza co roku jeden z globalnych liderów dostawców technologii Industry 4.0 tj. firma Siemens. Badanie to jest prowadzone wg metodologii sprawiającej, że wyniki są porównywalne w czasie dla poszczególnych krajów. Digi Index jest wartością uśrednioną, dla czterech sektorów biorących udział w badaniu to jest: branży maszynowej, automotive, branży chemicznej i farmaceutycznej oraz spożywczej. Digi Index dla Polski za rok 2021 wyniósł 1,8 pkt. na 4-punktowej skali. Te wyniki pokazują duże opóźnienie polskiego przemysłu względem rozwoju krajów UE oraz potwierdzają potrzebę natychmiastowego działania. **Najwyższy wskaźnik digitalizacji** ma branża chemiczno-farmaceutyczna tj. **2,0 pkt. w skali autorów badania**, jest to górny zakres dla najniższego poziomu cyfryzacji w firmie. Zgodnie z założeniami metody badawczej, wskaźnik w przedziale 2,1-2,5 świadczy o tworzeniu

¹² Raport Digital Enterprise Index (Digi Index), 2021.

podstaw cyfryzacji w firmie. Polski sektor chemiczny i farmaceutyczny niestety jest jeszcze przed tym etapem rozwoju.

Badanie realizowane przez firmę Siemens wśród przedsiębiorstw produkcyjnych zostało tak skonstruowane, że na końcową wartość pomiaru ma wpływ sześć obszarów: planowanie strategiczne, organizacja i administracja, integracja systemów, produkcja i działania operacyjne, zarządzanie danymi i zastosowanie procesów cyfrowych. We wszystkich badanych branżach obszar zarządzania danymi osiągnął najwyższe wartości (od 2,6 do 3,1 pkt). Najniższe oceny w każdym sektorze osiągały takie obszary jak integracja systemów oraz organizacja i administracja. Co trzeci respondent deklaruje stopień cyfryzacji w firmie na poziomie 20-39%. Zaledwie 6% firm ocenia ten wskaźnik na poziomie przekraczającym 80%. Od wielu już lat stosunkowo najlepiej w badaniach wypada branża automotive, w której całkowity wynik stopnia cyfryzacji wynosi 56,7%.

Stopień digitalizacji produkcji na 19% lub mniej określają przede wszystkim reprezentanci branży spożywczej. Ogólnie rzecz biorąc, przedsiębiorstwa są świadome korzyści płynących z cyfryzacji i zamierzają w nią inwestować. W najbliższych 12 miesiącach budżet na digitalizację procesów produkcyjnych zamierza zwiększyć 13,3% badanych firm. Z tego, aż 30% firm tylko z sektora chemii i farmacji. Większość badanych deklaruje jednak, że środki inwestowane w cyfryzację procesów produkcyjnych utrzymają na tym samym poziomie (60%). Najczęściej jednak firmy nie potrafią określić, jak w bliskiej perspektywie czasu będą kształtować się ich budżety na cyfryzację, co można łączyć z wciąż niepewną sytuacją gospodarczą.

Badania wykazały, że 60% firm nie zamierza zmieniać w ciągu nadchodzących 12 miesięcy poziomu wydatków na cyfryzację w przedsiębiorstwie, a tylko 13,3% respondentów zamierza te wydatki zwiększać. Największą

skłonność do wzrostu wydatków na cyfryzację wykazała branża chemiczna i farmaceutyczna tj. na poziomie 30% wskazań. Zupełnie zaskakującym jest fakt, że 6,7% firm z branży maszynowej zamierza w najbliższym roku ograniczyć wydatki na digitalizację. Brak takich wydatków deklaruje aż 20% firm z branży maszynowej i tylko 3,3% z branży automotive.

Średni poziom zysków przeznaczanych na cyfryzację procesów produkcji to 9,12%.

Największy udział zysków na ten cel przeznaczają branża maszynowa - 11,25% odpowiedzi, najmniejszy - automotive tj. 8,25%. „Nie wiem” jest częstą odpowiedzią zarówno w pytaniu o przyszłość, jak i aktualne inwestycje w cyfryzację. W czasach zmienności lat 2020-2022 problematyczne jest zwłaszcza projektowanie obecnych budżetów przedsiębiorstw - 62,7%. Warto odnotować, że aż co czwarta firma nie umie odpowiedzieć na pytanie, jak będą wyglądały inwestycje w obszar digitalizacji w ciągu najbliższego roku.

Najczęstsze korzyści płynące z digitalizacji to według badanych firm większa wydajność procesów produkcyjnych (35,3% wskazań) oraz oszczędności kosztów (34% wskazań). Największy wpływ na uzyskany wynik ma obszar „zarządzania danymi” dotyczący tego, jak skutecznie organizacja gromadzi i wykorzystuje dane odnoszące się do produkcji i działań operacyjnych, a także obszar „produkcja i działania operacyjne” odnoszący się do sposobu działania organizacji w zakresie automatyzacji, standaryzacji i bezpieczeństwa informacji o produkcji i działaniu.

Zdaniem badanych, firmy inwestujące w digitalizację zyskują przewagę nad konkurencją przede wszystkim w postaci wyższej wydajności zakładu i oszczędności kosztów. Istotna jest też optymalizacja procesów produkcyjnych. Główną barierą dla digitalizacji firm jest brak finansowego wsparcia. Firmy wskazują też na brak dostatecznej wiedzy o sposobie opracowywania strategii i planów

działania dostosowanych do możliwości finansowych i potrzeb biznesowych, a także brak możliwości integracji systemów pochodzących od różnych dostawców. Aktualny jest też problem związany z niską wiedzą producentów o możliwości wykorzystania zgromadzonych już danych. Digitalizacja postępuje szybciej w dużych firmach. Przedsiębiorstwa zatrudniające 200-249 pracowników częściej deklarują, że określiły budżet na rzecz wdrażania cyfrowej transformacji i dokonały już inwestycji. To głównie w tych firmach wyznaczono osobę lub dział odpowiedzialny za rozwijanie cyfrowej transformacji. Firmy prowadzące działalność eksportową, częściej potwierdzają, że mają dokładny program rozwoju w kierunku cyfrowej transformacji i realizują go. Przedsiębiorstwa działające tylko w Polsce dopiero rozważają opracowanie takiego programu.

Jako główną barierę przejścia w kierunku gospodarki digitalnej respondenci wymieniają brak odpowiedniego wsparcia finansowego (34% odpowiedzi). Badacze zwrócili uwagę, że tą barierę częściej wskazują firmy nieprowadzące działalności eksportowej. Dalej po 16% odpowiedzi uzyskały: brak wiedzy na temat tworzenia strategii przejścia na digitalizację, brak wiedzy, jak wykorzystać w tym celu zgromadzone już w firmie dane oraz brak możliwości integracji systemów pochodzących od różnych dostawców.

Należy podkreślić, że średni poziom Digi Index w Polsce jest niski, bo zaledwie 6% firm ma wskaźnik cyfryzacji produkcji przekraczający 80%. Najczęstszym przedziałem jest poziom 20-39%.

Pamiętać jednak należy, że w roku 2020 i 2021 nastąpiły w produkcji przestoje, zaburzenia łańcucha dostaw, absencja pracowników spowodowana chorobą, duże zmiany zachowań konsumenckich. Warunki czasów pandemii nie sprzyjały rozwojowi oraz inwestycjom. Branżą, która

zanotowała najwyższy odczyt wskaźnika Digi Index, jest chemia i farmacja (2,0 pkt). Wskaźnik ten nadal jest stosunkowo niski i wykazuje potrzebę licznych usprawnień, które przybliżą producentów do cyfrowej transformacji.

5.2. DESI - INDEKS GOSPODARKI CYFROWEJ I SPOŁECZEŃSTWA CYFROWEGO

Od 2014 r. Komisja Europejska monitoruje postępy państw członkowskich w zakresie cyfryzacji i publikuje coroczne sprawozdania dotyczące indeksu gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI). Każdego roku sprawozdania zawierają profile krajów, na podstawie których państwa członkowskie mogą określić obszary priorytetowych działań oraz rozdziały tematyczne przedstawiające analizę na poziomie UE w kluczowych obszarach polityki cyfrowej.

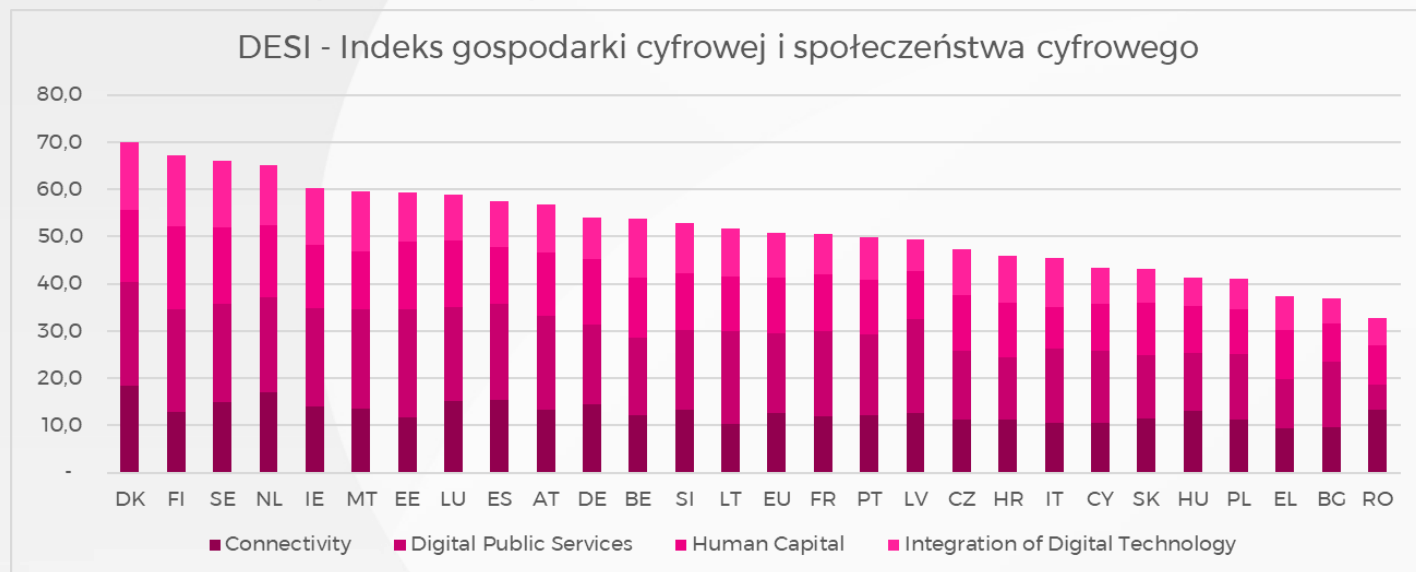
Polska plasuje się w indeksie na 24. miejscu na 27 państw członkowskich UE na 2021 r.¹³. W 2020 r. Polska poczyniła postępy w zakresie wielu wskaźników, ale biorąc pod uwagę również pozytywne zmiany w innych krajach, nie przełożyło się to na zmianę jej ogólnej pozycji.

Nadal utrzymują się znaczne różnice, jeśli chodzi o kategorię „Kapitał ludzki”, w przypadku której Polska zajmuje 24. miejsce, uzyskując wynik poniżej średniej dla większości wskaźników. Chociaż nasz kraj osiągnął poziom średniej dla UE, pod względem odsetku absolwentów kierunków w dziedzinie ICT, niedobór specjalistów znacząco wpływa na absorpcję technologii cyfrowych przez przedsiębiorstwa, przez co nie mogą w pełni wykorzystać potencjału gospodarki cyfrowej¹⁴ (w szczególności MŚP).

¹³ European Commission, Digital Economy and Society Index (DESI) 2021.

¹⁴ European Commission, Indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI) na 2021 r. Polska.

Wykres 12. DESI - Indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego.



Źródło: Komisja Europejska - <https://digital-agenda-data.eu/>

Jeśli chodzi o kategorię „Łączność”, w 2020 r. odnotowano postępy w zakresie wykorzystania stałych łączów szerokopasmowych i nastąpił wzrost odsetku gospodarstw domowych będących w zasięgu stałych sieci o bardzo dużej przepływności – 64,6% w porównaniu z 60,3% w 2019 r. Mimo postępów, nadal konieczne są starania w zakresie łączności, zwłaszcza w odniesieniu do przepisów sprzyjających rozwojowi niezawodnej łączności, zapewniającej pełną transpozycję ram regulacyjnych UE. Technologie cyfrowe nadal zyskują na popularności wśród polskich przedsiębiorstw: 15% korzysta z rozwiązań chmurowych, a 18% wykorzystuje w swojej działalności jakiegoś rodzaju technologię sztucznej inteligencji (AI). Ważne jest, aby kontynuować starania i działania w zakresie budowania zdolności polskich przedsiębiorstw na potrzeby dalszej cyfryzacji, innowacji oraz tworzenia nowych usług i produktów. Polska będzie w stanie przyspieszyć swoją transformację cyfrową dzięki dalszym zachętom do inwestowania, ukierunkowanej pomocy i wsparciu (zwłaszcza dla przedsiębiorstw w regionach o mniej korzystnym

położeniu) oraz poprzez wzmocnienie przedsiębiorczości cyfrowej kobiet.

Na ogólny wynik Polski niekorzystnie wpływają oceny w kategorii „Cyfrowe usługi publiczne”, które kształtują się poniżej średniej, w obszarze tym dodatkowe działania promujące korzystanie z usług administracji elektronicznej wśród przedsiębiorstw i obywateli mogłyby jeszcze bardziej zwiększyć ich wykorzystanie i poprawić ogólny wynik kraju.

Poziom umiejętności cyfrowych dla Polski pozostaje niski w porównaniu ze średnią dla UE – tylko 44% osób w wieku 16–74 lat posiada co najmniej podstawowe umiejętności cyfrowe (UE 56%), a tylko jedna na pięć osób (21%) posiada ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe. Jeśli chodzi o co najmniej podstawowe umiejętności informatyczne, Polska uzyskała wynik jedynie 46%, tj. znacznie poniżej średniej unijnej wynoszącej 58%. Specjaliści w dziedzinie ICT i kobiety -specjalistki w tej dziedzinie stanowią w Polsce niższy odsetek siły roboczej niż średnio w UE. Z kolei absolwenci kierunków w dziedzinie ICT stanowią obecnie 3,8% wszystkich absolwentów w Polsce. Niemniej jednak,

polskie przedsiębiorstwa inwestują w szkolenia z zakresu ICT i w zeszłym roku 18% z nich oferowało je swoim pracownikom.

