

Politechnika Wrocławska

# Współpraca robotów

Wykład 2

## Roboty współpracujące – zastosowania, systematyka, wdrażanie

Robert Muszyński

KCiR, W4, PWr



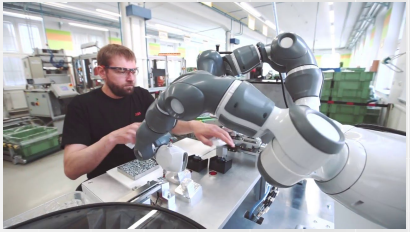
HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Copyright © R. Muszyński 2020-22

Powered by pdfLaTeX with Beamer

# Koboty – przykłady współpracy

- **YuMi** (ABB) na linii montażowej gniazdek elektrycznych w Zakładach elektrotechnicznych **Elektro-Praga** (Jablonec nad Nysą, Czechy):
  - ułożenie dwóch pokryw gniazdek i dwóch osłon zabezpieczających (pracownik)
  - umieszczenie elementów zabezpieczenia ze sprężynami na pokrywach (kobot)
  - przykrycie elementów zabezpieczenia osłoną (kobot)
  - dociśnięcie osłony (kobot)
  - umieszczenie śruby mocującej w pokrywie (pracownik)
  - kontrola poprawności montażu (pracownik)



# Koboty – przykłady współpracy

- **UR5** (Universal Robots) w dziale montażu głowic cylindrów, **Fabryka silników Volkswagen** (Salzgitter, Niemcy):
  - wyjęcie świecy żarowej z osłony (kobot)
  - umieszczenie świecy w dedykowanym, trudno dostępnym otworze (kobot)
  - przymocowanie świecy (pracownik)
  - izolacja głowicy cylindra (pracownik)



# Koboty – przykłady współpracy

- **Aura** (Comau) w dziale montażu zwrotnic, **Fabryka silników FPT Industrial Driveline** (Grupa Iveco, Turyn, Włochy):
  - pobranie zwrotnicy z wózka w doku załadunkowym (kobot)
  - umieszczenie zwrotnicy na stole (kobot w trybie prowadzenie ręcznego)
  - montaż zwrotnicy (pracownik)
  - pobranie zwrotnicy ze stołu (kobot w trybie prowadzenie ręcznego)
  - umieszczenie zwrotnicy na wózku w doku rozładunkowym (kobot)



# Koboty – przykłady współpracy

- **YuMi** (ABB) w sali koncertowej **Teatru Verdi** (Piza, Włochy):
  - dyrygowanie orkiestrą Lucca Philharmonic Orchestra podczas występu tenora Andrei Bocelliego (koncert „Oddech nadziei: od Stradivariusa do robota” – 12 września 2017, pierwsze wydarzenie tego typu).



# Koboty – przykłady współpracy

- **KUKA** (KUKA) w **Huang Yi & KUKA** (m.in. w Narodowym Forum Muzyki, Wrocław – 15 grudnia 2016)
  - taniec (robot i człowiek)
  - operowanie światłem (robot)
  - operowanie kamerą (robot)



# Koboty – najefektywniejsze zastosowania




za AutomatykaB2B

Typowo w dwóch scenariuszach:

- wykonywaniu oddzielnych czynności, przy czym pracownik i robot znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie (koegzystencja)
- współpraca pracownika i maszyny, którzy dzielą się obowiązkami w ramach jednego zadania (współpraca sekwencyjna)

# Koboty – zalety współpracy

- Wzajemne dopełnianie najlepszych cech ludzi i maszyn
- Roboty bardzo dobrze sprawdzają się w wykonywaniu czynności powtarzalnych i wymagających dużej precyzji albo użycia dużej siły
- Ludzie rozumieją zachodzące w otoczeniu zmiany oraz są w stanie odpowiednio na nie zareagować / przystosować się
- Szybka obsługa sytuacji awaryjnych przez pracującego na stanowisku pracownika
- Stopniowanie poziomów zaangażowania pracownika i maszyny – częściowa automatyzacja

# Koboty – zalety zastosowania

- Brak poważnej ingerencji w dotychczasowy rozkład zakładu
- Łatwiejsza integracja w porównaniu z tradycyjną robotyzacją
- Mniejszy koszt w porównaniu z tradycyjną robotyzacją
- Mniejsza czasochłonność instalacji stanowiska w porównaniu ze zrobotyzowaną celą wytwórczą
- Oszczędność miejsca ze względu na brak konieczności instalacji klasycznych systemów bezpieczeństwa
- Mobilność stanowiska – relatywna łatwość przeniesienia kobota do nowego zadania w innej części zakładu, także łatwość (re)programowania
- Praktycznie brak dodatkowych kosztów przy zmianie wytwarzanego asortymemtu – wytwarzanie krótkich serii produkcyjnych
- Podwyższenie jakości i powtarzalności produkcji
- Ograniczenie strat, lepsze wykorzystanie materiałów i zasobów
- Zwiększenie elasyczności i przewidywalności procesów

# Koboty – wady zastosowania

- Koboty pracują znacznie wolniej niż „zwykłe” roboty
- Potencjalnie większa częstotliwość wstrzymywania pracy kobota powodowanej kolizją – co dodatkowo spowalnia proces
- Koboty mają zazwyczaj w porównaniu do „zwykłych” robotów mniejszy udźwig
- Wymagana stała obecność „operatora” stanowiska

# Wdrożenia kobotów – motywacja

- Możliwość bezpośredniej współpracy z człowiekiem
- Możliwość bezpiecznej współpracy z człowiekiem
- Elastyczność i łatwość instalacji/integracji
- Ułatwienie prowadzenia produkcji bazującej na stanowiskach – środowisko nieliniowe (versus produkcja na liniach produkcyjnych – środowisko liniowe)
- Łatwość programowania
- Wykonywanie powtarzalnych zadań
- Minimalizacja prac monotonnych i uciążliwych
- Podnoszenie efektywności
- Oszczędność miejsca
- Brak wynagrodzeń
- Prowadzona polityka – ustawa o robotyzacji, środki unijne, wsparcie sektora bankowego

