



## 2017 - 2019

V laboratořích INTEMAC v Kuřimi připravili **Výrobní buňku 4.0** za účelem demonstrace základních principů a ověření dílčích řešení na bázi digitálních technologií a konceptu **Průmysl 4.0**.

### Na projektu spolupracovali:

TAJMAC-ZPS, B+R automatizace, Renishaw, Comau, Sewio, SMC and Unicorn.

### Cíle projektu testbedu:

- Adaptivní výroba
- Jednotná komunikace a ovládaní
- Snadná konektivita prvků buňky i navenek
- Diagnostika systému, prediktivní údržba
- Postprocesní kontrola obrobků
- Augmented reality

## 2019

Aplikace testovaných technologií v podobě automatizovaného pracoviště orientovaného na opakovanou kusovou a malosériovou výrobu: **Výrobní buňka 4.0 pro společnost TAJMAC-ZPS**.

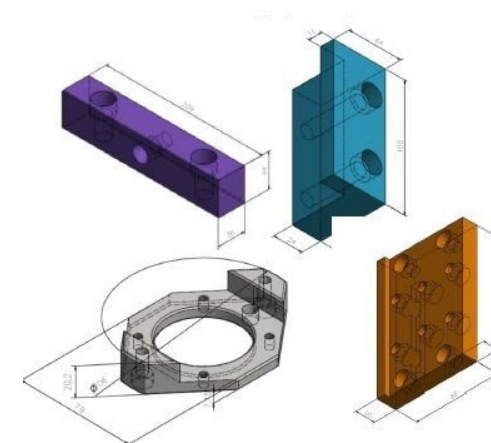
Na projektu dále spolupracovali technologičtí a obchodní partneři – firmy B&R Automation, ABB, Eltep, Schunk a OptiSolutions.

# ETAPA 1 – Analýza produkce, vhodné součásti, opakovatelnost, sériovost

## Rozdělení do skupin podle manipulace

- Pro každý díl z  $n = 220$  navržen počet otočení a uchopovaný rozměr

Rodič	Množství (2017)	Délka (mm)	Váha	Počet otočení	1. otočení	2. otočení	3. otočení	4. otočení
RN03720311002	589	103	3,0	2	60	58		
R105L1018D1	569	41	0,1	2	20	12		
R73.2.215.12	289	215	3,1	3	30	30	30	



- Vytvoření skupin podle rozměru a váhy
- Kritérium je celkový součet Množství (2017)

