

# Využití odpadního tepla z chlazení pláště kuplovny ve slévárně

Usage thermal effluent from the cooling cope  
cupola at ironfoundry

Bc. Jaromír Kliš

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaromír KLIŠ**  
Osobní číslo: **A09528**  
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Využití odpadního tepla z chlazení pláště kuplovný  
ve slévárně**

Zásady pro vypracování:

1. Popište typické technologické procesy s odpadním teplem.
2. Uvedte možnosti využití odpadního tepla s nízkým teplotním potenciálem.
3. Proveďte energetickou bilanci tepelných procesů s ohledem na možné využití odpadního tepla pro konkrétní provoz.
4. Navrhněte možný způsob využití odpadního tepla obsahující: energetickou bilanci, návrh zařízení včetně specifikace jednotlivých prvků, proveďte návrh řízení a monitorování včetně vhodného SCADA systému, základní technickou dokumentaci, investiční náklady.
5. Proveďte technicko – ekonomické hodnocení projektu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Dvořák,Z., Klazar,L., Petrák,J.: Tepelná čerpadla . SNTL 1987.
2. Matějka,J.: Úspory tepla v průmyslové energetice.Energetický institut Státní energetické inspekce. Praha, 1990.
3. Stoecker, W.F.: Design of thermal system. Third edition. ISBN 0-07-100610-9.
4. Haberle,H.: Průmyslová elektronika a informační technologie.Europa-Sobotáles cz. s.r.o. ISBN 80-86706-04-4. Praha 2003.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Martin Zálešák, CSc.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání diplomové práce:

**24. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**6. června 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*ředitel ústavu*



---

**ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na využití odpadního tepla z chlazení slévárenského zařízení. Tato práce je rozdělena do dvou hlavních částí.

V teoretické části je popis stávajícího zařízení, chlazení a činnosti slévárny ZPS a. s. Popsána je zde technologie slévárny a pro představu je uveden její princip s částmi výrobního procesu. Teoreticky je zde uvedeno možné využití odpadního tepla tohoto provozu a jsou zde vyjmenovány části zařízení, které slouží ke zpracování oteplené vody. Dále je zde uvedena možnost snížení nákladů firmy i jinými prostředky. Ty jsou v ohřevu teplé užitkové vody ( dále jen TUV ) pro praní znečištěného prádla a jeho praní.

V praktické části je posouzení stávajícího systému a návrh technologického zařízení, jeho umístění, regulace a náklady s tímto zařízením spojené.

Klíčová slova: slévárna, kuplovna, chladicí věž, praní, Exel 50, mikrochladič, výměník, sušička

**ABSTRACT**

This thesis is aimed at usage of waste heat generated during the process of cooling the foundry appliances. The thesis is divided into two main parts.

The theoretical part comprises description of the current equipment, cooling and activities of the ZPS company, which is an expert in foundry industry. Not only the technology of foundry plant but also the manufactural process is described in this thesis. There is also listed the possible usage of the waste heat as well as the parts of equipment that serves to processing of the heated water. Last but not least, there are given also other ways of reducing the company's costs. One of these ways is heating the warm supply water for washing laundry.

The practical part includes the assessment of current system and the draught of the technological appliance. The location, regulation and costs connected with this appliance are also mentioned there.

Keywords: foundry plant, cupola, cooling tower, washing laundry, Excel 50, micro-cooler, exchanger, drier

---

Rád bych poděkoval touto cestou :

- Panu Ing. Martinu Zálešákovi, CSc. za odborné vedení při psaní diplomové práce
- Panu Ing. Petru Vraštiakovi z firmy Slévárna ZPS a. s. za odborné konzultace, firemní materiály a možnost pohybu při projektování ve výrobní hale
- Panu Ing. Danielu Pláškoví za konzultace v oblasti automatizace
- Paní Ing. Janě Mrázové z firmy Meron a. s. za odborné konzultace a materiály v oblasti praní, pracích a sušících strojů
- Panu Ing. Jaroslavu Fajtovi z firmy ELTE za odborné konzultace a materiály produktů zásobníků s výměníkem
- Panu Ing. Lumíru Klišovi za odborné konzultace v oblasti stavebnictví a statiky budov
- Panu Ing. Radovanu Horákovi za osobní konzultace
- UTB FAI a FT Zlín za umožnění studia při zaměstnání
- Autorům uvedených v citacích za příspěvky na Internetu i v tištěné podobě

