

**Implementace
komponentů pro
sledování stavu
hydraulického systému
a prediktivní údržbu**



Ing. Petr Jáchym
jachym.petr@hydac.cz

Novotného lávka 12. března 2025



Nástin problému

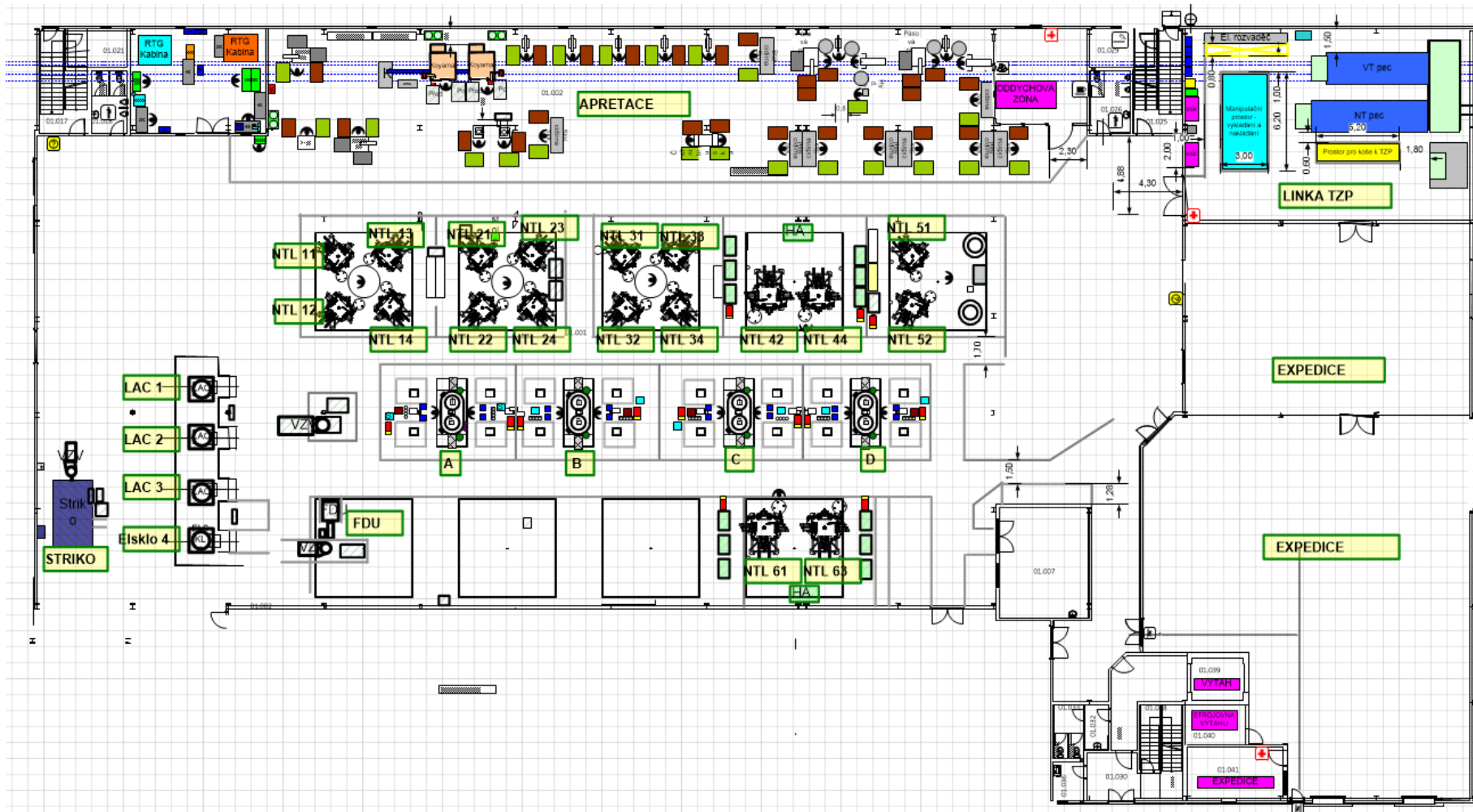
Cílem projektu bylo doplnit stávající hydraulický systém komponenty pro možnost prediktivního sledování stavu hydraulického systému a provedení včasného zásahu s cíle minimalizovat neplánované odstávky z důvodu poruch.