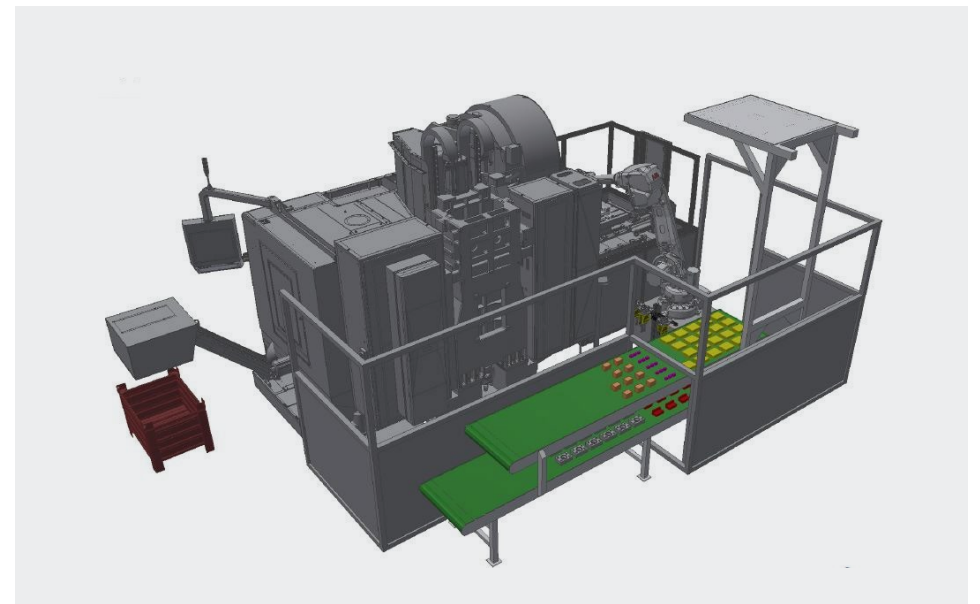
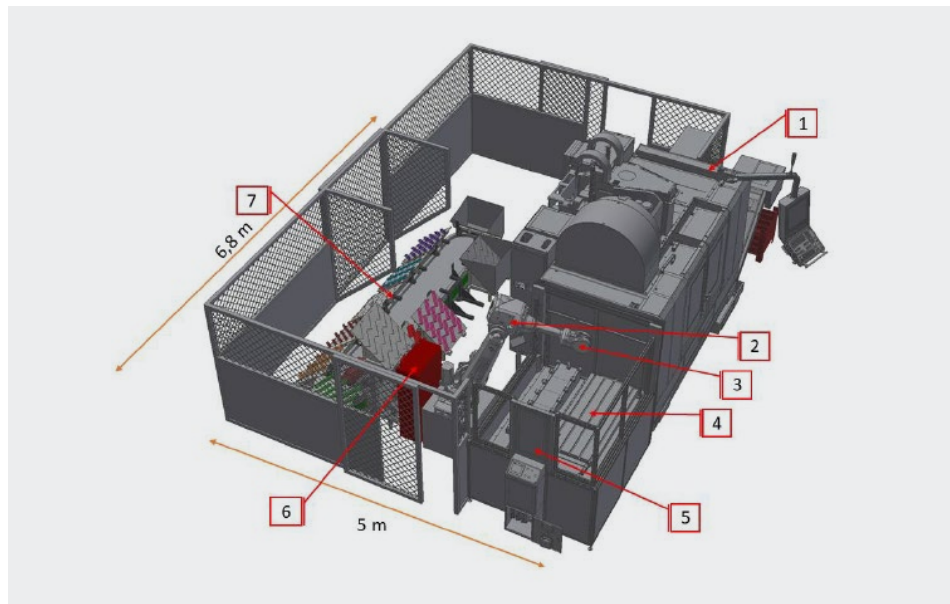
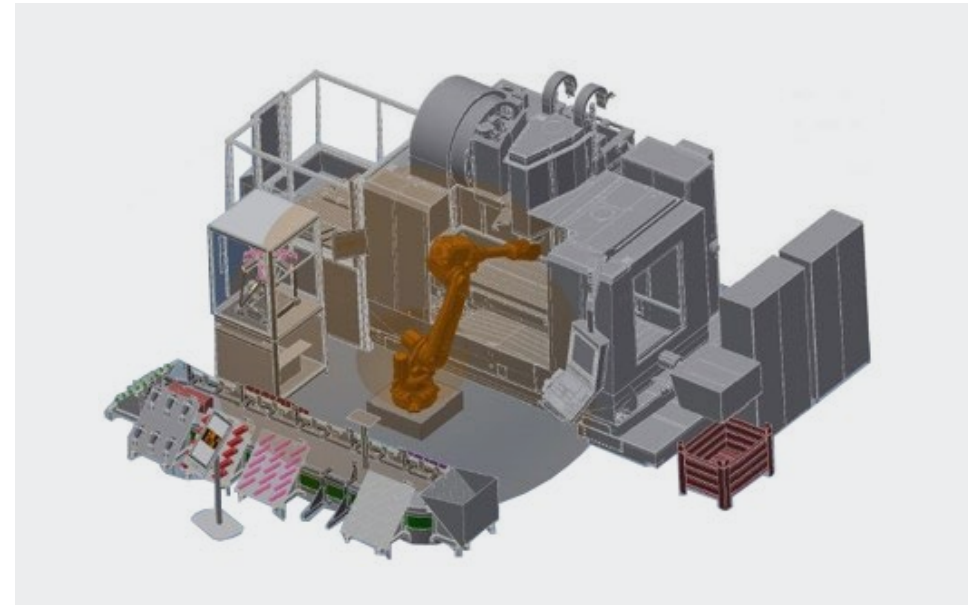
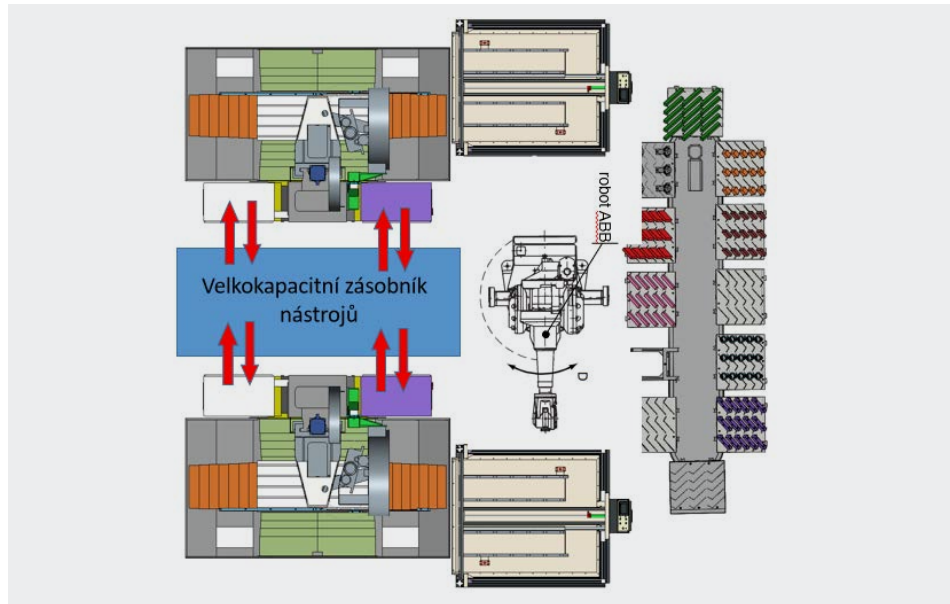
Součet z Množství (2017) Popisy řádků	Popisy sloupců													Celkový součet	
	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13		
10		144	22												166
20		1 890	238	200	57	60	30		24						2 499
30		1 703	392	190	311	71	44			20		80	20		2 831
40		22	1 402	522	195	225	80	20							2 511
50			617	335	242	40					31				1 305
60				161	730	40							21		972
70			24	108		52									184
80			145	90		115	106								456
90					21										21
100			20	40								25			85
110						40									40
Celkový součet	22	5 945	1 908	1 578	880	342	154	20	24	20	31	105	41		11 070

➔ Celkové množství produkce pro  $n = 220$  za rok 2017 je 11 070 dílů

Výběru vyhovělo 220 typů součástí, série 5 až 20 dílů, opakovatelnost 3 až 6 krát za rok. Průměrný výrobní čas pozice cca 20 minut, přípravný čas 60 minut na pozici.