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>1</b>	<b>SEZNÁMENÍ SE SLÉVÁRNOU A JEJÍM CHODEM .....</b>	<b>13</b>
1.1	ZPS – SLÉVÁRNA, A. S. – SEZNÁMENÍ S FIRMOU, PRO KTEROU JE TATO DIPLOMOVÁ PRÁCE VYTVOŘENA.....	13
1.2	JAK SLÉVÁRNA FUNGUJE .....	15
1.2.1	Slévárství .....	15
1.2.1.1	Kuplovna.....	16
1.2.1.2	Elektrická oblouková pec.....	16
1.2.1.3	Elektrická indukční středofrekvenční pec.....	17
1.2.1.4	Plynová kelímková pec .....	18
1.2.1.5	Elektrická odporová kelímková pec.....	18
1.2.2	Odlévání .....	19
1.2.2.1	Šedá litina .....	19
1.2.2.2	Ocelolitina.....	21
1.2.2.3	Odlévání, zpracování taveniny.....	21
1.3	HORKOVĚTRNÁ KUPLOVNA GHW V ZPS A. S. ....	30
<b>2</b>	<b>TECHNOLOGICKÉ PROCESY S ODPADNÍM TEPEM .....</b>	<b>32</b>
2.1	MOŽNÁ ŘEŠENÍ VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA .....	32
2.1.1	Výzkumné centrum informačních technologií FIT VUT Brno .....	32
2.1.2	Využití oteplené vody pro vytápění a ohřev TUV .....	34
<b>3</b>	<b>TEPLÁ VODA A JEJÍ ZPRACOVÁNÍ.....</b>	<b>36</b>
3.1	TEPELNÝ VÝMĚNÍK.....	36
3.1.1	Dělení tepelných výměníků.....	36
3.1.1.1	Podle průtoku médií.....	36
3.1.1.2	Podle tvaru teplosměnných ploch .....	37
3.1.2	Deskový tepelný výměník .....	37
3.1.2.1	Rozebíratelné deskové výměníky .....	37
3.1.2.2	Pájené deskové výměníky .....	39
3.1.3	Trubkové výměníky.....	41
3.1.4	Výpočty tepelných výměníků .....	42
3.1.5	Řešení výměníků tepla pomocí střední logaritmické diference proudů .....	43
3.2	REGULAČNÍ VENTILY .....	45
3.2.1	Základní pojmy pro návrh ventilu .....	45
3.2.1.1	Jmenovitá světlost DN .....	45
3.2.1.2	Jmenovitý tlak PN.....	45
3.2.1.3	Maximální pracovní teplota .....	46
3.2.1.4	Průtokový součinitel .....	46
3.2.1.5	Průtočná charakteristika.....	46
3.2.1.6	Regulační poměr .....	49
3.3	ČIRKULAČNÍ ČERPADLA PRO TUV.....	50
3.3.1.1	Základní pojmy pro návrh čerpadla .....	50
3.4	TEPELNÁ ČERPADLA .....	50
3.4.1	Vypařování .....	51
3.4.2	Komprese .....	51

