

# Roboty przemysłowe

## Znaczenie słowa „ROBOT”

W roku 1942 Isaac Assimov w krótkim opowiadaniu "Runaround" po raz pierwszy użył słowa robotyka. W kolejnych latach Assimov w swoich utworach niejednokrotnie poruszał tematy robotyki. W roku 1950 wydał zbiór opowiadań pod tytułem "Ja, robot". Assimov wprowadził także trzy prawa robotyki, według których, jak uważa autor, powinny być programowane roboty:

**Prawo zerowe:** Robot nie może szkodzić ludzkości, ani nie może, przez zaniedbanie, narazić ludzkości na szkodę.

**Prawo pierwsze:** Robot nie może zranić istoty ludzkiej, ani nie może przez zaniedbanie narazić człowieka na zranienie, chyba, że narusza to prawo o wyższym priorytecie.

**Prawo drugie:** Robot musi spełniać polecenia wydawane przez człowieka, poza poleceniami sprzecznymi z prawami o wyższym priorytecie.

**Prawo trzecie:** Robot musi chronić samego siebie dotąd, dopóki nie jest to sprzeczne z prawem o wyższym priorytecie.

## Czym jest robot przemysłowy

Robot przemysłowy – manipulacyjny robot przemysłowy jest automatycznie sterowaną, programowalną, wielozadaniową maszyną manipulacyjną o wielu stopniach swobody, posiadającą właściwości manipulacyjne lub lokomocyjne, stacjonarną lub mobilną, dla ważnych zastosowań przemysłowych.

Programowalność jest kluczową cechą robotów, odróżniającą je od mechanicznych manipulatorów. Oznacza, że zaprogramowane ruchy lub funkcje pomocnicze robota mogą być zmieniane bez zmiany struktury mechanicznej lub układu sterowania



## Historia pierwszych robotów przemysłowych

Przyjmuje się, że rozwój techniki robotyzacyjnej rozpoczął się ok. 1954 r., mimo iż już w 1937 roku Griffith P. Taylor skonstruował urządzenie spełniające definicję robota przemysłowego, zawartą w normie ISO. Był to dźwig o pięciu osiach obrotu, napędzany pojedynczym silnikiem elektrycznym, skonstruowany z części dla modelarzy i majsterkowiczów „Meccano”.

Program dla robota był dostarczany na papierowej taśmie perforowanej. Data 1954 jest związana z rozpoczęciem prac naukowo-badawczych nad budową maszyn manipulacyjnych dla przemysłu nuklearnego i poszukiwań oceanograficznych w USA.



## Historia pierwszych robotów przemysłowych

Pierwszy programowalny robot został zaprojektowany w 1954 r. przez Georga Devola. W 1956 r. prawa autorskie do tego robota wykupił student fizyki Uniwersytetu Columbia Joseph Engelberger, który założył firmę Unimation Company. Drugą firmą-prekursorem robotyki była Versatran.

Pierwsze na świecie roboty przemysłowe, Unimate 1900 wyprodukowane przez Unimation, zainstalowano w fabryce General Motors w Trenton w stanie New Jersey w 1961 roku. Obsługiwały wysokociśnieniową maszynę odlewniczą. Praktycznie równolegle w zakładach Forda zainstalowano pierwszy Versatran Model C do obsługi prasy tłoczącej dwie podobne części karoserii





## Historia pierwszych robotów przemysłowych

Można wyróżnić trzy fazy rozwoju robotów i wytwarzającego je przemysłu:

I (1954 – połowa lat 70.)- początkowy okres rozwoju; pierwsze jednostki wytworzone przez firmy Unimation, Versatran i Prab pojawiły się w 1962 r. w USA i w 1968 r. w Europie.

II (połowa lat 70. – koniec lat 70.) – kilka firm amerykańskich podjęło produkcję przede wszystkim na potrzeby przemysłu motoryzacyjnego.

III (1979 – obecnie) – gwałtowny rozwój robotyzacji, wzrost liczby producentów, odbiorców, nowych modeli i zastosowań

## Zastosowanie robotów przemysłowych

Roboty przemysłowe stosuje się w celu zastąpienia ludzi w pracy na stanowiskach uciążliwych i niebezpiecznych. Najczęściej wykonują one zadania ryzykowne (np. obsługa prasy lub praca w środowisku agresywnym chemicznie), monotonne (np. obsługa taśmy produkcyjnej) czy wymagające dużej siły fizycznej (np. rozładunek, załadunek), bądź wyjątkowej precyzji (np. zaawansowana obróbka materiałowa).

Z drugiej strony stosowanie robotów ma na celu zwiększenie poziomu produkcji oraz zwiększenie wydajności i obniżenie kosztów produkcji. Roboty przemysłowe znajdują zastosowanie głównie w przemyśle elektromaszynowym, ale także w górnictwie, rolnictwie, transporcie, budownictwie, łączności, przemyśle chemicznym, leśnictwie, medycynie, hotelarstwie, kosmonautyce.

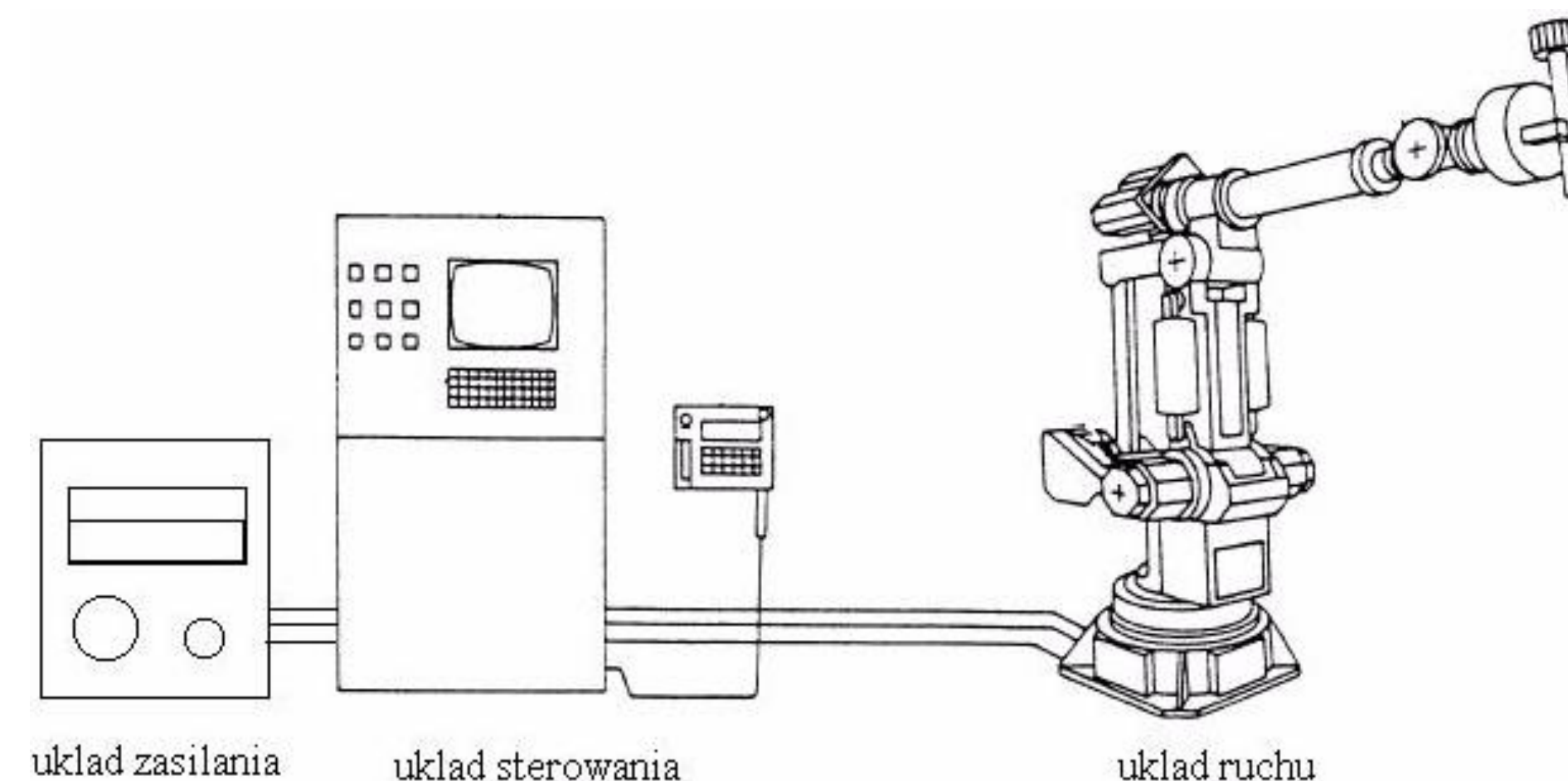
 **ASTOR**  
Przyjazna robotyka  
**Kawasaki**



## Budowa robotów przemysłowych

Roboty przemysłowe składa się z następujących trzech podstawowych układów: zasilania, sterowania i ruchu.