# Wdrożenia kobotów – podstawowe obawy odbiorców

- Zachowanie liczby miejsc pracy
  - Redukcja etatów na stanowiskach niewymagających kwalifikacji wyższych niż podstawowe
  - Tworzenie nowych miejsc pracy poprzez zwiększenie wydajności i potrzebę rozbudowy produkcji
  - Zaspokojenie braków kadrowych
- Zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa
  - Norma ISO 10218-1 oraz specyfikacja techniczna ISO/TS 15066
  - Koboty to maszyny o sporym ciężarze i poruszające się w przestrzeni wykraczającej poza ich podstawę
  - Cyberataki na systemy zrobotyzowane
  - Zdroworozsądkowym podejściem wydaje się być zachowanie ograniczonego zaufania – analogicznie jak do każdej innej maszyny
  - Nie ma bezpiecznych robotów, bezpieczne mogą być jedynie ich aplikacje – myśląc o systemie skobotyzowanym, trzeba brać pod uwagę kobota, jego chwytak, przemieszczane detale, warunki otoczenia itd.

# Wdrożenia kobotów – podstawowe obawy odbiorców

- Kwestie konfiguracji i obsługi
  - Na ile łatwe jest dostosowywanie kobotów do różnych zadań
  - Co musi wiedzieć pracownik by dokonać konfigurowania/programowania kobota
  - Jak czasochłonne są to czynności (nie dzieje się to aż tak szybko, jak reklamują to dostawcy)
  - Kwestie potencjalnego uszkodzenia sprzętu
  - Dostępność wirtualnych narzędzi treningowych
- Opłacalność

# Koboty – kryteria podjęcia decyzji o wdrożeniu

- Koszt zakupu i wdrożenia
- Możliwości aplikacyjne
- Możliwość łatwego uruchomienia
- Bezpieczeństwo
- Wsparcie i usługi dostawcy
- Parametry techniczne
- Marka
- Długość gwarancji

# Koboty – funkcje związane z bezpieczeństwem

## Specyfikacja techniczna ISO/TS 15066:2016

- Praca z funkcją bezpiecznego, kontrolowanego zatrzymania (safety-rated monitored stop) – funkcja dwuetapowa
  - wyhamowanie silników
  - monitorowane utrzymywanie bezpiecznego położenia
  - po ustąpieniu niebezpieczeństwa natychmiastowy restart
- Praca z zapewnieniem monitorowanej prędkości i odległości od człowieka (speed and separation monitoring)
- Praca przy ograniczonej sile i mocy (power and force limiting)
- Ręczne prowadzenie ramienia przez operatora (hand guiding) – to operator jest odpowiedzialny za bezpieczną pracę kobota

# Koboty – funkcje związane z bezpieczeństwem

- Ograniczanie prędkości
  - Operator i robot mogą się poruszać, jednocześnie przebywając we wspólnej przestrzeni roboczej w tym samym czasie
  - Im mniejszy dzielący je dystans, tym bardziej robot zwalnia
  - Przekroczenie odległości granicznej powoduje zatrzymanie robota
- Ograniczanie siły
  - Operator i robot, przebywając we wspólnej przestrzeni roboczej, mogą się jednocześnie poruszać, a co więcej, dopuszczalny jest kontakt między nimi, przypadkowy i celowy
  - Siła z jaką robot oddziałuje na obiekt, z którym się zderza, jest ograniczana do bezpiecznego poziomu
  - Wartości odniesienia siły dostarczają wyniki badań dotyczących określenia progu czucia bólu w przypadku, gdy (określone w załączniku do specyfikacji technicznej ISO/TS 15066):
    - część ciała zostanie ściśnięta z jednej strony przez ruchomą część systemu robota, a z drugiej strony przez nieruchomą lub ruchomą część stanowiska (quasi-static contact)
    - kontakt jest przejściowy, a dotknięta część ciała nie zostaje zablokowana (transient contact)
  - Wymaga się, by robot ani obiekt, na który oddziałuje, nie miały nigdy styczności z głową ani szyją operatora

# Stanowisko z kobotem – kwestie bezpieczeństwa

- Zaimplementowanie w kobocie wymienionych funkcji bezpieczeństwa nie oznacza automatycznie, że może on bez zastosowania dodatkowych środków ochrony współpracować z człowiekiem przy wykonywaniu każdego zadania
- Obowiązkiem integratora systemu jest analiza związanego z zadaniem ryzyka – ocena prawdopodobieństwa wystąpienia sytuacji zagrażającej zdrowiu/życiu operatora (wystawia certyfikat bezpieczeństwa)
  - Jak długo operator będzie przebywał we wspólnej z kobotem przestrzeni roboczej?
  - Jak często będzie przekraczał jej granice?
  - Jak często i jak długo będzie on miał bezpośredni kontakt z kobotem?
  - Jakie dodatkowe czynniki zagrożenia występują (ostre narzędzia – cięcie, wysokie temperatury – klejenie, upuszczenie manipulowanego obiektu – przenoszenie)?
  - Jakie inne niespodziewane zdarzenia mogą wystąpić (zmęczenie, odwrócenie uwagi, poślizgnięcie się, zasłabnięcie)?
  - Ile i jakich osób będzie z kobotem „pracowało”?