3.4.3	Kondenzace .....	51
3.4.4	Redukce tlaku .....	51
3.4.5	Schéma tepelného čerpadla .....	51
<b>4</b>	<b>PRANÍ .....</b>	<b>54</b>
4.1	TECHNOLOGIE PRANÍ PRÁDLA.....	55
4.1.1	Faktory ovlivňující proces praní.....	55
4.1.1.1	Mechanický účinek .....	55
4.1.1.2	Teplota praní .....	56
4.1.1.3	Doba praní.....	56
4.1.1.4	Kvalita vody použité k praní.....	57
4.1.1.5	Složení detergentů a jejich dávkování .....	58
4.1.2	Třídění prádla .....	59
4.1.2.1	Prádlo mírně zašpiněné.....	59
4.1.2.2	Prádlo běžně zašpiněné.....	59
4.1.2.3	Prádlo silně zašpiněné.....	59
4.1.3	Vypracování programů.....	59
4.1.4	Ověřování navrženého programu .....	59
4.1.5	Příklady doporučených technologických postupů ( Meron a. s. ) .....	60
<b>5</b>	<b>CHLADICÍ SYSTÉM SLÉVÁRNY ZPS A. S.....</b>	<b>69</b>
5.1	OKRUHY CHLAZENÍ VE SLÉVÁRNĚ .....	69
5.1.1	Chladicí věže .....	69
5.1.2	Příslušenství chladicí věže .....	70
5.1.3	Typy chladicích věží použitých ve slévárně ZPS .....	72
5.1.4	Umístění mikrochladičů .....	73
5.1.5	Technický popis chladicích okruhů.....	73
5.1.6	Doplňovací voda .....	76
5.1.7	Ochrana cirkulačního okruhu proti korozi a inkrustaci.....	77
5.1.8	Dávkování biocidu .....	77
5.1.9	Boční filtrace .....	78
5.2	CHLADICÍ VĚŽE .....	78
5.2.1	Chladicí věže EWK.....	79
5.2.2	Chladicí věže EWB .....	80
5.2.3	Chladicí věže EWB - W .....	82
5.2.4	Chladicí věže EWD – C .....	83
<b>6</b>	<b>MOŽNOSTI ŘÍZENÍ A REGULACE .....</b>	<b>85</b>
6.1	PŘÍKLADY TYPŮ SBĚRNIC PRO POUŽITÍ V AUTOMATIZACI .....	85
6.1.1	LON.....	85
6.2	PŘÍKLADY TYPŮ PROTOKOLŮ PRO KOMUNIKACI V AUTOMATIZACI .....	90
6.2.1	C-Bus.....	90
6.2.1.1	C – bus – architektura .....	91
6.2.1.2	C – bus – převodník BNA.....	92
6.2.2	BACnet.....	92
6.2.2.1	BACnet - architektura .....	94
6.2.3	M – Bus .....	94
6.2.3.1	M-Bus architektura .....	95
6.2.3.2	M-Bus – koncentrátor .....	96
6.2.3.3	Převodník M-Bus / RS232.....	97

6.2.4	OPC .....	97
6.2.5	Modbus.....	99
6.2.5.1	Modbus – architektura .....	99
6.2.6	SNMP.....	100
6.3	PŘÍKLAD DRUHU REGULÁTORŮ.....	101
6.3.1	Jednoduchý regulátor Excel 12 .....	101
6.3.2	Excel 50 – DDC podstanice .....	103
<b>7</b>	<b>HODNOCENÍ SYTÉMU .....</b>	<b>110</b>
7.1	TECHNOLOGICKÁ ČÁST.....	110
7.2	OKRUHY CHLAZENÍ A MOŽNOST VYUŽITÍ ODPADNÍ TEPLÉ VODY.....	110
7.3	ŘÍZENÍ A MONITOROVÁNÍ CHLADICÍCH OKRUHŮ .....	110
<b>8</b>	<b>NÁVRH ŘEŠENÍ VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA .....</b>	<b>111</b>
8.1	ŘEŠENÍ ČÁSTEČNÉHO CHLAZENÍ VODY V JÍMKÁCH S VYUŽITÍM ODPADNÍ TEPLÉ VODY.....	111
8.1.1	Modelová situace řešení .....	111
8.1.1.1	Popis modelové situace.....	112
8.1.1.2	Stávající schéma chlazení .....	112
8.1.2	Množství odpařené vody .....	112
8.1.3	Potřeba TUV pro praní za jeden den.....	113
8.1.4	Návrh zásobníku TUV s výměníkem .....	114
8.1.4.1	Návrh výměníku.....	114
8.1.4.2	Ukázka výroby zásobníků s trubkovým výměníkem .....	116
8.1.5	Cirkulační čerpadlo v návrhu výměňkového systému .....	123
8.1.6	Návrh čerpadla .....	123
8.1.6.1	Ovládání čerpadel .....	126
8.1.6.2	Sací koše .....	126
8.2	ŘÍZENÍ, REGULACE A MONITOROVÁNÍ ZÁSOBNÍKŮ S VÝMĚNÍKEM.....	126
8.2.1	Popis regulace .....	126
8.2.2	Návrh regulátoru .....	127
8.2.2.1	Vstupní a výstupní modul .....	128
8.2.2.2	Komunikace regulátoru.....	131
8.2.2.3	Komunikace přes LAN .....	131
8.2.2.4	Zobrazení regulace na pracovních stanicích .....	134
8.2.2.5	Teplotní snímač ZPA 241 .....	137
8.2.2.6	Tlakový snímač DMP 331 .....	139
8.2.2.7	Havarijní tlakový snímač .....	140
8.2.2.8	Elektroventil.....	140
8.3	NÁVRH PRACÍHO STROJE .....	141
8.3.1	Volba pracího stroje dle vstupních požadovaných parametrů.....	142
8.3.2	Zvolení pracího stroje dle výpočtu.....	142
8.3.2.1	Výpočtové vztahy .....	143
8.3.2.2	Výpočet pro volbu pracího stroje.....	143
8.3.2.3	Volba pracího stroje.....	144
8.3.2.4	Volba pracího prostředku.....	146
8.3.2.5	Umístění pracího stroje.....	149