W obecnie budowanych robotach układy zasilania, sterownia oraz jednostka kinematyczna znajdują się w osobnych urządzeniach. Często jednak można spotkać układy zasilania i sterowania umieszczone w jednym urządzeniu. Obserwując postęp w dziedzinie robotyki można stwierdzić, iż układy sterowania i zasilania podlegają miniaturyzacji.





## Układy zasilania

Układ zasilania w przypadku stosowania różnych napędów zawiera różne elementy. Układ zasilania w przypadku stosowania jako jednostek napędowych serwonapędów elektrycznych zawiera oprócz typowego sprzętu elektrycznego układy tyrystorowe oraz układy prostownikowe do zasilania silników prądu stałego lub przemienniki częstotliwości i napięcia do zasilania silników prądu przemiennego.

Układ zasilania w przypadku stosowania jako jednostek napędowych serwonapędów pneumatycznych zawiera oprócz sprzętu elektrycznego służącego do zasilania elementów elektrycznych układu także sprężarkę.

Układ zasilania w przypadku stosowania jako jednostek napędowych serwonapędów hydraulicznych zawiera oprócz sprzętu elektrycznego służącego do zasilania elementów elektrycznych układu typowy sprzęt związany z napędami hydraulicznymi, czyli pompę, zbiornik oraz układ chłodzenia/ogrzewania płynu roboczego.



## Jednostki sterownicze



Jednostka sterownicza w przypadku stosowania komputerowego sterowania robota zawiera główny pulpit sterowniczy maszyny ze wskaźnikami oraz przyciskami do ręcznego sterownia i wprowadzania informacji.

W obecnie produkowanych robotach przemysłowych nieodłącznym elementem układu sterowania jest ręczny panel sterujący. Za pomocą takiego panelu można ręcznie sterować robotem, pisać program sterujący, kompilować, uruchomić, zatrzymać programy.



## Jednostki kinematyczne

Jednostkę kinematyczną manipulatora tworzy mechanizm kinematyczny wraz z dołączonymi napędami. Współczesne manipulatory zbudowane są w postaci szeregowo lub szeregowo-równoległego układu połączonych ruchowo członów kinematycznych, czyli tzw. łańcucha kinematycznego.

Elementy kinematyczne tworzące parę kinematyczną z dołączonym napędem pozwalają na realizację ruchów względnych elementów pary kinematycznej, tworzą zespół ruchu. We współcześnie konstruowanych maszynach manipulacyjnych znaczenie techniczne mają wyłącznie połączenia członów V klasy (jeden stopień swobody mechanicznej), a więc pary o wzajemnym ruchu postępowym lub obrotowym.

Wspomniane pary kinematyczne klasy V to przeguby obrotowe służące do obrotu jednego członu względem drugiego, oraz przeguby pryzmatyczne umożliwiające ruch postępowy pomiędzy członami.



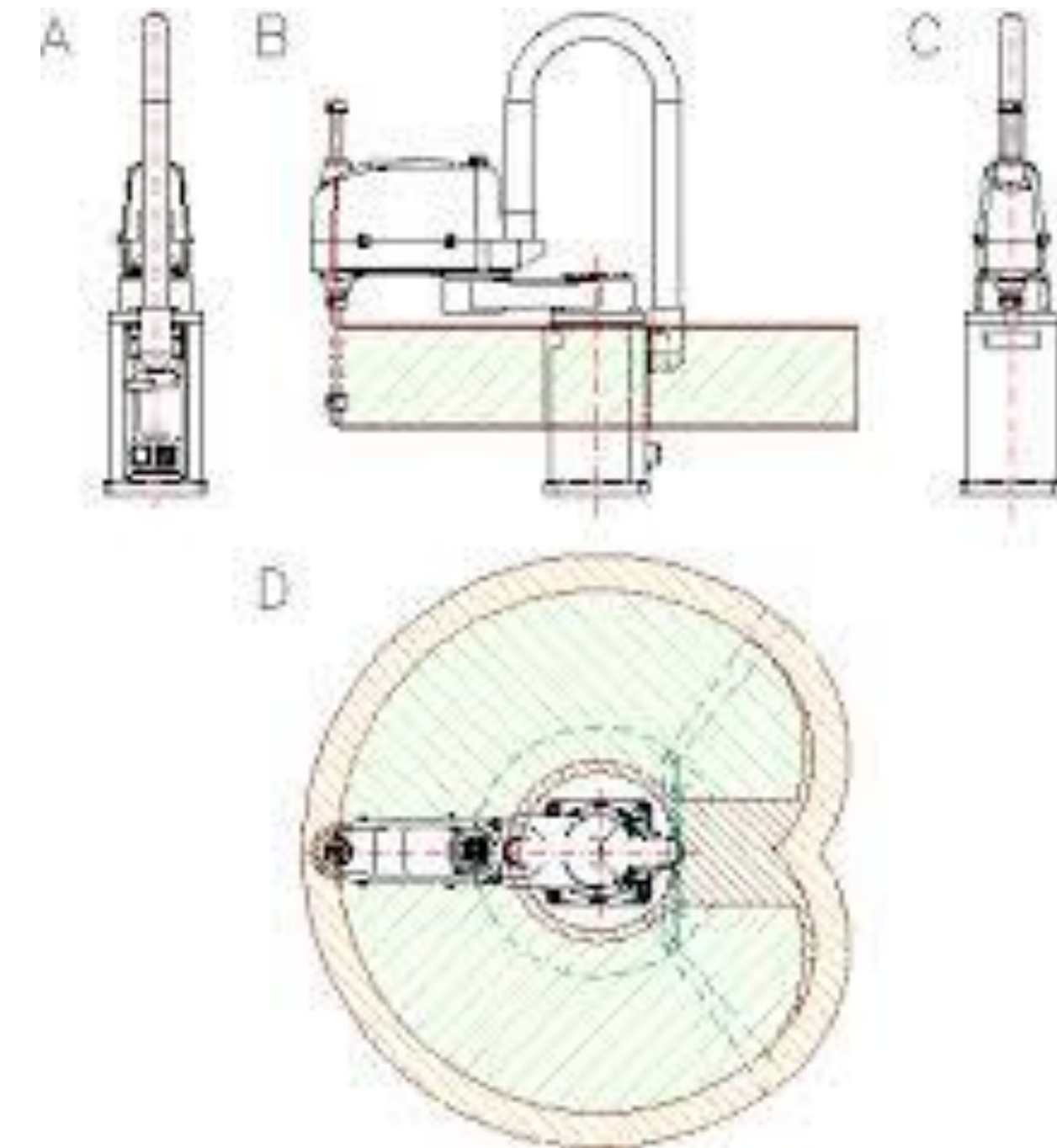
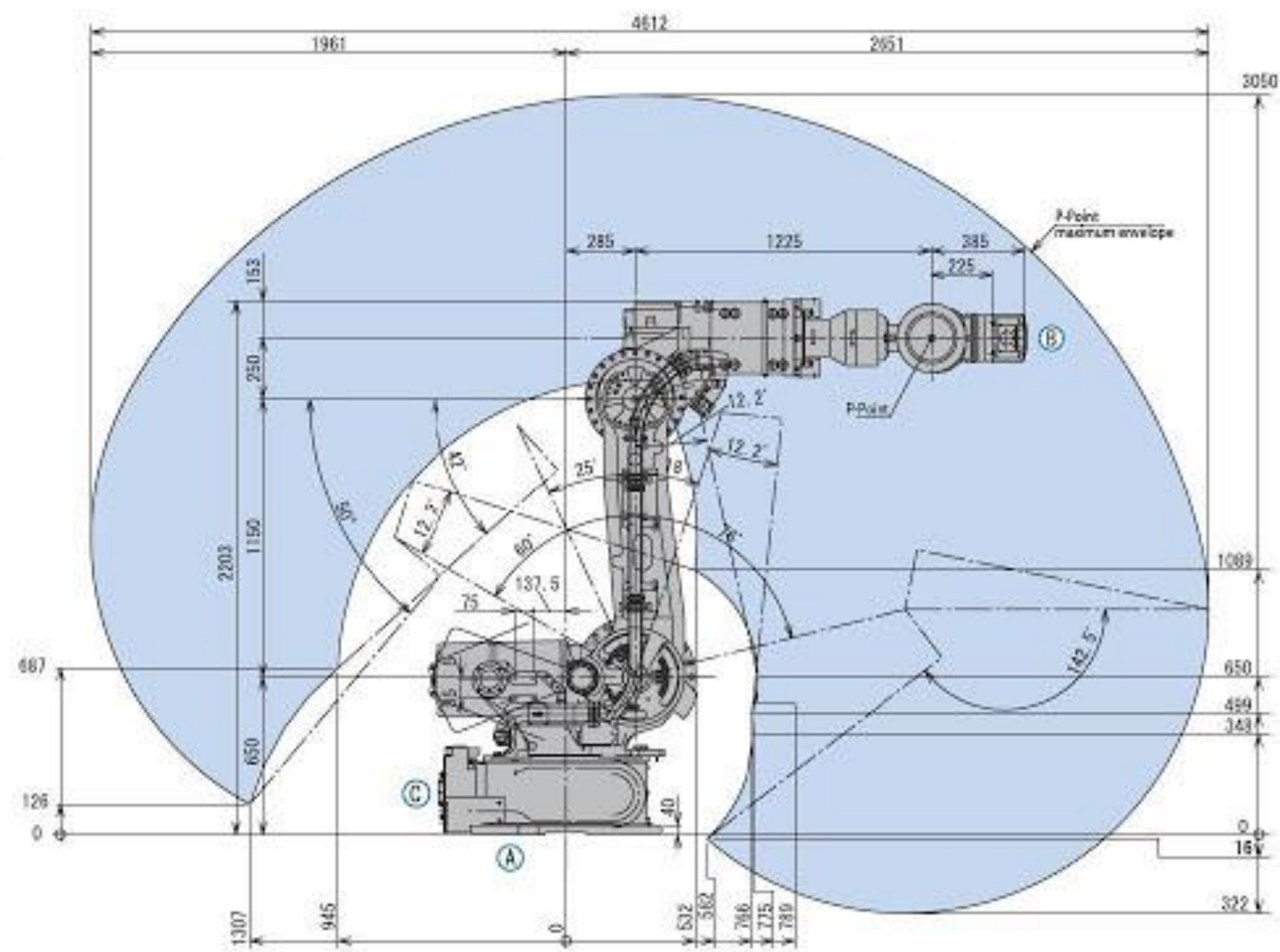