# Koboty – elementy systemów bezpieczństwa

- pianka zabezpieczająca ramię robota
- sensory dotykowe
- czujniki zbliżeniowe
- czujniki siły
- układy do pomiaru prądu
- skanery laserowe
- systemy wizyjne

# Koboty – cechy charakterystyczne

- Kompaktowa budowa
- Lekka konstrukcja
- Zaokrąglone krawędzie
- Miękko wykończone powierzchnie
- Ukryte okablowanie i inne oprzyrządowanie
- Serwonapędy o małej inercji
- Implementacja funkcji szybkiego hamowania oraz algorytmów detekcji kolizji w kontrolerze

# Koboty – producenci, dostępne modele

- ABB – YuMi
- Bosch – APAS
- Comau – Aura
- Fanuc – CR-4iA, CR-7iA, CR-35iA, CRX-10iA(/L)
- Festo – BionicCobot
- igus – robolink
- Kassow Robots – KR 810, KR 1205, KR 1410, KR 1805
- Kawasaki – duAro1, duAro2
- KUKA – LBR iiwa
- Rethink Robotics – Baxter, Sawyer
- Staubli – TX2-60, TX2-90
- Universal Robots – UR3, UR5, UR10, UR16
- Yaskawa – HC10

Rozpoznawalność producentów

- KUKA
- Universal Robots
- ABB
- Fanuc
- Staubli, Yaskawa, Bosch
- Comau, Rethink Robotics

# Koboty – dostawcy, przykładowa oferta, charakterystyka

| Dostawcy robotów współpracujących – oferta i przykładowe coboty | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nazwa firmy | ABB | AB-Micro | Alnea Robotics | CoRobotics | Elmark Automatyka | Encon-Koester | Fanuc Polska | FlexLink Systems Polska | KUKA CEE | Omron Electronics | RMA | STAUBLI Łódź | Universal Robots | Yaskawa Polska |
| Rodzaje | Nośność robotów (od÷do, w kg) | 0,5 | 3÷5 | 3÷14 | 3÷12 | 3÷10 | 3÷10 | 4÷35 | 3÷35 | 7÷14 | 14 | 3÷10 | 1÷20 | 3÷10 | 10 |
| | Maksymalny zasięg robotów (do, w mm) | 559 | 1300 | 820 | 1300 | 1300 | 1300 | 550÷1813 | 1800 | 820 | 1300 | 500÷1500 | 1450 | 1300 | 1200 |
| | Powtarzalność (w mm) | 0,02 | 0,03 | 0,2 | 0,1 | 0,03 | ±0,05 | ±0,01÷±0,03 | 0,05 | ±0,1 | 0,05 | ±0,1 | 0,02 | 0,03÷0,1 | 0,1 |
| | Maksymalna liczba stopni swobody | 14 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 360 | 6 | 6 | 6 |
| | Oferujemy roboty nowe/używane | ●/● | ●/○ | ●/○ | ●/○ | ●/● | ●/○ | ●/○ | ●/○ | ●/● | ●/○ | ●/● | ●/○ | ●/○ | ●/○ |
| Zastosowania | Spawanie i zgrzewanie/malowanie/montaż | ○/○/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ○/●/● | ○/○/○ | ○/○/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● |
| | Pakowanie/paletyzacja/przenoszenie | ●/○/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ○/○/○ | ●/●/● | ●/●/● | ●/○/○ | ●/●/● | ●/●/● |
| | Uszczelnianie/mycie i czyszczenie | ○/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ○/○ | ○/○ | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● |
| | Manipulacja towarami delikatnymi (np. spożywcze) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Obróbka mechaniczna i polerowanie/montaż elektroniki | ○/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ○/○ | ○/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● |
| | Obsługa gniazd produkcyjnych/inne | ●/○ | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/○ | ○/○ | ○/○ | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● |
| Bezpieczeństwo | Liczba różnych funkcji bezpieczeństwa | - | 15 | - | 12 | 17 | 17 | 6 | >2 | - | 4 | - | 5 | 17 | 5 |
| | Główna norma bezpieczeństwa, z którą są zgodne ofertowane coboty | ISO 10218-1 ISO/TS 15066 | - | - | EN ISO 10218-1 | ISO 10218 | ISO13849-1, EN ISO 10218-1 | - | ISO 10218 | - | SEMI S2 | - | SIL3 Ple | ISO 10218-1 | TS15066, ISO 10218-1 |
| | Dostępne są wersje wykonaniu ATEX | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | ○ |
| Akcesoria do cobotów | Chwytaki/czujniki/osłony | ●/●/● | | ○/○/○ | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | | ●/●/● | ●/●/● | ○/○/○ | ○/○/○ | ●/●/○ |
| | Elementy witryjne/rozwiązania specjalizowane | ●/● | ☆ | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/○ | ○ | ●/● | ●/● | ○/○ | ○/○ | ●/● |
| | Prowadzimy współpracę z dostawcami akcesoriów | ○ | | ● | ○ | ● | ○ | ● | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Oprogramowanie do cobotów | Własne narzędziowe/moduły do integracji, API | ●/○ | ○/○ | ○/○ | ●/● | ●/● | ●/● | ●/○ | ●/○ | | ●/● | ●/○ | ●/● | ●/○ | ●/● |
| | Możliwość programowania poprzez pokazywanie | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ● | ○ | ● | ● | ● |
| | Wirtualne aplikacje do nauki programowania | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | ○ | | ● | ○ | ● | ● | ● |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Produkt | Nazwa (typ) | IRB14000 (YuMi) | UR5e | CR-7iA/L | HCR-5 | UR5e | UR5e | CR 14iA/L | RC10 | LBR iiwa 7 R800 | TM | UR5 | TX2 90 | UR3e | HC10 |
| | Producent | ABB | Universal Robots | Fanuc | Hanwha | Universal Robots | Universal Robots | Fanuc | Universal Robots | KUKA | Omron | Universal Robots | Staubli | Universal Robots | Yaskawa Motoman |
| Parametry | Udźwig (kg)/zasięg (mm) | 0,5/559 | 5/850 | 7/717 | 5/915 | 5/850 | 5/850 | 14/911 | 8/1300 | 7/800 | 14/1300 | 5/850 | 20/1000 | 3/500 | 10/1200 |
| | Powtarzalność (mm)/liczba stopni swobody | 0,02/14 | 0,03/6 | 0,01/6 | 0,1/6 | 0,03/6 | ±0,03/6 | ±0,01/6 | 1/6 | ±0,1/7 | 0,05/7 | ±0,1/360 | 0,03/6 | 0,03/6 | 0,1/6 |
| Bezpieczeństwo | Ograniczanie siły/zatrzymanie bezpieczeństwa | ●/● | ●/● | ○/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● |
| | Regulacja szybkości/obudowa absorbująca uderzenia | ●/○ | ●/○ | ○/● | ●/○ | ●/○ | ●/○ | ●/○ | ●/● | ●/○ | ●/○ | ●/○ | ●/○ | ●/○ | ●/○ |
| Przeznaczenie | Pick&place/montaż/machine tending i obsługa gniazd | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/○/○ | ●/●/○ | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● |
| | Spawanie i zgrzewanie/malowanie/klejenie | ○/○/● | ●/●/● | ●/●/○ | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ○/●/● | ○/○/○ | ○/○/○ | ●/○/● | ●/○/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● |
| | Pakowanie/paletyzacja/mycie i czyszczenie | ●/○/○ | ●/○/○ | ●/●/● | ○/○/● | ●/○/● | ●/●/○ | ●/●/● | ●/●/○ | ○/○/○ | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● |
| | Elektronika/Obróbka mechaniczna i polerowanie/inne | ●/○/● | ○/●/○ | ○/●/○ | ●/●/○ | ●/●/○ | ●/●/○ | ●/●/○ | ○/○/○ | ●/○/○ | ○/○/○ | ○/○/○ | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/○ |
| Inne | Do robota można dobrać osprzęt (np. chwytaki) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ | ○ | ● | ● | ● | ● | ● |

