

PRZEMYSŁ 4.0 I JEGO WPŁYW NA LOGISTYKĘ³

Wprowadzenie

Rewolucja przemysłowa jest odbierana jako przelom nie tylko w obszarze „technologicznym” przemysłu, ale także w sferze myślenia i zarządzania przedsiębiorstwem. Na przelomie ostatniego milenium świat zarejestrował 3 takie rewolucje, a kreowanie się czwartej możemy sami zobaczyć. Rewolucja przemysłowa nawiązuje do kilku wcześniej wymienionych obszarów i jest rewolucją nie tylko technologiczną, ale także socjoekonomiczną, i kulturową.

W historii przemysłu zaznaczyły się i zmieniły sposób produkcji oraz organizacji pracy, trzy rewolucje: Pierwsza rewolucja – mechanizacja; Druga rewolucja – elektryfikacja; Trzecia rewolucja – cyfryzacja.

Charakterystyka obecnej rewolucji

Czwarta rewolucja przemysłowa, w odróżnieniu do poprzedniczek, ma stały związek z współczesnym wykorzystywaniem automatyzacji, przetwarzaniem oraz wymianą danych i technik wytwórczych. Jej podstawą jest digitalizacja. Idea Przemysłu 4.0 zakłada komunikację między ludźmi i maszynami na wielu płaszczyznach. Systemy informatyczne sterują procesami fizycznymi, tworzą wirtualne kopie świata realnego i podejmują decyzje, a dzięki inteligencji mobilnej komunikują się z ludźmi i współpracują w czasie rzeczywistym. Jej celem jest zdalne, a nawet bezosobowe sterowanie produkcją. Maszyny i urządzenia komputerowe opierają się w coraz większym stopniu na wbudowanych algorytmach, które pomagają im podejmować odpowiednie decyzje, a w razie problemu informować człowieka. Przemysł 4.0 oznacza dla wielu obniżenie kosztów i poprawę efektywności, szybszą i większą skalę produkcji oraz lepsze produkty i usługi.

Mimo postępującej na świecie informacji o idei Przemysłu 4.0, często spyta się ją do jednego obszaru widocznego dla wszystkich – automatyzacji.

Jest to ważny aspekt dla każdego przedsiębiorstwa, ponieważ oznacza przyspieszenie i usprawnienie procesów produkcji. Jednakże każda istotna zmiana niesie za sobą nie tylko zmiany techniczne, ale również komunikacyjne, organizacyjne i zarządcze. Dla czwartej rewolucji przemysłowej każdy proces i czynność nabiera większego znaczenia. Informacje przemieszczane są do przetwarzania chmurowego, łańcuchy dostaw widzimy coraz częściej w wersji globalnej, używamy platformy komunikacji i budujemy inteligentne fabryki. W dzisiejszych czasach większość przedsiębiorstw nie spotyka się z tego rodzaju automatyzacją i dla dużej części z nich Przemysł 4.0 to ewolucja⁴.

Internet Rzeczy i Usług jako podstawa Przemysłu 4.0

Czwarta rewolucja to nie tylko usprawnienia, ale również idea kompleksowości, w której możemy wyróżnić:

1. Internet Rzeczy (ang. *Internet of Things, IoT*),
2. Internet Usług (ang. *Internet of Services, IoS*)⁵.

Obydwa aspekty w pełni się uzupełniają i dzięki wspólnemu działaniu są podstawą do stworzenia inteligentnej fabryki czy miasta. Gromadzone dane i połączone do Internetu urządzenia oraz maszyny tworzą system cyberfizyczny. System ten pozwala kontrolować procesy zachodzące w przedsiębiorstwie czy inteligentnym domu. Opisaną zależność przedstawia rysunek 1.

Każdemu człowiekowi Internet kojarzy się z wieloma połączonymi ze sobą komputerami, które wymieniają między sobą informacje. Dzisiaj to już nie są tylko komputery, ale także maszyny produkcyjne i urządzenia. Internet rzeczy to ewolucja mobilnych, domowych i wbudowanych aplikacji, które są połączone do Internetu, oferując nowe możliwości i używając analizując dane, by zdobyć ważne informacje. Gdy urządzenia łączą się ze sobą, mogą stać się inteligentną siecią systemów. Każdego dnia liczba wyko-

¹ Studenckie Koło Naukowe Logistyki i Innowacji Login, Katedra Logistyki, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Łódzki.

² Studenckie Koło Naukowe Logistyki i Innowacji Login, Katedra Logistyki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Uniwersytet Łódzki.