Realizace : **2020-2022**

Popis hydraulického systému – hlavní charakteristiky :

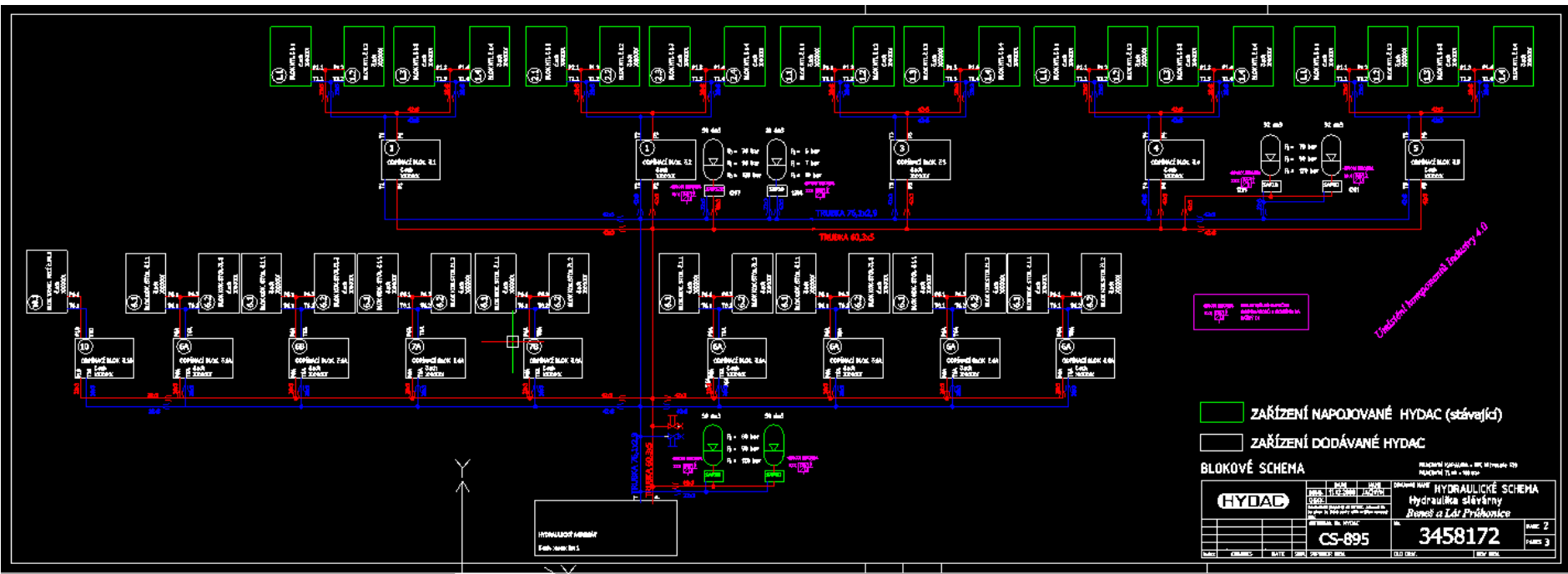
- *Hydraulický systém slévárny hliníku*
- *Centrální hydraulický pohon s pístovými čerpadly a s akumulátory*
- *Rozsáhlé potrubní rozvody*
- *Lokální řídicí bloky*
- *Hydraulické válce*

Nástin problému



Nástin problému

Topologie hydraulického systému



Ústřední Ingénierská Fabrika 4.0



Nástin problému

Historie hydraulického systému

Centrální hydraulická stanice	Uvedena do provozu 2009
Rozvodné potrubí včetně akumulátorů „po trase“	Uvedena do provozu 2009
Bloky tavicích pecí č.10.1 a bloky stolů č. 6.1 až 6.2	Uvedena do provozu 2009
Hydraulika NTL pecí	Uvedena do provozu 2005
Hydraulika NTL III.2	Uvedena do provozu 2016
Následné úpravy, opravy, výměny komponentů, doplnění systému, které nelze přesně datovat a specifikovat.	