Uwaga: W grupie firm w zestawieniu znajduje się też OnRobot A/S – dostawca akcesoriów (chwytaki, czujniki) do cobotów marek: Universal Robots, KUKA, Kawasaki, Nachi, Yaskawa Motoman, Techman, Fanuc, Doosan, Hanwha i innych. Firma oferuje również powiązane z produktami oprogramowanie.

za AutomatykaB2B

# Koboty – przykładowe parametry

- **UR5** – sześcioosiowy kobot firmy Universal Robots
  - zasięg: 850 mm
  - udźwig: 5 kg
  - ciężar: 18,5 kg
  - powtarzalność: 0,1 mm
  - zakres ruchu 720°
  - maksymalna prędkość 180°/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany system wizyjny, w tym w chwytaku



- **CR-7iA** – sześcioosiowy kobot firmy Fanuc
  - zasięg: 717 mm
  - udźwig: 7 kg
  - ciężar: 53 kg
  - powtarzalność: 0,01 mm
  - zakres ruchu 166÷720°
  - maksymalna prędkość 1000°/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany czujnik wizyjny oraz 3D



# Koboty – przykładowe parametry

- **UR5** – sześcioosiowy kobot firmy Universal Robots
  - zasięg: 850 mm
  - udźwig: 5 kg
  - ciężar: 18,5 kg
  - powtarzalność: 0,1 mm
  - zakres ruchu 720°
  - maksymalna prędkość 180°/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany system wizyjny, w tym w chwytaku



- **CRX-10iA(/L)** – sześcioosiowy kobot firmy Fanuc
  - zasięg: 1249 mm (1418 mm)
  - udźwig: 10 kg
  - ciężar: 39 kg
  - powtarzalność: 0,05 mm
  - zakres ruchu 360÷570°
  - maksymalna prędkość 180°/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany czujnik wizyjny oraz 3D



# Koboty – przykładowe parametry

- **CR-35iA** – sześcioosiowy kobot firmy Fanuc
  - zasięg: 1813 mm
  - udźwig: 35 kg
  - ciężar: 990 kg
  - powtarzalność: 0,04 mm
  - zakres ruchu 165÷900°
  - maksymalna prędkość 750°/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany czujnik wizyjny oraz 3D



- **LBR iiwa 14** – siedmioosiowy kobot firmy KUKA
  - zasięg: 820 mm
  - udźwig: 14 kg
  - ciężar: 30 kg
  - powtarzalność: 0,1 mm
  - zakres ruchu 240÷350°
  - maksymalna prędkość 75÷135°/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany system wizyjny, otwarty system sterowania (ROS Industrial)

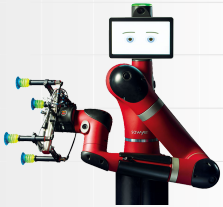


# Koboty – przykładowe parametry

- **YuMi (IRB 14000)** – czternastoosiowy kobot firmy ABB
  - zasięg: 600 mm
  - udźwig: 0,5 kg
  - ciężar: 38 kg
  - powtarzalność: 0,02 mm
  - zakres ruchu 200÷580°
  - maksymalna prędkość 180÷400°/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany system wizyjny, w tym w chwytakach



- **Sawyer** – siedmioosiowy kobot firmy Rethink Robotics
  - zasięg: 1260 mm
  - udźwig: 4 kg
  - ciężar: 19 kg
  - powtarzalność: 0,1 mm
  - zakres ruchu 340÷540°
  - typowa prędkość narzędzia 1,5 m/s
  - możliwość wyposażenia w dedykowany system wizyjny, w tym w chwytaku



# Koboty – przykładowe parametry

- **KR 1805** – siedmioosiowy kobot firmy Kassow Robots
  - zasięg: 1800 mm
  - udźwig: 5 kg
  - ciężar: 45 kg
  - powtarzalność: 0,1 mm
  - zakres ruchu 205÷720°
  - maksymalna prędkość 225°/s



- **AURA** – sześcioosiowy kobot firmy Comau
  - zasięg: 2790 mm
  - udźwig: 170 kg
  - ciężar: 1615 kg
  - powtarzalność: 0,1 mm
  - zakres ruchu 105÷360°
  - maksymalna prędkość 85÷190°/s



# Koboty – przykładowe parametry

- **duAro 1 (2)** – ośmioosiowy kobot Kawasaki
  - zasięg: 760 (785) mm
  - udźwig: 2 × 2 (3) kg
  - ciężar: 230 kg (ze sterownikiem)
  - powtarzalność: 0,05 mm
  - zakres ruchu 280÷720°, 150 (550) mm
  - maksymalna prędkość ?°/s