³ Artykuł recenzowany.

⁴ Kacperczyk D., Podejście do zmian w perspektywie Przemysłu 4.0, <http://www.eqsystem.pl/upload/pdf/Industry-4.0-Logistyka-Produkcji.pdf> (dostęp: 19.11.2017).

⁵ Klaus Schwab 2016: *The Fourth Industrial Revolution* http://www.snem.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf (dostęp: 27.01.2016); Hermann, Pentek, Otto, 2015: *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*.

rzystywanych urządzeń wzrasta i – być może – niedługo wszystkie nabywane sprzęty będą połączone z Internetem.

Zadania urządzeń w IoT:

- gromadzenie i dostarczanie danych
- wykonywanie poleceń
- sterowanie czynnościami.

Internet Usług jest elementem Internetu, który reprezentuje usługi i ich możliwości jako komponenty dostarczane przez różnych dostawców. Istota IoS polega na dostępności usług i komunikacji w formie internetowej. Internet Usług służy do elastycznego tworzenia sieci wartości przez dynamiczne kształtowanie usług dobieranych z różnych zasobów udostępnionych w Internecie⁶.

Wprowadzenie zasad Przemysłu 4.0 jest również pierwszym krokiem w stronę całkowitej automatyzacji procesu produkcji. Obecnie możemy zauważyć częściowe zastąpienie prac fizycznych maszynami. Proces ten dalej ewoluuje i w bardziej rozwiniętych przedsiębiorstwach możemy spotkać więcej maszyn, zastępujących pracowników, aniżeli osób pracujących. Etap produkcji da się całkowicie zastąpić przez maszyny. Przyjmuje się, że zakłady pracy będą mogły same „pracować” w przyszłości, ponieważ będą istniały takie elementy lub aspekty pracy jak:

- materiał będący nośnikiem informacji
- autonomiczny transport między maszynami
- maszyny, które będą się same kalibrować (ten punkt jest już częściowo osiągnięty)
- brak potrzeby pracy człowieka (planowanie i symulacje wykonywane automatycznie).

IoT i IoS wprowadza się do przedsiębiorstwa, aby zdecentralizować procesy, poprawić elastyczność produkcji, a przede wszystkim poprawić wydajność. Stanie się to przez funkcjonujące algorytmy, dzięki którym podejmowane decyzje będą najlepsze z punktu widzenia optymalności. Zakładając jednocześnie, że nie każda firma ma swoje części zamienne oraz specjalistów od wszystkich wykorzystywanych maszyn i urządzeń, możliwy jest rozwój usług stymulowanych komunikatami systemów danego przedsiębiorstwa.

W literaturze pojawia się tematyka „Everything as a Service” (XaaS), co jest rozszerzeniem i być może przyszłością usług wykorzystywanych w przedsiębiorstwach. W jej założeniu będzie istniał rynek (targ) w chmurze obliczeniowej, na którym wszystko będzie usługami, np. przy zakupie części zamiennej do owijarki na rynku zaoferują się wszyscy producenci, ale produkt przedstawią jako usługę dostawy

towaru, jego zamontowania i dalszego serwisowania. Wybory takie mają dokonywane przez systemy przedsiębiorstw na podstawie odpowiedniego algorytmu w oparciu o aktualne dane, koszty usług, czas transportu i inne. Obecnie podobny rynek istnieje w modelu chmury dotyczący oprogramowania i ma wiele możliwości dalszego rozwoju.

Szersze wykorzystanie idei czwartej rewolucji przemysłowej

Przemysł 4.0 i jego elementy składowe w dłuższej perspektywie czasowej mogą się przyczynić do tworzenia dużych projektów. IoT i IoS można zastosować w takich obszarach, jak inteligentny dom, inteligentna fabryka, czy inteligentne miasto.

Inteligentne domy istnieją i są z powodzeniem wykorzystywane od kilku lat. Ich zadaniem jest rozwiązywanie pojawiających się problemów w środowisku domowym. Zadaniem systemu zarządzania budynkiem jest integracja, kontrola, monitorowanie i raportowanie elementów połączonych z systemem jak np.:

- sieć teleinformatyczna
- sterowanie oświetleniem wewnętrznym i zewnętrznym
- system alarmowy i monitoring
- i wiele innych.

Budynek taki powinien posiadać system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w budynku instalacjami. Dzięki danym pochodzącym z różnych elementów systemu, dom może reagować na zmiany środowiska wewnątrz i na zewnątrz. Takie rozwiązanie minimalizuje koszty modernizacji, emisję szkodliwych zanieczyszczeń, jak również zwiększenie bezpieczeństwa i komfortu.