Z výše uvedeného datování je zřejmé, že stáří hydraulického systému se pohybovalo mezi 11 a 15 roky , při dvousměnném provozu lze uvažovat s cca 48 000 pracovních hodin.

Nástin problému

Fáze projektu :

- *Zjištění a posouzení aktuálního stavu*
- *Uvedení systému do výchozího stavu pro implementaci*
- *Rozdělení systému*
- *Implementace komponentů prediktivní údržby*
- *Volba hodnotících kritérií*
- *Volba HW*
- *Zpracování SW*
- *Volba vzorkování*
- *„Učící“ fáze*
- *Užívání*

Zjištění a posouzení aktuálního stavu

Výchozí stav – stručně řečeno = Industry 1.0 !!! – nevhodné pro implementaci

- Změna pracovní kapaliny z HFC Ultrasafe 620 na CS HYDRATERM HFC 40. (Technicky nelze srovnat, dodavatel nemá produktový list na stránkách.)
- Výměna čerpadel za jiný typ, implementaci velmi neprofesionální
- Kontrolní čidla nefunkční
- Chladič zanesen vodním kamenem
- Hydraulické bloky u licích pracovišť značně poškozené



Rozdělení systému – analogie stroj - člověk



Pracovní kapalina – (krev systému)



Hydraulický agregát, čerpadlové jednotky – (srdce)



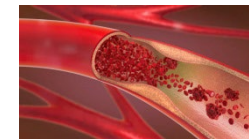
Filtrace – (játra, ledviny, ...)



Hydraulické akumulátory – (plíce systému)



Potrubí – hadice – (tepny, cévy , žíly)



Hydraulické válce – (svaly systému)



Pracovní kapalina

V našem případě HFC – obtížně on line diagnostikovatelná

Pokud by byl olej :

- *Nečistoty*

- *Voda*

- *Základní vlastnosti oleje*



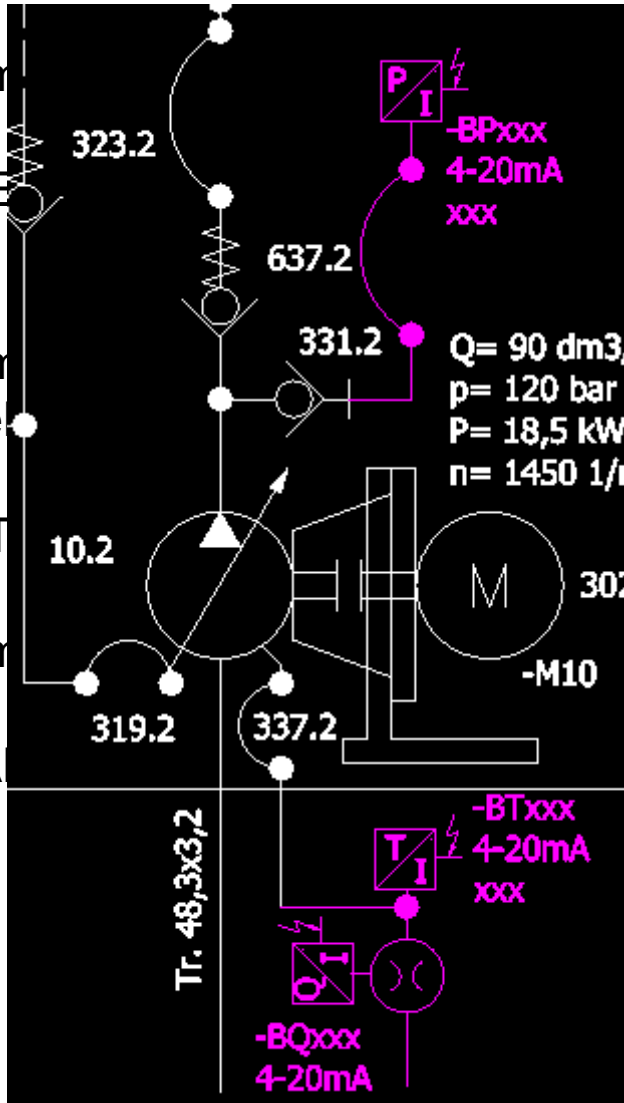
Fluid sensors
(available se



Čerpadla

Doplnit snímač

Typ:
PRESSURE



Doplnit snímač
na odvod teploty

Typ:
TEMPERATURE

Doplnit snímač

Typ:
FLOW TRANSDUCER

skupem na výstupy čerpadel .

