

# Kształtowanie systemów pracy 4.0 – wydajne systemy IT dla kreatywnych pracowników



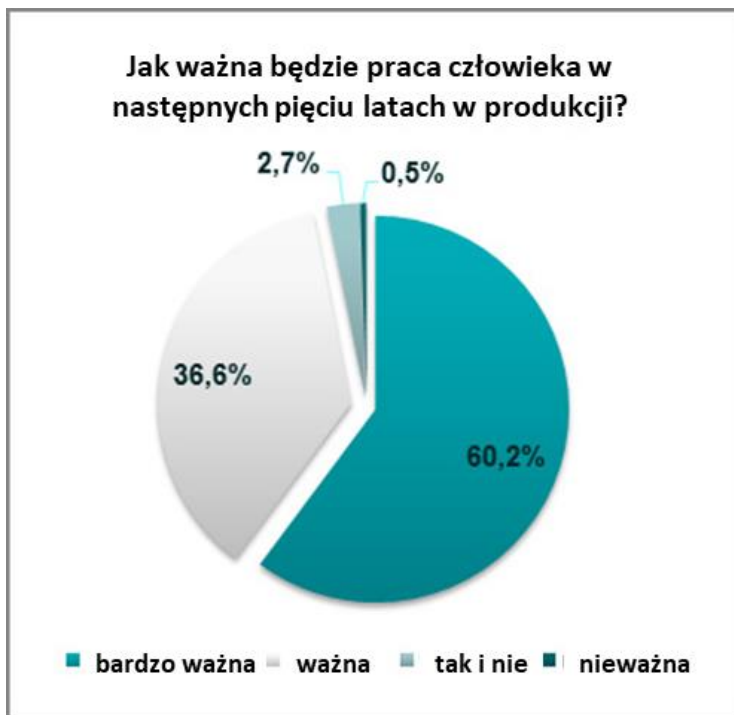
## Inżynieria przemysłowa w czasach przemysłu 4.0 - część 4

Trwałość przemysłu 4.0 można osiągnąć jedynie poprzez integrację z działaniami człowieka. W przemyśle 4.0 główną rolę odgrywają kompetencje ludzi w działaniu i podejmowaniu decyzji w systemie pracy. Inżynieria przemysłowa staje przy tym przed wyzwaniem polegającym na włączaniu ludzi w systemy sieciowe i stosowaniu przy tym najnowszych metod i aplikacji.

Projektowanie systemów pracy jest jednym z podstawowych zadań inżynierii przemysłowej. Wyzwaniem jest tu optymalne powiązanie poszczególnych elementów. Elementy te to osoby, sprzęt, materiały i informacje, które mają być wykorzystane do wykonania pracy, a także odpowiednie warunki. Można je znaleźć w każdej firmie - są podstawowymi elementami systemu pracy [1].

Patrząc na rozwój sytuacji na rynkach, staje się jasne, że wahania sprzedaży znacznie zwiększają zapotrzebowanie na elastyczne, zdolne do zmian systemy pracy. Tylko dzięki elastyczności produkcji można zapanować nad krótszymi cyklami życia produktów, nieprzewidywalnymi wahaniami gospodarczymi lub sezonowością. Nowe technologie digitalizacji i Przemysłu 4.0 mogą pomóc w stworzeniu niezbędnych ku temu warunków. Za projektowanie, planowanie i integrację takich systemów pracy jest przede wszystkim odpowiedzialny inżynier przemysłowy.