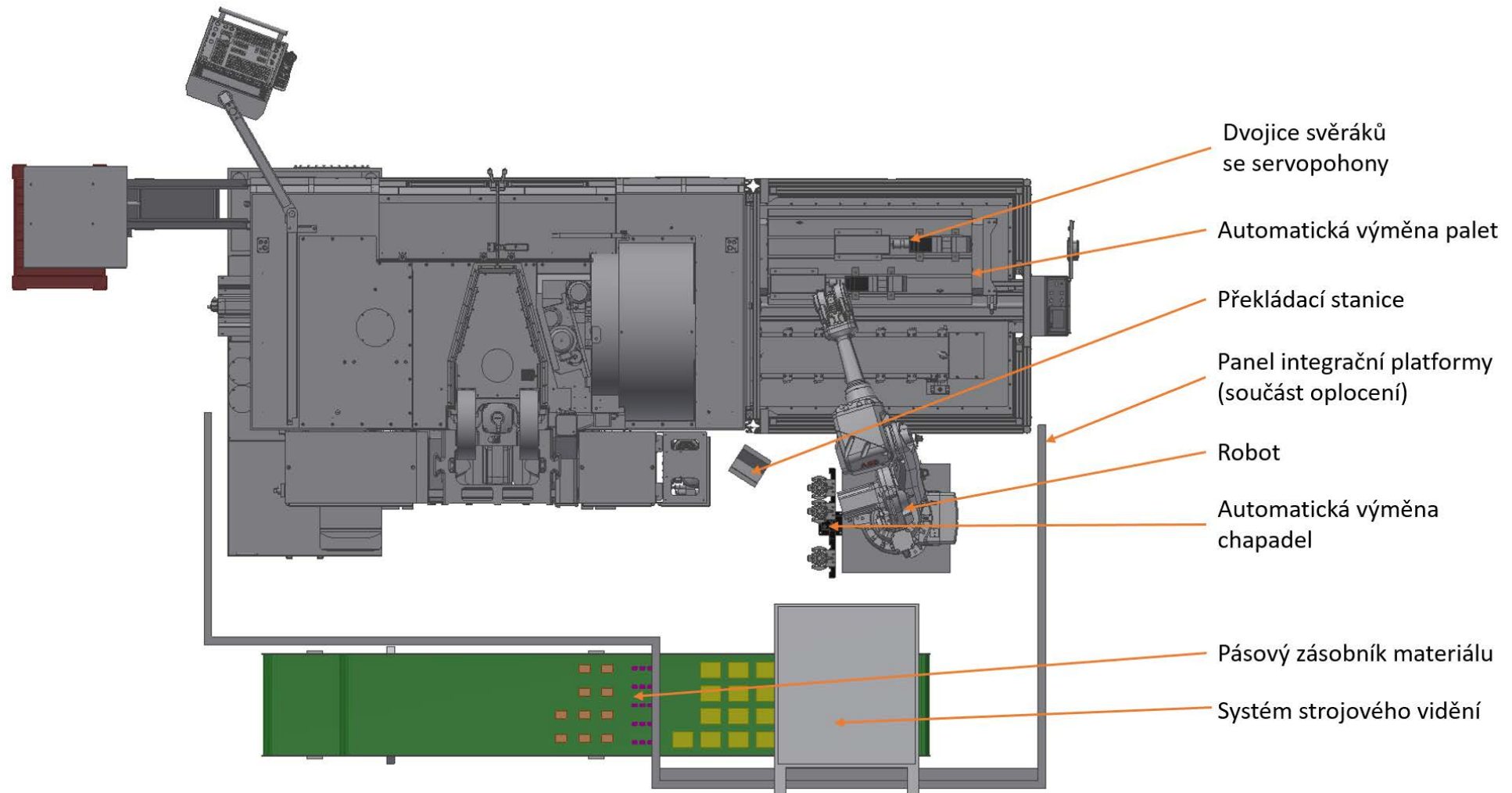
## ETAPA 2 – Návrhy řešení, studie proveditelnosti