# Podział robotów przemysłowych

<i>konfiguracja</i>	<i>oznaczenie</i>	<i>zalety</i>	<i>wady</i>
kartezjańska	PPP	3 liniowe napędy, łatwość wizualizacji pracy, łatwa w programowaniu, duża sztywność	Wymaga dużego miejsca do pracy
cyldryczna	RPP	2 liniowe napędy + 1 obrotowy pozwala osiągnąć położenie wokół siebie, ruch obrotowy łatwy w programowaniu	Niewykonalne osiągnięcie położenia efektora ponad manipulatorem, niewygodna w omijaniu przeszkód
antropomorficzna	RRR	3 napędy obrotowe pozwalają omijać przeszkody, stosunkowo duża przestrzeń robocza,	Struktura trudna do programowania, 2 lub 4 sposoby osiągnięcia pozycji w przestrzeni, najbardziej skomplikowana struktura
sferyczna	RRP	1 napęd liniowy + 2 obrotowe dają stosunkowo duży zasięg poziomy	niewygodna w omijaniu przeszkód, stosunkowo mały zasięg pionowy
SCARA	RRP	1 napęd liniowy + 2 obrotowe, duża sztywność manipulatora, stosunkowo duża i nieskomplikowana przestrzeń robocza	2 możliwości osiągnięcia pozycji w przestrzeni roboczej, trudna do sterowania, bardzo skomplikowana struktura ramienia.

# Przestrzeń robocza robotów przemysłowych





struktura układu osi	kartezjaska	cylindryczna	sferyczna	polarna (antropomorficzna)	SCARA
konfiguracja					
schemat kinematyczny					
przestrzeń robocza					

# Przykładowe roboty przemysłowe



## LR Mate Series



Max. load capacity  
at wrist: **14 kg**



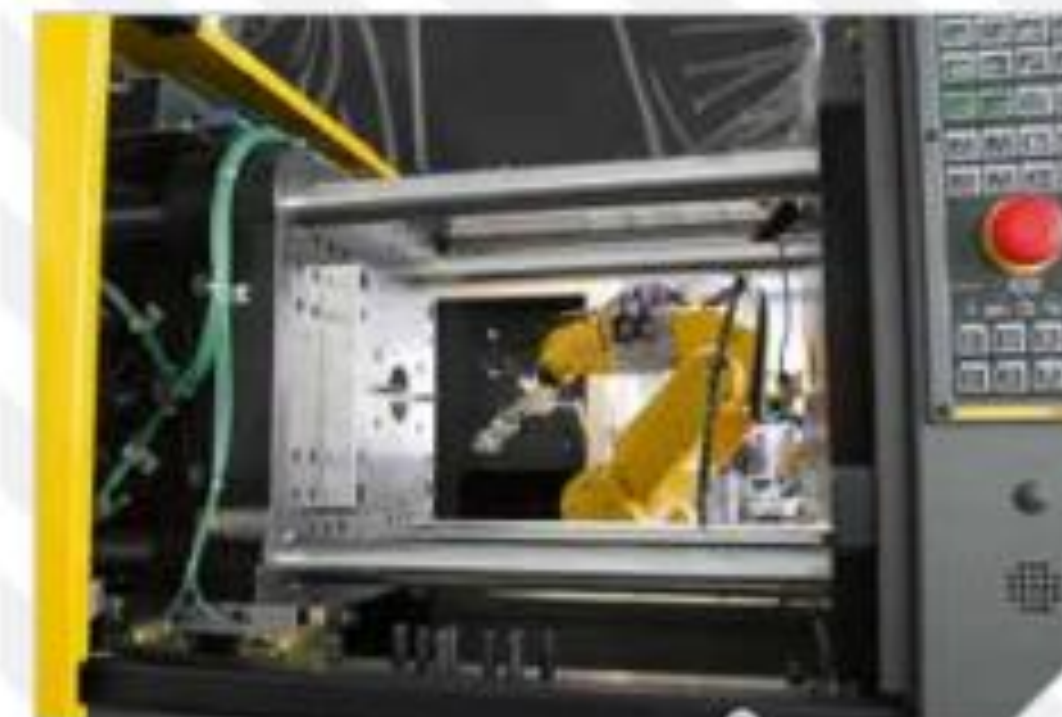
Max. reach:  
**911 mm**



LR Mate 200iD

### Available robot versions:

LR Mate 200iD/4SH	Short arm, 5-axis [2° integrated solenoid valves]
LR Mate 200iD/4S	Short arm [2° integrated solenoid valves]
LR Mate 200iD/4SC	Short arm, clean room, food grade grease [2° integrated solenoid valves], white epoxy paint
LR Mate 200iD/7H	5-axis, [2° integrated solenoid valves]
LR Mate 200iD/7C	Clean room, food grade grease [2° integrated solenoid valves], white epoxy paint
LR Mate 200iD/7WP	Wash proof
LR Mate 200iD	Standard model [2° integrated solenoid valves]
LR Mate 200iD/7L	Long arm [2° integrated solenoid valves]
LR Mate 200iD/7LC	Long arm, clean room, food grade grease [2° integrated solenoid valves], white epoxy paint
LR Mate 200iD/14L	Long arm [2° integrated solenoid valves]