Polska musi podnosić poziom umiejętności cyfrowych w systemie edukacji i poza nim. Szczególnie cenne byłoby przyjęcie podejścia partycypacyjnego przy opracowywaniu ważnych strategii politycznych z udziałem władz na szczeblu lokalnym i regionalnym oraz społeczeństwa obywatelskiego. Niezbędne jest dalsze wspieranie

społeczności lokalnych w procesie dostosowywania się do wyzwań epoki cyfrowej, w celu wykorzystania w pełni potencjału oferowanego przez gospodarkę cyfrową.

Jeśli chodzi o integrację technologii cyfrowej w działalności przedsiębiorstw, Polska zajmuje 24. miejsce wśród krajów UE. 52% polskich MŚP osiągnęło co najmniej podstawowy poziom wskaźnika wykorzystania technologii cyfrowych, co stanowi wynik poniżej średniej dla UE wynoszącej

Tabela 33. DESI - Indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego.

		Polska			UE
		DESI 2019	DESI 2020	DESI 2021	DESI 2021
1a1 Co najmniej podstawowe umiejętności cyfrowe	% osób	46,0% 2017	44,0% 2019	44,0% 2019	56,0% 2019
1a2 Ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe	% osób	21,0% 2017	21,0% 2019	21,0% 2019	31,0% 2019
1a3 Co najmniej podstawowe umiejętności informatyczne	% osób	49,0% 2017	46,0% 2019	46,0% 2019	58,0% 2019
1b1 Specjaliści w dziedzinie ICT	% osób pracujących w wieku 15–74 lat	3,0% 2018	3,1% 2019	3,4% 2020	4,3% 2020
1b2 Kobiety-specjaliści w dziedzinie ICT	% specjalistów w dziedzinie ICT	14,0% 2018	14,0% 2019	15,0% 2020	19,0% 2020
1b3 Przedsiębiorstwa zapewniające szkolenia z zakresu ICT	% przedsiębiorstw	13,0% 2018	13,0% 2019	18,0% 2020	20,0% 2020
1b4 Absolwenci kierunków w dziedzinie ICT	% absolwentów	3,5% 2017	3,8% 2018	3,8% 2019	3,9% 2019

Źródło: Komisja Europejska - <https://digital-agenda-data.eu/>

60%. Jeśli chodzi o wskaźnik dotyczący ICT na rzecz zrównoważenia środowiskowego, w Polsce odsetek przedsiębiorstw prowadzących działania proekologiczne z wykorzystaniem ICT, które osiągnęły średni/wysoki poziom wskaźnika wykorzystania technologii cyfrowych, wynosi 60%, co stanowi wynik niższy od średniej dla UE wynoszącej 66%. Polskie przedsiębiorstwa mało korzystały z możliwości oferowanych przez technologie cyfrowe, np. angażując się w handel elektroniczny – 13% MŚP prowadziło sprzedaż internetową, a 5% sprzedaż transgraniczną do innych krajów UE. Dodatkowo, dane pokazują, że tylko 14% polskich przedsiębiorstw aktywnie korzysta z mediów społecznościowych, a 29% angażuje się w elektroniczną wymianę informacji. E-faktury i duże zbiory danych nie są jeszcze szeroko rozpowszechnione.

Polska inwestuje w technologie cyfrowe w ramach programów koordynowanych przez UE i jest członkiem Wspólnego Przedsięwzięcia w dziedzinie Europejskich Obliczeń Wielkiej Skali. Uczestniczy w PRACE (partnerstwie na rzecz zaawansowanych technologii obliczeniowych w Europie) oraz w PIONIER-LAB – Krajowej Platformie Integracji Infrastruktur Badawczych, a także jest aktywnym członkiem grupy ds. polityki europejskiego partnerstwa blockchain.

W grudniu 2020 r. Rada Ministrów przyjęła krajową strategię na rzecz sztucznej inteligencji zatytułowaną „Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020”¹⁵. Przedstawiono w niej rozwój sztucznej inteligencji w sześciu obszarach: społeczeństwo, edukacja, nauka, biznes, sprawy publiczne i stosunki międzynarodowe. W strategii określono wartości, które mają być przestrzegane oraz cele, które mają zostać osiągnięte poprzez działania rządu w różnych kontekstach. Nadrzędnym celem strategii jest

ochrona godności ludzkiej przy jednoczesnym wspieraniu uczciwej konkurencji w stosunkach międzynarodowych, ponieważ wykorzystanie sztucznej inteligencji ma zasadnicze znaczenie dla konkurencyjności gospodarek.

Kontynuowanie działań na rzecz pobudzania cyfrowej transformacji polskiej gospodarki wymaga dalszego rozwoju rządowych usług w chmurze. Kolejnym obszarem dalszych inwestycji może być wprowadzenie e-faktur w usystematyzowanym formacie, co umożliwi wystawianie, otrzymywanie i przechowywanie faktur oraz analizę i kontrolę danych. Ponadto Polska może przyspieszyć swoją transformację cyfrową poprzez udzielanie dalszego wsparcia MŚP w ich staraniach na rzecz zwiększenia wykorzystania zaawansowanych technologii, a także poprzez zachęcanie do tworzenia ekosystemów przedsiębiorstw typu start-up, przedsiębiorstw w regionach o niekorzystnym położeniu oraz wspieranie przedsiębiorczości cyfrowej kobiet.

5.3. DZIAŁALNOŚĆ INNOWACYJNA W POLSCE WG RAPORTÓW GUS

Działalność innowacyjną firm w Polsce raportuje i bada Główny Urząd Statystyczny na bazie raportów przedsiębiorstw. Aktualny obraz ich aktywności możemy znaleźć w raporcie opublikowanym w 2021 roku¹⁶.

Zgodnie z założeniami badania, przedsiębiorstwo aktywne innowacyjnie to takie, które w badanym okresie wprowadziło przynajmniej jedną innowację produktową lub procesów biznesowych bądź realizowało w tym okresie przynajmniej jeden projekt innowacyjny, który został przerwany lub zaniechany w trakcie badanego okresu (niezakończony sukcesem) lub nie został do końca

¹⁵ <https://monitorpolski.gov.pl/M2021000002301.pdf>

¹⁶ Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2018-2020. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Szczecin 2021.

tego okresu ukończony (tzn. jest kontynuowany). Przedsiębiorstwo innowacyjne w zakresie innowacji produktowych i procesów biznesowych, jest to przedsiębiorstwo, które w badanym okresie wprowadziło na rynek przynajmniej jedną innowację produktową lub procesów biznesowych (nowy lub ulepszony produkt bądź nowy lub ulepszony proces biznesowy).

W latach 2018-2020 udział przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie w sektorze przedsiębiorstw przemysłowych wyniósł 36,7%, a w usługach - 33,0%. Biorąc pod uwagę klasy wielkości przedsiębiorstw (przemysłowych oraz usługowych), największy odsetek podmiotów aktywnych innowacyjnie odnotowano wśród jednostek o liczbie pracujących 250 osób i więcej.

W przetwórstwie przemysłowym największy odsetek przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie wystąpił w działach: produkcja koksu i produktów rafinacji ropy naftowej (66,7%) oraz produkcja wyrobów farmaceutycznych (63,1%). W przypadku przedsiębiorstw usługowych, wskaźnik ten najwyższy był w działach: ubezpieczenia, reasekuracja i fundusze emerytalne (85,1%) oraz badania naukowe i prace rozwojowe (84,5%). Najmniejszą aktywność innowacyjną w przetwórstwie przemysłowym wykazały firmy zajmujące się produkcją odzieży (27,3%), a w usługach - transportem lotniczym (21,1%) oraz transportem lądowym i rurociągowym (21,6%).

W sekcji przetwórstwo przemysłowe odsetek przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie rośnie wraz ze wzrostem poziomu zaawansowania techniki. Najwyższy odsetek przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie odnotowano w przedsiębiorstwach wysokiej techniki (62,2%), zaś najniższy - w przedsiębiorstwach zaliczanych do niskiej techniki (31,7%).

Innowacja procesów biznesowych to wprowadzenie nowych lub ulepszenie już istniejących, w ramach

jednej lub wielu funkcji biznesowych, które znacząco zmieniają dotychczas stosowane procesy biznesowe. Metody produkcji to technologie, urządzenia i oprogramowanie wykorzystywane do produkcji (wytwarzania) wyrobów lub usług. Metody z zakresu logistyki, dostaw lub dystrybucji w przedsiębiorstwie obejmują urządzenia, oprogramowanie i techniki wykorzystywane do nabywania środków produkcji, alokowania zasobów w ramach przedsiębiorstwa lub dostarczania produktów finalnych. Do innowacji procesów biznesowych zalicza się nowe lub ulepszone metody tworzenia i świadczenia usług. Mogą one polegać na zmianach w zakresie sprzętu i oprogramowania wykorzystywanego w działalności usługowej lub na zmianach w zakresie procedur i technik wykorzystywanych do świadczenia usług. Innowacje procesów biznesowych obejmują także nowe lub ulepszone techniki, urządzenia i oprogramowanie w działalności pomocniczej takiej jak księgowość, obsługa informatyczna, zaopatrzenie lub prace konserwacyjne. Do innowacji procesów biznesowych zalicza się również nowe metody organizacyjne, takie jak: zasady działania wewnątrz przedsiębiorstwa lub w relacji z otoczeniem, podziału zadań, uprawnień decyzyjnych i zarządzania zasobami ludzkimi oraz metody marketingowe w zakresie wizualizacji opakowań, kształtowania cen, technik promocji, lokowania produktu lub usług posprzedażowych.

Wyniki badania działalności innowacyjnej wskazują, że w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz usługowych wyższy był udział tych firm, które w latach 2018-2020 wprowadziły innowacje w procesach biznesowych (nowe lub ulepszone procesy biznesowe), niż tych, które wprowadziły innowacje produktowe (nowe lub ulepszone produkty).

Innowacje w procesach biznesowych wprowadzone w latach 2018-2020 przez przedsiębiorstwa

przemysłowe najczęściej dotyczyły nowych lub ulepszonych metod wytwarzania (produkcji) wyrobów lub świadczenia usług (w tym rozwoju wyrobów lub usług) – 16,6% przedsiębiorstw, a wprowadzone przez przedsiębiorstwa usługowe – nowych lub ulepszonych zasad działania wewnątrz przedsiębiorstwa lub w relacji z otoczeniem – 16,4% przedsiębiorstw. Istotne znaczenie zarówno dla przedsiębiorstw przemysłowych, jak i usługowych miały również ulepszenia metod podziału zadań, uprawnień decyzyjnych lub zarządzania zasobami ludzkimi.

W latach 2018–2020 innowacje w procesach biznesowych wdrożyło 26,3% przedsiębiorstw przemysłowych oraz 27,6% przedsiębiorstw usługowych. Największy odsetek firm, które wprowadziły te innowacje zatrudniały od 250 pracowników wzwyż (odpowiednio 61,1% i 58,1% podmiotów).

Uwzględniając terytorialny podział kraju, największy odsetek przedsiębiorstw przemysłowych, które w latach 2018–2020 wprowadziły innowacje produktowe, odnotowano w województwach podkarpackim (22,6%) i podlaskim (21,0%), a najmniejszy – w kujawsko-pomorskim (13,9%) oraz świętokrzyskim (14,8%). Wśród podmiotów usługowych najczęściej wprowadzano innowacje produktowe w województwach warmińsko-mazurskim (17,9%) i mazowieckim (16,8%), natomiast najrzadziej w lubuskim.

5.4. POLSKIE PRZEDSIĘBIORSTWA NA DRODZE DO PRZEMYSŁU 4.0 WG RAPORTU GUS

Niezwykle ciekawy oraz aktualny obraz polskiej gospodarki na drodze do przemysłu 4.0 został przedstawiony w raporcie przygotowanym w 2020 roku przez Główny Urząd Statystyczny pod tytułem „Wypracowanie metodologii oraz badanie stopnia dostosowania wybranych przedsiębiorstw do

wymogów gospodarczych, jakie stawia czwarta fala rewolucji przemysłowej (Przemysł 4.0)” W dokumencie przeanalizowano ponad 5100 firm produkcyjnych na terenie Polski, z uwzględnieniem gałęzi przemysłu najbardziej predysponowanych do transformacji technologicznej, takich jak:

- przemysł elektromaszynowy (produkcja części maszyn i ich podzespołów, oprzyrządowania i urządzeń technologicznych, automatyki przemysłowej, maszyn i obrabiarek – dla potrzeb obróbki metali oraz drewna);
- przemysł motoryzacyjny (producenci części i podzespołów pojazdów, kompletnych pojazdów);
- przemysł lotniczy – szereg firm z doliny lotniczej (producentów części i podzespołów, maszyn latających);
- produkcja AGD (producenci części oraz oprzyrządowania produkcyjnego, producentów gotowych wyrobów.

Przeprowadzone przez GUS badanie miało bardzo szeroki zakres przedmiotowy, ponieważ obejmowało ono między innymi takie aspekty w przedsiębiorstwie jak:

1. Pozycja w globalnym łańcuchu wartości.
2. Wykorzystanie oprogramowania typu ERP.
3. Wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej.
4. Wykorzystanie rozwiązań z zakresu Internetu rzeczy.
5. Analiza dużych wolumenów danych.
6. Zastosowanie technologii wykorzystujących sztuczną inteligencję, celem korzystania z technologii Przemysłu 4.0.
7. Korzyści z wdrożenia technologii Przemysłu 4.0.
8. Zmiany w strukturze zatrudnienia, będące wynikiem wdrożenia Przemysłu 4.0.

9. Powody niekorzystania z technologii Przemysłu 4.0.
10. Zastosowanie rozwiązań indywidualizacji produkcji.
11. Poprodukcyjny monitoring życia produktu.
12. Dynamika poziomu nakładów inwestycyjnych.
13. Ocena pozycji konkurencyjnej w obszarze prowadzonej działalności.
14. Zagrożenia związane z wykorzystaniem zaawansowanych technologii.

Analizując wyniki przywołanego programu badawczego należy wziąć pod uwagę, że metoda badawcza nie gwarantuje jednakowego rozumienia terminologii zawartej w pytaniach przez wszystkie badane podmioty. Z przeprowadzonych badań wyłania się kilka ważnych, według autorów niniejszego raportu wniosków.

