

# Organizacja stanowisk w przemyśle 4.0 – Człowiek w środowisku produkcyjnym

Industrial Engineering



## Inżynieria przemysłowa w dobie Przemysłu 4.0

### - Część 3

Przemysł 4.0 zmienia na stałe sposób projektowania miejsca pracy. Inżynier przemysłowy musi rozważyć przy tym różne możliwe rozwiązania i podjąć decyzję o ich sensownym zastosowaniu. Zadanie polegające na poprawie warunków pracy dla człowieka stoi nadal w centrum zainteresowań i należy do podstawowych zadań inżyniera przemysłowego.

Pierwsze dwa z tej serii artykułów opisują idee i paradygmaty Przemysłu 4.0 oraz rolę inżyniera przemysłowego w Przemysle 4.0. Jednocześnie nowoczesna inżynieria przemysłowa działając w różnych obszarach przyczynia się do sukcesu firmy. Aby inżynier przemysłowy mógł zajmować się kształtowaniem stanowisk również w obszarze Przemysłu 4.0 musi posiadać kompetencje znajdowania optymalnych rozwiązań. Przemysł 4.0 oferuje różnorodne podejścia, które znajdują zastosowanie w różnych obszarach biznesowych firmy. W kolejnych artykułach prezentowane będą aktualne przykłady i propozycje działań inżyniera przemysłowego począwszy od kształtowania stanowisk i systemów pracy (zob. „dom REFA” w pierwszej części tej serii artykułów).

Podstawowym elementem procesowo zorientowanej organizacji pracy jest **stanowisko pracy**. Zarówno jego analiza jak i kształtowanie jest nadal elementarnym i jednym z najważniejszych obszarów działania inżyniera przemysłowego. Tym samym Przemysł 4.0 wciąż potrzebuje specjalistycznej wiedzy inżyniera przemysłowego, jeśli chodzi o opracowywanie, projektowanie i integrację nowych rozwiązań.

### Współpraca człowieka z maszyną

W przyszłości projektowanie miejsc pracy będzie determinowane współpracą człowieka i maszyny w **środowisku współpracy**. Będzie to realizowane na przykład za pomocą czujników, które zarejestrują właściwości fizyczne lub chemiczne i siłowników, które z kolei przekształcą sygnały

elektryczne (wychodzącego np. od komputera sterującego) na wielkości fizyczne (na przykład, ciśnienie, temperatura, ruch). W połączeniu z technologią cyfrową umożliwi to realizację sieciowych miejsc pracy.

**Ergonomia** ma zasadnicze znaczenie w projektowaniu miejsc pracy w Przemysle 4.0. Wykorzystanie nowych technologii pozwala dostosować miejsce pracy do indywidualnych potrzeb pracownika. Jedną z możliwości jest choćby zastosowanie stanowisk roboczych z regulacją wysokości, które automatycznie ustawiają się na optymalną wysokość roboczą zgodnie z zapisanymi profilami pracowników. Tym samym oszczędza się czas potrzebny na ręczne ustawianie stanowisk [1]. W ramach wspólnego projektu pomiędzy ERGOTAB i REFA Meklemburgia-Pomorze zrealizowano właśnie tego typu system przeznaczony do wykonywania prac przez starszych pracowników lub prac wykonywanych w zależności od wieku [2].

Coraz częściej stosowane są w firmach **systemy wspomagające**. Wspierają one, na przykład, pracowników firmy w wykonywaniu ręcznych czynności montażowych. Energetyczne systemy wspomagające redukują obciążenie fizyczne, zaś systemy informacyjne zmniejszają lub zapobiegają niepewności i stresowi psychicznemu [3].