---

8.4	ZPRACOVÁNÍ VYPRANÉHO PRÁDLA .....	150
8.4.1	Návrh sušicího stroje .....	150
8.4.2	Možné další zpracování vysušeného prádla .....	151
8.5	NÁVRH PRÁDELNY .....	154
8.5.1	Umístění výměníků .....	155
8.5.1.1	Úprava horní plochy objektu.....	156
8.5.1.2	Návrh vstupních dveří prádelny .....	160
8.5.1.3	Vnitřní úprava objektu .....	162
8.6	NÁVRH ELEKTRICKÝCH ROZVODŮ .....	165
8.6.1	Světelný okruh.....	165
8.6.2	Zásuvkový okruh prádelny .....	166
8.6.3	Napájecí okruh technologie.....	167
<b>9</b>	<b>EKONOMICKÉ HODNOCENÍ.....</b>	<b>168</b>
9.1	ÚSPORA VODY .....	168
9.2	ÚSPORA PRANÍM.....	169
9.3	EKONOMICKÉ PARAMETRY PROJEKTU.....	170
9.4	ODHADOVANÉ NÁKLADY NA REALIZACI PROJEKTU .....	172
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>175</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....</b>	<b>176</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>177</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>179</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>180</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>184</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>185</b>

## ÚVOD

Doba, ve které tato diplomová práce vzniká čelí celosvětové ekonomické krizi. Kromě států Evropské unie, kterým hrozí bankrot, se potýká s velkými problémy řada firem a továren, které ztrácejí kvůli této situaci klientelu i za unijními hranicemi. Cenou výrobků bohužel díky asijským firmám nelze bez problémů konkurovat. Výrobní procesy se zdražují jak cenou materiálů, tak cenou energií, ale taky cenou víceprací, které jsou v provozech vyžadovány, jak ze strany zaměstnanců, tak i z důvodů hygieny a bezpečnosti práce. Kritérií bychom samozřejmě vyhledali více.

Bohužel už v České republice neexistuje přímá podpora investic v oblasti obnovitelných zdrojů energie. Doba, kdy si firmy co nejvíce pokrývaly střechy solárními panely na výrobu elektřiny je taky pryč. Energetické firmy smlouvy na výkup této energie již nedávají a nebo pokud ano, tak s velkými problémy, které by byly finančně stěžejí návratné. Za rozumné lze považovat zateplení budov, změny topných zařízení – hlavně pro administrativní části, popř. obytné. Důležitou částí je využití vlastních vyprodukovaných energií – jejich zpracování a v lepším případě jejich znovu-využití a nebo jejich prodej.

V této situaci a při čím dál větším zdražování energií každý výrobce, firma, energetičtí auditoři i jednotlivci přemýšlí, jak ušetřit na investicích do energií, ale taky jak snížit provozní náklady firmy. Pochopitelně je cílem snížit energetickou náročnost, a taky využít odpadních energií z výrobních procesů tak, aby byla vydaná energie co nejlépe zůžitkována. V našem případě oteplené cirkulační vody z chlazení kuplovný slévárny.