Rysunek 2: Znaczenie pracy produkcyjnej w przemyśle 4.0 [3]

## Inżynier przemysłowy łączy produkcję z systemami IT

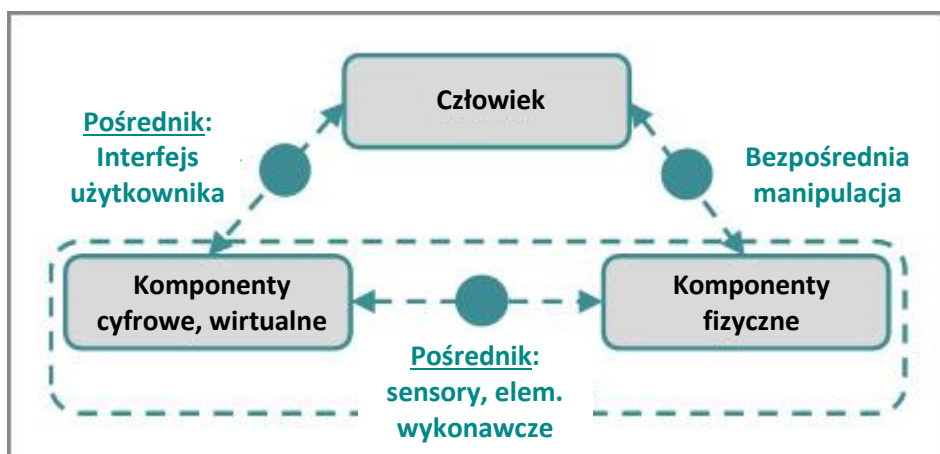
Dotychczasowe systemy pracy często charakteryzuje **integracja systemów oprogramowania**. Przykładami oprogramowania wspomagającego może być zarządzanie łańcuchem dostaw (SCM) - oprogramowanie do sterowania przepływem materiałów, Enterprise Resource Planning (ERP) - oprogramowanie do planowania i sterowania zasobami lub Execution Systems (MES) do szczegółowego planowania. Systemy te mają jednak niedostatki w zakresie zdolności reagowania na nieprzewidziane zdarzenia, takie jak awarie maszyn, wąskie gardła dostaw lub podobne scenariusze. Często nieprzejrzyste interfejsy, niekompatybilne formaty danych lub nawet niezdefiniowany proces pozyskiwania danych odpowiadają za złą jakość danych, co wpływa na wydajność systemów. Ponadto brak know-how co do istniejących systemów oraz ich logiki oraz dogłębnej znajomości ustawień parametrów i sterowania przez użytkowników utrudnia doskonalenie i dostosowanie systemów do zmieniających się warunków [4].

Rezultatem są na przykład niestabilne systemy o bardzo rozbieżnych czasach realizacji zamówień, wysoki poziom zapasów lub brak przejrzystości dla pracowników. Inżynier przemysłowy ma obowiązek tworzenia systematycznego powiązania pomiędzy rzeczywistym środowiskiem produkcyjnym i związanymi z nim systemami informatycznymi - ich korekta może być realizowana adaptacyjnie i intuicyjnie przez niego lub odpowiednich pracowników. Takie systemy mogą być realizowane w ramach przemysłu 4.0 poprzez sensory i elementy wykonawcze nowej generacji umożliwiając obrazowanie systemu w czasie rzeczywistym – tym samym powstają tak zwane **systemy cyber-fizyczne (CPS)** [5].

Znaczenie CPS w kontekście Przemysłu 4.0. podkreślono już w poprzednich artykułach Integracja systemów sieciowych tego typu stawia nowe wymagania przed interfejsami człowiek-maszyna. Inżynier przemysłowy potrzebuje specjalistycznej wiedzy, aby móc zdecydować, jakie informacje są potrzebne w odpowiednich miejscach. Pozwala to uniknąć marnotrawstwa jak np. szukanie istotnych lub poprawnych informacji i pozwala pracownikom skupić się na zasadniczych aspektach ich pracy.