Wśród badanych przedsiębiorstw swoją silniejszą pozycję konkurencyjną wyżej oceniały firmy korzystające z technologii Przemysłu 4.0. Jednakże większość badanych jednostek (47,4%) wskazała, że poziom nakładów na inwestycje związane z technologiami charakterystycznymi dla Przemysłu 4.0 pozostał w ciągu ostatnich dwóch lat na podobnym poziomie. Zwiększenie poziomu nakładów deklarowało 28,3% przedsiębiorstw, a 2,4% ich redukcję.

Jak pokazały badania, powody wykorzystania technologii były uzależnione od ich rodzaju. Z chmury obliczeniowej korzystano najczęściej w celu podniesienia bezpieczeństwa (57,8%). Wykorzystanie rozwiązań Internetu rzeczy głównie służyło integracji procesów wewnątrz przedsiębiorstwa (53,3%). Zastosowanie rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji przeważnie służyło podniesieniu wydajności produkcji (65,4%).

W badanych jednostkach najczęściej wykorzystywaną technologią był Internet rzeczy

(43,2%). Ponad połowa przedsiębiorstw korzystała z co najmniej jednej z technologii takich jak: chmura obliczeniowa, Internet rzeczy czy sztuczna inteligencja. Firmy wykorzystujące przynajmniej jedną technologię Przemysłu 4.0, charakteryzowały znacznie wyższe wskaźniki wykorzystywania pozostałych technologii.

Spośród podmiotów, korzystających z co najmniej jednej technologii, 18,5% deklarowało wpływ jej zastosowania na stan zatrudnienia, przy czym 6,2% wykazało redukcję liczby etatów, 9,2% – wzrost liczby etatów, a 8,5% – zatrudnienie nowych wysoko wykwalifikowanych specjalistów. Zjawisko wzrostu liczby etatów oraz zatrudniania wysoko wykwalifikowanych specjalistów występowało najczęściej w przedsiębiorstwach prowadzących analizy Big Data.

Badanie wykazało bardzo niski poziom robotyzacji i automatyzacji. W linie produkcyjne, przetwarzające indywidualnie komponowane zamówienia, bez udziału człowieka wyposażone było 2,0% badanych przedsiębiorstw, natomiast 0,4% posiadało linię produkcyjną, na której zbrojenie maszyn w celu realizacji indywidualnie komponowanego zamówienia w trybie produkcji seryjnej odbywało się bez udziału człowieka.

Najczęściej wskazywanym powodem niekorzystania z opisywanych technologii był brak potrzeby. Odsetek przedsiębiorstw wskazujących ten powód oscylował na poziomie 70%, niezależnie od rodzaju technologii.

5.5. STAN ROBOTYZACJI PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W POLSCE

Polska jest wschodzącym rynkiem robotów ze zdywersyfikowaną branżą produkcyjną, która oferuje duży potencjał w zakresie automatyzacji i robotyki. Od 20 lat jest atrakcyjnym miejscem produkcji dla przemysłu motoryzacyjnego, przemysłu tworzyw sztucznych i wyrobów chemicznych, przemysłu metalowego i maszynowego. Dzieje się tak głównie z powodu niskiego kosztu pracy ludzi wpływającego na niski koszt produkcji, niskiej ceny infrastruktury budowlanej oraz relatywnie niskiej ceny energii elektrycznej. Z tych właśnie powodów, w Polsce w ostatnich dwóch dekadach ulokowało się dużo mocy produkcyjnych przenoszonych z krajów o wysokich kosztach pracy. Czynniki, które sprawiały, że Polska jest obszarem o dużej wartości inwestycji zagranicznych były także odpowiedzialne za niski poziom wykorzystania robotów przemysłowych.

niska w porównaniu z branżą motoryzacyjną w większości innych krajów.

Po szeregu dobrych dla polskiego rynku lat, rok 2020 był niestety rokiem spadku. Liczba nowych instalacji robotów w Polsce spadła o 19% do 2 147 sztuk w 2020 roku, zaś popyt na roboty w przemyśle motoryzacyjnym spadł o 42% do 568 sztuk. Zarówno producenci samochodów, jak i dostawcy części doświadczyli znacznych spadków w liczbie nowych instalacji.

Podobnie było w branży tworzyw sztucznych i wyrobów chemicznych, w których zainstalowano 350 jednostek (-9%). W ramach segmentów chemicznego, farmaceutycznego i kosmetycznego skala nowych uruchomień obniżyła się o 44% do 55 sztuk, natomiast segment gumy i tworzyw sztucznych wzrósł o 3% do 295 sztuk. Popyt ze strony przemysłu metalowego i maszynowego wzrósł o 4% do 263 sztuk. Popyt w branży spożywczej wzrósł o 36% do 184 sztuk, czyli 9% wszystkich instalacji w Polsce w 2020 roku. W branży elektronicznej zainstalowano 119 robotów.

Tabela 34. Polska - statystyka ogólna.

Polska:	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ilość nowych instalacji	1 795	1 632	1 891	2 651	2 642	2 147
Udział instalacji w skali świata	0,7%	0,5%	0,5%	0,6%	0,7%	0,6%
Ilość funkcjonujących robotów	8 136	9 693	11 360	13 632	15 769	17 019
Udział funkcjonujących robotów w skali	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%
Gęstość - ilość robotów per 10 000	26	30	33	39	46	52

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFR.

Polska znajduje się na 18 miejscu na świecie pod względem ilości zainstalowanych i pracujących robotów przemysłowych.

W latach 2015 - 2020 zanotowano przyrost ilości robotów o 16%, jednakże poziom gęstości robotyzacji w Polsce nadal należy uznać za niski, to jest 52 roboty na 10 000 pracowników w przemyśle wytwórczym. Gęstość robotyzacji w przemyśle automotive wyniosła w 2020 roku 206 robotów na 10 tys. pracowników. Liczba ta jest nadal bardzo

To o 38% mniej niż w poprzednim roku, ale nadal znacznie więcej niż w 2015 roku, co oznacza średnioroczną stopę wzrostu na poziomie 37% w latach 2015-2020. Zasoby funkcjonujących robotów w Polsce obliczono na 17 019 sztuk (+8%) w 2020 roku. 36% tego stanu, czyli 6 090 sztuk, zostało wdrożonych w przemyśle motoryzacyjnym, głównie przez dostawców części metalowych, gumowych i plastikowych (20% całości). Liczbę robotów funkcjonujących w przemyśle tworzyw sztucznych i produktów chemicznych obliczono na

3 127 sztuk (+9%) w 2020 r., co stanowi 18% udziału w całości. Segment gumy i tworzyw sztucznych stanowił 15% z tych 18%. Liczbę stanowisk w przemyśle metalowym i maszynowym obliczono na 2 127 sztuk (+8%), co implikuje udział na poziomie 13%. Tutaj duże zapasy posiadały głównie przemysł wyrobów metalowych (1200 szt.; +7%) oraz przemysł maszynowy (670 szt.; +7%).

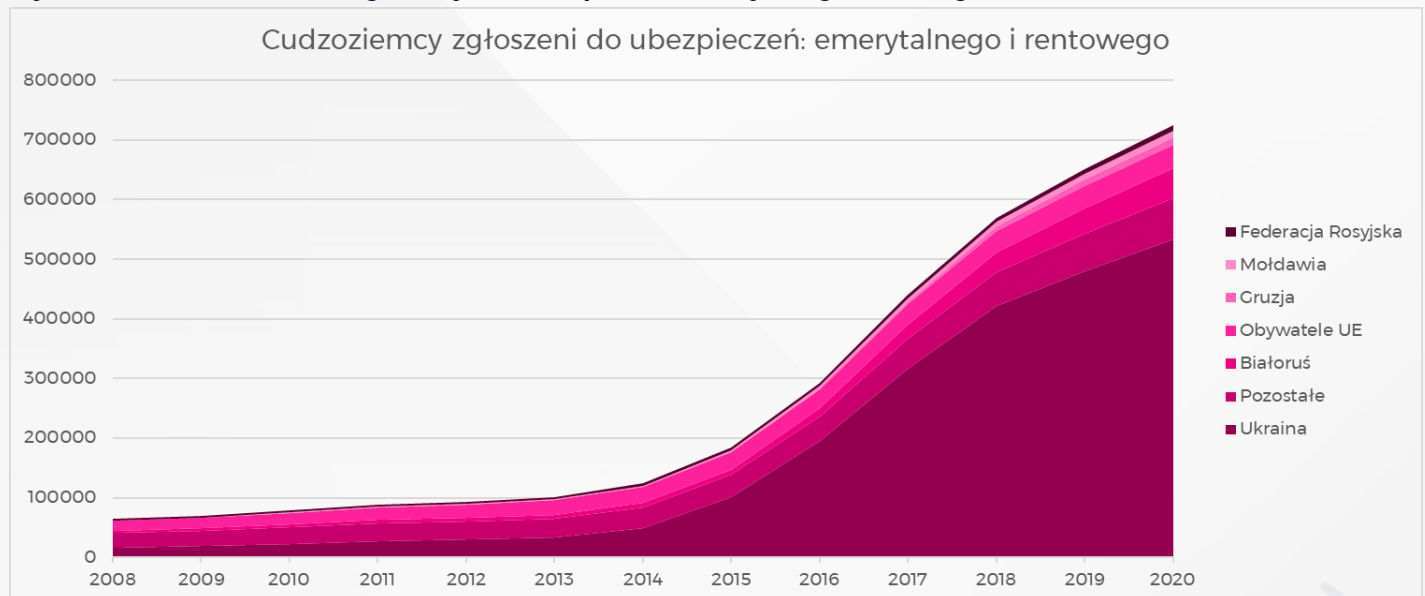
6. RYNEK PRACY W POLSCE

Problemy z pozyskaniem pracowników nie jest zjawiskiem nowym. Kraje rozwinięte dobrze znają ciężar ekonomiczny starzenia się swoich społeczeństw. Przez lata walczyły z tym

niekorzystnym trendem sięgając po różne środki – otwierając granice masowej imigracji, modyfikując granice wieku emerytalnego, próbując wpłynąć na dietę swoich społeczeństw. Każda z zastosowanych metod dawała efekty i każda miała też swoje ograniczenia.

Ostatnie dwa lata były bardzo nietypowe dla rynku pracy i jeszcze bardziej skomplikowały sytuację demograficzną, bezpośrednio uderzając w zasoby dostępnej w gospodarkach siły roboczej. Pandemia mocno wpłynęła na zachowanie zarówno pracowników jak i pracodawców. Szacuje się, że kwarantanna tymczasowo wykluczała z polskiego rynku pracy do 400 tys. ludzi. Przed przedsiębiorcami pojawiły się nowe wyzwania,

Wykres 13. Ilość cudzoziemców zgłoszonych do ubezpieczenia emerytalnego i rentowego, w latach 2008 – 2020.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZUS.

Tabela 35. Cudzoziemcy zgłoszeni do ubezpieczeń: emerytalnego i rentowych.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ukraina	16 237	18 602	21 777	27 659	29 713	32 989	49 150	101 150	194 418	316 474	420 723	479 113	532 503
Pozostałe	24 274	25 705	28 368	29 877	30 054	31 642	34 403	36 889	41 386	49 763	56 742	63 371	69 229
Białoruś	4 184	4 320	4 927	5 512	6 035	6 387	7 094	8 903	14 351	24 013	34 143	42 797	50 606
Obywatele UE	16 350	17 138	19 048	20 591	22 242	24 656	27 349	29 421	31 694	34 116	35 960	37 596	38 733
Gruzja	189	204	223	259	313	360	408	505	624	2 725	6 931	10 611	12 971
Mołdawia	789	643	817	967	994	1 217	1 767	2 628	5 024	6 510	7 656	8 901	10 762
Federacja Rosyjska	3 018	3 201	3 448	3 558	3 661	3 832	4 178	4 692	5 691	6 654	7 569	9 117	10 369
Ogółem	65 041	69 813	78 608	88 423	93 012	101 083	124 349	184 188	293 188	440 255	569 724	651 506	725 173

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ZUS.

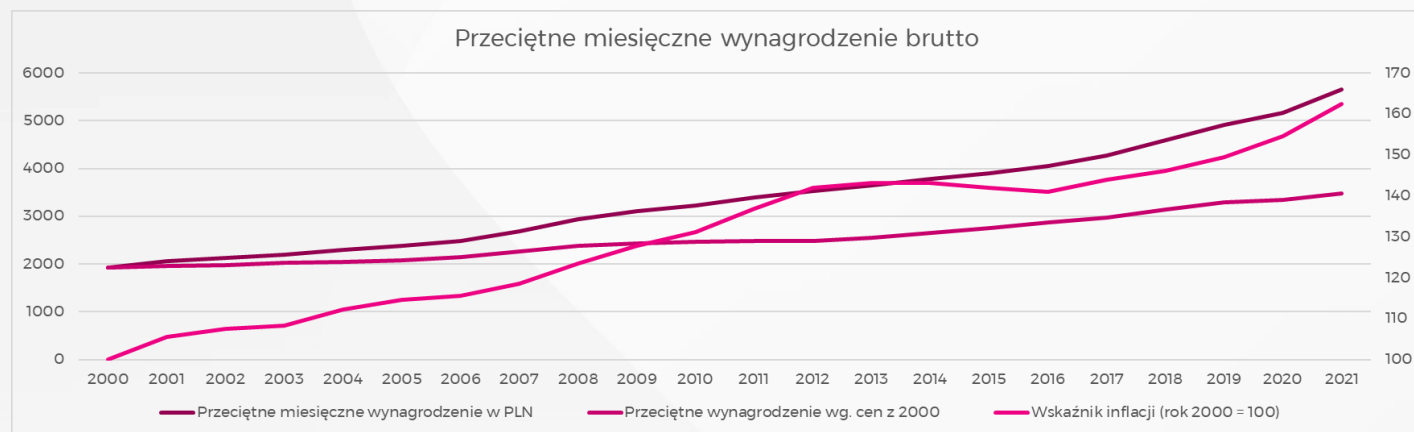
a ożywienie gospodarcze wymusiło na nich potrzebę walki o pracownika oraz szukanie rozwiązań alternatywnych do zatrudniania.