Przykładem zmniejszenia obciążenia fizycznego za pomocą energetycznych systemów wspomagających są **egzoszkielety**, które działając pasywnie zmniejszają ciężar człowieka lub działając aktywnie używane są do generowania dodatkowych sił wspomagających. Zewnętrzne szkielety pozwalają na zmniejszenie lub uniknięcie chorób mięśniowo-szkieletowych wywołanych podnoszeniem ciężarów, pracą z rękami uniesionymi ponad głowę lub też przez pracę w niewygodnych pozycjach – nie ograniczają przy tym wykonywania czynności lub swobody ruchów pracującego. [4].



Rys. 1: Przykład wideo – Zastosowanie egzoszkieletów [5] [Kliknięcie przenosi do filmu w serwisie Youtube](#)

Ponadto **roboty współpracujące** mogą energetycznie wspierać ludzi w ich czynnościach. Roboty te charakteryzuje konstrukcyjny „brak działania na szkodę człowieka”, co oznacza, że w przypadku kontaktu z ludźmi nie powodują żadnych obrażeń. [6] Jest to możliwe dzięki czujnikom bezpieczeństwa, które zatrzymują ruch w przypadku zbliżenia się lub kolizji, a tym samym wykluczają zagrożenie [7]. W zależności od warunków pracy można używać przenośnych lekkich robotów i zapewnić tym samym dodatkową elastyczność. Nawet już zainstalowane roboty przemysłowe można wykorzystać do wspólnego użytkowania poprzez zastosowanie specjalnych czujników skóry.

W związku z tym nie zawsze konieczne są kosztowne nowe inwestycje, co może zainteresować również małe firmy [8].

Realizując swoje działania, ludzie mogą być wspierani nowymi technologiami nie tylko w obszarze ergonomii. Na przykład tak zwane **Wearables** umożliwiają **wymianę informacji za pośrednictwem Internetu rzeczy**. Inną możliwością są **Datenbrille**, które mogą pokazywać pracownikowi informacje w rzeczywistym polu widzenia. Są one używane na przykład przy komisjonowaniu zamówień magazynowych, zwanym także pick-by-vision [9]. W zależności od zastosowania możliwe jest również stosowanie rękawic wyposażonych w czujniki, które eliminują korzystanie z dodatkowego ręcznego skanera [10].

## Wyzwania dla inżyniera przemysłowego

Przed inżynierem przemysłowym otwierają się **nowe możliwości w zakresie projektowania miejsc pracy**. Miejsca pracy, które są krytyczne z punktu widzenia ergonomii poprawi np. egzoskielet. W rezultacie zdolność pracowników do pracy przedłuży się. Co więcej, przestrzeń wymagana na stanowisku roboczym również może zostać zmniejszona, ponieważ wyeliminowane są duże urządzenia manipulacyjne lub dźwigi ładunkowe. Współpracę między człowiekiem a robotem ułatwi równoległość procesów, co tym samym zmniejszy obciążenie pracownika. Możliwość łączenia ręcznych operacji montażowych z wysoce precyzyjnymi czynnościami zrobotyzowanymi w warsztacie stwarza nowe możliwości w zakresie projektowania miejsc pracy w procesie montażu produktu.



Rys. 2: Przykład wideo – Współpraca człowieka i maszyny [11] [Kliknięcie przenosi do filmu w serwisie Youtube](#)

**Systemy wspomaganie informacji** są idealne do projektowania bardzo złożonych stanowisk pracy z szeroką gamą produktów lub dużą liczbą różnych części. Montażysta może być aktywnie wspierany w swojej pracy dzięki wykorzystaniu projektorów, systemów kontroli głosu i gestów lub przetwarzania obrazu. Systemy podnoszą pojemnik potrzebny do następnego etapu lub pokazują lokalizację komponentu na produkcie. Projektory lub ekrany umożliwiają odtwarzanie instruktażowych nagrań wideo w celu ograniczenia opóźnień w montażu. Inteligentne systemy kontroli jakości umożliwiają również wykrycie wadliwych kroków montażowych (na przykład poprzez monitorowanie obrazu uczącego się) i pomagają wykryć błędy na wczesnym etapie [3] [12].



