

# Automatizace návrhu lakovací linky

Projekt automatizace ručního návrhu a optimalizace pohybu manipulátorů



EVOPTIMA s.r.o.

# EVOPTIMA

*Evoluce v optimalizaci a automatizaci ve výrobním průmyslu.*

## Proč AI

- Aplikovatelnost v oblastech, kde exaktní řešení ani neznáme
- "Super-human" performance
- Robustnost, schopnost učení se a generalizace

## Proč průmysl

- Extrémně konzervativní obor s velkým odporem k inovaci
- Velký potenciál a obrovský dopad a uspokojení z práce



# Průmysl jako ultrakonzervativní obor

## **Důraz na minimalizaci rizik**

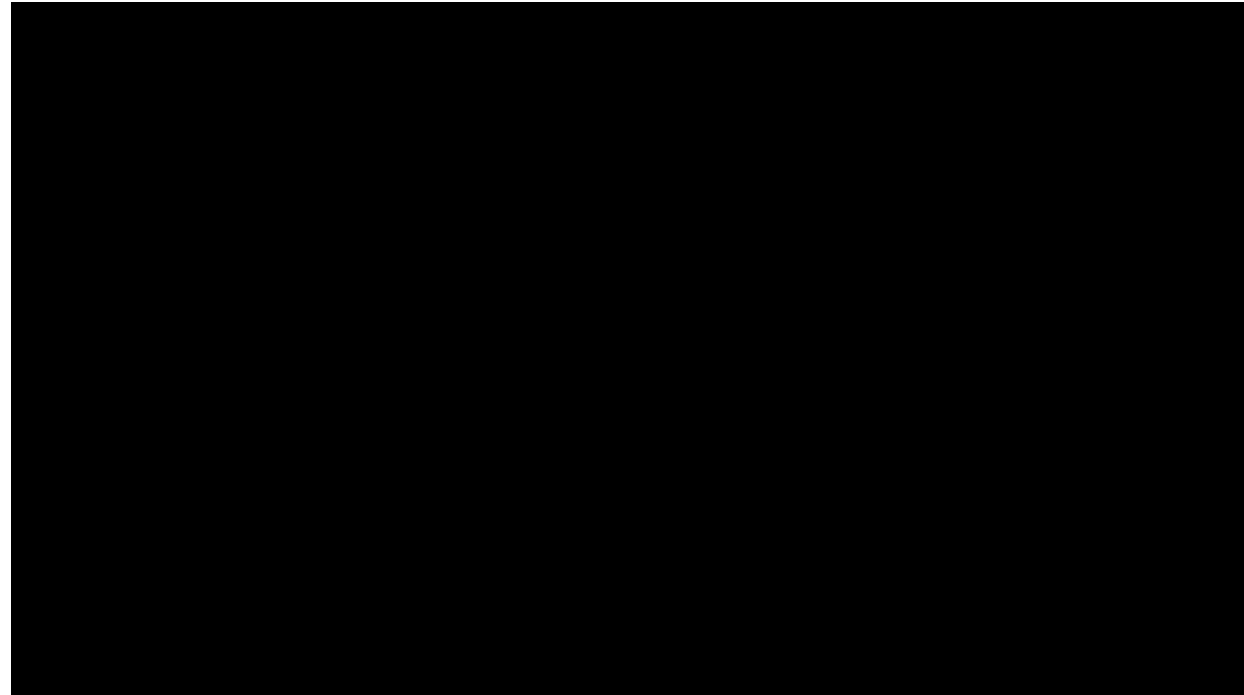
- Obrovské investice, vysoká cena výpadku, společenský dopad ztráty pracovních míst
- Práce s ověřenými dodavateli – doba "ověření" je zpravidla mnohem delší než doba života tech. novinek
- Požadavek údržby řešení – "vědci" neposkytují servis, "údržbáři" zase nerozumí AI
- Dekády iterativního vývoje, "strach na to sáhnout"
- Přirovnatelné k letecké dopravě – kokpit vypadá jako z 50. let

## **Vysoké náklady na implementaci**

- Dlouhá životnost strojů, ROI výrobní linky bývá desítky let
- Zejména u provozů "s výrobní linkou" je obtížné testovat a zkoušet

# Příklady realizací: Řízení

- Autonomní jízda a parkování
  - Aplikace evolučních algoritmů a neuronových sítí v problému řízení
  - Výzva: typicky chybějící kvalitní simulace => nutnost sběru velkého množství dat a tvorba modelu





# Příklady realizací: Defektoskopie

- Kontrola kvality minerální isolační vaty
- Hledání povrchových vad v ocelovém plechu
- Hledání vad v tabulovém skle