Inżynier przemysłowy musi znać metody i narzędzia, aby nie tylko przedstawić informacje w skondensowany sposób, ale także przedstawić je w sposób przejrzysty i zrozumiały dla ludzi. Odpowiednie przykłady takie jak okulary danych, zostały przedstawione w poprzednim artykule. Ponadto ważne jest, aby zwracać uwagę na integrację danych niezależną od platformy, tak aby nie powstawały systemy zamknięte lub nadmiarowe [4]. CPS nie powinien być przy tym postrzegany jako "konkurencyjny system" dla istniejących systemów pracy lub produkcji, ale raczej jako system wzbogacony o wsparcie decyzyjne i bardziej skuteczny. Dlatego inżynieria przemysłowa powinna opierać się na istniejącym systemie lub, w przypadku tworzenia nowego systemu, korzystać z podstawowych zasad, takich jak standardy i stabilne procesy. [6].

Gdy zostały stworzone podane wyżej warunki ramowe, projekt systemu musi uwzględniać trzy zasadnicze elementy: **wirtualny, cyfrowy komponent** łączący się z **komponentem fizycznym** przez elementy pośredniczące (sensory i elementy wykonawcze). **Człowiek** komunikuje się z komponentem wirtualnym za pośrednictwem interfejsu użytkownika, a w razie potrzeby może bezpośrednio manipulować komponentem fizycznym [4].



Rysunek 3: System cyber-fizyczny CPS [4]

W takim socjo-technicznym układzie CPS oprócz efektywności ekonomicznej i indywidualnego projektowania przyjaznego dla użytkownika, można również realizować zasady prewencji i trwałości. "Wczesne działanie" człowieka jest proaktywnym działaniem zanim pojawią się wady jakościowe lub przestoje. Można je znacznie polepszyć poprzez tworzenie sieci i generowanie danych w CPS. Wyprzedzająca konserwacja - Predictive maintenance - to tylko jeden ze sposobów na proaktywną prewencję.

Poprzez rejestrację i ocenę danych maszynowych można przewidzieć sytuacje awaryjne. Pozytywnym efektem będzie przy tym np. poprawa planowania zakupów części zamiennych, skrócenie przestojów produkcyjnych lub zoptymalizowane planowanie konserwacji [4]. Wyzwaniem dla inżyniera przemysłowego jest tu kompleksowe zarządzanie danymi. Nie tylko jest ważne, w jaki sposób dane będą ostatecznie dostępne, ale także kto może je zobaczyć. Dobra znajomość danych, ich przygotowania, modelowania, oceny i dostarczania są tak samo ważne jak kwestie związane z ich ochroną i bezpieczeństwem [7].



Rysunek 4: Przykład inteligentnego utrzymania ruchu [8] [Kliknięcie przenosi do filmu w serwisie Youtube](#)

Inżynier przemysłowy może korzystać z nowych aplikacji nie tylko bezpośrednio w istniejących systemach pracy, ale również przy planowaniu takich systemów. Np. optymalizacja systemu pracy jest możliwa dzięki inżynierii powiązanej z siecią i przyspieszoną komunikacją interdyscyplinarną. Tu, już w fazie projektowania produktu, można uzyskać informacje na temat związku jego konstrukcji z czynnościami montażowymi i włączyć je w czasie rzeczywistym do pracy projektowej. Inżynier przemysłowy otrzymuje potrzebne dane znacznie szybciej i są one dokładniejsze. Szybsze dokonywanie zmian pozwala na oszczędność czasu podczas procesu projektowania.



Rysunek 5: Przykład Digitaless Engineering [9] [Kliknięcie przenosi do filmu w serwisie Youtube](#)

Kształtowanie systemów pracy w przyszłości będzie jeszcze bardziej nacechowane zarządzaniem danymi, w szczególności związanym z nim nowymi metodami, procedurami i aplikacjami, które będą odgrywały kluczową rolę na równi z konfiguracją fizyczną. Również człowiek stający się kluczowym graczem w systemie pracy musi być tak z nim zintegrowany, by był w stanie zrozumieć złożone i rozmyte sytuacje, rozwiązać konflikty połączonych w sieć urządzeń, korzystać z nowoczesnych technologii i spełniać odpowiednie wymagania elastyczności [11].