Polska jako kraj dynamicznie rozwijający się po zmianach gospodarczych lat 80-tych i odejściu od nieefektywnego systemu gospodarki planowanej, długo nie odczuwała problemów z brakiem rąk do pracy. Co więcej, stała się dla wielu krajów zachodu źródłem młodych, wykwalifikowanych pracowników. Szacuje się, że w latach 2002-2013 Polskę w celach zarobkowych opuściło około 1,2

6.1. PERSPEKTYWA HISTORYCZNA

Zestawienie danych za dłuższy okres, obejmujący 21 lat pokazuje, jak realne średnie zarobki kształtowały się po wejściu Polski do Unii Europejskiej, w trakcie kryzysu w roku 2009 oraz w trakcie pandemii. Poniższy wykres pokazuje przeciętne miesięczne wynagrodzenie skorygowane o inflację. Można powiedzieć, że to wykres średniej siły nabywczej Polaków według cen z roku 2000. Wynika z niego, że od roku 2000 do 2021 realne średnie

Wykres 14. Przeciętne, miesięczne wynagrodzenie brutto na przestrzeni lat 2000 – 2021.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS oraz FRED (Federal Reserve Economic Data).

miliona ludzi. Głównym punktem tej emigracji była Irlandia i Wielka Brytania. Rozwój polskiej gospodarki gwałtownie odwrócił ten trend w 2014 roku, od tego czasu emigracja Polaków została znacznie ograniczona, a nasz kraj przyjął znaczne ilości imigrantów zarobkowych z Ukrainy, Białorusi i Gruzji. Dokładne liczby nie są znane, według danych ZUS na koniec 2020 roku 725 tys. osób z ww. krajów było zgłoszonych w ramach systemu emerytalno-rentowego. Szacuje się, że wraz z osobami niezarejestrowanymi liczba ta mogła na koniec 2020 roku sięgać dwóch milionów.

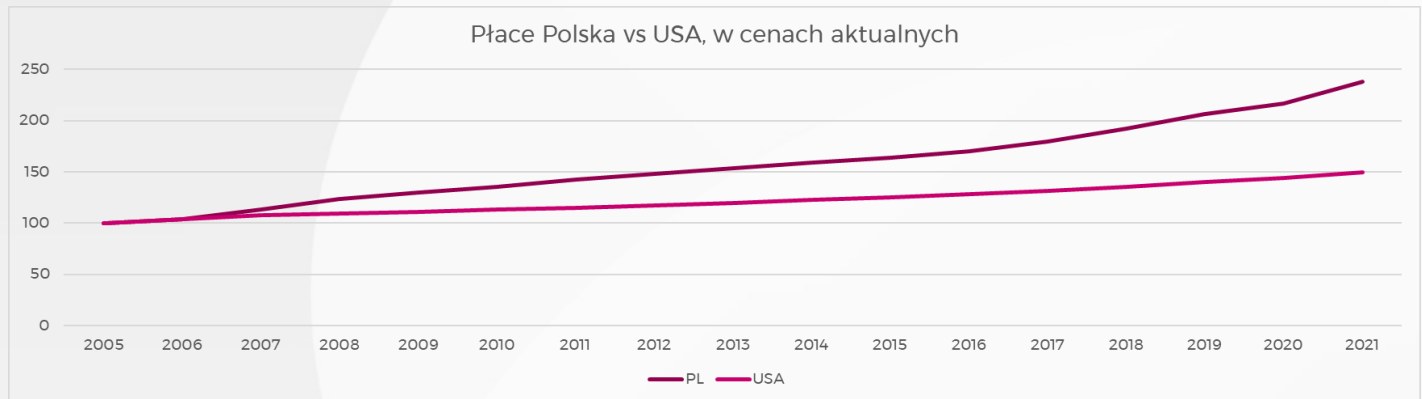
GUS już w 2014 roku opracował prognozę zmian demograficznych w Polsce, z której wynikało, że w perspektywie roku 2025 będzie w naszym kraju brakowało pół miliona pracowników.

wynagrodzenie wzrosło o 67,7%, oraz że w przypadku braku kryzysu podażowego, znaczące wydarzenia w gospodarce nie mają gwałtownego przełożenia na kształtowanie się realnej siły nabywczej.

Można sobie zadać pytanie, jak takie kształtowanie się zarobków kształtuje się w porównaniu z krajami rozwiniętymi. Niestety trudno jest przygotować tego typu kalkulację, głównie ze względu na różnice w definicjach średniego wynagrodzenia.

Poniższy wykres przedstawia zestawienie, jak kształtowały się średnie zarobki w Polsce i w USA, w cenach aktualnych. W ciągu tych 16 lat średnia płaca w USA wzrosła o 50%, a w Polsce o 149%.

Wykres 15. Płace Polska vs USA, w cenach aktualnych.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS oraz FRED (Federal Reserve Economic Data).

Jednak obraz tych samych danych po skorygowaniu o wpływ inflacji jest już odmienny; średnie realne płace w USA spadły o 5%, gdy w Polsce wzrosły o 68%. Przy czym spadek w USA zarejestrowały statystyki 2021 roku. Można podsumować, że realne płace w USA stagnują i oscylują wokół 101,4% wartości z roku 2005.

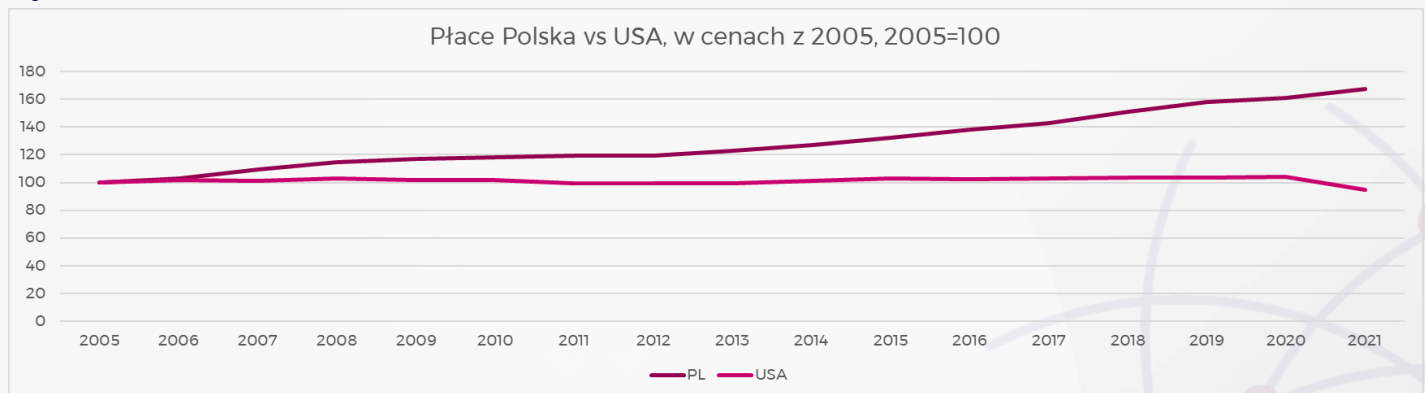
Z oczywistych względów wynagrodzenia w poszczególnych krajach znacząco wpływają na dostępność siły roboczej. Otwarcie granic po wejściu Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku uruchomiło na dużą skalę znane mechanizmy emigracji zarobkowej. Z jednej strony ruchy te zaspokoili zapotrzebowanie na siłę roboczą

w gospodarkach krajów Starej Unii, które zasiliли imigranci, z drugiej zaś strony, odpływ siły roboczej przyspieszył nadejście „ryнку pracownika” oraz nasilił presję płacową w granicach nowych krajów członkowskich. Patrząc na statystykę przeciętnego wynagrodzenia, w polskiej gospodarce widać, że nominalnie wzrosło ono na przestrzeni lat 2020-2021 o 14,8%.

6.2. POLSKI RYNEK PRACY AKTUALNIE

Z danych GUS wynika, że stopa bezrobocia rejestrowanego w Polsce w styczniu 2022 r. wyniosła 5,5%¹⁷. Na koniec stycznia 2022 r., w urzędach pracy

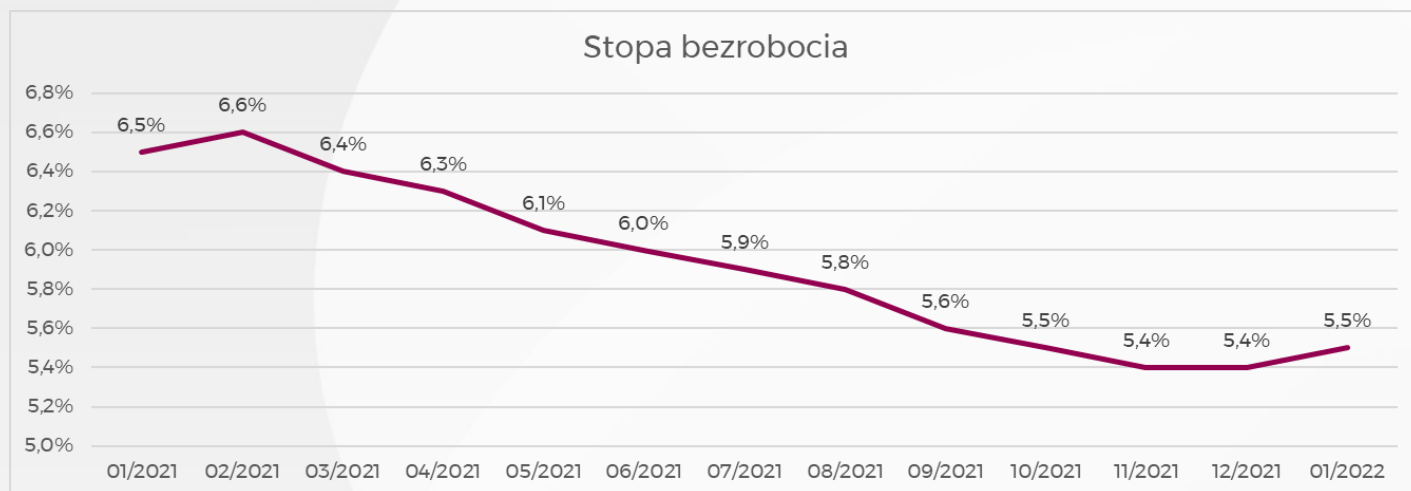
Wykres 16. Płace Polska vs USA, w cenach z 2005.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS oraz FRED (Federal Reserve Economic Data).

¹⁷ <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/>

Wykres 17. Kształtowanie się stopy bezrobocia od 01/2021 – 01/2022.



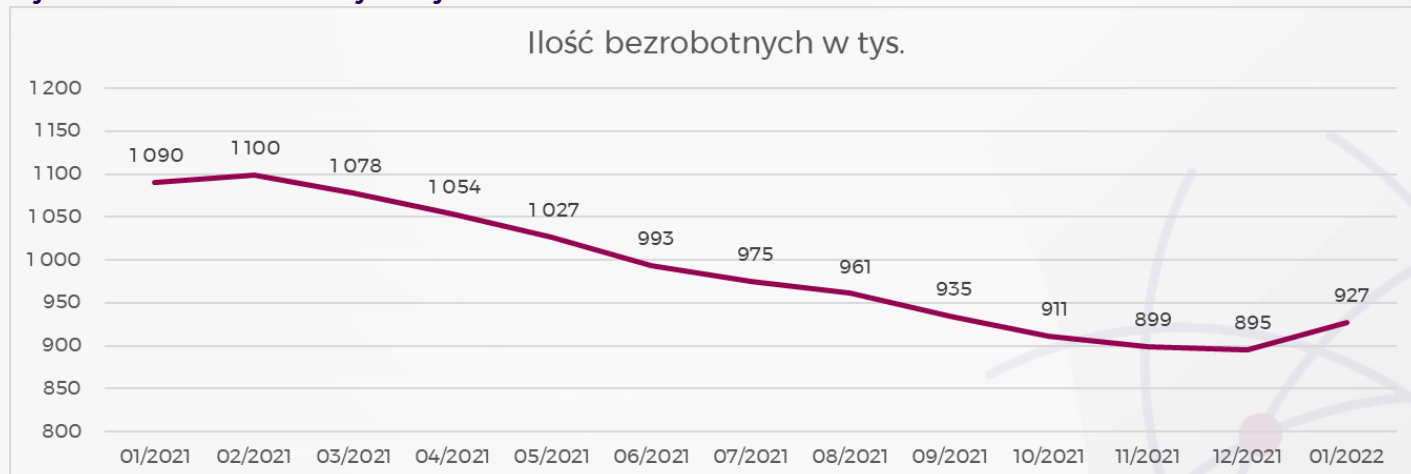
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

było zarejestrowanych 927,1 tys. bezrobotnych, tj. o 31,9 tys. (3,6%) więcej niż miesiąc wcześniej i o 163,3 tys. (15,0%) mniej niż w styczniu 2021 r. W styczniu 2022 r. do urzędów pracy zgłoszono 115,77 tys. wolnych miejsc pracy, tj. o 18,8 tys. ofert (19,4%) więcej niż w grudniu 2021 r. Według danych GUS, przeciętne miesięczne zatrudnienie w sektorze przedsiębiorstw w styczniu 2022 r. wyniosło 6 459,8 tys. W porównaniu z grudniem 2021 r. było wyższe o 98,2 tys. osób i wyższe o 145,7 tys. osób niż rok wcześniej. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie ogółem (brutto) w sektorze przedsiębiorstw

w styczniu 2022 r. wyniosło 6 064,24 zł. W porównaniu rok do roku wzrosło o 9,5%. Według najbardziej aktualnych danych Eurostatu stopa bezrobocia dla krajów członkowskich UE-27 w grudniu 2021 r. wyniosła 6,4%, a dla strefy euro (UE-19) 7,0%. Zgodnie z wyliczeniami Labour Force Survey, w tym czasie stopa bezrobocia w Polsce wyniosła 2,9%.