# Lakovací linka

- Povrchová úprava výrobků v chemických lázních
- Lázně jsou ve vanách umístěné v řadě za sebou
- Liší se různé receptury: sekvence a doba působení lázní
- Výrobky jsou umístěné na rámech standardních rozměrů
- Rámy jsou přemisťované z jedné lázně do druhé pomocí robotických manipulátorů



# Manipulátor

- Může vyndat rámy z lázně, popojet k jiné lázni a tam je zanořit
- Buď čeká u zanořeného rámu, nebo mezitím přesouvá jiné rámy
- Jeho pohyb je zpravidla omezený na několik lázní
- Někdy je třeba držet rám nad hladinou lázně, aby přebytečná chemikálie odkapala zpět do lázně (tzv. okap)
- Takt linky: Perioda, za kterou proběhne celý program manipulátorů a vrátí se opět na začátek [s]



# Klient: Konfigurace lázní

Operace	pozice	funkční čas (s)	min	max	okap	délka přesunu	osa
Vstup do linky	1	0			0	0	0
Horký oplach - ponor	2	360	360	360	30	2752	2752
Postřikové odmaštění	3	352	360	360	30	3264	6016
Odmaštění – ponor I	4	344	360	360	30	3610	9626
Odmaštění – ponor II	5	330	360	360	30	2712	12338
Odmaštění – ponor III	6	348	360	360	30	2731	15069
Oplach I- ponor	7	120	60	180	30	2312	17381
Oplach II- ponor	8	120	60	180	30	2325	19706
Oplach III- ponor	9	120	60	180	30	2312	22018
Moření (kyselé čištění) – ponor	10	360	360	360	30	2804	24822
Oplach IV po moření- ponor	11	60	60	120	30	2419	27241
Oplach V po moření- ponor	12	60	60	120	30	2309	29550
Aktivace - ponor	13	60	60	120	30	2309	31859
Zn fosfátování -ponor	14	340	300	360	30	2423	34282
Oplach IV demi - ponor	15	120	60	120	30	2414	36696
Oplach V demi - ponor	16	55	60	120	30	2310	39006
Pasivace - ponor	17	68	120	180	30	2317	41323
Demi oplach - ponor	18	120	60	120	30	2310	43633
Převážecí vozík předúprava	19	0			0	2322	45955
KTL barva - ponor	20	364	240	360	30	3850	49805
UF oplach 1 - ponor	21	90	60	120	30	3268	53073
UF Oplach 2 - ponor	22	60	60	120	30	2304	55377
Demi oplach 2 - ponor	23	60	60	120	30	2310	57687

Parametry všech van, které jsou dostupné v lakovně.

Opakující se vany jsou optimalizace, která odstraňuje úzká hrdla.