Rysunek 3: Przykład systemu wspomagania montażu [12]

Również **systemy autonomiczne** pomagają ludziom w wykonywaniu ich czynności. W ten sposób np. **autonomiczne systemy jezdne** (FTS) mogą przejąć wewnętrzne dostawy części i samodzielnie transportować oraz dostarczyć komponenty i pojemniki na stanowisko pracy. Można stosować tu różne systemy, takie jak systemy laserowe lub systemy działające w oparciu o kamery. W zależności od okoliczności należy indywidualnie ustalić, która technologia może być zastosowana w firmie. Szczególnym obszarem zastosowania systemów FTS jest wspomaganie ręcznego komisjonowania zespołów, które są następnie montowane na kolejnej stacji roboczej. W tym celu Instytut Technologii w Karlsruhe opracował kontrolowany za pomocą gestów pojazd transportowy, którego zastosowanie eliminuje pchanie wózka przez człowieka (rys. 4).



Zdjęcie 4: Przykład wideo - system autonomicznego transportu (bez kierowcy) [13] [Kliknięcie przenosi do filmu w serwisie Youtube](#)

Przemysł 4.0 zmusza inżyniera przemysłowego do poznawania nowych metod i narzędzi, a także technologii i ich zastosowania. Dzięki tej wiedzy może on usprawniać istniejące obszary pracy i tworzyć nowe stabilne miejsca pracy. Człowiek odgrywa tu główną rolę, ponieważ pracuje, działa i komunikuje się bezpośrednio z nowymi technologiami. Chociaż nowe narzędzia i systemy mają na celu ułatwienie pracy, inżynier przemysłowy musi również znać warunki niezbędne do ich skutecznego zastosowania. Kolejnym ważnym aspektem jest systematyczne planowanie i wdrażanie możliwych technologii. Tylko wtedy zapewnione zostanie zrównoważone użytkowanie [14].