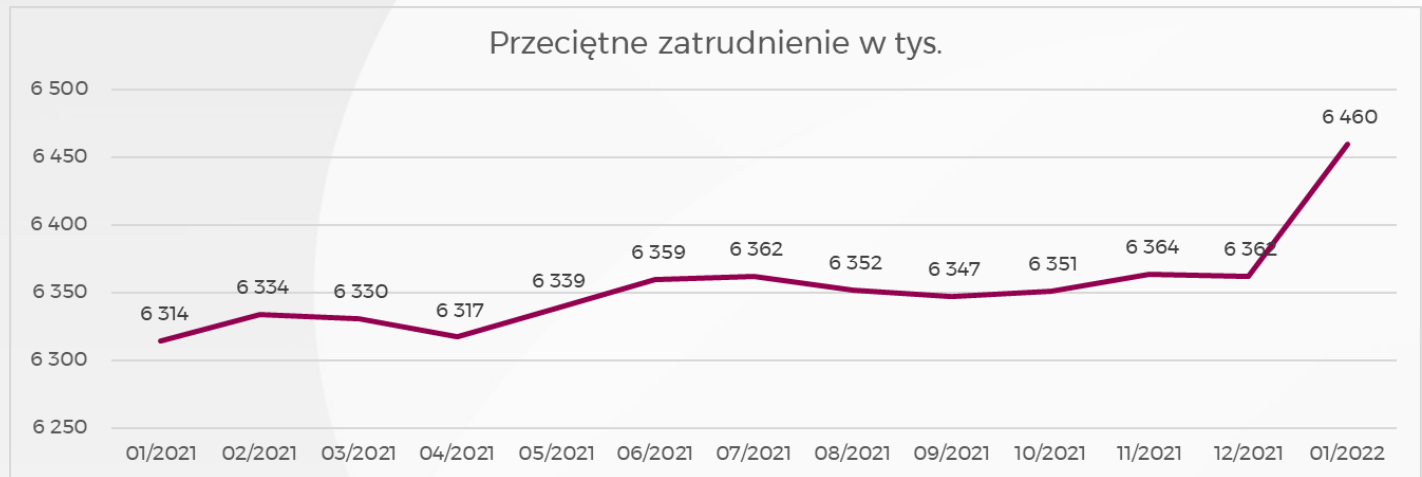
Według danych GUS stopa bezrobocia rejestrowanego w Polsce w styczniu 2022 r. wyniosła 5,5% i w porównaniu z poprzednim miesiącem

Wykres 18. Ilość osób bezrobotnych w tys.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Wykres 19. Przeciętne zatrudnienie w tys.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

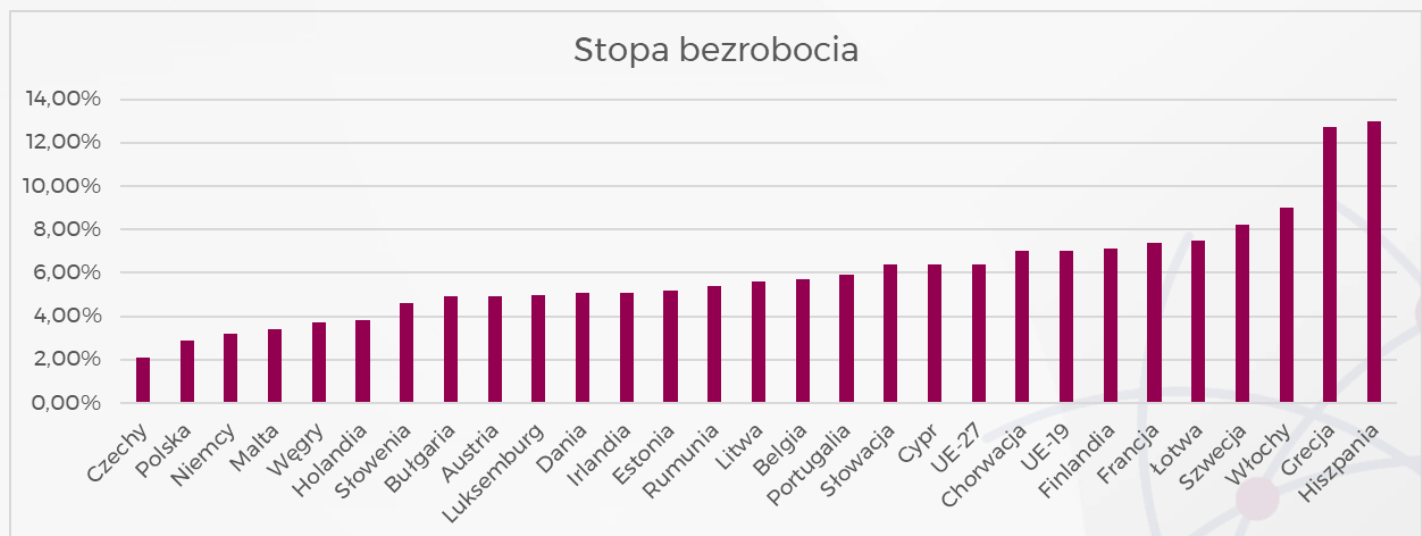
wzrosła o 0,1 p.p., a w porównaniu ze styczniem 2021 r. była niższa o 1,0 p.p. Obszar Polski cechuje się dużą różnorodnością poziomu bezrobocia. Najwyższe wskaźniki odnotowano w województwach warmińsko-mazurskim (9,0%), podkarpackim (8,4%) i kujawsko-pomorskim (7,9%), natomiast najniższe – w wielkopolskim (3,2%), śląskim (4,3%) oraz małopolskim i mazowieckim (po 4,6%).

W końcu stycznia 2022 r., w urzędach pracy było zarejestrowanych 927,1 tys. bezrobotnych.

W porównaniu z grudniem 2021 r. ich liczba wzrosła o 31,9 tys., tj. o 3,6%, a w porównaniu ze styczniem 2021 r. spadła o 163,3 tys., tj. o 15,0% (wykres 18). Wśród bezrobotnych przeważały kobiety – 496,0 tys.

W styczniu 2022 r. do urzędów pracy zgłoszono 115,77 tys. wolnych miejsc pracy i aktywizacji zawodowej, tj. o 18,8 tys. ofert (19,4%) więcej niż w grudniu 2021 r. i o 14,3 tys. (14,1%) więcej r/r. Przeciętne miesięczne zatrudnienie w sektorze przedsiębiorstw w styczniu 2022 r. wyniosło 6 459,8

Wykres 20. Stopa bezrobocia w krajach UE-27 w grudniu 2021 roku.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

tys. osób i było wyższe o 98,2 tys. osób (1,5%) w porównaniu z grudniem 2021 r. - 145,7 tys. i odnotowano wzrost o 2,3% rok do roku.

Z danych GUS wynika, że przeciętne miesięczne wynagrodzenie ogółem (brutto) w sektorze przedsiębiorstw w styczniu 2022 r. wyniosło 6 064,24 zł. W porównaniu z styczniem 2021 r. wzrosło o 9,5% (wykres 14). Według danych Eurostatu, stopa bezrobocia dla krajów członkowskich UE-27 w grudniu 2021 r. wyniosła 6,4%, co oznacza spadek o 1 p.p. w porównaniu z poprzednim styczniem. Natomiast stopa bezrobocia dla krajów strefy euro (UE-19) w grudniu 2021 r. wyniosła 7,0%, tj. o 1,2 p.p. mniej w porównaniu tym samym okresem rok wcześniej. W Polsce w grudniu 2021 r. wartość wskaźnika stopy bezrobocia, liczona zgodnie z metodologią Eurostatu, wyniosła 2,9%, co oznacza spadek o 0,5 wobec poprzedniego roku¹⁸ (wykres 21).

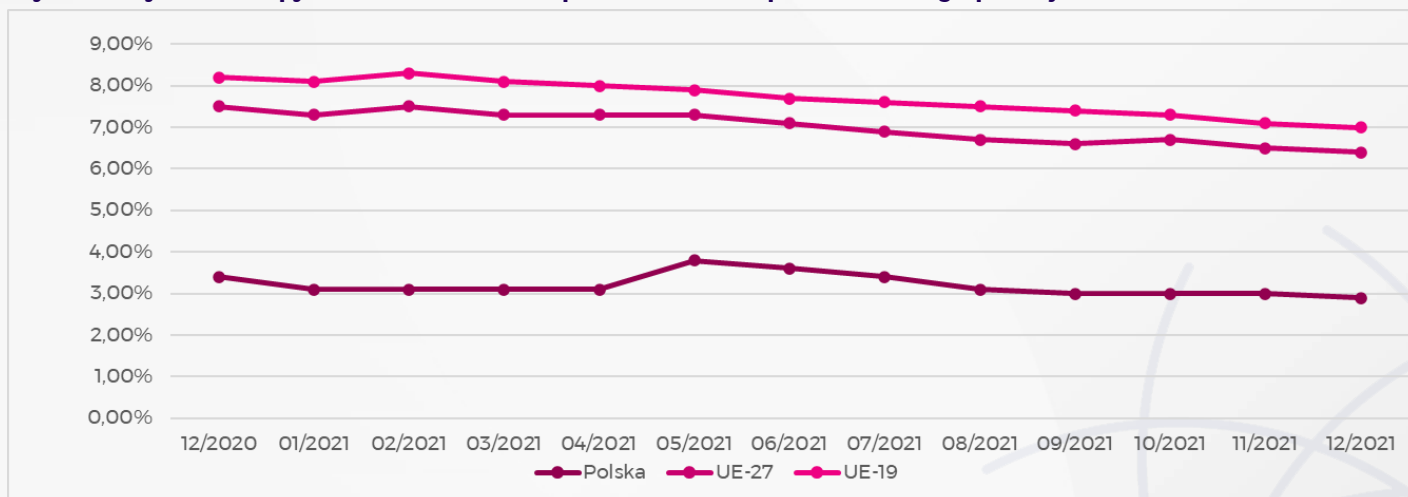
Według najnowszych wyników badań, najczęściej wskazywanym powodem zmiany pracy w IV kw. 2021 r. była chęć rozwoju zawodowego - w stosunku do III kw. odsetek wskazań wzrósł z 36% do 44%. W dalszej kolejności badani wymieniali wyższe

wynagrodzenie (37% vs 41%) i korzystniejszą formę zatrudnienia u nowego pracodawcy (35%). W IV kw. 2021 r. pracę najczęściej zmieniały osoby pracujące w branży hotelarskiej i gastronomicznej (32%) oraz handlowej (29%).

W opinii badanych pracodawców, wysoki koszt zatrudnienia pracowników to aktualnie najbardziej dotkliwa przeszkoda w prowadzeniu biznesu w Polsce. Na 2. i 3. miejscu znalazły się odpowiednio wzrost kosztów energii i niepewność ekonomiczna. W następnej kolejności ankietowani wymieniali: biurokrację, brak wykwalifikowanych kandydatów do pracy, niewielką liczbę zamówień i klientów (brak popytu) oraz problem z dostępnością do finansowania.

W całej UE średni wzrost stawki płacy minimalnej wyniesie ok. 6% w 2022 r. w porównaniu z 4% w 2021 r. Największy wzrost nominalnych stawek ustawowych odnotowano w siedmiu krajach Europy Środkowej i Wschodniej. W Polsce ustawowe stawki wzrosły o 7,5%.

Wykres 21. Dynamika stopy bezrobocia w Polsce w porównaniu do stóp bezrobocia w grupie krajów UE-27 oraz UE-19.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

¹⁸ Istnieje różnica w metodzie obliczania stopy bezrobocia pomiędzy metodą stosowaną przez Eurostat i GUS.

6.3. RYNEK PRACOWNIKA JAKIEGO NIGDY NIE ZNALIŚMY

W IV kw. 2021 r. 22% respondentów zadeklarowało, że w ciągu 6 miesięcy poprzedzających badanie zmieniło pracodawcę, a 17%, że zmieniło stanowisko u swojego pracodawcy. Średni czas poszukiwania pracy w IV kw. 2021 r. wyniósł 2,8 miesiąca i uległ wydłużeniu względem III kw. 2021 r. (2,6 miesiąca). Poziom satysfakcji z pracy w IV kw. 2021 r. wzrósł o 1% w stosunku do poprzedniego kwartału i wyniósł 74%. Porównując między branżami, największy odsetek zadowolonych respondentów odnotowano w transporcie i logistyce (83%), administracji publicznej (80%) oraz finansach i ubezpieczeniach (79%). Ze względu na zajmowane stanowisko, najwyższy odsetek osób usatysfakcjonowanych z pracy zaobserwowano wśród kadry zarządzającej (top management) (84%), kierowników średniego szczebla (81%) oraz kierowców (81%)¹⁹.

W IV kw. 2021 r. pracy aktywnie poszukiwało 10% respondentów wobec 9% do kwartału wcześniej. Najczęściej były to osoby zatrudnione na umowę zlecenie/umowę o dzieło (13%), kadra zarządzająca (top management) (16%), inżynierowie, mistrzowie i brygadziści oraz robotnicy niewykwalifikowani (po 14%), a także pracujący jako kasjerzy lub sprzedawcy (13%). W IV kw. 2021 r. duże obawy o utratę pracy odczuwało 9% ankietowanych osób.

Odsetek respondentów pozytywnie oceniających szansę na znalezienie nowej pracy tak samo dobrej lub lepszej od obecnej w IV kw. 2021 r. wyniósł 65% vs 66% kwartał wcześniej. W przypadku oceny szans na znalezienie nowej, jakiegokolwiek pracy, odsetek respondentów nastawionych optymistycznie wyniósł odpowiednio 86% vs 85%.

Najbardziej pewni znalezienia nowej pracy byli kierowcy (znalezienie pracy tak samo dobrej lub

lepszej od obecnej – 67%; jakiegokolwiek pracy – 95%) oraz specjaliści (odpowiednio 75% i 90%). W 2021 r. podwyżkę u dotychczasowego pracodawcy otrzymało 45% badanych pracowników. Najczęściej dotyczyło to kierowników średniego szczebla (58%), a najrzadziej pracowników biurowych i administracyjnych (37%). Branżami z istotnie częstszymi podwyżkami pracowników były przemysł oraz opieka zdrowotna i pomoc (po 56%), a najrzadziej podwyżki otrzymywali pracownicy edukacji (30%).

43% pracowników było zadowolonych ze swojego wynagrodzenia. Niezadowolone zadeklarowało 26%. Podwyżkę w 2022 r. spodziewa się połowa badanych pracowników. Samodzielnie zamierza o nią wystąpić 1/3 pracowników (32%). Najczęstszym powodem starania się o podwyżkę są rosnące ceny żywności i usług (65%) oraz przekonanie o byciu dobrym pracownikiem (52%)²⁰.

W styczniu 2022 r. do pracowników fizycznych skierowano ponad 12 165 ogłoszeń – to jest 12% wszystkich ofert zamieszczonych na portalu Pracuj.pl. Dla porównania, w analogicznym okresie w 2021 r. było ich ponad dwukrotnie mniej i stanowiły 9,5% wszystkich zamieszczonych propozycji zatrudnienia. Od lat utrzymuje się bardzo wysokie zapotrzebowanie na fachowców w specjalizacjach związanych z pracą fizyczną. W ostatnich trzech półroczach, w tej grupie najbardziej popularni byli pracownicy produkcji – w II półroczu 2021 r. kierowano do nich 28 tys. ofert zatrudnienia. To o 29% więcej niż w II półroczu 2020 r. Pracownicy łańcucha dostaw otrzymali w II półroczu 2021 r. o 15% więcej ofert niż we wcześniejszych 6 miesiącach.

Wraz z rosnącym zainteresowaniem pracownikami fizycznymi, oferty dla nich stają się coraz bardziej transparentne i dopasowane do realnych potrzeb kandydatów, a pracodawcy starają się realnie

¹⁹ Instytut Badawczy Randstad, Monitor Rynku Pracy, wyniki 46. Edycji badania 15 luty 2022r.