# Koboty – lokalni dostawcy i integratorzy

**Dostawcy robotów współpracujących i AGV, integratorzy systemów oraz oferowane przez nich marki**

| Nazwa firmy | K | Z | D | I | X | Marki cobotów | Marki AGV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ABB | ○ | ● | ○ | ● | ○ | ABB | |
| AB-Micro | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | Universal Robots | |
| Aformic | ● | ○ | ○ | ● | ○ | | Aformic |
| Alnea Robotics | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | KUKA, Fanuc, Mitsubishi | Omron |
| ASTOR | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | Kawasaki | Mobile Industrial Robots |
| CoRobotics | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | HCR Hanwha | |
| Elmark Automatyka | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | Universal Robots | |
| ~~Encon-Koester~~ ProCobot | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | Universal Robots | Mobile Industrial Robots |
| Europa Systems | ● | ○ | ○ | ● | ○ | | ES Gear, ES Smart |
| Fanuc Polska | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | FANUC CR | |
| FlexLink Systems Polska | ○ | ● | ○ | ● | ○ | Kuka, Fanuc, UR | |
| KUKA CEE | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | KUKA | KUKA |
| Mobile Industrial Robots | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | | Mobile Industrial Robots |
| Omron Electronics | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Omron | Omron |
| OnRobot A/S | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | OnRobot | |
| Pilz Polska | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Pilz | |
| RB Poland | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | | RB Poland |
| RMA | ○ | ○ | ● | ● | ○ | KUKA, UR, ABB, Mitsubishi, Yaskawa | Robotize, KUKA |
| SEW-Eurodrive Polska | ● | ● | ○ | ○ | ○ | | |
| SSI Schäfer | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | | SSI Schäfer, Motum, Rocla |
| Staubli Łódź | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Staubli, UR, Kuka | Staubli |
| Universal Robots | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Universal Robots | |
| VersaBox | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | | VersaBot |
| WObit | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | | MOBOT |
| Yaskawa Polska | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Yaskawa Motoman | |
| | K | Z | D | I | X | | |

**Legenda:** K – Producent krajowy Z – Oddział producenta zagranicznego D – Dystrybutor I – Integrator systemów zrobotyzowanych X – Inna kategoria

za AutomatykaB2B

# Koboty – lokalni dostawcy i integratorzy

**Integratorzy systemów zrobotyzowanych**

| | Nazwa firmy | ABB | ASTOR | Automatech | BIAP | Co Robotics | Eltronika | EX-BOX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| APLIKACJE | Spawanie i zgrzewanie/ malowanie/ montaż | ●/●/● | ●/○/● | ○/○/○ | ○/●/● | ○/○/○ | | |
| | Pakowanie/ paletyzacja/ przenoszenie | ●/●/● | ○/●/● | ●/○/● | ●/●/● | ●/●/● | | |
| | Uszczelnianie/ mycie i czyszczenie | ●/● | ○/○ | ●/○ | ○/○ | ○/○ | ○ | ○ |
| | Manipulacja towarami delikatnymi | ● | ○ | ● | ● | ○ | | |
| | Obróbka mechaniczna i polerowanie | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | Obsługa gniazd produkcyjnych | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| BRANŻE | Motoryzacyjna/ metalowa/ drzewna | ●/●/● | ●/●/● | ●/○/○ | ●/●/● | ○/●/○ | ○/●/● | ●/○/○ |
| | Spożywcza i napojowa/ opakowaniowa | ●/● | ○/○ | ●/○ | ●/● | ●/● | ●/○ | ○/● |
| | Elektroniczna i elektrotechniczna | ● | ○ | ○ | ● | ○ | ● | ● |
| USŁUGI | Projektowanie/ aplikacje/ dostawy części | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | | ○/○/● |
| | Serwis/ naprawy awaryjne/ modernizacje | ●/●/● | ●/●/○ | ●/○/○ | ●/●/● | ●/●/● | ○ | ○/○/○ |
| | Szkolenia/ gwarantowane czasy serwisu | ●/● | ●/● | ●/○ | ●/● | ●/● | | ○/○ |

| | Nazwa firmy | MPL System | PIAP | RMA | S-Machines | TMA Automation | VersaBox | Wikpol |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| APLIKACJE | Spawanie i zgrzewanie/ malowanie/ montaż | ○/○/● | ●/●/● | ●/○/● | ○/●/● | ○/○/● | ○/○/○ | ○/○/○ |
| | Pakowanie/ paletyzacja/ przenoszenie | ●/●/● | ●/●/● | ○/○/○ | ●/●/● | ●/●/● | ○/●/● | ●/●/● |
| | Uszczelnianie/ mycie i czyszczenie | ○/○ | ○/○ | ○/● | ○/● | ○/○ | ○/○ | ○/○ |
| | Manipulacja towarami delikatnymi | ● | ● | ○ | ● | ○ | ○ | ● |
| | Obróbka mechaniczna i polerowanie | ○ | ● | ● | ● | ○ | ○ | ○ |
| | Obsługa gniazd produkcyjnych | ● | ● | ○ | ● | ● | ○ | ○ |
| BRANŻE | Motoryzacyjna/ metalowa/ drzewna | ●/●/● | ●/●/● | ●/○/○ | ○/●/● | ●/○/○ | ●/●/○ | ○/○/○ |
| | Spożywcza i napojowa/ opakowaniowa | ●/○ | ●/● | ○/○ | ●/● | ●/● | ○/● | ●/● |
| | Elektroniczna i elektrotechniczna | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ○ |
| USŁUGI | Projektowanie/ aplikacje/ dostawy części | ●/●/● | ●/●/○ | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/○ | ●/●/● | ●/●/● |
| | Serwis/ naprawy awaryjne/ modernizacje | ○/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● | ●/●/● |
| | Szkolenia/ gwarantowane czasy serwisu | ○/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● | ●/● |