## Źródła

- [1] Automobil-Produktion: Bosch zeigt Arbeitsplatz 4.0, aufgerufen am 22.01.2018 unter <https://www.automobilproduktion.de/zulieferer/bosch-zeigt-arbeitsplatz-4-0-101.html>
- [2] REFA Mecklenburg-Vorpommern: Abschlusskonferenz zum Verbundprojekt ERGOTAB am 22. September 2017 in Rostock, aufgerufen am 10.02.2018 unter <https://www.refa-mv.de/aktuelles/abschlusskonferenz-ergotab-am-22-september-2017-in-rostock/>
- [3] Reinhart, G.; Shen, Y.; Spillner, R.: Hybride Systeme – Arbeitsplätze der Zukunft. Nachhaltige und flexible Produktivitätssteigerung in hybriden Arbeitssystemen. In: wt Werkstattstechnik online. 103, H. 6, Springer-VDI, Düsseldorf, 2013
- [4] Fraunhofer IPA. Rogge T., Daub U., Ebrahimi A, Schneider U.: Der Interdisziplinäre Entwicklungsprozess von aktiv angetriebenen, körpergetragenen Exoskeletten für die oberen Extremitäten am Beispiel des „Stuttgart Exo-Jacket“ aufgerufen am 28.01.2018 unter [https://www.researchgate.net/profile/Robert\\_Weidner/publication/311669596\\_Technische\\_Unterstützungssysteme\\_die\\_die\\_Menschen\\_wirklich\\_wollen\\_Band\\_zur\\_zweiten\\_transdisziplinaren\\_Konferenz\\_2016/links/5853896e08ae0c0f322284e1/Technische-Unterstützungssysteme-die-die-Menschen-wirklich-wollen-Band-zur-zweiten-transdisziplinaren-Konferenz-2016.pdf#page=225](https://www.researchgate.net/profile/Robert_Weidner/publication/311669596_Technische_Unterstützungssysteme_die_die_Menschen_wirklich_wollen_Band_zur_zweiten_transdisziplinaren_Konferenz_2016/links/5853896e08ae0c0f322284e1/Technische-Unterstützungssysteme-die-die-Menschen-wirklich-wollen-Band-zur-zweiten-transdisziplinaren-Konferenz-2016.pdf#page=225)
- [5] Produktion: Exoskelett-Einsatz bei BMW in Spartanburg HD, aufgerufen am 28.01.2018 unter [https://www.youtube.com/watch?v=e\\_oaijxWrWI](https://www.youtube.com/watch?v=e_oaijxWrWI)
- [6] Internationales Forum Mechatronik. Björn M. Ph.D., Dr.-Ing. Hao D., ABB AG Forschungszentrum: Die Zukunft der Mensch-Roboter Kollaboration in der industriellen Montage aufgerufen am 29.01.2018 unter [https://www.researchgate.net/profile/Bjoern\\_Matthias/publication/269410966\\_Die\\_Zukunft\\_der\\_Mensch-Roboter\\_Kollaboration\\_in\\_der\\_industriellen\\_Montage/links/54f96ec80cf2ccffe9e113e4/Die-Zukunft-der-Mensch-Roboter-Kollaboration-in-der-industriellen-Montage.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bjoern_Matthias/publication/269410966_Die_Zukunft_der_Mensch-Roboter_Kollaboration_in_der_industriellen_Montage/links/54f96ec80cf2ccffe9e113e4/Die-Zukunft-der-Mensch-Roboter-Kollaboration-in-der-industriellen-Montage.pdf)
- [7] Hannover Messe: Sensorhaut und KI kleiden fühlende Roboter, aufgerufen am 22.01.2018 unter <http://www.hannovermesse.de/de/news/sensorhaut-und-ki-kleiden-fuehlende-roboter-65152.xhtml>
- [8] Produktion: Kollaborierende Robotik – Der Cobot als Freund und Helfer, aufgerufen am 22.01.2018 unter <https://www.produktion.de/trends-innovationen/kollaborierende-robotik-der-cobot-als-freund-und-helfer-112.html>
- [9] Intralogistik: Pick-by-Vision – Smart Glasses in der Kommissionierung, aufgerufen am 22.01.2018 unter <https://intralogistik.tips/pick-by-vision-smart-glasses-in-der-kommissionierung>
- [10] Festo: Elektronik zum Anziehen, aufgerufen am 22.01.2018 unter <https://www.festo.com/group/de/cms/12276.htm>
- [11] KUKA Systems: Sensitives Fügen von Kegelrädern im Mensch-Roboter-Kollaboration-Betrieb (MRK) aufgerufen am 29.01.2018 unter <https://www.youtube.com/watch?v=OxNC8yvsZ6s>
- [12] Hinrichsen S., Riediger D., Unrau A.: Anforderungsgerechte Gestaltung von Montageassistenzsystemen, aufgerufen am 27.01.2018 unter <http://refa-blog.de/gestaltung-von-montageassistenzsystemen>
- [13] KIT: Fifi – Ein gestengesteuertes Transportfahrzeug für die Intralogistik, aufgerufen am 30.01.2018 unter <https://www.youtube.com/watch?v=Zy9AqGxUqp4>
- [14] Sven Hinrichsen, Tim Kleineberg. Leitfaden: Einführung von Assistenzsystemen in der Montage, aufgerufen am 30.01.2018 unter [https://www.researchgate.net/publication/320583783\\_Leitfaden\\_Einfuehrung\\_von\\_Assistenzsystemen\\_in\\_der\\_Montage](https://www.researchgate.net/publication/320583783_Leitfaden_Einfuehrung_von_Assistenzsystemen_in_der_Montage)

## Autor



**Kim Bogus**

Pracownik naukowy REFA-Institut e.V., Dortmund