²⁰ Hays Poland Raport Płacowy 2022.

wyróżnić na tle konkurencji. Jednym z przejawów zachodzących zmian jest rosnący udział liczby ofert dla pracowników fizycznych, które zawierają widełki oferowanych zarobków. W połowie lutego 2022 r. taką informację zawierało średnio co czwarte aktywne ogłoszenie o pracę, oznaczone tagiem „praca fizyczna”²¹.

W styczniu 2022 r. na pięćdziesięciu największych polskich portalach rekrutacyjnych pracodawcy opublikowali ponad 307,3 tys. ofert pracy, o 37% więcej niż w analogicznym okresie 2021 r.

Wśród 10 analizowanych aglomeracji w Polsce, w styczniu 2022 r. najniższą liczbę nowych ofert pracy odnotowano w Poznaniu (2,3 tys.). Z kolei najwięcej ogłoszeń opublikowano w Warszawie (40,1 tys.) i Krakowie (18,6 tys.). W dziesięciu największych miastach, na 1 000 mieszkańców w styczniu 2022 r. przypadało średnio 13,9 oferty pracy wobec 8,8 rok wcześniej.

Zgodnie z raportem płacowym firmy Hays, 95% firm w Polsce planuje prowadzić rekrutację w bieżącym roku 2022. Jednocześnie 74% firm spodziewa się trudnej sytuacji w procesie rekrutacji. Rekrutacje najczęściej będą prowadzone w obszarze IT (40%), sprzedaży (30%) oraz finansów i księgowości (26%). Po stronie pracownika wyczuwane są dobre nastroje. 63% pracowników pozytywnie ocenia perspektywę swojej kariery w roku 2022. 77% rozważa zmianę pracy. Jest to najwyższy współczynnik spotykany do teraz. 43% pracowników bierze pod uwagę zmianę miejsca zatrudnienia w roku 2022. Najczęstsze powody tych rozważań to zmiana wynagrodzenia (65%), brak możliwości rozwoju (42%), charakter wykonywanej pracy (19%). 51% firm odpowiedziało, że posiada wszystkie zasoby i kompetencje niezbędne do realizacji obecnych celów. Kompetencje, których najczęściej poszukują firmy to 49% - menedżerowie oraz 37% - działy techniczne. Do najtrudniejszych do

pozyskania pracodawcy wskazują kompetencje cyfrowe.

7. WYZWANIA NA DRODZE DO CYFRYZACJI I ROBOTYZACJI

Stopień robotyzacji polskich firm zależy między innymi od ich poziomu cyfryzacji i innowacyjności. Tylko te podmioty, które są świadome zmian zachodzących na rynku, jednocześnie posiadające odpowiednie kadry techniczne i zarządzające, są gotowe do robotyzacji procesów produkcyjnych oraz szerokiej digitalizacji wszelkich procesów realizowanych w organizacji.

W poprzednim rozdziale opisaliśmy szeroko badania realizowane przez wiele instytucji rządowych oraz pozarządowych zarówno polskich jak i międzynarodowych. Przedstawiony w nich obraz gotowości polskich firm do działań związanych z cyfryzacją i robotyzacją świadczy o tym, że pomimo świadomości i gotowości części podmiotów produkcyjnych zmiany zachodzą powoli, a Polska jako kraj znajduje się znacznie poniżej średniej w porównaniu do pozostałych krajów Unii Europejskiej.

Aby zdefiniować prognozy rozwoju rynku polskiego w obszarze robotyzacji warto jest zadać pytanie o wyzwania stojące przed podmiotami funkcjonującymi na tym rynku. Dopiero prawidłowa diagnoza przyczyn takiego stanu rzeczy może pomóc zdefiniować skuteczny zestaw narzędzi wspierających rozwój robotyzacji w Polsce. W poniższym rozdziale przeprowadzona zostanie analiza wyzwań stojących na drodze do robotyzacji czterech głównych typów podmiotów funkcjonujących na tym rynku tj.: firm produkcyjnych rozważających inwestycje w robotyzację, firm integratorskich, dostawców

²¹<https://media.pracuj.pl/177155-fachowcy-poszukiwani-analiza-ofert-pracy-fizycznej>

technologii oraz uczelni wyższych realizujących programy edukacyjne w obszarze robotyzacji.

Przedstawione poniżej argumenty oraz przykłady zostały pozyskane podczas działań prowadzonych przez firmy produkcyjne, integratorów oraz dostawców technologii na Platformie Robotów DBR77. Jednocześnie należy podkreślić, że informacje te zostały pozyskane w formie wywiadu ustrukturyzowanego, przeprowadzonego z ekspertami i praktykami branży.

7.1. GŁÓWNE PRZESZKODY W ROBOTYZACJI PRODUKCJI PO STRONIE ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH

Zakłady produkcyjne w Polsce można podzielić na dwie oddzielne grupy. Pierwszą z nich są zakłady produkcyjne dużych koncernów międzynarodowych. Realizowana w nich produkcja jest zwykle dobrze zdigitalizowana i zrobotyzowana. Nawet jeżeli poziom wykorzystania w nich robotów na liniach produkcyjnych jest niższy niż w analogicznych zakładach ulokowanych na terenie innych krajów, to jest to świadoma decyzja. Można także założyć, że zakłady te wprowadzą na linie produkcyjne roboty wtedy, kiedy prosty rachunek ekonomiczny wykaże, że są one bardziej efektywnym sposobem wytwarzania, niż praca ludzka. W dalszej części tego rozdziału zajmiemy się małymi bądź średnimi przedsiębiorstwami należącymi głównie do kapitału polskiego. To właśnie poziom robotyzacji procesów produkcyjnych tych podmiotów jest szczególnie niski.

Istnieje wiele przyczyn powodujących, że robotyzacja w Polsce odbywa się znacznie wolniej niż w innych krajach regionu. Najczęściej wskazywanym powodem obawy przed robotyzacją jest brak wystarczającej wiedzy oraz świadomości obszarów z nią związanych. Problem ten obejmuje

zarówno aspekty techniczne jak i biznesowe związane z robotyzacją. W praktyce napotykamy wiele mitów, które powodują brak zainteresowania firm produkcyjnych robotyzacją.

Najczęściej powtarzane mity to przekonanie, że robotyzacja procesów produkcyjnych może być realizowana w sposób opłacalny wyłącznie dla realizacji długich zleceń produkcyjnych. Blisko 50% respondentów stwierdziło, że w jego zakładzie nie ma procesów produkcyjnych, które można zautomatyzować bądź zrobotyzować. Dalsza praca pokazała, że w blisko 80% stwierdzenie to nie było prawdziwe.

Drugim często powtarzanym mitem jest twierdzenie, że robotyzacja powinna być realizowana na tych stanowiskach produkcyjnych, gdzie pracownicy nie dają sobie rady. Innymi słowy tam, gdzie praca jest nazbyt skomplikowana dla ludzi należy wprowadzać roboty przemysłowe. Mit ten obalony jest dopiero podczas procesu edukacji realizowanego przez dostawców technologii. Dopiero prezentacja dostępnych technologii pozwala przekonać firmy produkcyjne do wprowadzania robotów na linie produkcyjne tam, gdzie praca jest prosta i powtarzalna.

Trzeci mit to przekonanie, że robotyzacja jest procesem luksusowym oraz poza zasięgiem finansowym firm produkcyjnych w Polsce. Trudno jest jednoznacznie stwierdzić, czy aspekt finansowy jest przeszkodą robotyzacji firm produkcyjnych. Niemniej jest on bardziej złożony, niż proste stwierdzenie, że polskie firmy produkcyjne nie stać na robotyzację.

Dotychczas zakłady produkcyjne w Polsce nie były zainteresowane realizacją dużych nakładów inwestycyjnych w moce wytwórcze. Wynikało to głównie z niezmiennie taniej i dostępnej siły roboczej. W efekcie czego instaluje się relatywnie stare maszyny i urządzenia, których stan techniczny jest daleki od doskonałości, a wprowadzenie

nowych robotów przemysłowych na przestarzałe i niestabilne linie produkcyjne często jest niemożliwe bądź nieopłacalne. W trakcie przygotowania koncepcji robotyzacji linii produkcyjnej integratorzy dostrzegają, że łatwiej jest zakupić automatyczną linię produkcyjną, aniżeli zrobotyzować posiadane przez zakład produkcyjny maszyny i urządzenia.

Kolejnym technicznym wyzwaniem spowalniającym proces robotyzacji w Polsce jest jakość dostarczanych komponentów produkcyjnych. Wykorzystanie na linii produkcyjnej robota przemysłowego wymaga dużej powtarzalności jakości dostarczanych komponentów do produkcji. Wymagany przez roboty przemysłowe standard powtarzalności osiągnięty może być w zasadzie wyłącznie przez dostawców wykorzystujących roboty przemysłowe dla produkcji komponentów. Niestety owi producenci praktycznie nigdy nie wykorzystują robotów przemysłowych dla własnej produkcji. W przypadku wprowadzenia na linię produkcyjną komponentów niemieszczących się w normie technicznej wymaganej przez technologie produkcji, konieczna jest interwencja ludzka, której koszty mogą przekraczać oszczędności związane z robotyzacją. Zatem warunkiem koniecznym robotyzacji procesu produkcji jest rozwój łańcucha dostaw komponentów.

Przeszkodą w szybkim procesie wprowadzenia robotów na linie produkcyjne w Polsce jest wciąż relatywnie niski koszt pracy ludzkiej. Prosta kalkulacja okresu zwrotu z inwestycji wprowadzającej robota przemysłowego, który zastąpi jednego operatora sprawia, że opłacalne jest zrobotyzowanie tylko tych stanowisk produkcyjnych, na których prace realizowane są przynajmniej na 10 z 21 zmian produkcyjnych w tygodniu. Zatem jeżeli zakład produkcyjny realizuje produkcję wyłącznie w oparciu o jedną zmianę w tygodniu, spodziewany

okres zwrotu z inwestycji sprawi, że decyzja inwestycyjna będzie odmowna.

Niska opłacalność wyznaczona jako okres zwrotu z inwestycji może zostać poprawiona poprzez zastosowanie szeregu narzędzi wsparcia finansowego w środki trwałe. Dla przykładu mogą to być to środki pomocowe z programów Unii Europejskiej bądź funkcjonujące ulgi podatkowe. Wsparcie finansowe w postaci ulgi podatkowej na robotyzację weszło do systemu podatkowego w Polsce dopiero z dniem 1 stycznia 2022 roku. Do chwili sporządzenia niniejszego raportu nie jest jasne, w jakim stopniu ulga ta wpłynie na opłacalność inwestycji w robotyzację.

Firmy leasingowe są zainteresowane finansowaniem zakupu robotów. Jednakże także tutaj inwestorzy napotykają problemy. Leasingodawcy zainteresowani są bowiem wyłącznie finansowaniem zakupu stacji robota. Warto jednak pamiętać, że kompletne stanowisko zrobotyzowane to także poza robotem szereg innych składników fizycznych, gdzie koniecznym jest poniesienie kosztów niematerialnych. Innymi słowy, firmy rynkowe gotowe są sfinansować mniej niż połowę wartości środka trwałego. Pozostałą część inwestycji zmuszony jest sfinansować sam inwestor.

Ostatnim, ale stanowczo nie najmniejszym wyzwaniem stojącym przed firmami produkcyjnymi jest odnalezienie oraz zakontraktowanie integratora, który będzie skłonny realizować zlecenie w krótkim okresie czasu w sposób profesjonalny oraz w cenie, która sprawi, że działanie to będzie opłacalne ekonomicznie. Krótka historia opłacalności robotyzacji w Polsce powoduje, że firm integratorskich zainteresowanych realizacją zleceń w Polsce jest ciągle dużo mniej niż firm, które oferują zlecenia. Warto jest zatem przeanalizować, co spowalnia rozwój firm integratorskich.

7.2. WYZWANIA W ROZWOJU USŁUG INTEGRATORSKICH

Rynek firm integratorskich w Polsce jest podobnie niejednorodny jak rynek firm produkcyjnych. Od wielu lat funkcjonuje na naszym rynku kilka wyspecjalizowanych firm, które realizują pracę w takich krajach jak Niemcy, Francja czy USA. Przedsiębiorstwa te są doskonale wyposażone oraz posiadają wystarczające kwalifikacje oraz doświadczenie, aby przeprowadzić kompletne wdrożenia stacji zrobotyzowanych bądź budowę kompletnych linii produkcyjnych. Jednakże firmy te posiadają także relacje handlowe pozwalające na to, aby w stały sposób realizować zlecenia na zachodnich rynkach. Z uwagi na skalę oraz rentowność projektów realizowanych poza Polską, firmy te realizują krajowe projekty w ograniczonym zakresie.

Druga grupa firm integratorskich w Polsce, to zwykle mniejsze zespoły dopiero rozpoczynające swoją karierę. Firmy te często w sposób ambitny i kompetentny podchodzą do uruchomienia stanowiska zrobotyzowanego, jednakże dostrzegalne są ich braki w obszarach biznesowych, finansowych oraz prawnych. Łatwo jest wytłumaczyć zaistniałą sytuację. Robotyzacja linii produkcyjnych w Polsce, poza liniami automotive, jeszcze 5 lat temu była praktycznie nieopłacalna. Skoro zatem nie było popytu na roboty, nie było także popytu na firmę, która mogła integrować te roboty. Obecnie obserwujemy duży przyrost młodych firm inżynierskich, które deklarują gotowość do wdrożenia robotów. Podobnie dużo firm integrujących na rynku to przedsiębiorstwa, które do niedawna zajmowały się automatyzacją bądź utrzymaniem ruchu firm produkcyjnych. Potrzebny jest zatem czas, aby podmioty wchodzące na ten rynek nabrały wystarczającego doświadczenia i umiejętności.

Kompetencje firmy integratorskiej to przede wszystkim kompetencje zatrudnionych w niej pracowników. Tutaj przedsiębiorstwa z branży napotykają dwie istotne przeszkody. Pierwszym jest niski poziom wykształcenia oraz praktycznych umiejętności pracowników. Jak pokazały przywołane w poprzednim rozdziale statystyki, ilość osób kończących w każdym roku studia techniczne, w obszarze między innymi robotyzacji, wzrasta i nie odbiega istotnie od analogicznych liczb w innych krajach Unii Europejskiej. Jednakże badania te nie ujawniają praktycznych zdolności jakie osoby nabywają procesie edukacji. Wystarczy wspomnieć o niskim poziomie wyposażenia technicznego większości uczelni technicznych w Polsce oraz o niskim doświadczeniu praktycznym wykładowców. W efekcie czego pracownik dopiero po zakończeniu formalnej edukacji rozpoczyna proces kształcenia w zawodzie.