za AutomatykaB2B

# Koboty – lokalni dostawcy i integratorzy

**Dane teleadresowe firm, zakres ich działalności i dostarczane marki robotów oraz manipulatorów**

| Nazwa firmy | Telefon | E-mail | Strona WWW | Oddział producenta | Dystrybutor | Integrator systemów | Dostawca mniejszych robotów | Inna kategoria | Dostarczane marki robotów i manipulatorów |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ABB | 22 223 77 77 | robotyka.sprzedaz@pl.abb.com | www.abb.pl/robotics | ● | ○ | ● | ● | ○ | ABB |
| ASTOR | 12 428 63 00 | info@astor.com.pl | www.astor.com.pl | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Kawasaki, Epson |
| Automatech | 22 753 24 80 | biuro.warszawa@automatech.pl | www.automatech.pl | ○ | ● | ● | ● | ○ | ABB, Omron, KUKA |
| BIAP | 71 769 78 00 | biap@biap.com.pl | www.biap.com.pl | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | ABB, Hanwha, Yaskawa |
| Bosch Rexroth | 22 738 18 00 | info@boschrexroth.pl | www.boschrexroth.com | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | Bosch Rexroth |
| Co Robotics | 22 299 00 80 | biuro@corobotics.pl | www.corobotics.pl | ○ | ● | ● | ○ | ○ | Hanwha, HCR |
| Elmark Automatyka | 22 541 84 60 | roboty@elmark.com.pl | www.elmark.com.pl | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Universal Robots |
| Eltron | 71 747 25 68 | yaskawa@eltron.pl | www.eltronrobots.pl | ○ | ● | ○ | ● | ○ | YASKAWA |
| Eltronika | 22 751 97 44 | info@eltronika.pl | www.eltronika.pl | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Apem CD Products, Tend Electric |
| Euro-Impex Marketing | 12 421 95 51 | rs@euroimpex.krakow.pl | www.euroimpex.krakow.pl | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | SI Robotics Parallax, Reach Robotics Limited |
| EX-BOX | 22 711 12 83 | biuro@ex-box.pl | www.ex-box.pl | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Reiku |
| FANUC Polska | 71 776 61 60 | sales@fanuc.pl | www.fanuc.pl | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | FANUC |
| igus | 22 863 57 70 | info-pl@igus.net | www.igus.pl | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | igus |
| Indugrogress | 22 290 31 78 | biuro@indugrogress.pl | www.indugrogress.pl | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Delta Electronics |
| KUKA CEE GmbH Oddział w Polsce | 32 730 32 14 | biuropl@kuka.com | www.kuka.com | ● | ○ | ○ | ○ | ● | KUKA |
| Mitsubishi Electric | 12 347 65 00 | mpl@mpl.mee.com | https://pl.mitsubishielectric.com | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | Mitsubishi Electric |
| MPL System | 32 781 47 60 | zapytania@mplsystem.pl | www.mplsystem.pl | ○ | ○ | ● | ○ | ● | Mitsubishi, Fanuc, ABB |
| Omron Electronics | 22 458 66 66 | info_pl@omron.com | http://industrial.omron.pl | ● | ○ | ○ | ● | ○ | Omron |
| OnRobot | +36 70 881 9279 | cee@onrobot.com | https://onrobot.com/pl | ● | ○ | ○ | ○ | ● | OnRobot |
| PIAP | 22 874 01 94 | marketing@piap.pl | www.piap.pl | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | KUKA, FANUC, ABB |
| ProCobot | 530 556 686 | damian.goral@procobot.com | www.procobot.com | ○ | ● | ○ | ● | ○ | Universal Robots, Mobile Industrial Robots |
| Renex | 88 559 25 55 | office@renexrobotics.pl | www.renexrobotics.pl | ● | ● | ○ | ○ | ● | Yamaha |
| RMA (AIC S.A.) | 58 350 65 50 | sales@myrma.eu | www.myrma.eu | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | KUKA, ABB, Mitsubishi, Schunk |
| S-Machines | 668 087 435 | wkw@sitaniec.pl | https://s-machines.pl/ | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | Fanuc, S-Machines |
| Staubli Łódź | 42 636 85 04 | staubli.pl@staubli.com | www.staubli.pl | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | Staubli |
| TFM-Robotics | 32 214 88 00 | info@tfm-robotics.pl | www.tfm-robotics.pl | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | Techman Robot |
| TMA Automation | 728 545 595 | info@tma-automation.com | www.tma-automation.com | ○ | ○ | ● | ● | ○ | TMA, Omron, KUKA |
| Universal Robots A/S | 420 222 286 200 | ur.cee@universal-robots.com/pl | www.universal-robots.com/pl | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | Universal Robots |
| VersaBox | 513 032 034 | contact@versabox.eu | www.versabox.eu | ● | ○ | ○ | ● | ○ | Versabot |
| Wikpol | 81 503 23 30 | handlowy@wikpol.com.pl | www.wikpol.com.pl | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | FANUC, Festo |
| WOBit | 61 222 74 10 | wobit@wobit.com.pl | www.wobit.com.pl | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | MOBOT, WOBit |
| Yaskawa Polska | 71 792 86 70 | info.pl@yaskawa.eu.com | www.yaskawa.pl | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | Yaskawa Motoman |

za AutomatykaB2B

# Koboty – elementy wsparcia odbiorców

- Otwarte szkolenia on-line
- Internetowe showroomy
- Produkty typu „podłącz i produkuj”
- Zestawy aplikacji – komponenty z dedykowanym oprogramowaniem

Platforma UR+:

- Komponenty i zestawy aplikacji
  - montaż, dozowanie, wykańczanie, przenoszenie, spawanie kontrola jakości
  - zestaw wkręcający SPATZ-STÖGER Pick & Place, zestaw do paletyzowania Dahl, zestaw do szlifowania Robotiq, zestaw ze stacją roboczą Q-Span
- Oprogramowanie „URCap” pozwalające na sterowanie wszystkimi urządzeniami peryferyjnymi bezpośrednio z panelu programowania kobota