**ETAPA 3** - Výběr vhodného řešení, layout pracoviště, specifikace komponentů,  
položkový rozpočet

**ETAPA 4** - Zadání pro dodavatele, masterplan implementace, harmonogram prací,  
realizace

**ETAPA 5** - Zkušební provoz



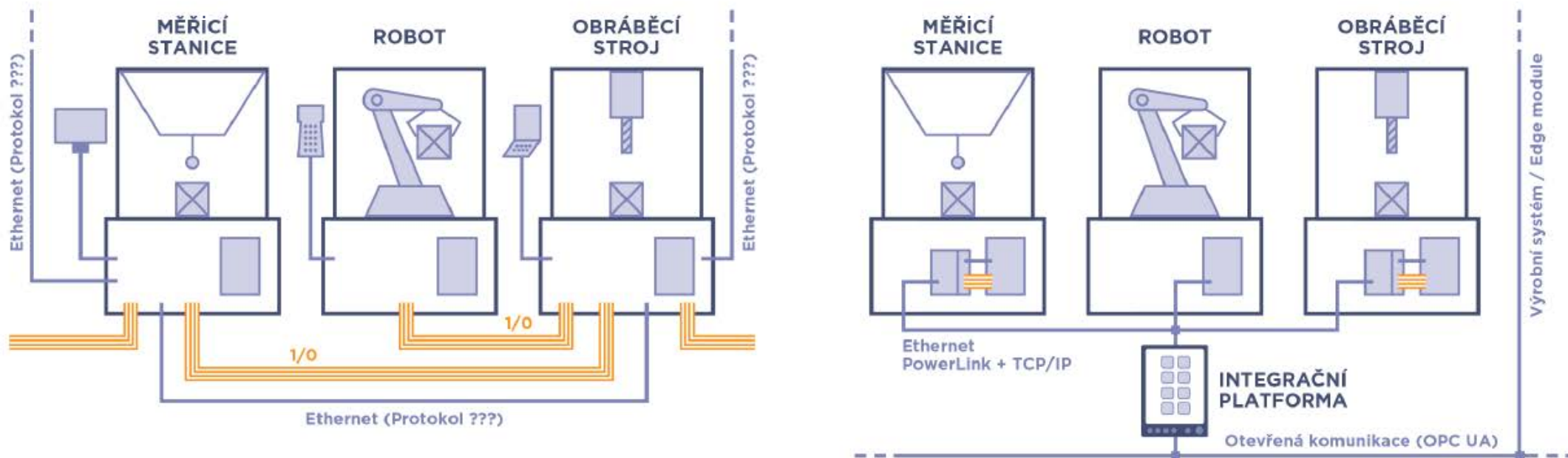
# KLÍČOVÉ VLASTNOSTI VÝROBNÍ BUŇKY

- Pro kusovou a malosériovou opakovanou výrobu
- Rozsah velikosti obrobku  $\text{š} \times \text{v} \times \text{d} - (16-105 \text{ mm}) \times (12-110 \text{ mm}) \times (20-230 \text{ mm})$
- Disponibilita stroje 24 hod. při obsluze jednoho pracovníka na ranní směnu
- Doba bezobslužného provozu je dána kapacitou vstupního zásobníku
- Dodávka výrobků just in time
- Otevřenost řešení, snadná rozšiřitelnost
- Rychlá cenová návratnost
- Ovládání všech komponent z jednoho místa
- Jednoduchá obsluha a učení nových komponent bez nutnosti programovat robota
- Ovládání všech komponent z jednoho místa





# INTEGRAČNÍ PLATFORMA



- Platforma B&R Automation
- Ovládání všech komponent z jednoho místa
- Operace v rámci buňky probíhají formou volání parametrických procedur
- Snadná připojitelnost dalších komponent
- Komunikace mezi komponenty pomocí protokolu TCP/IP
- Komunikační rozhraní buňky OPC UA standard
- Vzdálená správa výrobní buňky



## Inovované vertikální obráběcí centrum MCV1260i v konfiguraci:

- Řídicí systém Sinumeric 840SL
- Vřeteno ISO40, planetová převodovka, 10 000 ot/min
- Zásobník 2x30 nástrojů
- Oplach horní, oplach van, oplachová pistole
- Odsávání pracovního prostoru
- AVP s přívodem energií na paletu v AVP i obráběcím prostoru
- Příkladný velkokapacitní třískový kontejner
- Nástrojová a obrobková sonda Renishaw
- Vysokotlaké chlazení osou vřetena Chipblaster
- ECO Friendly
- Opce Průmysl 4.0
- Dálková diagnostika





## Konfigurace s využitím ROBOTemplate



ROBOTemplate



- Force control – ochrana před kolizemi, řízená síla přítlaku robota při upínání
- Výměnné gripper Schunk, automatická volba griperu dle velikosti (8-61 mm; 54-110 mm)
- Kontrola uchopeného rozměru, přesnost  $\pm 2$  mm
- Ofuk obrobků
- ROBOTemplate – vyvinuto v ABB ČR

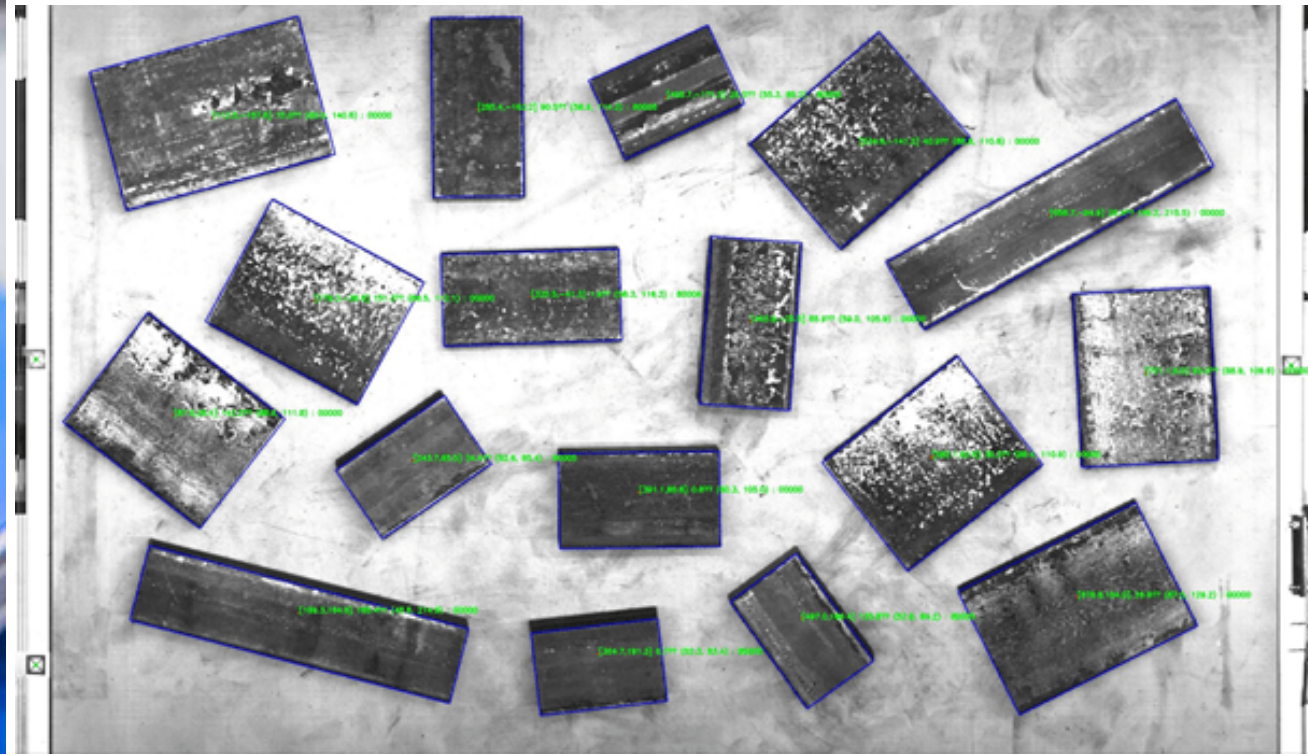
# VISION SYSTEM



◀ Rozpoznávání tvarů, rozměrů a polohy polotovarů na dopravníku pomocí algoritmů umělé inteligence