Drugim wyzwaniem, przed którym stoi integrator - pracodawca to konieczność nieustannego konkurowania o pracownika. Ogromny brak osób wyspecjalizowanych w robotyzacji stanowisk produkcyjnych i obsługi robotów sprawia, że są oni bardzo poszukiwanym oraz często nierynkowo wysoko opłaconym zasobem siły roboczej. Zatem niewielkie firmy integratorskie słusznie obawiają się, że inwestycja w pracowników i podnoszenie ich kwalifikacji może doprowadzić do ich przejścia przez któregoś z dużych, globalnych, producentów przemysłowych funkcjonujących już dziś na polskim rynku.

Bardzo często wskazywanym przez integratorów problemem, jaki spotykają obecnie swojej działalności są nadmierne i nieuzasadnione oczekiwania zlecających w zakresie zarówno funkcjonalności stanowisk zrobotyzowanych, jak i kosztu oraz harmonogramu ich realizacji. Główną przyczyną takiej sytuacji jest oczywiście brak doświadczenia firm produkcyjnych, rozpoczynających dopiero swoje inwestycje

w roboty. Powoduje to co najmniej dwa niekorzystne efekty. Pierwszym z nich jest bardzo niska skuteczność składanych przez integratorów ofert. Źle sporządzone zapytanie ofertowe oraz brak jasności co do oczekiwań, zwykle doprowadza do tego, że oferta nie odpowiada na faktyczne potrzeby klienta. Pomimo tego, że oferta nie została przyjęta, integrator do jej sporządzenia musiał ponieść często niemałe koszty. Drugą nieefektywną z punktu widzenia integratora praktyką rynkową firm produkcyjnych jest masowe rozsyłanie zapytań ofertowych do wielu integratorów. Zjawisko to prowadzi do bardzo niekorzystnych, zarówno dla firm produkcyjnych, jak i integratorów zdarzeń. W efekcie takiego postępowania wygrywają często oferty, które wręcz nie mogą być zrealizowane zgodnie z harmonogramem i budżetem. To wszystko powoduje, że integratorzy zniechęcają się do przygotowywania kolejnych ofert. Rynek polski w tym zakresie wydaje się być ciągle bardzo niedojrzały i nieefektywny.

Dodatkowo, często zgłaszaną przeszkodą w realizacji zleceń jest brak dostępu do finansowania obrotowego dla firm integracyjnych. W przetargach realizowanych przez zleceńodawców rzadko są uwzględnione jakiegokolwiek zaliczki na zakup robotów oraz pozostałego wyposażenia przed odbiorem stanowiska. Dla małych, młodych i szybko rozwijających się firm integratorskich jest to często przeszkoda nie do pokonania. Wartość zakupu elementów stanowiska produkcyjnego niejednokrotnie przekracza wartość wszystkich aktywów jakimi dany integrator dysponuje. W tej sytuacji instytucje finansowe nie są gotowe udzielić finansowania obrotowego dla integratora, wobec czego odstępują oni od tego typu zapytań.

7.3. PERSPEKTYWA TECHNOLOGII

DOSTAWCÓW

Inwestycje w obszarze produkcyjnym w Polsce rozwijają się relatywnie szybko w porównaniu do krajów Europy Zachodniej. Jednakże dotychczas funkcjonująca na świecie formuła łańcucha dostaw spowodowała, że inwestycje w Polsce nie cechowały się wysokim poziomem skomplikowania technologicznego. W dużej mierze procesy te opierały się na pracy ludzkiej. Dla wielu dostawców technologii Polska była krajem rozwijającym się, na który warto zwracać uwagę, jednak jeszcze niebędącym dużym rynkiem zbytu.

Zarówno sprzedaż robotów jak i pozostałych elementów wyposażenia stanowisk produkcyjnych obejmował budowę pojedynczych stanowisk zrobotyzowanych, a dużo rzadziej kompletnych linii produkcyjnych, jak odbywa się to w takich krajach jak Niemcy czy Francja. Dostawcy technologii zgłaszają, że polskie firmy podejmując decyzje inwestycyjne kierują się w dużym procencie wyłącznie ceną. Dobrym przykładem tego zjawiska jest omawiany proces robotyzacji. Inwestorzy dla potrzeb analizy porównują niekiedy wyłącznie ceny zakupu robota, podczas gdy decyzje inwestycyjne podejmuje się na bazie wskaźnika całkowitego kosztu robotyzacji. Dostawcy wskazują, że decyzje podjęte wyłącznie na bazie parametru ceny dostawy wyposażenia, wiążą się z brakiem pełnej możliwości wykorzystania potencjału technologicznego oraz nieprzewidzianymi kosztami obsługi danej technologii w przyszłości.

Wchodzący na rynek dostawcy technologii, szczególnie technologii robotycznej wskazują, że przeszkodą w rozwoju robotyzacji w Polsce jest brak rozwiniętej sieci firm integratorskich. To właśnie znajomość technologii przez firmy integratorskie oraz swoboda w ich wykorzystaniu aplikacyjnym w pracach u klienta sprawia, że dostawca sprzedaje na danym rynku. Z tego właśnie powodu nowi

dostawcy potrzebują dużo czasu, aby ich technologia była znana i wykorzystana w zakładach produkcyjnych.

7.4. WYZWANIA SYSTEMU EDUKACJI

O konieczności edukacji w obszarze robotyzacji procesów produkcyjnych mówią już praktycznie wszyscy. Można także dostrzec szereg wartościowych inicjatyw w tym zakresie, realizowanych zarówno przez uczelnie wyższe, jak i organizacje samorządowe oraz pozarządowe. Przykładów funkcjonujących z dużym powodzeniem laboratoriów prowadzących edukację we wspomnianym zakresie można przywołać wiele.

Pomimo pozytywnych informacji dochodzących z rynku należy wskazać co najmniej trzy wyzwania, jakie dziś identyfikujemy w tym obszarze:

- Wspomniane inicjatywy realizują się w okresie ostatnich miesięcy. Oznacza to, że nie mają one jeszcze wystarczającej praktyki w realizacji zadań edukacyjnych. Minie zapewne trochę czasu, zanim wykształcą się kadry oraz procedury edukacji.
- Oferta edukacyjna nie jest dopasowana do potrzeb rynkowych. Nie trzeba absolwentów studiów inżynierskich, aby obsługiwać stanowiska zrobotyzowane. W praktyce absolwenci tych kierunków decydują się na pracę w tym obszarze, jednakże praca ta nie zaspokaja ich ambicji i możliwości.
- System edukacji technicznej w Polsce nadal kładzie duży nacisk na wiedzę teoretyczną, a mniej praktyczną. W trakcie nauki studenci mają nikły kontakt z realnymi zadaniami na produkcji. Funkcjonujący system praktyk zawodowych nie zapewnia praktycznej edukacji.

Zdaniem autorów raportu godnym podkreślenia jest fakt, że praktycznie w każdym ośrodku naukowym i przemysłowym dzieją się inicjatywy, których celem jest edukacja w obszarze Przemysłu 4.0, w tym robotyzacji. W naszej ocenie, proces transformacji w kierunku przemysłu 4.0 wymaga również podnoszenia kwalifikacji w tym obszarze aktualnej kadry menedżerskiej firm produkcyjnych. To właśnie tutaj rozpoczyna się proces transformacji i bez wsparcia tych osób nie będzie on mógł być zrealizowany.

KOMENTARZ EKSPERTA:

Dostrzegamy wagę i aktualność tez zawartych w raporcie i jednocześnie reagujemy podejmując liczne działania, np. prowadząc Centrum Programowania Robotów Przemysłowych w Gdańsku, w którym uczymy młodzież ze szkół technicznych oraz pracowników firm praktycznej obsługi i programowania robotów przemysłowych. Podejmowane przez nas działania mają na celu ułatwienie procesu transformacji w obszarze Przemysłu 4.0.

Damian Orzeł

Pomorska Specjalna Strefa Ekonomiczna

8. WNIOSKI I PROGNOZY RYNKU ROBOTÓW W POLSCE

8.1. WNIOSKI Z RAPORTU

8.1.1. Opis rynku robotyzacji – obraz globalny

1. Poza tradycyjnymi i dobrze na rynku znanymi robotami przemysłowymi, rozwija się obecnie wiele nowych gałęzi technologii związanych z robotyzacją i automatyzacją procesów produkcyjnych, w tym przede wszystkim technologie robotów mobilnych oraz robotów współpracujących. W zakresie tej technologii, inaczej niż w przypadku tradycyjnych robotów przemysłowych rynek wciąż jest silnie podzielony oraz lokalny. Można zakładać, że w najbliższych latach, zarówno technologia, jak i baza dostawców robotów mobilnych oraz robotów współpracujących, będzie się bardzo szybko rozwijała.
2. Globalny rynek sprzedaży robotów przemysłowych przeszedł w 2020 roku gruntowną reorganizację. Detronizacja branży automotive, jako głównego odbiorcy robotów przemysłowych na świecie, wprowadziła szereg zmian w strukturze sprzedaży, zarówno w zakresie typów sprzedawanych robotów, jak i najczęściej budowanych typów aplikacji.
3. W okresie pandemii zanotowano duże rozwarstwienie realizowanych inwestycji w robotyzację. Kraje azjatyckie kontynuowały szybko postępujący proces digitalizacji i robotyzacji produkcji, podczas gdy proces ten spowolnił w regionie Europy oraz Ameryk. Rok 2020 pogłębił różnice we wskaźniku gęstości robotyzacji pozostałych regionów świata.
4. Pomimo spadków sprzedaży rok 2020 był trzecim najlepszym rokiem, pod względem ilości sprzedanych robotów. Był to też okres, w którym łączna suma ilości robotów produkcyjnych przekroczyła 3 miliony. Liderem inwestycji w robotyzację stał się przemysł wyrobów elektronicznych.
5. IFR prognozuje, że w kolejnych latach rynek w skali globalnej, osiągnie średni przyrost sprzedaży robotów na poziomie 8%. Kraje azjatyckie w najbliższych latach nadal będą wiodły prym w tym zakresie.
6. Polityka krajów europejskich oraz Komisji Europejskiej kierowane są obecnie na wsparcie rozwoju produkcji przemysłowej w regionie. Jedynym sposobem, aby produkcja realizowana na terenie Unii Europejskiej była rentowna, jest utrzymanie wysokiego współczynnika robotyzacji procesów produkcyjnych. Można więc zakładać, że środki pomocowe Unii Europejskiej w budżecie 2021 - 2027 będą między innymi przeznaczone na wsparcie procesu robotyzacji produkcji.

8.1.2. Prognozy mega trendów - perspektywa globalna

Istnieje wiele przesłanek przemawiających za stwierdzeniem, że stoimy właśnie na krawędzi przełomu w zakresie szybkości robotyzacji procesów produkcyjnych. Na naszych oczach dzieją się zmiany, które uwolnią nieopisane dotychczas siły skłaniające firmy produkcyjne do podjęcia decyzji inwestycyjnych w robotyzacji:

1. Masowa transformacja digitalna.
2. Zmiany w globalnym łańcuchu dostaw.

3. Zmiana w modelach oraz sposobach konsumpcji.
4. Zmiany demograficzne.
5. Społeczność postindustrialna.
6. Przyspieszenie zmian klimatycznych.
7. Platformy oraz digitalne modele biznesowe.

Wszystkie opisane powyżej czynniki, wpływają jako zewnętrzne siły zmiany, na przyspieszenie robotyzacji w poszczególnych branżach. Technologia w obszarze robotyzacji uzupełniona o pozostałe elementy koncepcji przemysłu 4.0 sprawia, że robotyzacja staje się także dostępna dla małych i średnich firm produkcyjnych oraz wytwórców, których serie produkcyjne nie są długie. Robotyzacja staje się zatem tańsza oraz bardziej dostępna, także ze względu gwałtownie spadające koszty zbierania, przechowywania oraz analizowania danych produkcyjnych. Wzrost efektu wykorzystania robotów na liniach produkcyjnych wynika ponadto z możliwości ich integracji całym procesem produkcyjnym.

8.1.3. Gotowość przedsiębiorstw w Polsce do digitalizacji i robotyzacji

Robotyzacja jest jedną z metod digitalizacji procesów produkcyjnych. Stan digitalizacji sektora produkcji w Polsce jest stale monitorowany, zarówno przez organizacje międzynarodowe, jak i polskie. Obraz stopnia digitalizacji oraz innowacyjności polskich przedsiębiorstw na mapie konkurencyjnych przedsiębiorstw Unii Europejskiej wypada poniżej przeciętnej. Praktycznie większość kluczowych kategorii takich jak: edukacja techniczna młodych ludzi, gotowość do reedukacji pracowników, nakłady inwestycyjne przeznaczone na digitalizację, a wreszcie zakres stosowanych rozwiązań pokazują, że Polska jest na samym początku ścieżki transformacji digitalnej.

W przywołanych w raporcie badaniach, widocznym jest bardzo nierównomierny rozwój zarówno pod kątem ich wielkości jak i branży, w której funkcjonują firmy. Istotnie bardziej zaawansowane działania transformacji prowadzone są w dużych przedsiębiorstwach, czyli tych, które zatrudniają więcej niż 249 osób. Branżą, która digitalizuje się najszybciej jest branża automotive, co nie powinno być zaskoczeniem. Badania pokazały, że w wybranych branżach produkcyjnych zainteresowanie digitalizacją procesów oraz wprowadzeniem robotów na linie produkcyjne jest znikome. Z całości przeprowadzonych badań, wywnioskować można, że główną przeszkodą w robotyzacji jest brak świadomości o jej potencjalnych efektach, możliwościach finansowych oraz technologicznych jej realizacji.

Proces wprowadzenia robotów przemysłowych na linie produkcyjne w Polsce spowolnił w roku 2020, co spowodowane było wybuchem pandemii. Drugą przyczyną ograniczenia inwestycji, mogła być zmiana globalnych trendów na rynkach. Polska jako trzeci największy producent komponentów samochodowych w Europie, jest silnie zależna od globalnych trendów na tym rynku. Już od 2018 roku odnotowywany jest spadek wolumenów produkcyjnych samochodów w Europie i na świecie. Widoczny staje się nadmiar mocy produkcyjnych w tej branży. Analizując stan robotyzacji w Polsce, należy ponownie podkreślić, że postępuje on znacznie wolniej, aniżeli w innych krajach regionu, zarówno odniesieniu do gęstości robotyzacji całości

przemysłu jak i wyłącznie branży automotive. Współczynnik gęstości robotyzacji w Polsce jest blisko 60% niższy niż średnia Unii Europejskiej.