## M-10 Series



Max. load capacity  
at wrist: **16 kg**



Max. reach:  
**2028 mm**



M-10iD/12

### Available robot versions:

M-10iD/8L	Long arm, hollow wrist/base
M-10iD/10L	Long arm, hollow wrist/base
M-10iD/12	Hollow wrist/base
M-10iD/16S	Short arm, hollow wrist/base





## M-20 Series



Max. load capacity  
at wrist: **35 kg**



Max. reach:  
**2272 mm**



M-20iD/12L

### Available robot versions:

M-20iA/20T	Top mount
M-20iD/12L	Long arm, hollow wrist/base
M-20iB/25	Standard model [2 integrated solenoid valves]
M-20iD/25	Hollow wrist/base
M-20iB/25C	Clean room, food grade grease, white epoxy paint
M-20iB/35S	Short arm
M-20iD/35	High inertia, hollow wrist/base





## M-710 Series



Max. load capacity  
at wrist: **70 kg**



Max. reach:  
**3123 mm**



M-710iC/50

### Available robot versions:

M-710iC/12L, /20L	Long arm
M-710iC/20M, /45M	High inertia
M-710iC/50S	Short arm
M-710iC/50H	5-axis
M-710iC/50, /70	Standard model
M-710iC/50E	Offset wrist
M-710iC/50T, /70T	Top mount





## M-410 Series



Max. load capacity  
at wrist: **700 kg**



Max. reach:  
**3143 mm**

### Available robot versions:

M-410iB/140H	5-axis, inline wrist
M-410iB /700	Hollow wrist
M-410iC/110	Inline wrist
M-410iC/185, /315, /500	Hollow wrist



M-410iC/185





## M-800 Series



Max. load capacity  
at wrist: **60 kg**



Max. reach:  
**2040 mm**

### Available robot versions:

M-800iA/60      High rigidity model



M-800iA/60





## M-900 Series



Max. load capacity  
at wrist: **700 kg**



Max. reach:  
**3704 mm**

### Available robot versions:

M-900iB/280	High rigidity model
M-900iB/360, /700	Standard model
M-900iB/280L, /330L, /400L	Long arm



M-900iB/700





## R-2000 Series



Max. load capacity  
at wrist: 270 kg



Max. reach:  
3540 mm

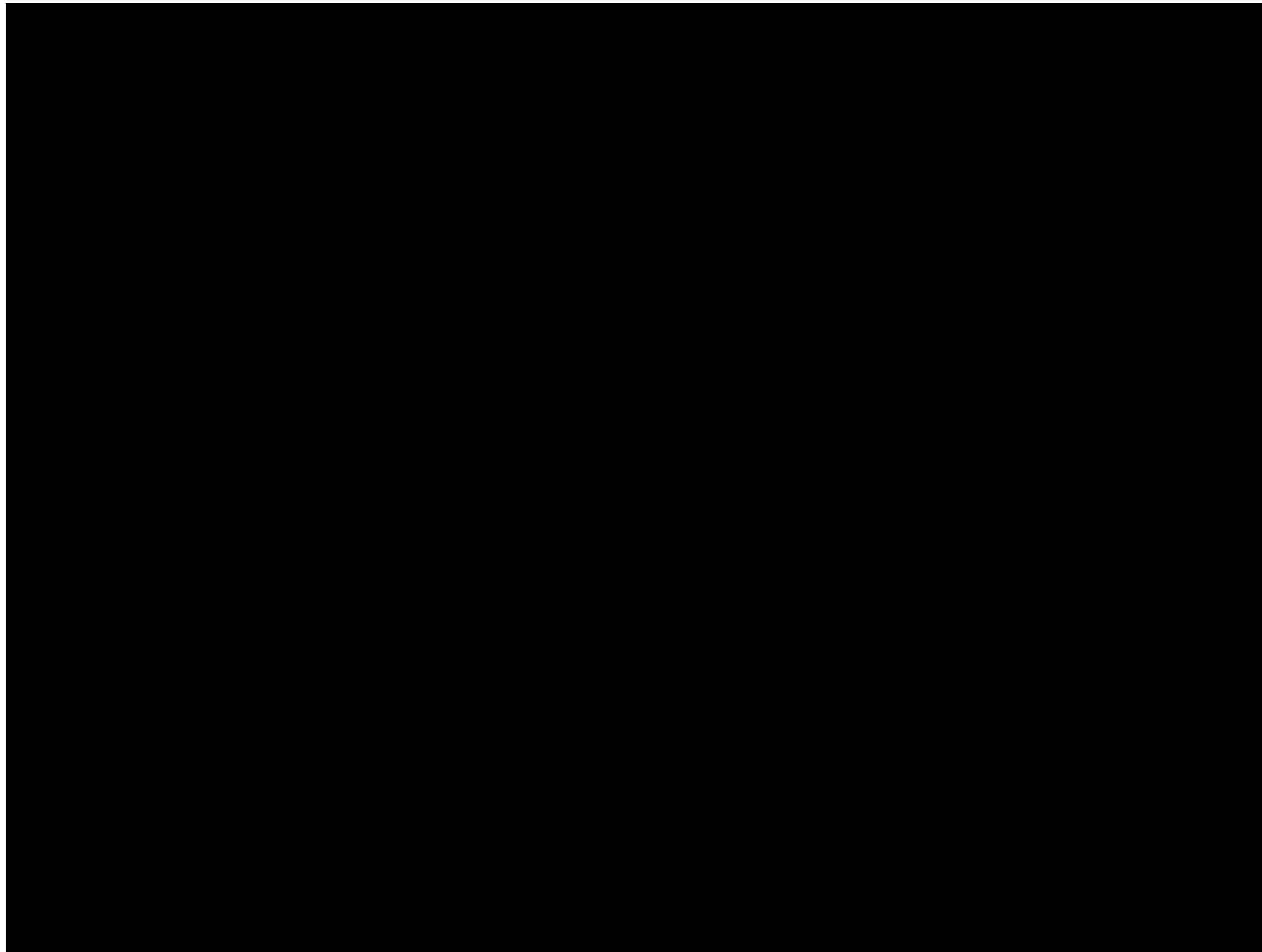


R-2000iD/210FH

### Available robot versions:

R-2000iC/100P	Pedestal mount
R-2000iC/125L, /210L	Long arm
R-2000iD/165FH, /100FH, /210FH	Hollow wrist
R-2000iC/220U	Upside down mount
R-2000iC/165F, /210F, /240F, /270F	Standard model
R-2000iC/165R, /210R, /270R	Rack mount
R-2000iC/210WE	Wash environment







## Roboty typu delta

### M-1 Series



Max. load capacity  
at wrist: **1 kg**



Max. reach:  
**420 mm**

#### Available robot versions:

M-1iA/1H	3-axis
M-1iA/0.5S	4-axis
M-1iA/0.5A	6-axis
M-1iA/1HL	3-axis, long arm
M-1iA/0.5SL	4-axis, long arm
M-1iA/0.5AL	6-axis, long arm



M-1iA/0.5A





## M-2 Series



Max. load capacity  
at wrist: **6 kg**



Max. reach:  
**1130 mm**

### Available robot versions:

M-2iA/3S	4-axis, hollow wrist
M-2iA/3SL	4-axis, long arm, hollow wrist
M-2iA/3A	6-axis, inline wrist
M-2iA/3AL	6-axis, long arm, inline wrist
M-2iA/6H	3-axis, hollow wrist
M-2iA/6HL	3-axis, long arm, hollow wrist