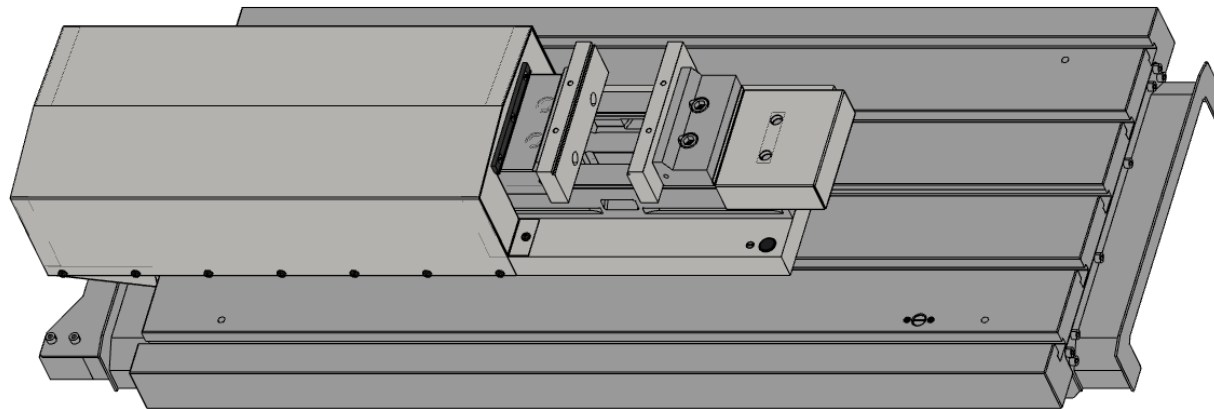
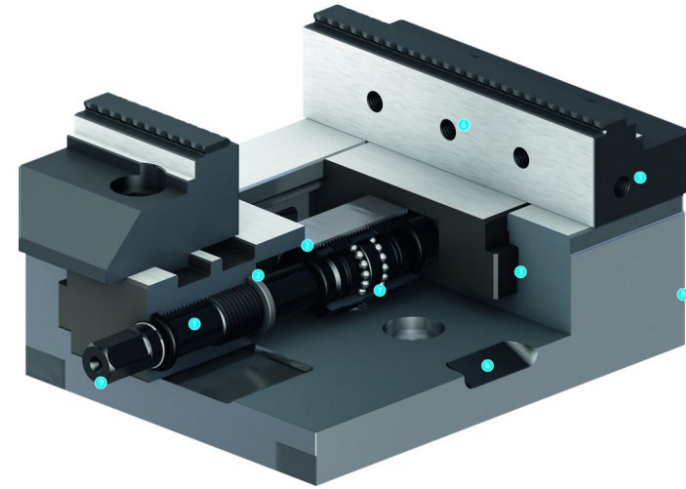
2D kamera Baumer ▶

Vision systém zde pracuje na softwarové platformě LOTYLDA od společnosti Optisolutions



# UPÍNÁNÍ OBROBKŮ

- Samostředící přesný svěrák Schunk
- Pohon čelistí pomocí servopohonů BnR
- Ovládání z integrační platformy BnR
- Volitelné rozevření čelistí
- Řízená upínací síla v čelisti
- Kontrola rozměru upnutého obrobku





# NÁSTROJE A NÁSTROJOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

- Kontrola každého nástroje po dokončené operaci
- Aktualizace korekce rozměrů nástroje v nástrojové tabulce
- Kontrola opotřebení
- Správa zbytkové životnosti nástroje
- Použití sesterských nástrojů
- Kontrola dostupných nástrojů pro výrobní dávku
- Kontrola zhotovitelnosti výrobní dávky s ohledem na zbytkovou životnost nástrojů v zásobníku



Nástrojová sonda  
Renishaw NC4+Blue



Obrobková sonda  
Renishaw OMP40

Kontrola nástrojů

Tool	Available	Requested	OK
T1	50.572	0.45	OK
T2	35.928	0.650001	OK
T9	58.618	0	OK
T10	59.47	0	OK
T27	56.064	0	OK
T28	51.792	0	OK
T46	58.464	0	OK
T998	9.99999e+008	0	OK
T999	9.99999e+008	4.19999	OK
T1101	66.676	3.1	OK
T1102	57.29	11.75	OK
T1103	37.437	2.95	OK
T1104	9.408	3.3	OK
T1105	39.256	0.949998	OK
T1106	87.984	0	OK
T1107	62.891	5.84999	OK