Zadaniem inżyniera przemysłowego jest znać opisane wyżej wymogi i odpowiednio wcześniej rozeznaczyć odpowiednie wymagania kwalifikacyjne wobec takiego systemu i zapewnić stosowne kwalifikacje pracowników. Zmienia się również otoczenie ludzi w systemie pracy. Elastyczność nie może być rozważana wyłącznie w kategoriach wydajności, ale jest również częścią zmiany kulturowej. Pracownicy żądają elastyczności i równowagi między pracą a życiem osobistym oraz ambitnych zadań i możliwości samorozwoju [12].

Potencjalne zmiany w przedsiębiorstwie mogą być radykalne, chociaż same korekty są w wielu przypadkach powolne i rozciągnięte na wiele obszarów. Pracy w systemach produkcyjnych mogą towarzyszyć rewolucyjne zmiany, jak miało to miejsce w poprzednich rewolucjach przemysłowych. Dlatego bardzo ważna jest wczesna integracja wszystkich zainteresowanych stron, aby zidentyfikować zarówno pozytywne czynniki jak też lęki i bariery odczuwane przez pracowników. Inżynier przemysłowy musi wskazywać nowe możliwości i ich zalety, tym samym torując drogę trwałym zmianom.

Zadaniem inżynierii przemysłowej w przemyśle 4.0 jest poznawanie nowych metod, narzędzi i technologii oraz ich zastosowania, a za pomocą tej wiedzy doskonalenie istniejących i projektowanie nowych trwałych systemów. Kluczową rolę pełnią przy tym ludzie, dlatego ich zadania w systemie muszą być jasno zdefiniowane wraz z określeniem wymagań co do kwalifikacji. Stanowi to podstawę sprawnego wdrażania zazębiających się ze sobą, sieciowych systemów zapewniającą ich długotrwałe użytkowanie.

## Źródła

- [1] REFA-Institut: Arbeitsorganisation erfolgreicher Unternehmen im Wandel der Arbeitswelt. Darmstadt, 2016
- [2] Bauernhansl, Thomas; Vogel-Heuser, Birgit; Ten Hompel, Michael: Handbuch der Industrie 4.0. Bd. 4 – Allgemeine Grundlagen. Springer-Verlag, 2017
- [3] Spath D.. Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer IAO, 2013
- [4] Bauernhansl, Thomas; Vogel-Heuser, Birgit; Ten Hompel, Michael: Industrie 4.0 in der Produktion, Automatisierung und Logistik – Anwendung, Technologien, Migration. Springer-Verlag, 2014
- [5] Mosler A.: Integrierte Unternehmensplanung – Anforderungen, Lösungen und Echtzeitsimulation im Rahmen von Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2017
- [6] Botthof A., Hartmann E. A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer-Verlag, 2015
- [7] Chapman, Pete; Clinton, Julian; Kerber, Randy; Khabaza, Thomas; Reinartz, Thomas; Shearer, Colin; Wirth, Rüdiger: CRISP-DM 1.0. SPSS Inc., N.N., 2000
- [8] SAP AG: Industrie 4.0 mit SAP: Intelligente Instandhaltung. aufgerufen am 6.03.2018 unter <https://www.youtube.com/watch?v=Y3bnuPs6PHw>
- [9] Siemens AG: Reduzierung der Fertigungskomplexität bei Audi in Neckarsulm. aufgerufen am 12.03.2018 unter [https://www.youtube.com/watch?v=Yv\\_GZSDAPik](https://www.youtube.com/watch?v=Yv_GZSDAPik)
- [10] Huber W.: Industrie 4.0 in der Automobilproduktion – Ein Praxisbuch. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2016
- [11] Spath, Dieter: Herausforderungen an Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung durch Demografie und Flexibilisierung. Stuttgart

## Autor



**Kim Bogus**

Pracownik naukowy REFA-Institut e.V., Dortmund