M-2iA/3S





## DR-3 Series



Max. load capacity  
at wrist: **8 kg**



Max. reach:  
**1600 mm**



DR-3iB/8L

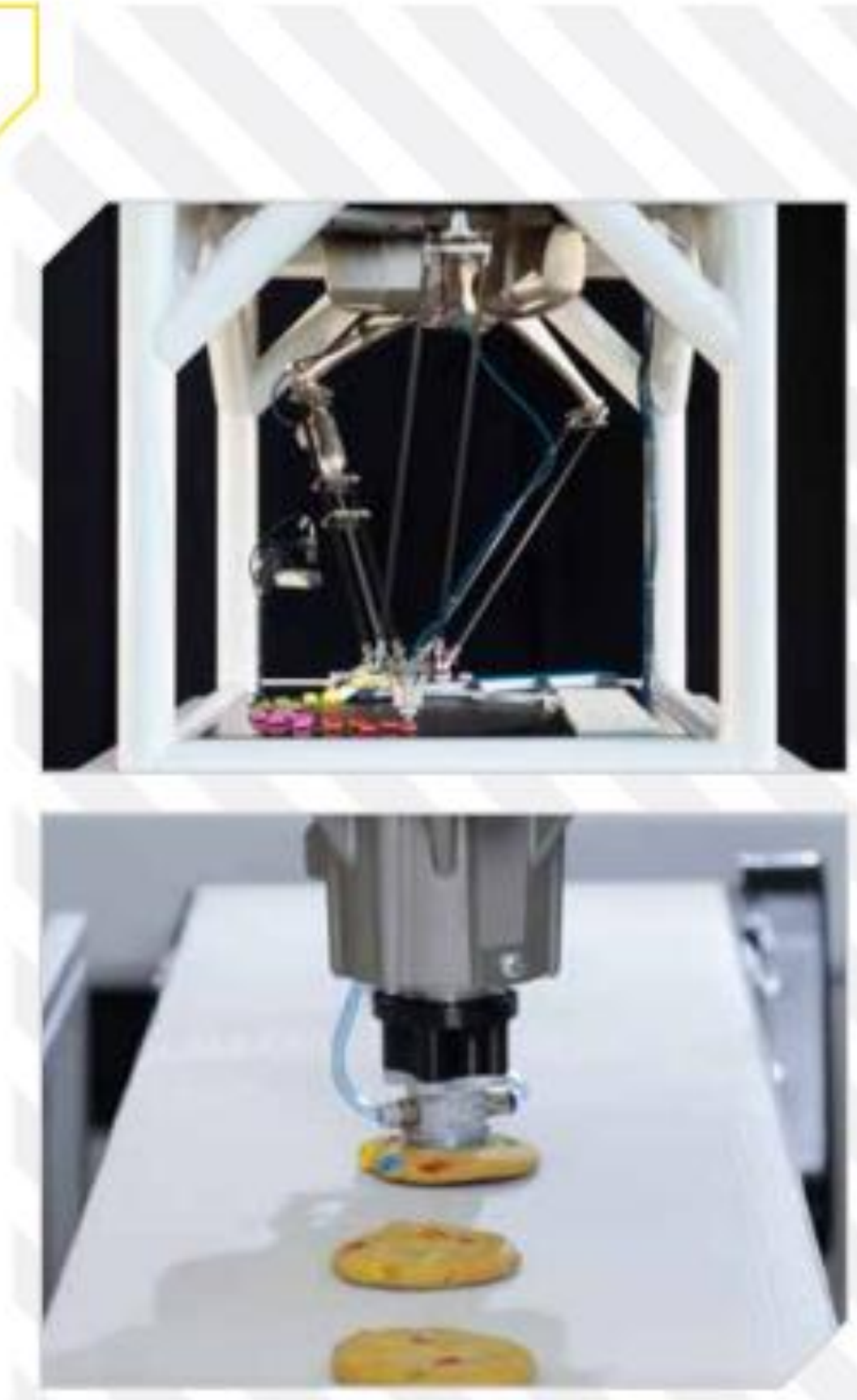
### Available robot versions:

DR-3iB/8L

4-axis, long arm, hollow wrist

white epoxy paint

plated type





## SCARA Robots



Max. load capacity  
at wrist: 12 kg



Max. reach:  
900 mm

### Available robot versions:

SR-3iA	4-axis, hollow Z-axis
SR-3iA/H	3-axis, hollow Z-axis
SR-6iA	4-axis, hollow Z-axis
SR-6iA/H	3-axis, hollow Z-axis
SR-12iA	4-axis, hollow Z-axis/ optional white IP65 type



SR-3iA





## Arc Welding Robots

M-710iC/12L



M-710iC/20L



### Available robot versions:

M-710iC/12L      Long arm, hollow wrist/arm

M-710iC/20L      Long arm





## Arc Welding Robots



ARC Mate 50 Series



ARC Mate 100 Series



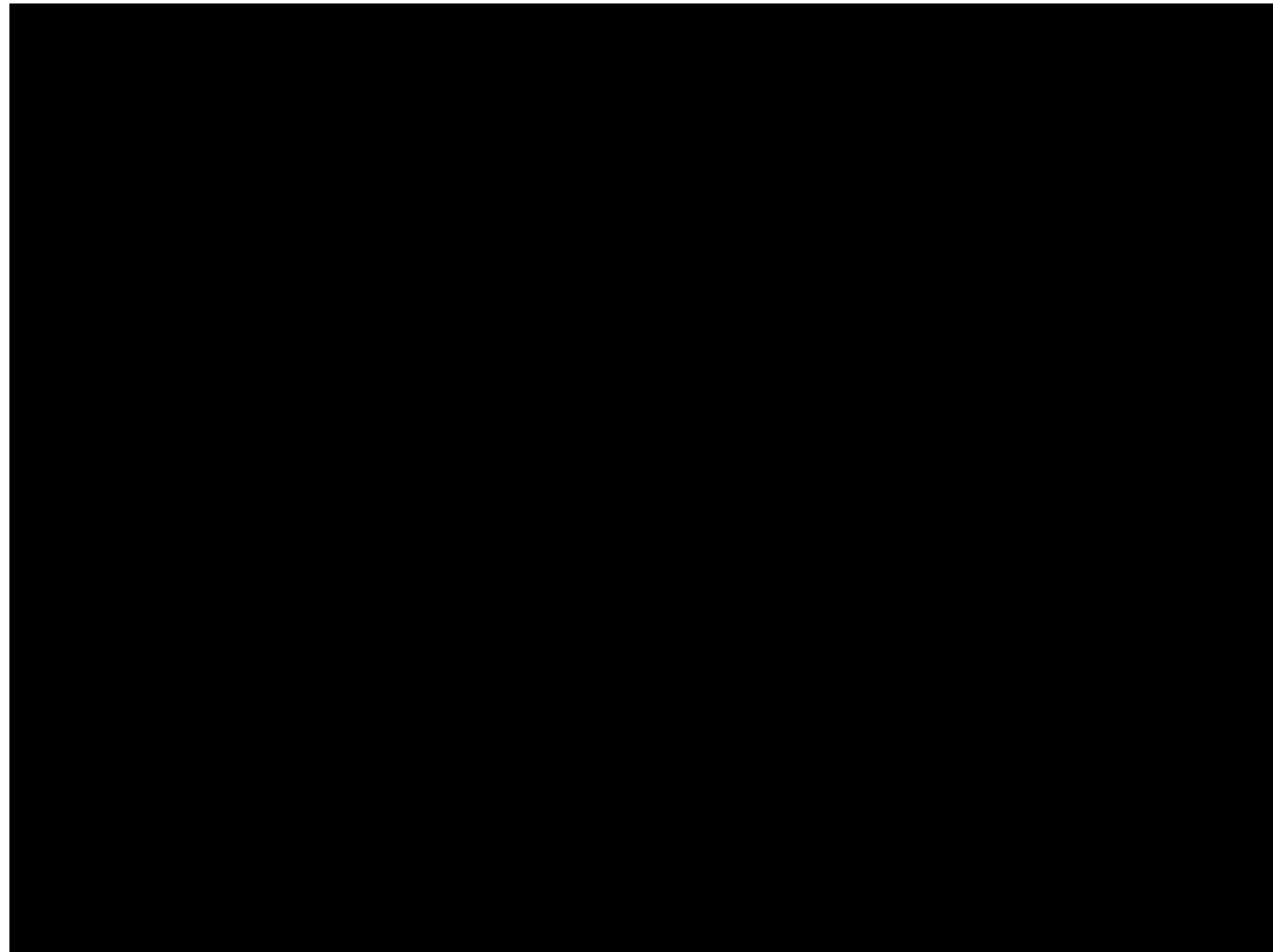
ARC Mate 120 Series

### Available robot versions:

ARC Mate 50iD	Standard model
ARC Mate 50iD/7L	Long arm
ARC Mate 100iD	Standard model, hollow wrist/arm/base
ARC Mate 100iD/10L	Long arm, hollow wrist/arm/base
ARC Mate 100iD/8L	Long arm, hollow wrist/arm/base
ARC Mate 100iD/16S	Short arm, hollow wrist/arm
ARC Mate 120iD/12L	Long arm, hollow wrist/arm/base
ARC Mate 120iD/35	Standard model, hollow wrist/arm/base
ARC Mate 120iD	Hollow wrist/arm/base