Taki inteligentny dom wszyscy znamy: opuszczające się rolety, zamykające okna, systemy alarmowe. Czy on naprawdę oszczędza czas i pieniądze? Jest to dość duży wydatek, zwłaszcza gdy chce się mieć lepszy system. Dodatkowo minimalizacja temperatury ogrzewania w momencie, gdy nikogo nie ma w budynku lub automatyczne wyłączenie światła w pustych pokojach jest stosunkowo małą oszczędnością. Dzisiejsze inteligentne domy mogą jeszcze rozwinąć skrzydła i powiększyć asortyment o urządzenia codziennego użytku połączone z systemem, jak lodówka zamawiająca produkty czy pralka z wbudowanym sensorem rozpoznającym tkaniny i dobierającym odpowiednią temperaturę⁷.

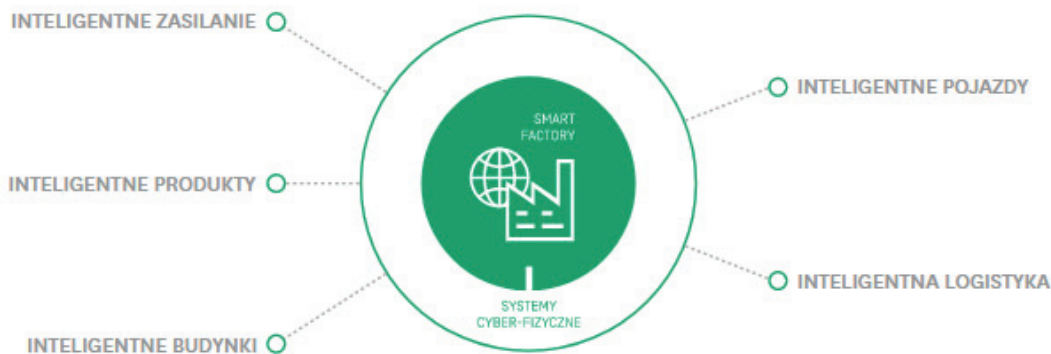
Inteligentna fabryka (smart factory) to taka fabryka, która umożliwia przeprowadzenie praktycznie całego procesu produkcji z minimalnym udziałem ludzi. Bez Internetu Rzeczy trudno wyobrazić sobie inteligentne

⁶ <http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/arttykul/article/czwarta-rewolucja-przemyslowa-i-przemysl-40-co-oznacza-je-te-pojecia/part/1/> (dostęp 28.03.2018).

⁷ <https://www.spidersweb.pl/2015/06/inteligentny-dom-po-co-to-komu.html> (dostęp: 28.03.2018).

INTERNET RZECZY

INTERNET USŁUG



Rys. 1, Istota działania Internetu Rzeczy i Internetu Usług.

Źródło: https://www.astor.com.pl/images/Industry_4-0_Przemysl_4-0/ASTOR_przemysl4_whitepaper.pdf (dostęp: 20.03.2018).

fabryki, miasta czy inteligentny dom. Uważa się, że jest to najważniejsze miejsce zastosowania IoT i rozwiązanie docelowe Przemysłu 4.0. Dla przedsiębiorstw wprowadzających ideę Przemysłu 4.0 do siebie, dostawcy automatyki tworzą oferty tak, aby obejmowały one kompleksową gamę produktów do automatyzacji maszyn – platformy sprzętowe oraz programowe.

Podstawowym i najbezpieczniejszym sposobem wykorzystania gromadzonych danych jest kontrola wskaźników. Wykorzystanie tych wskaźników pozwala na kontrolowanie produkcji. Szczególnie ważne są elementy wejściowe zbierające dane, które dla człowieka byłyby jedynie żmudną pracą. Najczęściej liczą ilość dóbr lub kompletność towarów (np. wyrobów gotowych, jadących taśmą do pakowania), ale mogą również mierzyć temperaturę, wagę czy obecność na metal. Z tego powodu najczęściej wykorzystywane są do wykrywania usterek urządzeń.

Idea *smart factory* polega na funkcjonowaniu systemów monitorujących fizyczne i rzeczywiste procesy, tworzących kopie fizycznego świata w świecie wirtualnym oraz podejmujących decyzje na podstawie zgromadzonych danych. Są to zakłady, w których cyberfizyczne systemy komunikują się z innymi systemami i asystują ludziom oraz maszynom w realizacji zadań.