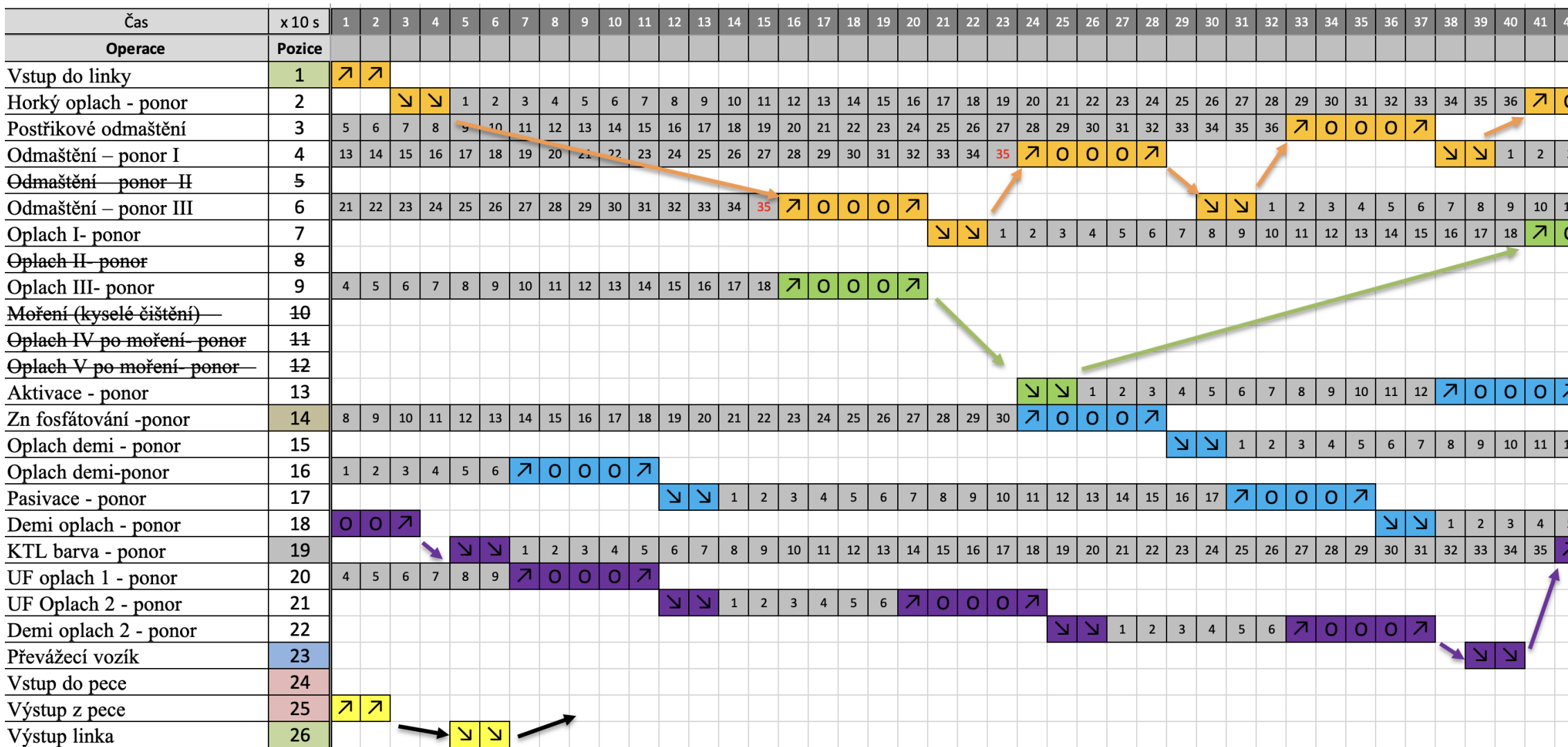
# Klient: Receptury

Sekvence lázní a doby působení v nich.

Formát, který používá klient.

			Technologie 1 - FE + moř	Technologie 2 - Fe bez moř.	Technologie 3 - Zn + moř
Vstup	Je využita v dané technologii	Ano/Ne	ano	ano	ano
	Přejezd z předcházející pozice	mm	0	0	0
Operace 1	Je využita v dané technologii	Ano/Ne	ano	ano	ano
	Zdvojená pozice	Ano/Ne	ne	ne	ne
	Požadovaný čas v lázni - min	s	90	90	90
	Požadovaný čas v lázni - optimal	s	120	120	120
	Požadovaný čas v lázni - max	s	180	180	180
	Požadovaný čas okapu	s	20	20	20
	Přejezd z předcházející pozice	mm	2300	2300	2300
	Priorita	0-3	0	0	0
Operace 2	Je využita v dané technologii	Ano/Ne	ano	ano	ano
	Zdvojená pozice	Ano/Ne	ne	ne	ne
	Požadovaný čas v lázni - min	s	120	120	60
	Požadovaný čas v lázni - optimal	s	160	160	90
	Požadovaný čas v lázni - max	s	180	180	120
	Požadovaný čas okapu	s	0	0	0
	Přejezd z předcházející pozice	mm	1900	1900	1900
	Priorita	0-3	0	0	0
Operace 3	Je využita v dané technologii	Ano/Ne	ano	ano	ne
	Zdvojená pozice	Ano/Ne	ne	ne	
	Požadovaný čas v lázni - min	s	180	180	
	Požadovaný čas v lázni - optimal	s	220	220	
	Požadovaný čas v lázni - max	s	240	240	
	Požadovaný čas okapu	s	20	20	
	Přejezd z předcházející pozice	mm	1900	1900	
	Priorita	0-3	0	0	

# Klient: Manuální simulace v Excelu



# Cíle

## **Automatizace návrhu linky**

- Počet a rozmístění manipulátorů
- Výpočet poloh manipulátorů v čase
- Zkrácení feedback loopu a možnost experimentovat s dalšími nápady

## **Optimalizace návratnosti**

- Minimalizace taktu linky a tím maximalizace její průchodnosti
- Maximalizace vytížení linky, a to i při stídání receptur

## **Přesah do dalších řešení**

- Rychlejší návrh nové linky jako konkurenční výhoda získání klienta
- Potenciál optimalizace průchodnosti linek stávajících klientů
- Dynamické začleňování nových receptur do stávajících linek
- Plánování výroby "on-the-fly"