## Paint Robots



Paint Mate 200 Series



P-40 Series



P-50 Series



P-250 Series



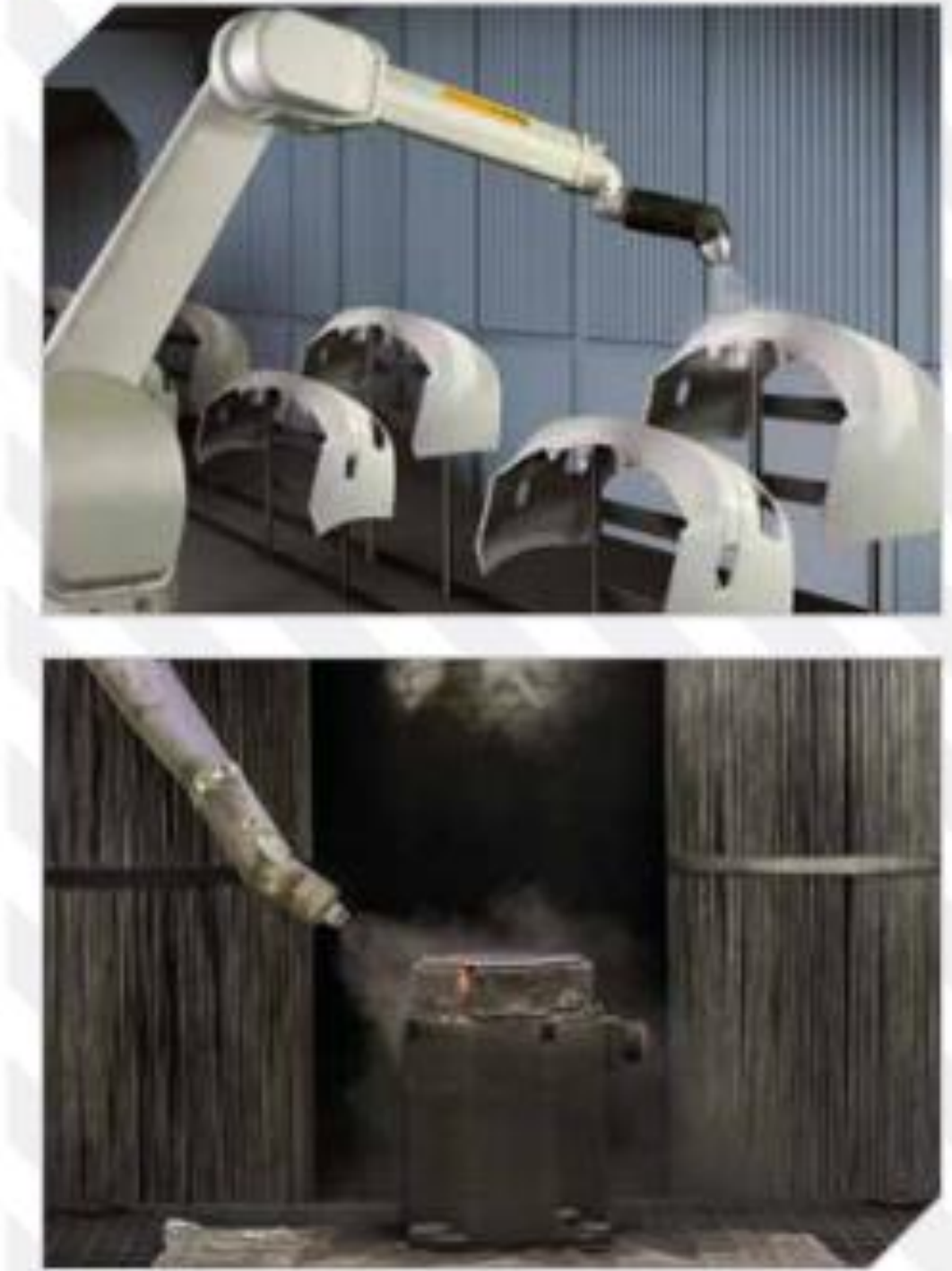
P-350 Series



P-35/P-1000

### Available robot versions:

Paint Mate 200iA	Standard model
Paint Mate 200iA/5L	Long arm
P-35iA	Standard model
P-40iA	Standard model
P-50iB/10L	Long arm
P-250iB/15	Standard model
P-350iA/45	Standard model
P-1000iB	Standard model





# Sterowanie robotami przemysłowymi



## Controller R-30iB Plus



### The R-30iB Plus controller is the FANUC standard for smarter productivity.

A new generation of advanced technology and enhanced integrated FANUC hard- and more than 250 software functions are key for the robot performance in terms of cycle-time, speed, accuracy and safety. Increased user-friendliness, minimum energy consumption and highest productivity maximises the overall functionality, reliability and operability. Different cabinet variants are available in order to provide a flexible and a cost effective solution.

### Your advantages:

- higher performance CPU and main board with increased memory
- compact and stackable design
- easy operation with smart iPendant Touch
- flexible connections by broad range of fieldbus & safety bus
- ready for intelligent functions as iRvision, force, interference check etc.
- easy system diagnosis via included iRDiagnosics function
- optimised energy efficiency and energy regeneration
- shortened signal processing cycle
- new camera interface and simplified cable configuration for vision function
- high speed network and USB performance for increased data transmission and faster backups



## iPendant Touch

The lightweight and ergonomically designed FANUC iPendant Touch with its intuitive iHMI interface provides user-friendly programming for both programmers and on-site operators.

### Your advantages:

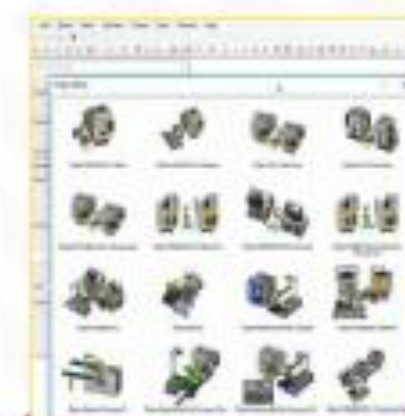
- programming and advanced process capability with one user interface
- improved efficiency by facilitated system setup and maintenance
- customisation of user defined HTML screens
- easy customisation of user defined HTML screens
- make the invisible visible using 4D graphics to visualise tool and frame settings, safety zones and robot path
- more information provided using multi-window display
- setup/modification of iRVision via iPendant
- compliant with industrial safety standards
- iHMI with similar look and feel across FANUC products











Easy creation of layouts with devices and machines



Enhance and debug offline without experiencing downtime or lost production



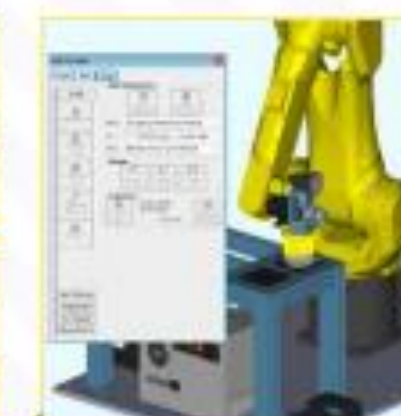
Import of CAD data to give a real look and feel to the application