Jedną z zalet rozwijającej się czwartej rewolucji jest możliwość błyskawicznego przenoszenia rozwiązań czy procesów wypracowanych w modelowym zakładzie do innych, rozsianych po całym świecie fabryk. Jednym z takich rozwiązań jest diagnostyka przez Internet. Dzięki przetwarzaniu danych w czasie rzeczywistym można w sposób ciągły rejestrować oraz analizować działanie urządzeń i innych maszyn. Rozwiązanie to umożliwia odpowiednio wczesne wykrycie zużytych części lub reakcji w razie awarii oraz

pozwała obniżyć koszty konserwacji i możliwych przestoju z powodów awarii, jak również obniżenie ryzyka awarii⁸.

Nieco bardziej zaawansowaną automatyzacją wykazuje się autoryzowany dostęp do maszyn produkcyjnych. Spółka Bosch jest jedną z niewielu firm, która zapewnia zdalny dostęp do maszyny serwisantowi. Pozwala to na zbadanie, wykrycie i często również usunięcie usterki bez konieczności dojazdu do maszyny. Przemysł 4.0 umożliwia obniżenie kosztów oraz przyczynia się do wzrostu jakości⁹.

Dodatkową zaletą stosowania IoT może być połączenie systemu z wyprodukowanymi urządzeniami, np. pralką. Dzięki takiemu rozwiązaniu producent jest w stanie określić jakie funkcje produktu są najczęściej wykorzystywane, bez używania ankiet. Dane otrzymane z bezpośredniego używania produktu mogą być przydatne do ulepszania produktów lub przy produkcji następnego modelu.

Należy podkreślić, że wdrożenie rozwiązań opartych o Internet Rzeczy przyniesie korzyści tam, gdzie są one realne do osiągnięcia, gdzie można coś usprawnić, naprawić albo czemuś zapobiec. Gromadzenie i analizowanie dużych ilości danych bez uzyskania konkretnych informacji mija się z celem.

Smart City to miasto, które wykorzystuje technologie informacyjno-komunikacyjne w celu natężenia interaktywności i ekonomiczności infrastruktury miejskiej oraz jej komponentów składowych. Miasto przy wykorzystaniu odpowiednich technik może przyczyniać się w czasie rzeczywistym do zwiększania jakości życia i promowania zrównoważonego rozwoju gospodarczego.

Inteligentne miasto jest miejscem, gdzie wszystkie informacje pobierane od jednostek połączonych z systemem miejskim są wykorzystywane w celu poprawy jego

⁸ <http://www.komputerswiat.pl/artykuly/redakcyjne/2017/07/przemysl-4-0.aspx> (dostęp: 30.03.2018).

⁹ <http://mojafirma.infor.pl/moto/logistyka/spedycja/716940,Co-to-jest-Przemysl-4-0.html> (dostęp: 30.03.2018).

mieszkańców. Powinny się w nim znajdować mniejsze podsystemy, które dotyczyłyby danych obszarów i pobierały oraz przetwarzały informacje. Podstawą jego działania jest integracja technologii w wielu obszarach. Do najważniejszych obszarów można zaliczyć transport, komunikację, bezpieczeństwo, odpady, czy zarządzanie elektrycznością.

Zastosowań współczesnych technologii może być wiele: od czujników, przez roboty, aż po ekrany informacyjne dostosowane do czytelnika. Przykładowo, informacje uzyskane z czujników przy drogach pozwoliłyby unikać korków, roboty umieszczone przy drogach usuwałyby przeszkody, a elementy ogrzewające, stosowane przy budowie dróg – zapobiegałyby ich zamarzaniu. Jednym z ciekawszych pomysłów są inteligentne parkingi. Dzięki wykorzystywanym sensorom, które informowałyby nas o miejscu wolnym jeszcze przed wyruszeniem w trasę, skróciłby się czas poszukiwania miejsca, zmniejszyłoby wyprodukowane zanieczyszczenie, a przede wszystkim uspokoiłyby się nerwy kierowcy.

Inteligentne miasta już istnieją. Pierwsze trzy miejsca klasyfikacji miast smart zajęły: Luksemburg, duńskie Aarhus i szwedzkie Umeaa. Oceniane są w różnych kategoriach, m.in.: inteligentne drogi, zarządzanie odpadami, monitoring stref zieleni, monitoring zanieczyszczenia powietrza, pomiar jakości wody, inteligentne parkingi, inteligentne oświetlenie czy Internet rzeczy w budynkach.