250-000



skupem

4146-A-006-000



čerpadel .

2556-C-0004-0020-7-B-0-000



Filtrace

Koncept :

- *Filtr zpětný ochranný 10µm*
- *Filtr tlakový ochranný 10µm*
- *Filtr paralelní výkonný 5µm*

RFL 2520

DF ON 660

RF ON 330

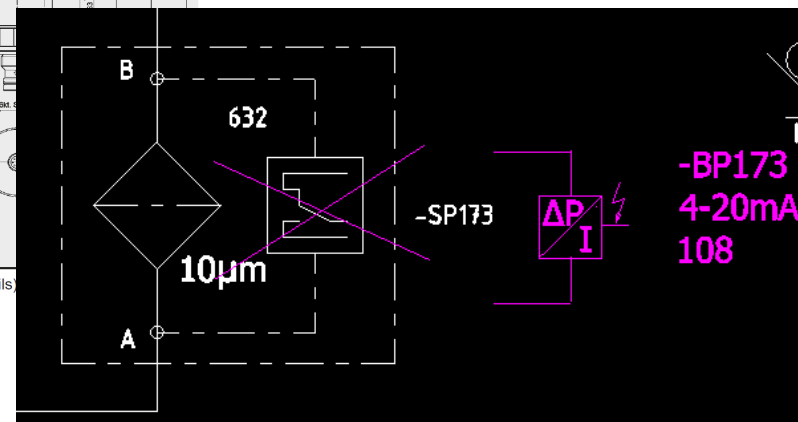
Řešení - Vyměnit signalizátory zanesení filtrů za signalizátory zanesení s kontinuálním výstupem

VL x GW.x



	Type of indication	Electronic/analogue (4-20 mA) for condition monitoring filters incl. bypass monitoring. 1 switching contact at 75% and at 100% of the pressure setting		
	Weight	157 g		
	Pressure setting p (switching contact 100%)	2 bar ±5%	3 bar ±5%	5 bar ±5%
	Indication range Δp	0 to 5 bar	0 to 5 bar	0 to 8 bar
	Indication range "pressure before filter"	25 bar		
	Type of switching	electronic switch, PNP positive switching		
	switching outputs Δp	N/O or N/C contacts (factory setting)		
	Output Load	400 mA		
	Max. switching voltage / operating voltage	20 to 30 V DC		
	Analogue outputs "press. before filter" & Δp	4 to 20 mA (max. resistance 600Ω)		
	Electrical connection	M12 x 1 / 8 pole		
	Protection class to DIN 40050	IP 65		
	Permitt. operating pressure	25 bar		
	Permitt. temperature range	-40 °C to +85 °C		

¹⁾ Required amperage > 20 mA; for lower amperages, order "-SO135" indicators (see Supplementary details)



Akumulátory

Hlavní problém – ztráta – únik dusíku.

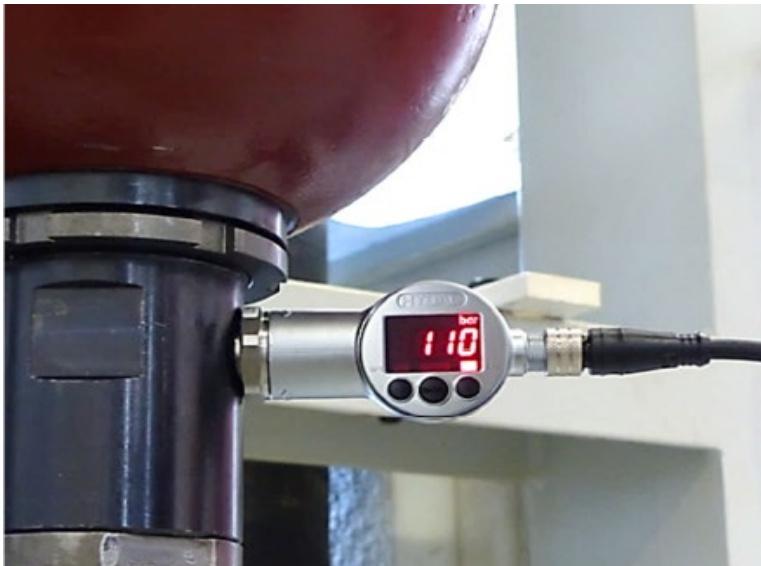
Použity vakové akumulátory SB330-50 rozmístěné po trase systému

Doplnit speciální snímače pro kontrolu správného plnicího tlaku dusíku.