Akademia Universal Robots

# Koboty – pożądane kierunki rozwoju

- Dodawanie nowych czujników dotyku i systemów zwiększających bezpieczeństwo obsługi
- Dalsze usprawnienia w zakresie programowania
- Systemy wykorzystujące sztuczną inteligencję
- Wprowadzanie nowych rodzajów manipulatorów
- Tworzenie oferty systemowej w zakresie osprzętu
- Rozwój możliwości komunikacji bezprzewodowej i głosowej z robotami
- Integracja kamer wizyjnych
- Zwiększanie zasięgu oraz wydajności przy zachowaniu bezpieczeństwa współpracy z ludźmi

# Koboty – opłacalność

- ???
- Robot przemysłowy najlepiej sprawdza się w celi zapewniającej planowaną wydajność aplikacji i bezpieczeństwo pracowników
- Sektor produkcji elektroniki – branża w której koboty zapewniają oczekiwaną wydajność (ale to w Azji z przodującym Kawasaki)
- Wydaje się, że koboty wciąż nie są ekonomicznie opłacalne w polskim przemyśle – na pewno nie w masowej produkcji
- Aktualnie wielkość krajowego rynku szacowana jest na ok. 250 sztuk rocznie – ale tempo wzrostu popytu na poziomie 25% (globalnie 47%, obecnie koboty to około 4% rynku robotów, 35% szacowane w 2027)

# Koboty – wpływ na kwestie zarządzania

Obszary podejmowania decyzji w zakresie zarządzania operacyjnego firmą, na które znaczący wpływ ma kobotyzacja

- Strategia doboru rozwiązań produkcyjnych (Layout Strategy)
- Strategia organizacji procesu produkcji (Process Strategy)
- Projektowanie procesów i ich wydajności (Process and Capacity Design)
- Zarządzanie zasobami ludzkimi i projektowanie stanowisk (Human Resources and Job Design)
- Ergonomia pracy (Ergonomics)
- Kwestie niezawodności i konserwacji (Reliability and Maintenance)
- Zarządzanie jakością (Quality Management)

# Koboty – dobór rozwiązań produkcyjnych

- Produkcja bez przemieszczania produktu (Fixed-Position Layout)
  - Największe wyzwanie: jak w sposób efektywny wykorzystać przestrzeń roboczą i zapewnić dostęp do wytwarzanego elementu
  - Najłatwiejsza do kobotyzacji – kobot może zostać umieszczony „gdziekolwiek”, w tym na platformie mobilnej
  - Przykład: kobot wspomagający pracownika na stanowisku montażu ręcznego, kobot zastępujący pomocnika w dwuosobowym zespole
- Organizacja zorientowana na wykonywane operacje (Process-Oriented Layout)
  - Stosowana przy małoseryjnej produkcji różnorodnych produktów – trudnej do zautomatyzowania
  - Łatwe zastosowanie kobotów ze względu na łatwość ich programowania
  - Możliwość przygotowania dla kobota bazy programów realizacji znanych zadań
  - Przykład: kobot na stanowisku spawania

# Koboty – dobór rozwiązań produkcyjnych

- Cele produkcyjne (Work Cells)
  - Bazująca na wydzielonych, zwykle autonomicznych stanowiskach realizujących proces wytwórczy
  - Kobot jako element pośredniczący pomiędzy człowiekiem a maszyną
  - Wykorzystanie kobotów do zaopatrywania celi / odbierania jej produktów
  - Łatwość przemieszczenia kobota z celi do celi bez ponoszenia dodatkowych kosztów
  - Przykład: kobot wspomaga operatora przy przenoszeniu czy przytrzymaniu ciężkich detali
- Produkcja powtarzalna zorientowana na produkt – linie produkcyjne (Repetitive and Product-Oriented Layout)
  - Przy dobrze zaprojektowanych liniach najtrudniejsza do modyfikacji
  - Wykorzystanie kobotów jako współpracowników operatorów obsługi linii
  - Przykład: kobot przytrzymujący amortyzatory montowane w samochodzie przez operatora linii

# Koboty – wpływ na organizację procesu produkcji

- Określa podejście organizacji do sposobu przekształcania zasobów w towary i usługi – celem jest stworzenie procesu, który dostarcza asortyment spełniający wymagania klientów w ramach kosztów i innych ograniczeń
- Koboty najprawdopodobniej będą miały wpływ na projektowanie zarówno systemów zorientowanych na wykonywane operacje jak i powtarzalnych – linie produkcyjne
- Dostarczana przez koboty elastyczność w systemie zorientowanym na wykonywanie operacji zapewnia wszystkie zalety automatyzacji na mniejszą skalę
- W przypadku linii produkcyjnych łatwość dostosowywania kobotów do zadań pozwala nadążać za zmieniającymi się potrzebami operatora przy minimalizacji przestojów

# Koboty – zagadnienia projektowania procesów

- Postęp technologiczny wymusza ustawiczną zmianę sposobu realizacji produkcji
- Krytycznym elementem staje się zapewnienie odpowiednich metod komunikacji między ludźmi, robotami i innymi systemami automatyki
- Obecnie wiele urządzeń bazuje na autorskich, zastrzeżonych metodach komunikacji, co znacząco utrudnia integrację
- Pojawia się potrzeba dostarczenia nowej, jednolitej metody komunikacji pomiędzy odmiennymi systemami – tego typu systemy stają się coraz bardziej powszechne i niezawodne (ROS, ROS-Industrial)
- Idea otwartego oprogramowania – open source (versus wolne oprogramowanie – free software)
- Ułatwienie przeprojektowywania procesów – możliwość działania na zasadzie ciągłego doskonalenia