V této práci je zvoleno využití oteplené cirkulační vody k ohřevu užitkové vody pro praní špinavého prádla slévárny. Cílem je využití zbytkového tepla, snížení výparnosti cirkulačního média, snížení nákladů na praní prádla, které je prováděno externí firmou a prodloužení jeho životnosti kvalitním praním, návrh tohoto systému a úprava prostor pro vzniklou prádelnu, ekonomické zhodnocení tohoto projektu.



## 1 SEZNÁMENÍ SE SLÉVÁRNOU A JEJÍM CHODEM



Obr. 1. Slévárna ZPS a. s. Zlín - Malenovice

### 1.1 ZPS – SLÉVÁRNA, a. s. – seznámení s firmou, pro kterou je tato diplomová práce vytvořena

ZPS – SLÉVÁRNA, a. s. představuje jednu z nejmodernějších sléváren v Evropě, vyrábějící velmi složité odlitky ze šedé a tvárné litiny pro obráběcí, tvářecí, textilní, papírenské a jiné stroje. [9]

Více než 80-ti letá tradice a trvalá pozornost dalšímu technickému vývoji v oboru jsou základem vysoké jakosti výrobků. [9]

Všem ekologickým normám vyhovující technologie umožňuje vyrábět odlitky o velké přesnosti a vysoké užitné hodnotě, což dokazuje skladba zákazníků, kteří jsou představitelé evropské špičky ve svých oborech. [9]

Největší předností slévárny je výroba těchto složitých odlitků ( až 50 jader ) mechanizovaným linkovým způsobem. Je to jediný způsob, jak uspokojit maximum zákazníků v celé šíři jimi požadovaného sortimentu. [9]

Vnitřní systém řízení jakosti, vytvořený vlastními pracovníky, je na takové úrovni, kterou bez výhrad respektují i výrobci nejnáročnějších strojů, podléhajících certifikaci. [9]

V souladu s trendem průmyslově vyspělých zemí posouvá slévárna pojem polotovar do polohy minimálně hrubovaného odlitku, v mnohem častějších případech je jim však již odlitek opracovaný do konečné podoby, připravený na montáž. Tomu také odpovídá modernizace vlastní obrobny, kde jsou konvenční stroje postupně nahrazovány numericky řízenými stroji. [9]

ZPS – Slévárna, a. s. má nejen klientelu v České Republice, ale též v Belgii, Francii, Itálii, Izraeli, Německu, Nizozemí, Norsku, Rakousku, Slovenské Republice, Španělsku, Švédsku, Švýcarsku, USA a Velké Británii. [9]



Obr. 2. Slévárna ZPS a. s.

## 1.2 Jak slévárna funguje

### 1.2.1 Slévárenství

Slévárenství představuje výrobu často velmi členitých a tvarově složitých odlitků s rádius a úkosy pro automobilový průmysl ( výroba bloků a hlav motorů, brzdových kotoučů a bubnů, částí výfukového a sacího potrubí atd.), výrobu litých radiátorových těles ústředního topení, stojanů obráběcích a textilních strojů i výrobků pro domácnosti a také některé druhy šperků, zvony a další umělecké předměty. [13]

Slévárenské vlastnosti ( slévateľnost ): **tavitelnost, zabíravost, smršťování**

Slévárenské materiály:

Slitiny železa – nejpoužívanější materiály pro výrobu odlitků v pískových formách. Nejčastěji jde o litiny s různou formou grafitu ( lupínkový, červíkový, kuličkový ) a rovněž na odlitky ( v poslední době je ocelolitina nahrazována litinou s kuličkovým grafitem )

Slitiny hliníku – především slitiny Al – Si ( siluminy )

Slitiny mědi ( mosazi, bronzy )