Typ :

Electronic Pressure Sensor

EDS 3446-F31-0250-P00



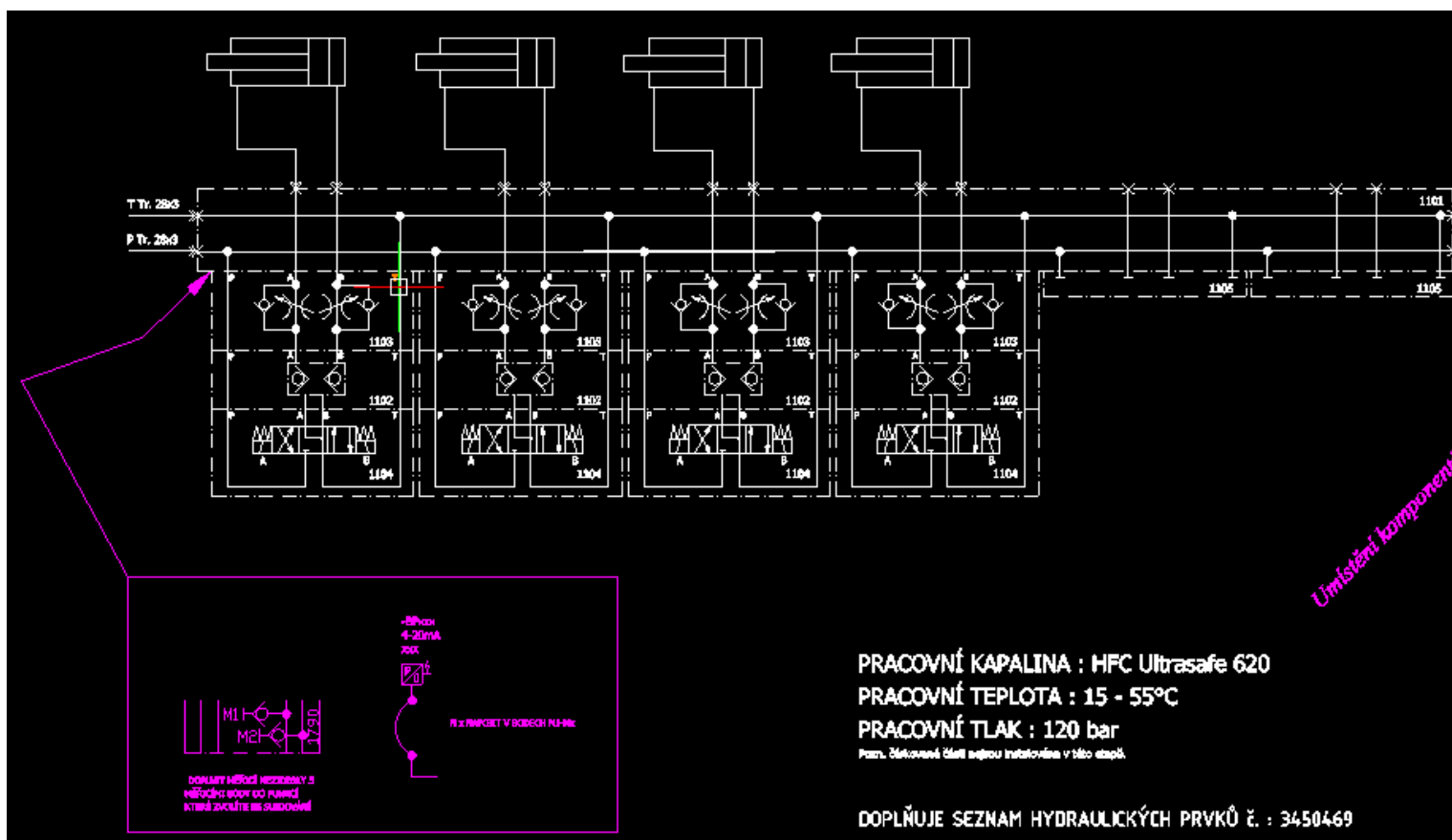
Ovládací bloky licích pracovišť

Doplnit snímače tlaku na straně pístu i mezikruží.