1

2  Započítat i probíhající výrobní dávku

3 Načíst/obnovit

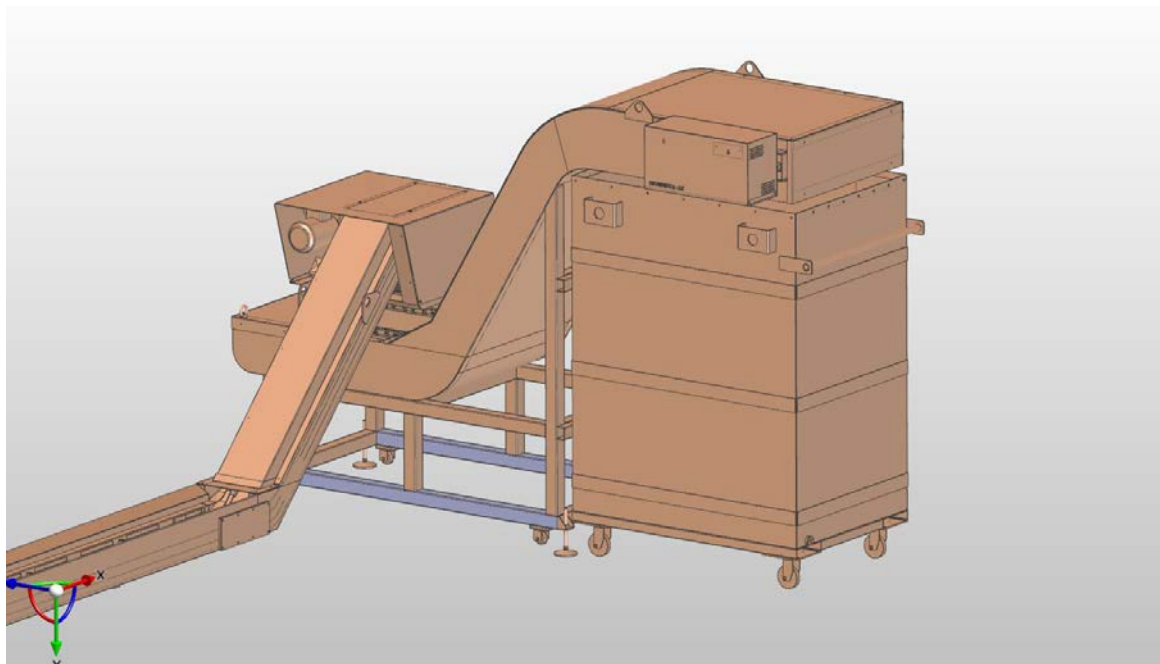
4 ↑ ↓

5 OK

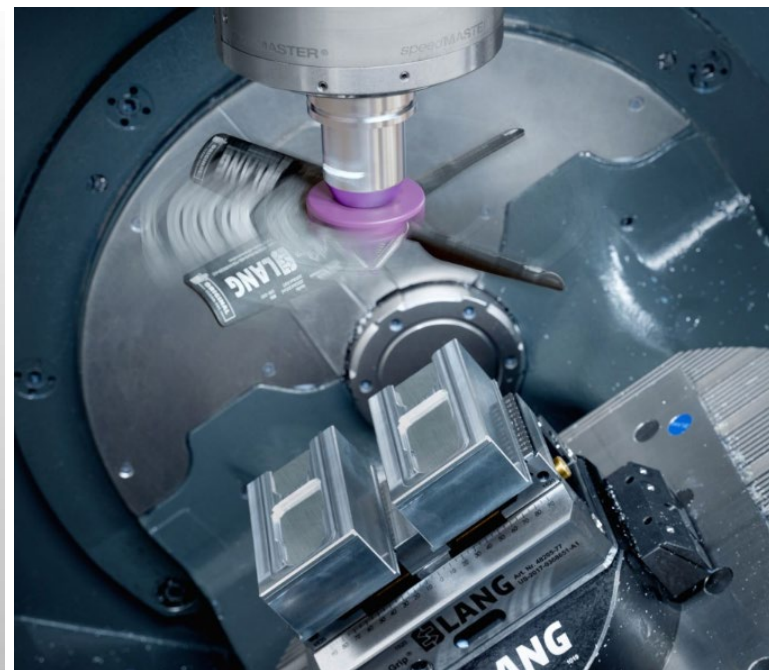
Správa nástrojů  
z integrační platformy

# TŘÍSKOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Přídavný velkokapacitní  
kontejner na třísky



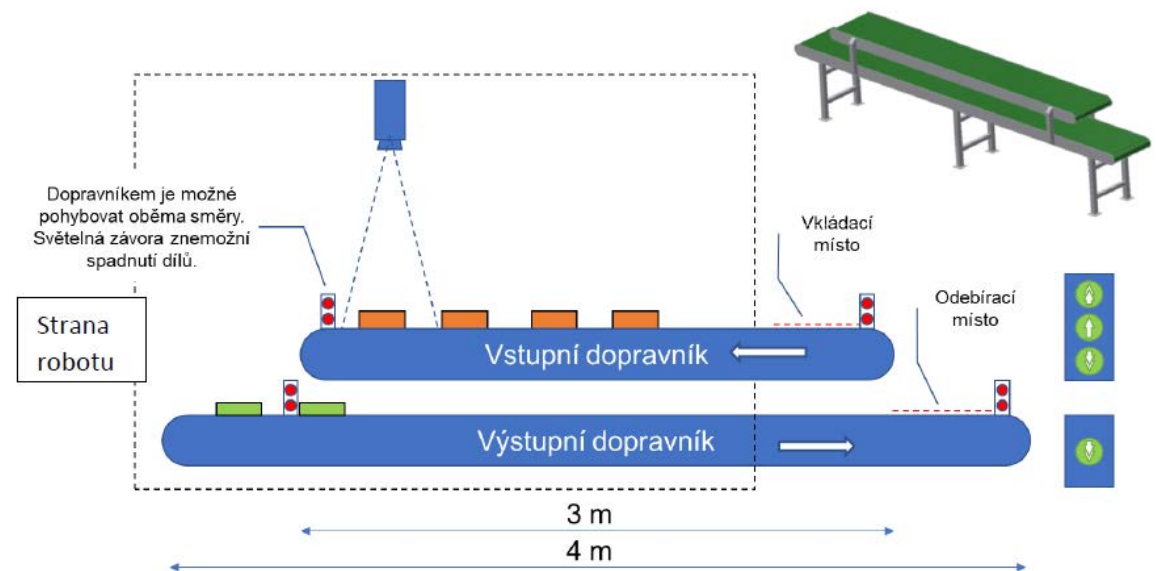
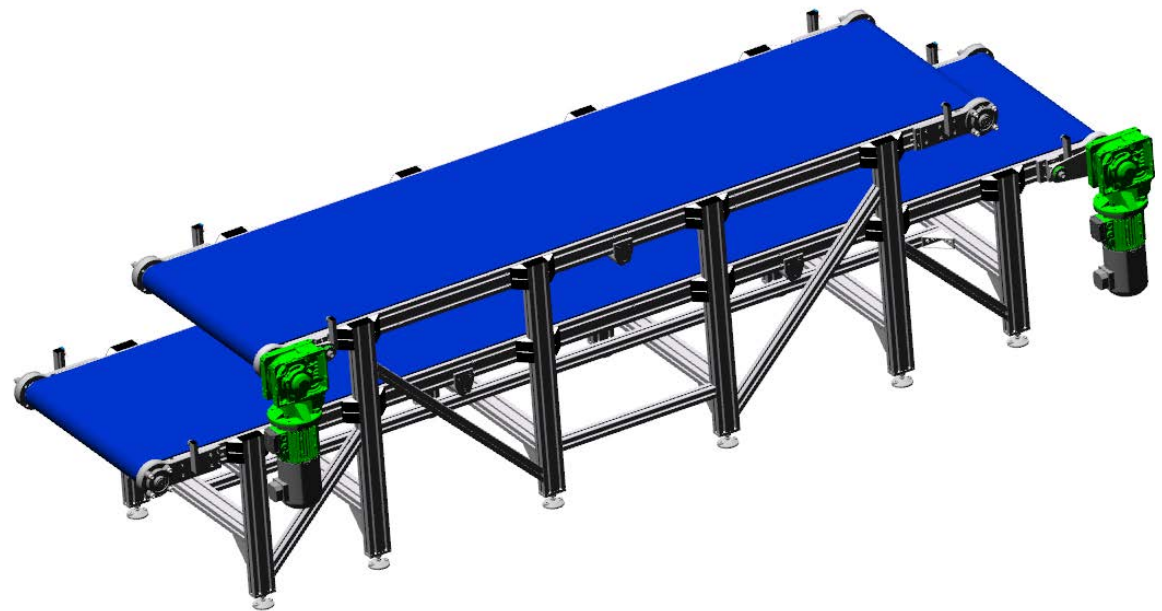
Oplach a ofuk obrobku  
Lang Clean.Tec Chip Fan



- ✓ Dodatečný spodní oplach teleskopických krytů

# PÁSOVÝ DOPRAVNÍK

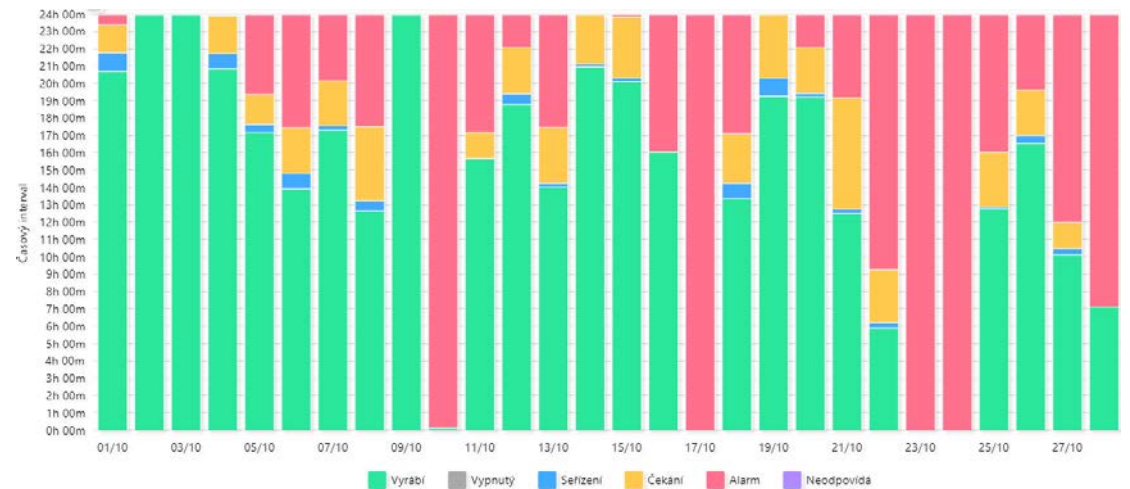
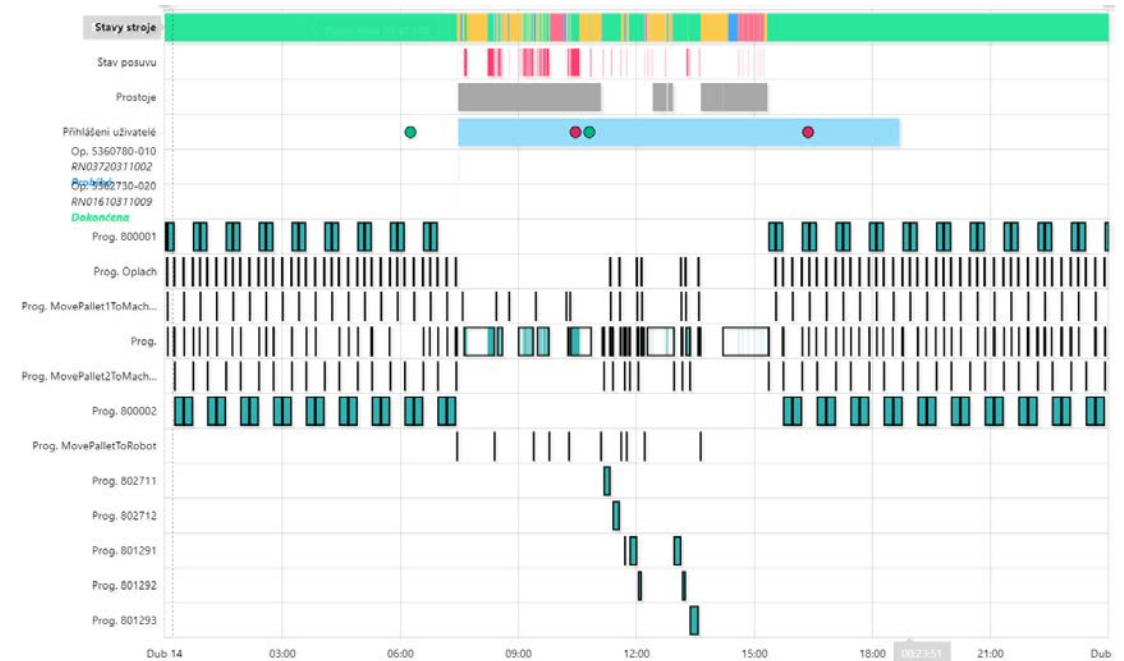
- Kapacita vstupního zásobníku až 60 hodin práce
- Na vstupní zásobník není nutno skládat v definovaném rozložení
- Nerozeztané nebo přebytečné polotovary robot automaticky odkládá na výstupní pás
- Laserové závory pro velmi malé obrobky
- Maticové variabilní odkládání dle velikosti hotového obrobku