Simple path planning with animation

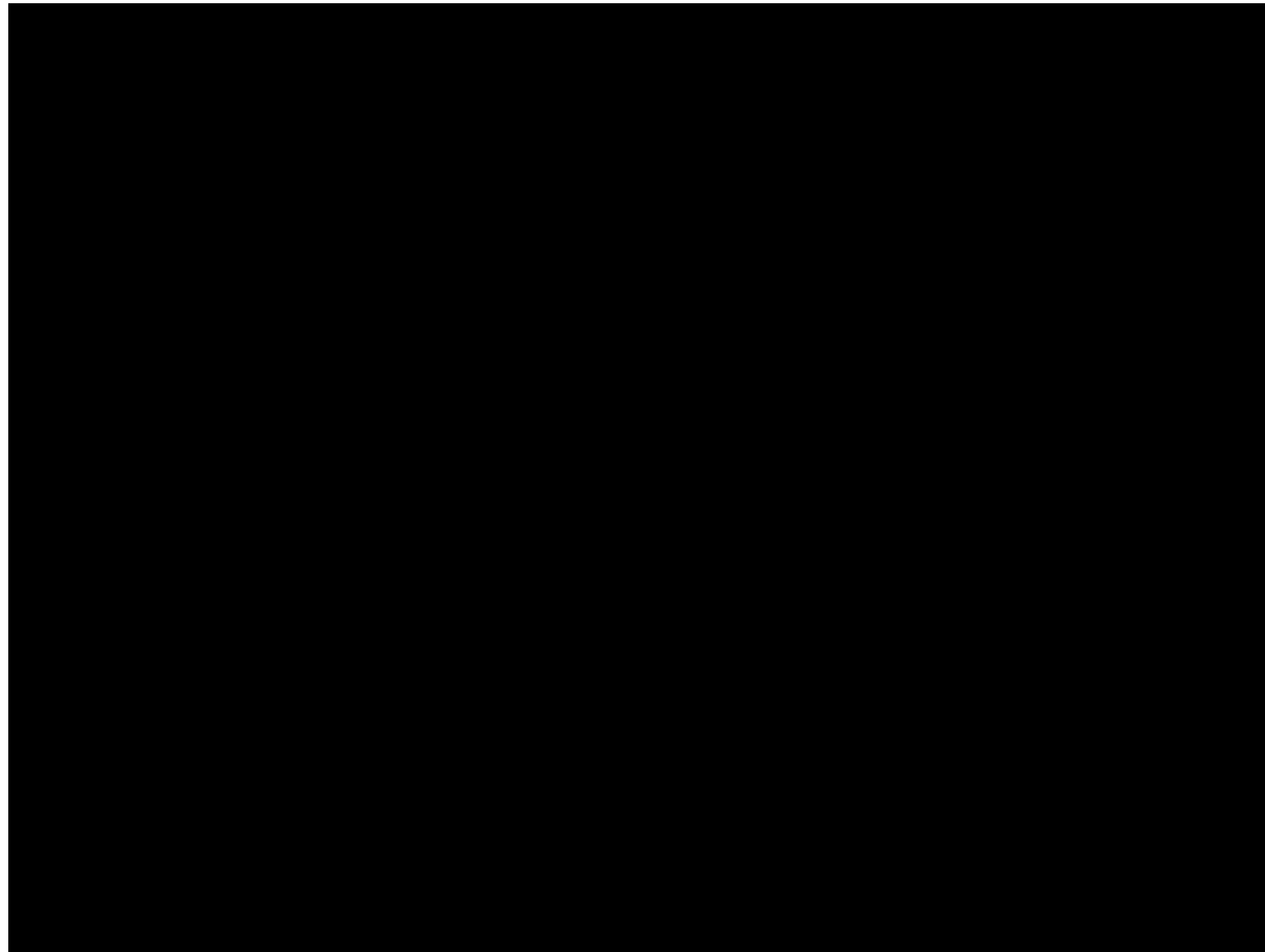


Accurate simulation between the virtual and real world



Highly efficient application tools to simplify programming efforts







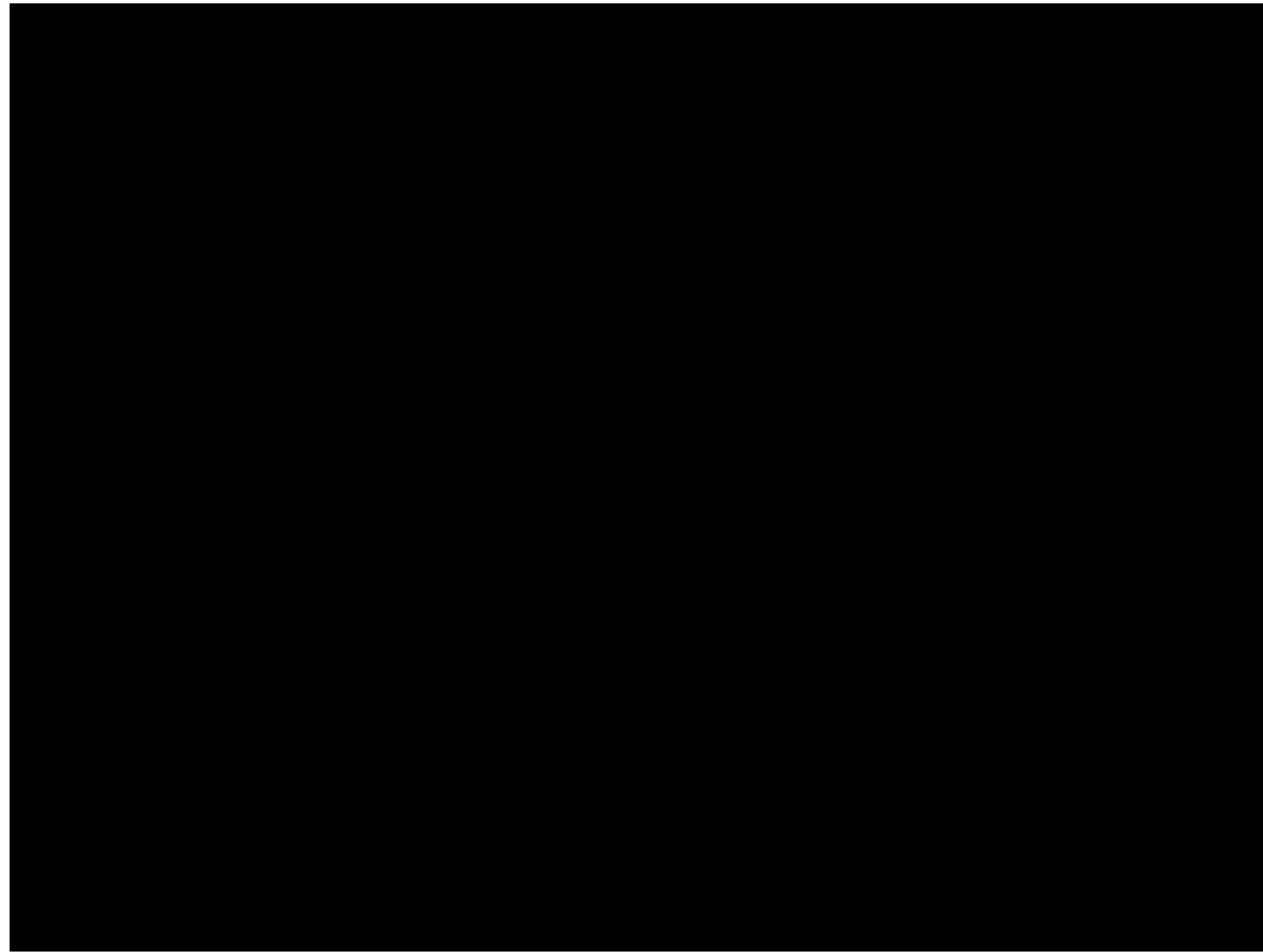
# Zautomatyzowane linie produkcyjne

Automatyzacja linii produkcyjnej pozwala na wprowadzenie innowacyjnych i zaawansowanych rozwiązań produkcyjnych. W wielu przypadkach projektuje się je z myślą o potrzebach i wymaganiach konkretnej firmy.