Typ :

PRESSURE SENSOR

HDA 4446-A-250-000



Doplnění komponentů nádrže

Doplnit snímače – hlúadina a teplota tak, aby byly obě veličiny snímány s analogovým výstupem .

Typ :

Electronic Level nad Temperature Sensor ENS 3118-5-0520-000-K



Hodnotící kritéria

Kapalina :

- neumíme HFC – nepřímá kontrola teplota, hladina, zanášení filtrů

Čerpadla :

- Komparativní sledování výstupního tlaku
- snímání teploty a průtoku na lekáži čerpadel

Akumulátory :

- sekvenční kontrola plnicího tlaku dusíku

Potrubí :

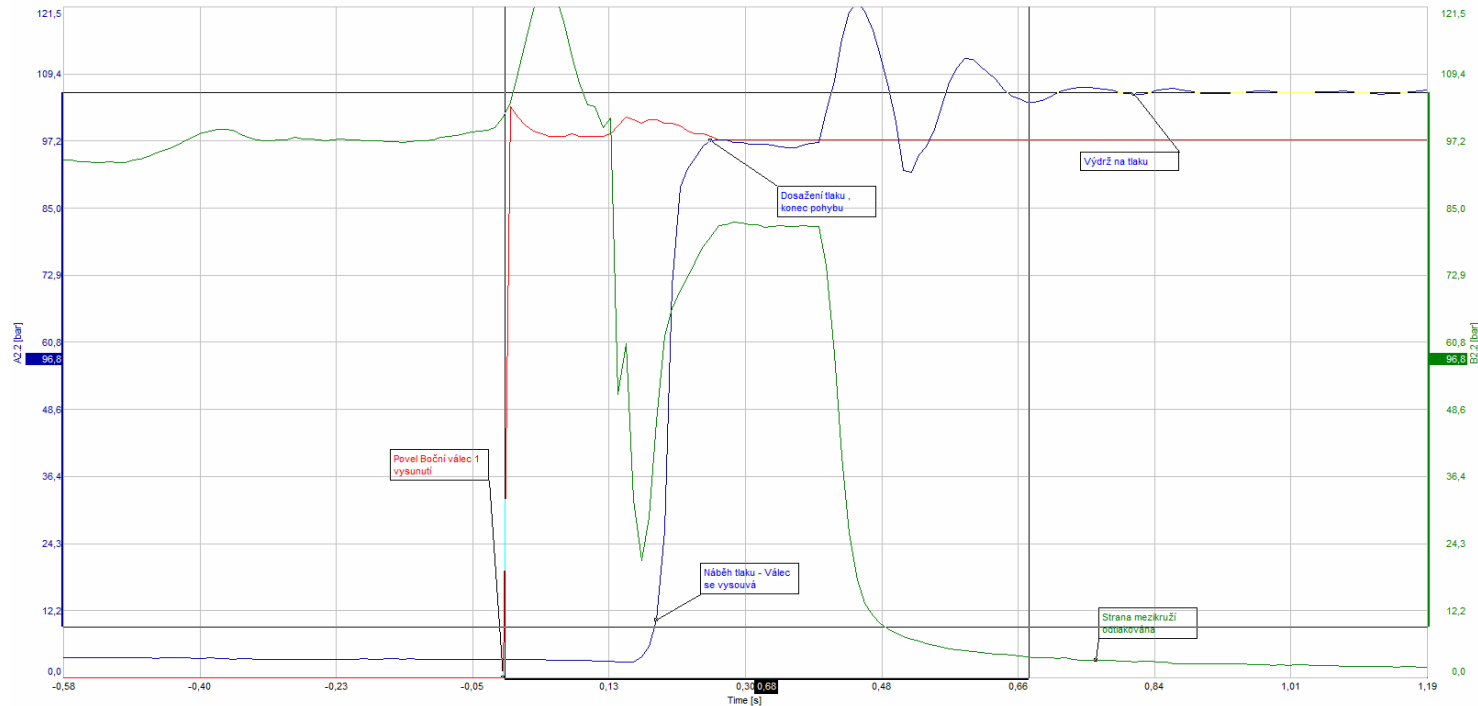
- lekáže nepřímým pohybem hladiny

Ventilové bloky a válce :