# INTEGRACE S ERP A MONITORINGEM VÝROBY

- Zadání výrobní dávky z fronty práce
- Očekávaná doba výroby výrobní dávky
- Automatické vykazování po vyrobení kusu
- Vzdálený monitoring výrobní buňky



# REŽIM PRÁCE BUŇKY

## **PO - ČT**

1. směna – příprava nových seřízení, sjíždění nových NC programů, běžná provozní údržba
2. a 3. směna – bezobslužný provoz

## **PÁ - NE**

1. směna – příprava nových seřízení, sjíždění nových NC programů, pravidelná plánovaná údržba klíčových komponent
- Víkendový provoz do vyčerpání kapacity vstupního zásobníku

# SROVNÁNÍ VYUŽITÍ STEJNÝCH STROJŮ

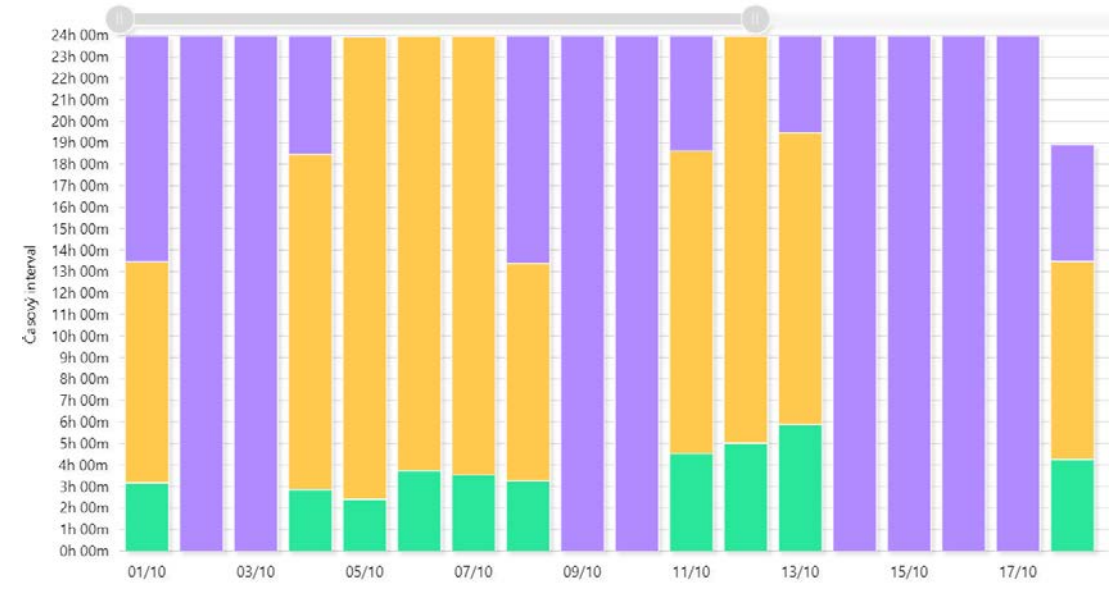
Seřízení robotické buňky

Odladění nového NC programu

Provoz v automatickém režimu



FAMC 1260i



ZPS MCV1260i AVP



# ZKUŠENOSTI Z PROVOZU BUŇKY

- Disponibilita stroje **24 h.** při obsluze jednoho pracovníka na ranní směnu
- Využití stroje OEE: **85-87 %**
- Průměrný počet odpracovaných hodin za týden: **106 h.**
- V současnosti naše buňka obsahuje cca **250** výrobních položek

Ve srovnání s CNC strojem stejného typu, provozovaného na jednu směnu jsou dosahovány následující úspory:

- **3x** vyšší disponibilní kapacita výrobního zařízení
- O **35 %** lepší využití strojního zařízení (u běžného stroje OEE 55 až 65 dle druhu práce při dostupnosti stroje 8 hodin)
- O **35-50 %** snížení vedlejších časů spojené s upínáním a seřizováním stroje
- **60%** snížení výrobních nákladů na výrobu dílce při průměrné výrobní dávce 20 kusů
- Termín výroby není ovlivňován lidským faktorem
- **100%** opakovatelnost výroby a kvality