# Koboty – planowanie i organizacja pracy

- Największe wyzwania: stabilność zatrudnienia, harmonogramy pracy, określanie zasad pacy, klasyfikacja stanowisk
- Dwie strategie: śledzenie popytu i dostosowywanie do niego zatrudnienia, stałe zatrudnienie i planowanie i utrzymywanie zapasów
- Kluczowa potrzeba – elastyczność
- Kobotyzacja ma ogromny wpływ na sposób organizacji pracy
- Możliwość wykorzystania pracownika do innych zadań po tym jak zaprogramowany przez niego kobot wykonuje pracę
- Współpraca z kobotem zazwyczaj zwiększa zadowolenie z pracy – czynnik psychologiczny

# Koboty – ergonomia pracy

- Obejmuje wiele różnych czynników, takich jak wymagania fizyczne zadania, wymagania poznawcze zadania, konieczność współpracy z maszyną
- Możliwość wykorzystania synergii przewagi fizycznej kobota ze zdolnościami poznawczymi człowieka
- Pozwolenie robotowi nadzorowanemu przez człowieka na przenoszenie ciężarów znacznie zmniejsza ryzyko poniesienia urazów
- Zastosowanie kobotów upraszcza interfejsy człowiek-maszyna
- Zastosowanie kobotów zmniejsza narażenie na rutynę, znudzenie, zwiększając tym samym morale – czynnik psychologiczny

# Koboty – kwestie niezawodności i konserwacji

- I tu niezawodność jest kluczowym czynnikiem zapewnienia wydajności
- Koboty wyróżniają się łatwością obsługi
- Łatwość przeprowadzania codziennej konserwacji zapobiegawczej i inspekcji kobotów
- Prostsze usuwanie awarii w porównaniu do tradycyjnych stanowisk zrobotyzowanych
- Brak potrzeby zapewnienia redundancji rozwiązań (produkcja na magazyn, zrównoleglenie procesów)

# Koboty – zarządzanie jakością

- W przypadku wykorzystania kobotów można stosować te same metody zapewnienia jakości produktów co ogólnie
- Prostota programowania kobotów oraz dostęp do narzędzi do symulacji ich działania zwiększa łatwość dokonywania modyfikacji, co sprzyja poprawie jakości
- Możliwość stosowania różnorakich technik kontroli jakości jest kolejnym czynnikiem sprzyjającym jej poprawie
- Możliwość zastosowania technologii sprzyjających poprawie jakości także w mniejszych przedsiębiorstwach

# Dystrybucja zadań w procesie montażu – studium przypadku

## Sformułowanie problemu, czynniki wpływu

**Zadanie**

W procesie montażu podzespołu zidentyfikować czynności elementarne i dokonać przydziału ich wykonania człowiekowi lub kobotowi

Czynniki wpływu

- charakterystyka zadania
- fizyczne własności elementów składowych
- rodzaj przestrzeni współpracy
- czasy cykli
- możliwość dostosowania
- bezpieczeństwo

# Dystrybucja zadań w procesie montażu – studium przypadku

## Montaż, czynniki wpływu

### Montaż

Montaż jest łączeniem oddzielnych części w całość. W technice wiąże się to ze składaniem elementów w zespoły konstrukcyjne, a tych w maszyny i urządzenia. Działania montażowe realizowane są w oparciu o dokumentację techniczną.

Czynniki wpływu

- sprawność
- wydajność
- opłacalność
- sposoby chwytania komponentów
- liczba wariantów
- częstotliwość zmiany asortymentu

# Dystrybucja zadań w procesie montażu – studium przypadku

## Cele, ograniczenia

Cele

- niski jednostkowy koszt produkcji
- wzrost wydajności

Ograniczenia

- niemożność wykonania niektórych zadań przez koboty
- konieczność zakupu dodatkowego wyposażenia
- konieczność zastosowania dedykowanego oprzyrządowania

Przy małoseryjnej produkcji różnorodnych produktów zadanie dystrybucji zadań staje się działaniem rutynowym, co znaczy wartym sformalizowania

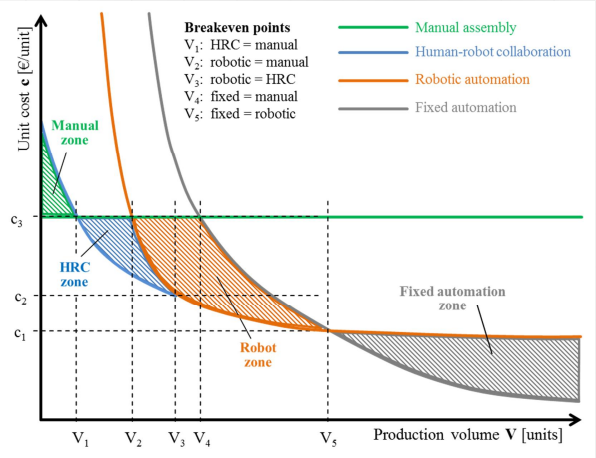
# Dystrybucja zadań w procesie montażu – studium przypadku

## Kryteria postępowania

- Dobór sposobu przydziału zadań
- Czas przygotowania stanowiska
- Stopień skrócenia czasu cyklu
- Akceptacja technologii przez operatorów
- Wytyczne dotyczące bezpieczeństwa
- Opracowania dotyczące opłacalności

# Dystrybucja zadań w procesie montażu – studium przypadku

## Kwestie opłacalności




za Björn Matthias, „*Industrial Safety Requirements for Collaborative Robots and Applications*" ABB

# Dystrybucja zadań w procesie montażu – studium przypadku

## Dobór sposobu przydziału zadań: kryteria oceny zadań

- Fizyczne własności elementów składowych
  - wymiary, waga, delikatność, kruchość, łatwość operowania
  - wiotkość, skłonność do plątania się, lepkość
- Sposób podania komponentów
  - swobodne, uporządkowane, o zadanej/nieznanej orientacji
  - czynność nie powodująca wzrostu wartości
- Sposób umieszczenia
  - kierunek, typ, dostępność miejsca
- Sposób przymocowania
  - przykręcenie, przyklejenie, nitowanie
- Bezpieczeństwo człowieka
- Inne
  - potrzeba regulacji, wyrównania, uruchomienia czynności pomocniczych