Slitinu hořčíku a zinku

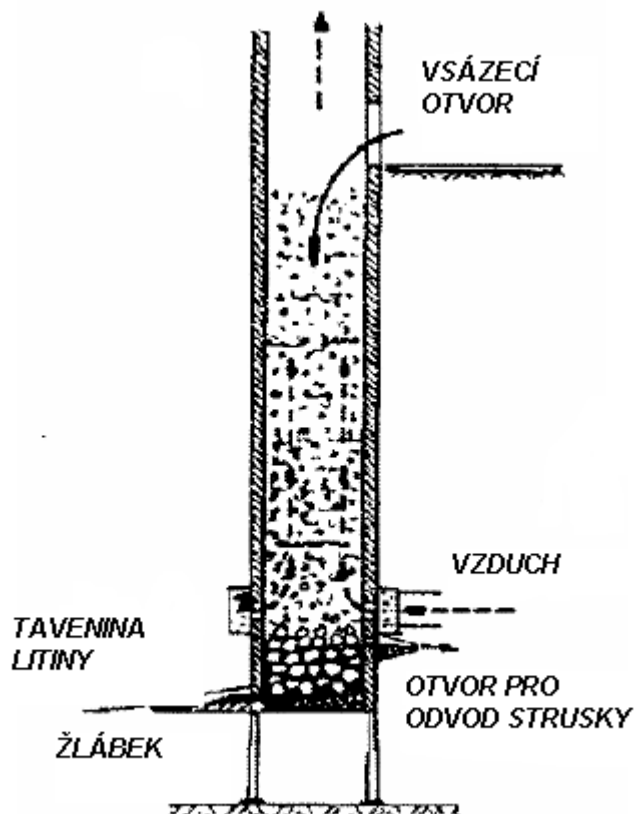
Pece pro tavení kovů: kuplovna, elektrická oblouková pec, elektrická indukční pec, plynová kelímková pec, elektrická odporová kelímková pec. [13]

Slévárenská forma: přípravek vyrobený ze žáruvzdorného materiálu, jehož dutina odpovídá svým tvarem negativu budoucího odlitku. Formy mohou být **trvalé** ( kovové kokily pro tlakové lití s mnohonásobným počtem odlití ), **polotrvalé** ( keramické, slouží pro více odlití ) nebo **netrvalé** ( pískové nebo keramické na jedno použití ) [13]

Způsoby odlévání: gravitační na licím poli nebo ve speciálních slévárenských strojích a zařízeních ( tlakové, odstředivé, vakuové )

### 1.2.1.1 Kuplovna

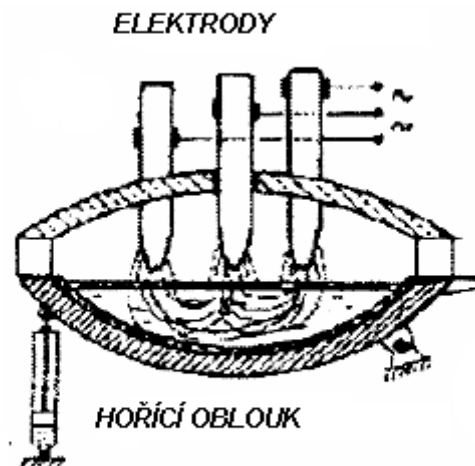
– slouží pouze k tavení a přípravě litiny. Do kuplovny se vsází kovová vsázka, struskotvorné přísady ( vápenec ) a koks jako palivo. Dmýchání vzduchu zajišťuje procesy oxidačních reakcí, možnosti metalurgických reakcí jsou však omezené. Vyzdívka kuplovny má proti vysokým pecím nízkou životnost ( pouze několik týdnů ) – v našem případě vyzdívku nemáme, pro chlazení pláště kuplovny se používá cirkulující voda. Dále v bodě 1.3 . [13]



Obr. 3. Kuplovna – řez s popisem

### 1.2.1.2 Elektrická oblouková pec

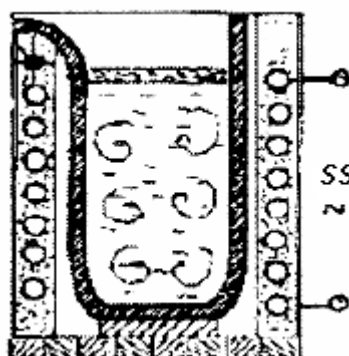
– je určena především pro tavení oceli na odlitky. Teplota elektrického oblouku je cca 3200 °C. tekutý kov je krytý aktivní struskou, která umožňuje upravovat obsah nežádoucích nečistot. [13]