8.1.4. Polski rynek pracy

W ciągu ostatniej dekady, rynek pracy w Polsce uległ całkowitej przemianie. Bezrobocie praktycznie nie istnieje. Wakaty zgłaszane przez pracodawców możemy odnaleźć w zasadzie w każdym regionie kraju oraz każdej branży. W wybranych regionach, jak na przykład na Górnym i Dolnym Śląsku, pracownik produkcyjny nie będący w stałym zatrudnieniu otrzymuje propozycję pracy nie rzadziej niż raz w tygodniu. Wynagrodzenia za pracę systematycznie rosną, średnio o 8% rok do roku w okresie ostatnich 7 lat.

Pracownicy, jak nigdy wcześniej, deklarują chęć i gotowość do zmiany miejsca pracy. Podobnie jak nigdy wcześniej nieustannie rośnie liczba pracowników i pracodawców prognozujących chęć i konieczność wzrostu wynagrodzeń za pracę. Rotacja pracowników na wielu stanowiskach produkcyjnych i nieprodukcyjnych osiąga współczynniki nieznane nam dotychczas. Dziś największą zgłaszaną przez pracodawców obawą, jest brak możliwości realizacji zleceń produkcyjnych zgłoszonych przez klientów. Szacować można, że w Polsce około jednego miliona miejsc pracy jest dzisiaj nieobsadzonych. Należy jednak pamiętać, że kalkulacja ta nie obejmuje gotowości oraz chęci firm produkcyjnych do uruchomienia pracy na 2 albo i 3 zmiany produkcyjne.

8.1.5. Migracja uchodźców z Ukrainy

Wszystkie badania oraz analizy dostępne dziś w zakresie rynku pracy, jak i planów inwestycyjnych w Polsce i w Europie, nie obejmują skutków wojny, która wybuchła 24 lutego 2022 roku. W chwili tworzenia tego raportu, na granicy ukraińsko - polskiej stoi 40-kilometrowy zator samochodów wypełnionych ludźmi zmierzającymi do Polski oraz pozostałych krajów Unii Europejskiej. Według różnych prognoz ocenia się, że fala uchodźców z Ukrainy może sięgnąć liczby 5 milionów osób. Znaczna część tych osób na bliżej nieokreślony czas zamieszka w Polsce. Sytuacja ta niewątpliwie wpłynie zarówno na rynek pracy, jak i na priorytety inwestycyjne firm produkcyjnych. W obecnym czasie możemy tylko spekulować, jaki zdarzenia te będą miały wpływ na opisywaną w raporcie tematykę, w horyzoncie najbliższych miesięcy oraz lat można jednak przypuszczać, że robotyzacja i digitalizacja procesów produkcyjnych w okresie przejściowym spowolni swoje tempo. Nie możemy jednak twierdzić, że działania transformacji digitalnej zostaną zatrzymane raptownie i całkowicie. Koszt pracy oraz brak dostępnej siły roboczej nie są i nie były jedyną motywacją skłaniającą firmy produkcyjne podejmowania działań inwestycyjnych w tym obszarze. Inne czynniki takie jak rozwój technologii, zmiany formy wytwarzania, zmiany w łańcuchu dostaw oraz szereg innych argumentów opisanych w niniejszym raporcie, w dalszym ciągu są aktualne.

8.2. PROGNOZY ROZWOJU RYNKU ROBOTYCZNEGO W POLSCE

Duża ilość danych i wniosków przeanalizowanych dla potrzeb tworzenia niniejszego raportu oraz szereg wywiadów przeprowadzonych z praktykami i ekspertami rynku robotów w Polsce, skłoniły nas do

sformułowania szeregu prognoz opisujących możliwy kierunek rozwoju rynku robotycznego w Polsce. Autorzy raportu, zaledwie chwilę przed jego publikacją, postanowili przebudować i przewartościować prognozy w nim zawarte. Najważniejsze zmiany oraz kierunki rozwoju robotyzacji w Polsce zdaniem autorów raportu to:

1. **Zakres i szybkość wdrażania robotów przemysłowych w Polsce w latach 2022 oraz 2023 pozostanie na poziomie analogicznym do lat 2020-2021.** Brak widocznego wzrostu ilości sprzedawanych robotów wynika zarówno z ograniczeń strony popytowej na roboty, jak i podażowej. W okresie konfliktu wojennego spółki produkcyjne będą wykazywały wyraźnie niższy poziom optymizmu inwestycyjnego. Dodatkowo łańcuch dostaw głównego klienta firm produkcyjnych w Polsce, czyli branży automotive, został ponownie zerwany i zdestabilizowany. Duża niepewność wpłynęła na zatrzymanie inwestycji w moce wytwórcze. Podobnie po stronie podaży robotów oraz wyposażenia stanowisk produkcyjnych widoczne są obecnie duże ograniczenia. Spodziewamy się, że sytuacja taka będzie miała miejsce w całym roku 2022, a jej efekty widoczne także w roku następnym.
2. **Digitalna transformacja przyspiesza gwałtownie i w krótkim horyzoncie czasu wymusi zmiany także w Polsce.** Transformacja cyfrowa objawiająca się głównie w obszarze usprawnienia procesów biznesowych w organizacji, rozwoju delikatnych produktów oraz nowych modeli biznesowych, wpływa obecnie masowo na zmiany praktycznie wszystkich rynków oraz podmiotów na nich funkcjonujących. Zmiana ta wymusi także przyspieszenie działań w polskich organizacjach. W przeciwnym wypadku konkurencja w obszarze rynku europejskiego oraz konkurencja między Europą a Azją może wypaść dla polskich przedsiębiorstw wyjątkowo niekorzystnie.
3. **Szybko rozwijające się nowe technologie w obszarze robotyzacji zostaną wdrożone przez polskie przedsiębiorstwa.** Technologie takie jak roboty współpracujące, roboty mobilne, kontrola wizyjna oraz szereg innych, nowych, rozwiązań technologicznych w obszarze robotyzacji sprawiają, że inwestycje w obszarze produkcji wykazują krótszy okres zwrotu z inwestycji, jednocześnie umożliwiają znacznie szerszy zakres wdrożenia. W kolejnych latach polskie firmy produkcyjne będą odważnie eksperymentowały z różnymi formami robotyzacji produkcji.
4. **Instrumenty wsparcia krajowego oraz unijnego będą wspierały robotyzację również w Polsce.** Jako członek Unii Europejskiej Polska jest beneficjentem programów edukacyjnych i rozwojowych, których celem jest promocja koncepcji Przemysłu 4.0. Promocja ta obejmuje zarówno współdziałanie w obszarze hubów technologicznych, programów badawczo-rozwojowych, projektów komercjalizacji wyników badań, kredytów technologicznych oraz ulg podatkowych. Wszystkie te projekty sprawiają, że czas oczekiwania na zwrot z inwestycji w robotyzację ulega skróceniu.
5. **Rozpoczyna się proces świadomej i efektywnej edukacji w obszarze Przemysłu 4.0.** Wiele organów państwowych takich jak strefy ekonomiczne, parki technologiczne, uczelnie wyższe oraz organizacje niepaństwowych (prywatne inicjatywy) dostrzegły już, że podstawowa edukacja w obszarze robotyzacji oraz szeroka edukacja w zakresie aspektów transformacji digitalnej jest koniecznym warunkiem rozwoju przedsiębiorstw produkcyjnych w kierunku gospodarki w formule Przemysł 4.0. Uruchomione już procesy edukacji będą nabierały rozpędu i w horyzoncie kilku następnych lat zaobserwujemy istotny wzrost wiedzy w tym obszarze.

6. **W Polsce gwałtownie wzrośnie liczba wiarygodnych firm integratorskich.** Przedsiębiorstwa specjalizujące się w integracji stanowisk zrobotyzowanych pozyskują obecnie wiele zapytań ofertowych. Zapytania te otrzymywane są zarówno od klientów zagranicznych - dużych firm produkcyjnych oraz od rodzimych, małych i średnich przedsiębiorstw (widoczny wzrost). Odpowiedzią na rosnący popyt staje się rosnąca podaż firm integratorskich.
7. **W Polsce będzie wzrastać ilość dostawców technologii.** Polska mając dziś jeden z niższych poziomów gęstości robotyzacji w Europie, jest na 16. pozycji pod względem ilości pracujących robotów na świecie. Aby nasycić robotami polskie zakłady wytwórcze do poziomu średniej europejskiej, przedsiębiorstwa produkcyjne muszą dokonać ogromnych inwestycji w technologie wytwórcze, w tym automatyzację i robotyzację. W tej perspektywie Polska już dziś jest rozpoznawana przez dostawców technologii jako rynek o wysokim potencjale rozwoju w najbliższych latach.
8. **Robotyzacja magazynów.** Rosnące koszty pracy operatorów sprawiają, że robotyzacja prac związanych z intralogistyczną obsługą zakładów produkcyjnych oraz centrów logistycznych stanie się jednym z głównych obszarów poszukiwania oszczędności kosztowych, a tym samym wzrostu efektywności procesów. Skalę inwestycji w robotyzację pracy na magazynach potęguje dalszy wzrost sprzedaży w kanałach e-commerce. Prognozy w tych obszarach na kolejne 5 lat są nadzwyczaj optymistyczne. Automatyzacja i robotyzacja centrów przeładunkowych, konfekcjonowania, magazynowania, pakowania oraz wysyłki stanie się ważnym obszarem zainteresowania firm specjalizujących się w robotyzacji.
9. **Rozwój robotyzacji i automatyzacji w branży spożywczej, meblarskiej, farmaceutycznej.** Spowolnienie branży automotive nie oznacza spadku zainteresowania robotyzacją. Również inne branże sięgają po sprawdzone i nowe technologie. W takich branżach jak spożywcza, meblarska i farmaceutyczna należy spodziewać się, że proces robotyzacji stanie się opłacalny i efektywny w krótkim okresie.
10. **Rewolucja robotyczna w Polsce.** Dalszy, gwałtowny wzrost kosztów pracy plus poszerzenie technologicznych możliwości robotyzacji i obniżenie jej kosztów spowodują gwałtowny wzrost zainteresowania robotyzacją w średnim horyzoncie czasu. Zdaniem autorów raportu, Polska nie jest jeszcze gotowa zarówno technologicznie jak i finansowo do realizacji szerokiego programu tzw. rewolucji przemysłowej. W naszej ocenie rozpoczął się już nieodwracalny proces zmian. Widoczny jest on między innymi w rosnącym zainteresowaniu programami edukacyjnymi Przemysłu 4.0, inwestycjach realizowanych przez liderów branży oraz zainteresowaniu instytucji państwowych rozwojem w tym kierunku.

AUTORZY

dr Piotr Wiśniewski - CEO na Platformie Robotów DBR77



Doktor nauk o zarządzaniu, menedżer z wieloletnim doświadczeniem, autor, speaker, konsultant. Dyrektor zarządzający z ponad dziesięcioletnim doświadczeniem w zarządzaniu przedsiębiorstwami międzynarodowymi.

Od 2016 roku rozwija grupę Spółek DB77, która zajmuje się optymalizacją procesów w organizacjach produkcyjnych oraz usługowych, a także robotyzacją produkcji na terenie Europy oraz Azji. Założyciel pierwszej na świecie Platformy DBR77.com, której celem jest wspieranie robotyzacji oraz automatyzacja produkcji w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Twórca modelu zarządzania wg koncepcji Hyperreality. Absolwent Harvard Business School. W 2009 r. obronił tytuł doktora nauk o zarządzaniu na Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu, gdzie dzieli się swoim doświadczeniem jako wykładowca oraz pełni rolę eksperta ICAN Institute.

Marcin Żurawik - COO w DB77 Consulting



Ekspert z dużym doświadczeniem w zarządzaniu projektami w całym łańcuchu dostaw, w branży motoryzacyjnej na całym świecie. Doświadczenie zdobywał w takich firmach jak Maflow czy Krosno Glass.

Pracuje w oparciu o autorską metodę pracy – ExeLean, której celem jest szybka i trafna diagnoza kluczowych obszarów każdej organizacji produkcyjnej lub usługowej. Efektem jest zidentyfikowanie kluczowych obszarów wymagających usprawnień oraz przedstawienie potencjalnych efektów finansowych proponowanych działań.

Agata Zaguła - Business Development Manager na Platformie Robotów DBR77



Programistka robotów przemysłowych oraz project manager odpowiedzialna za kierowanie projektami automatyzacji i robotyzacji stanowisk w firmach produkcyjnych. Absolwentka Uniwersytetu Mikołaja Kopernika na kierunku fizyka techniczna.

Na Platformie Robotów DBR77 odpowiada za dział sprzedaży oraz rozwój integratorów. Zajmuje się doradztwem podczas tworzenia koncepcji na stanowiskach zrobotyzowanych bądź zautomatyzowanych.

Platforma Robotów DBR77

DBR77 Robotics sp. z o.o. to spółka technologiczna, której głównym spektrum jest działalność na rynku usług B2B e-commerce. Efektem prac Spółki jest pierwsza na świecie Platforma Robotów DBR77.com. Platforma jest innowacyjnym rozwiązaniem na skalę światową – nigdzie indziej nie istnieje wirtualna przestrzeń, która umożliwia firmom produkcyjnym zaprojektowanie stanowiska pracy wykorzystując narzędzia 3D i dobór robota zgodnie z ich potrzebami. Platforma to połączenie dwóch modeli biznesowych - formuły marketplace oraz SaaS. Zapewnia szeroki i powszechny dostęp do informacji na temat robotyzacji.

Platforma łączy firmy produkcyjne wymagające robotyzacji i automatyzacji (Inwestorów), z podmiotami które dostarczają i integrują systemy robotyczne (Integratorami) oraz dostawcami szeroko pojętej technologii. Zaprojektowane i wdrożone dzięki platformie stacje robocze mogą także pracować w modelu Robot as a Service (RaaS).

Wizją Platformy jest stać się pierwszym globalnym rynkiem dla robotów przemysłowych oraz wyborem każdego kto myśli o robotyzacji lub automatyzacji produkcji i logistyki, a jej misją sprawianie, że automatyzacja i digitalizacja zakładów produkcyjnych staje się dostępna dla wszystkich.

Platforma DBR77 jest Amazonem świata robotów i zmienia rynek robotyzacji, podobnie jak Airbnb zmienił rynek usług hotelarskich.

www.dbr77.com