Dzięki automatyzacji możliwe jest zwiększenie efektywności i zoptymalizowanie kosztów produkcji przy zachowaniu precyzji oraz powtarzalności. Wprowadzenie automatyzacji do linii produkcyjnej pozwala również na odciążenie pracowników poprzez zlecenie monotonnych i powtarzalnych czynności robotom.

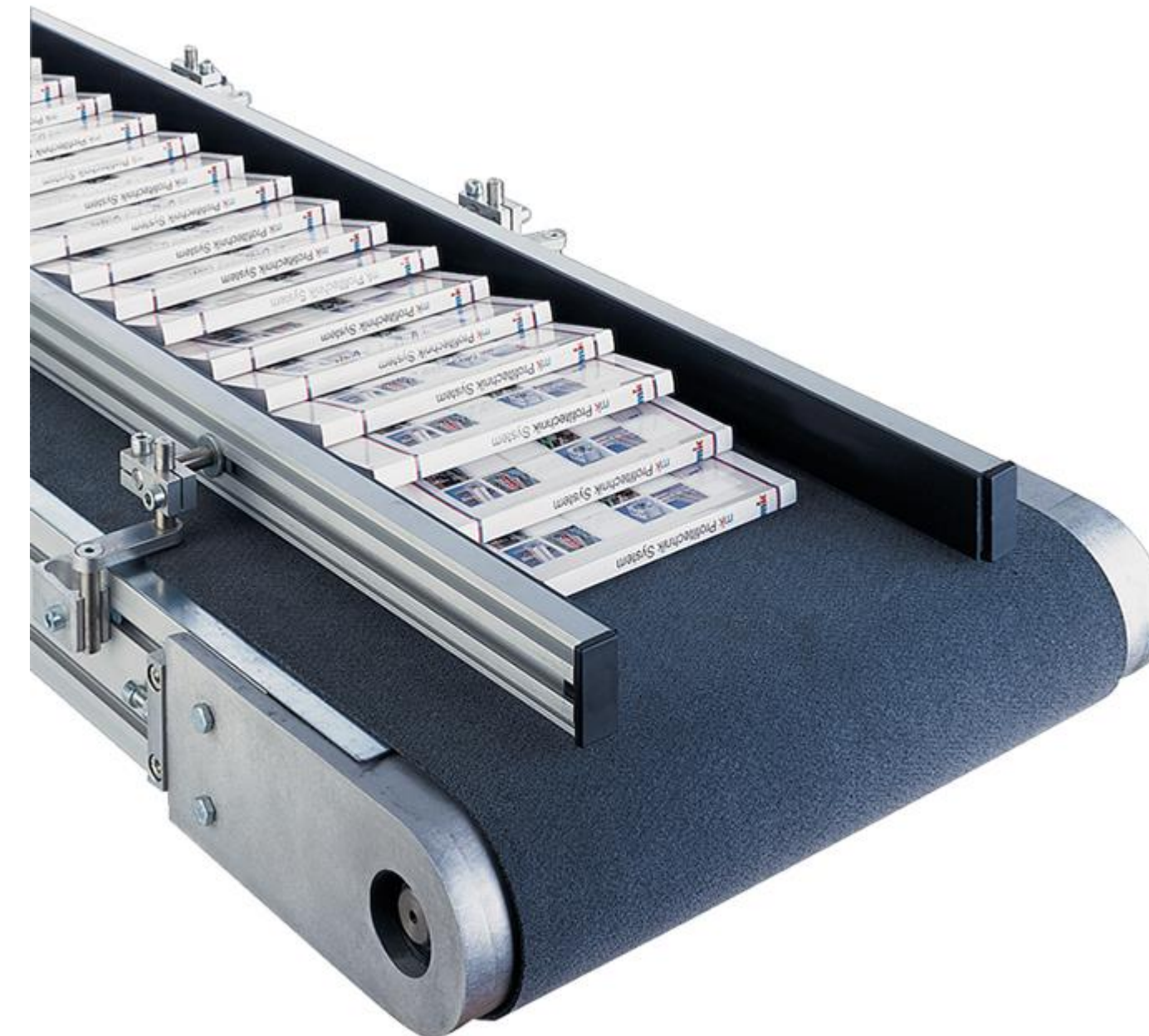






# Roboty mobilne w przemyśle i logistyce

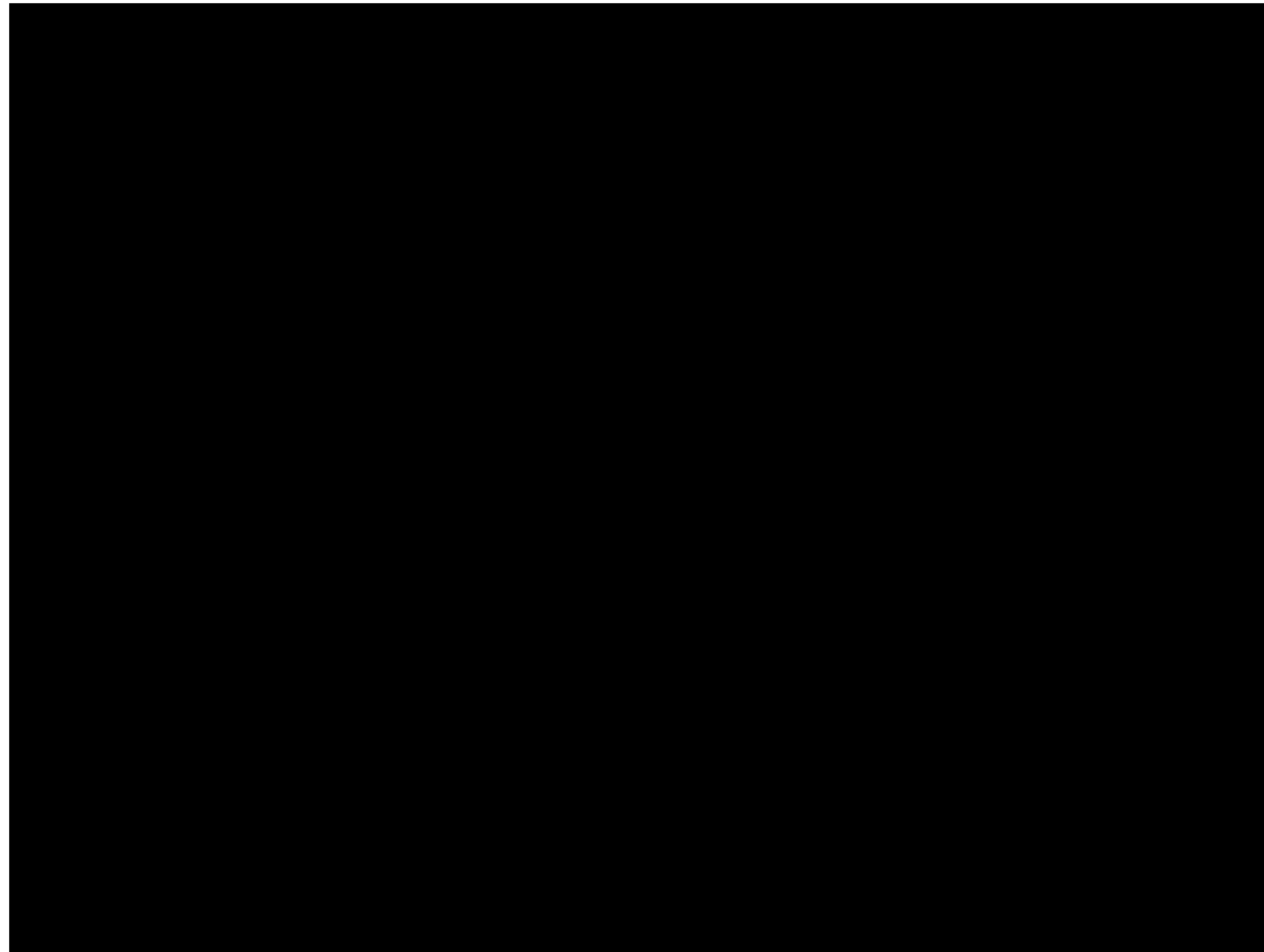












# Dziękuję za uwagę