- lekáže natlakováním a poklesy systémů – občasná fce
- Správnost licího procesu – tlakový průběh cyklu

Kontrola licího procesu - příklad

Rozbor Boční válec 1 – start - náběh tlaku :



Závěry pro boční válec 1 start - náběh tlaku:

Po zadání signálu na Y2.2B musí dojít k náběhu tlaku na A2.2 na 90 bar a výše do 90 ms

Po zadání signálu na Y2.2B musí dojít k snížení tlaku na B2.2 pod 20 bar do 90 ms

Následuje hodnocení dle předchozí kapitoly – ustálený stav

Porušení jedné nebo druhé nebo obou podmínek avizuje :

Vadný ventil Y2.2

Podmínky filtr – příklad

Tlakový filtr DF ON 660 Q E 10 D 1.0 /-L24 , pozice 632

Podmínka vzorkování :

Teplota pracovní kapaliny dle sensoru BT 161 $\geq 40^{\circ}\text{C}$

Jsou v chodu 2 čerpadla

Měření provést každou hodinu po dobu 10 minut,
vzorkovací frekvence 1 s

Vyhodnotit střední hodnotu

Stanovit bazální měsíční křivku jako v předešlé kapitole

Odchylna – zrychlení zanášení filtru signalizuje špatnou funkci filtračního obvodu s filtrem pos. 206 nebo zvýšené opotřebení hlavních čerpadel.

HW & SW

Více než polovina práce spočívala ve volbě komponent HW a programování SW

- *Vhodné vzorkování pro sběr dat ...*
- *Učící fáze*

System je i po 4 letech v provozu a výstupy jsou používány

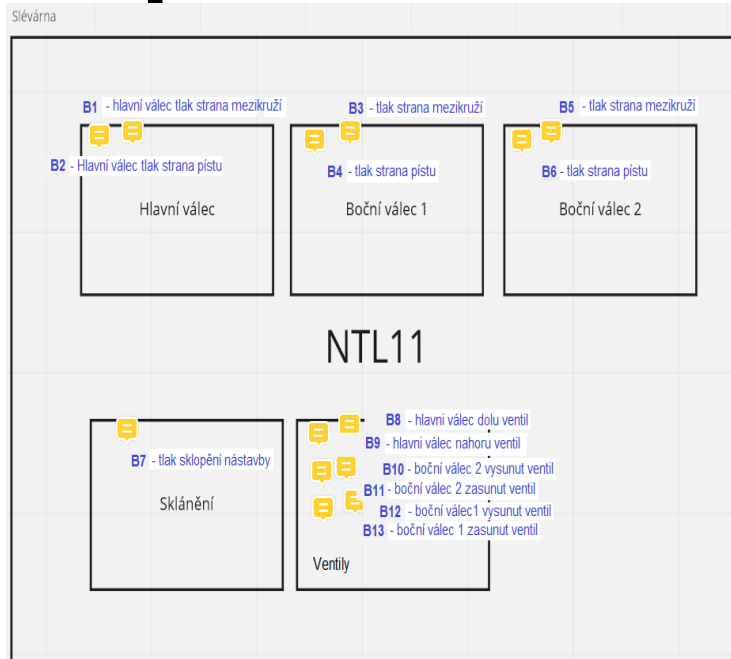
Pár ukávek z praktického výstupu

Výsledek a přínos pro firmu

- Finanční úspora během 3 let - 1.2 mil. Kč
- Kratší doba odstávky o 15%
- Plánování odstávky
- Zvýšení produktivity
- Delší životnost náhradních dílů 5%
- Možnost analýz opotřebení per obsluha
- Snížení zmetkovitosti
- Zvýšení úspěšnosti kontroly z 95% na 99%
- Základ pro digitální dvojče a další stupně autonomního řízení výroby