Podsumowanie

Czwarta rewolucja przemysłowa to już współczesność. W dzisiejszych czasach wiele urządzeń i rzeczy staje się smart. Zachodzące zmiany dotyczą przede wszystkim przemysłu, jednak dzięki wszechobecnej cyfryzacji i rozwojowi przetwarzania chmurowego, dotkną każdej sfery życia człowieka.

Możliwe zmiany, jakie przedsiębiorstwa mają do wyboru, mogą przyczynić się do zmniejszenia awaryjności i zwiększenia efektywności produkcji, a technologia i używane systemy pozwalają na coraz mniejszą ingerencję człowieka. Wielki potencjał, jaki w rewolucji istnieje, wiąże się również z dłuższą drogą realizacji. Nowe, lepsze systemy produkcji, które charakteryzują się wyższym stopniem integracji z poszczególnymi jego elementami, stają się coraz bardziej dostępne. Dużą szansą na rozwój jest również przetwarzanie chmurowe. Zastosowanie tego rodzaju przekazywania danych i czynności jest perspektywą bezosobowej fabryki. Wszystko to staje się powoli konieczną drogą do zwiększenia wartości dodanej produktu, a także zwiększania konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku.

Wybrane technologie i rozwiązania można wykorzystywać nie tylko w produkcji, ale także w innych obszarach życia człowieka. Rozwiązania technologiczne, znane do tej pory tylko z filmów science-fiction, stają się rzeczywistością i tylko od nas zależy jak je wykorzystamy.

Streszczenie

Rzeczywistość i zmiany komunikacyjne oraz zarządzanie doprowadziły do wykreowania czwartej rewolucji przemysłowej. Przemysł 4.0 zakłada komunikację między ludźmi i maszynami na wielu płaszczyznach w czasie rzeczywistym. Wykorzystywane są do tego rozległe systemy informacyjne i informatyczne. Upowszechnione nowoczesne rozwiązania znalazły już swoje zastosowania w inteligentnych domach czy fabrykach. Z biegiem czasu przydomek „inteligentny” otrzymywały kolejne obszary życia ludzkiego, dzięki czemu rozwinęły się koncepcje inteligentnego domu, inteligentnej fabryki czy smart city. Rozwój nowych technologii i zastosowanie w nich Internetu Rzeczy może być kluczem do sprawnej i efektywnej realizacji potrzeb mieszkańców, poprzez zarządzanie miastem w czasie rzeczywistym.

Industry 4.0 and its impact on logistics

Summary

Technological, communication and management developments have led to the creation of the fourth industrial revolution. Industry 4.0 assumes real-time communication between people and machines on many levels. Extensive information and information systems are used for this purpose. Popularized modern solutions have already found their applications in intelligent homes or factories. Over the years, the nickname "intelligent" has been used in more areas of human life, which has led to the development of concepts for intelligent homes, factories and smart cities. The development of new technologies and the use of the Internet of Things in them may be the key to efficient and effective implementation of the inhabitants' needs through real-time city management.

LITERATURA/BIBLIOGRAPHY

1. Hermann, Pentek, Otto, 2015: *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*.
2. <http://mojafirma.infor.pl/moto/logistyka/spedycja/716940,Co-to-jest-Przemysl-4-0.html>.
3. <http://www.komputerswiat.pl/artykuly/redakcyjne/2017/07/przemysl-4-0.aspx>.
4. <http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artykul/article/czwarta-rewolucja-przemyslowa-i-przemysl-4-0-oznacza-te-pojecia/part/1/>.
5. <https://trans.info/logistyka-4-0-warto-nia-siegnac-72280>.
6. <https://www.spidersweb.pl/2015/06/inteligentny-dom-po-co-to-komu.html>.
7. *Industrie 4.0, Opportunities and challenges of the Industrial Internet*, PricewaterhouseCoopers AG, Munich, 2014.
8. Kacperczyk D., *Podejście do zmian w perspektywie Przemysłu 4.0*, <http://www.eqsystem.pl/upload/pdf/Industry-4.0-Logistyka-Produkcji.pdf>.
9. Schwab K., *The Fourth Industrial Revolution*, http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/Forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf.
10. Wojciech Wrzosek, *Losy jednej metafory: „rewolucja”, [w:] W. Wrzosek, Historia. Kultura. Metafora. Narodziny nieklasycznej historiografii*, Wydawnictwo FNP, Wrocław 1995.