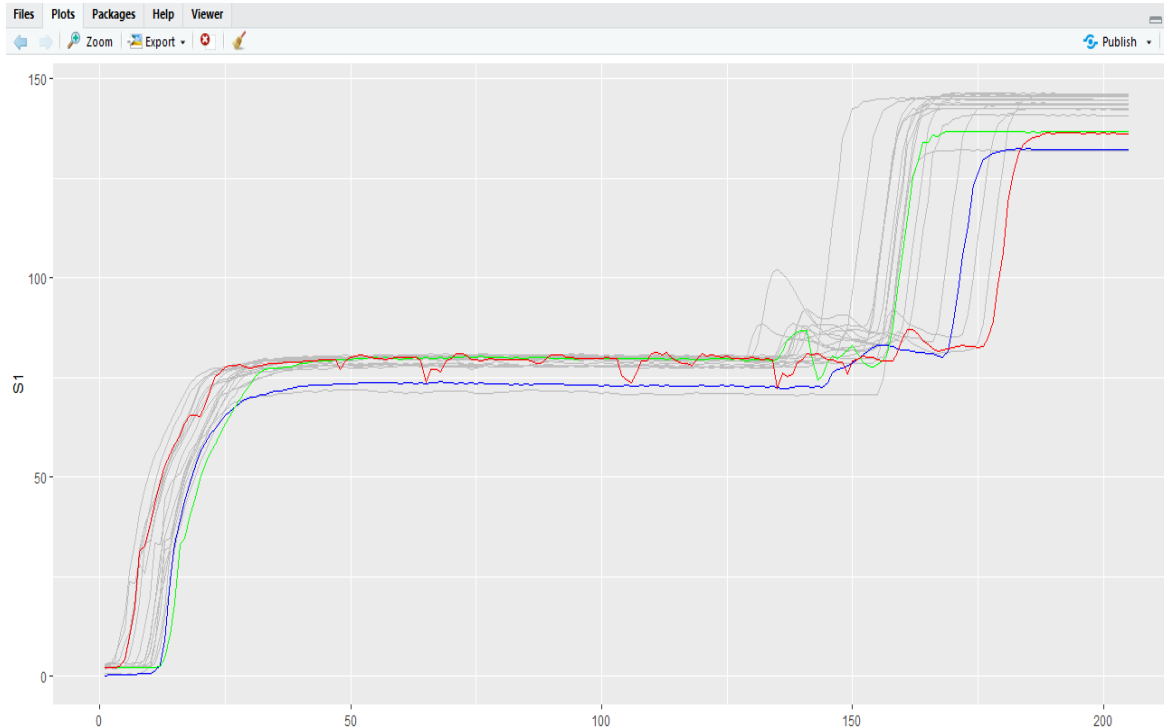
Mapa čidel licího stroje NTL 11



Pohled na rozmístění čidel pro snímání tlaku
v hydraulických válcích
(TelemetrySampledData 100/10 ms) a
činnosti spínacích elektroventilů (čas)



Detekce anomálií



Měřená hodnota je tlak před pístem hlavního válce v čase (SamplingTime 10 ms, první fáze, zavírání formy)

Zajímavá je oblast kolem x-hodnoty 150 ms před dovřením víka formy, zřejmě jde o vliv nečistot na přírubě nebo vůlí osy sklápění víka mezi cykly...



Využití vazeb systémů

Cílem řešení je primárně predikce poruch, zaplánování údržby a její kapacity v rámci systému TPM dříve, než dojde k poškození zařízení.

Existuje i další využití, preskripce a automatizace objednávek a disponibility náhradních dílů v MTZ, opět podle nastavení kritických ND v TPM, důsledkem je snížení stavu zásob ND.

Na základě dat z ML lze operativně výrobu díky interakci se systémem S-Data automaticky přepínat.

Všechny kritické situace lze notifikovat na příslušné odpovědné pracovníky a díky workflow systému vynutit reakce zodpovědných osob.



Big data ...

Počet zpráv z IOT zařízení pro ML za 2,5 roku provozu :

475 541 805
zpráv





Děkuji za pozornost !