Obr. 4. Elektrická oblouková pec – řez

### 1.2.1.3 Elektrická indukční středofrekvenční pec

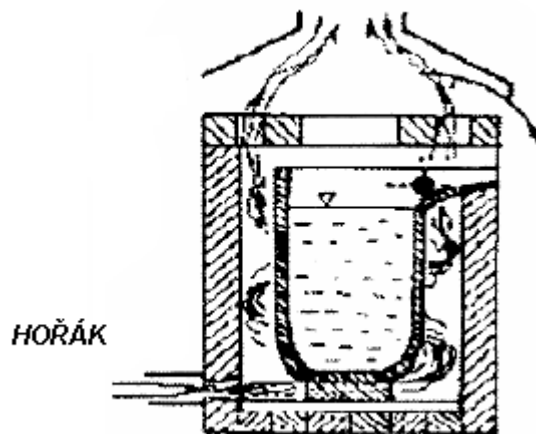
– využívá elektrických vířivých proudů v kovové vsázce, vložené do nádoby z nevodivého materiálu. Tavení probíhá velmi rychle, s vysokou účinností s minimální ztrátou propalem. Používá se k tavení legovaných ocelí a speciálních litin. [13]



Obr. 5. Elektrická indukční středofrekvenční pec - řez

#### 1.2.1.4 Plynová kelímková pec

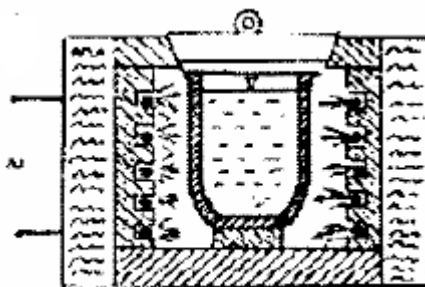
- je určena pro tavení neželezných kovů. Při spalování plynu vzniká riziko sycení taveniny vodíkem, který v atomárním stavu může do taveného materiálu proniknout přes stěny keramického kelímku. [13]



Obr. 6. Plynová kelímková pec – řez

#### 1.2.1.5 Elektrická odporová kelímková pec

– se používá pro tavení slitin hliníku, kelímek se ohřívá sálavým teplem odporové topné spirály. [13]



Obr. 7. Elektrická odporová kelímková pec - řez



## 1.2.2 Odlévání

Před odléváním se musí kontrolovat teplota taveniny, musí se odstranit struska a u neželezných kovů se provádí čištění taveniny pomocí rafinačních solí. U litin se před odléváním provádí tzv. očkování, které zajišťuje průběh krystalizace s tvorbou vhodné formy grafitu v odlitku. U litiny se často provádí odlití zkušebních tyčí ( vzorků ), na kterých se kontrolují mechanické vlastnosti ( pevnost, tvrdost ). [13]



Obr. 8. Provoz slévárny

### 1.2.2.1 Šedá litina

– se získává přetavením a úpravami surového železa v kuplovně. Obsahuje více jak 2,1 % C, který se při tuhnutí taveniny vylučuje v podobě grafitu. Tvar a množství grafitu ve struktuře litiny rozhoduje o mechanických vlastnostech ( pevnosti ) litiny: rozvětvené grafitové lupínky pevnost litiny zmenšují, jemně rozptýlený grafit v perlitické struktuře

litiny významně zlepšuje pevnost litiny. ( Perlit je složený z jemných útvarů feritu – železa  $\alpha$  a karbidu železa –  $\text{Fe}_3\text{C}$  ). [13]

Vysoká rychlost ochlazování taveniny litiny zabraňuje vylučování volného grafitu, uhlík zůstane ve struktuře litiny vázán jako karbid železa ( stejně jako rychlé ochlazování působí vysoký obsah manganu a nízký obsah křemíku ) a vytvoří se velmi tvrdá **bílá litina**. Žiháním bílé litiny ( 850 až 1000°C) vznikne **temperovaná litina**, která má proti šedé litině i určitou tažnost ( 4 až 12% ). [13]

Speciálními přísadami ( tzv. očkováním, např. hořčíkem ) lze dosáhnout vylučování grafitu ve tvaru zrn – kuliček, tato tzv. **tvárná litina** je svojí pevností srovnatelná s ocelí ( tvárná litina je pevnější a tažnější než běžná šedá litina a dobře tlumí vibrace - je vhodná např. na lité klikové hřídele a ozubená kola). [13]



Obr. 9. Plnění přepravních nádob žhavým materiálem



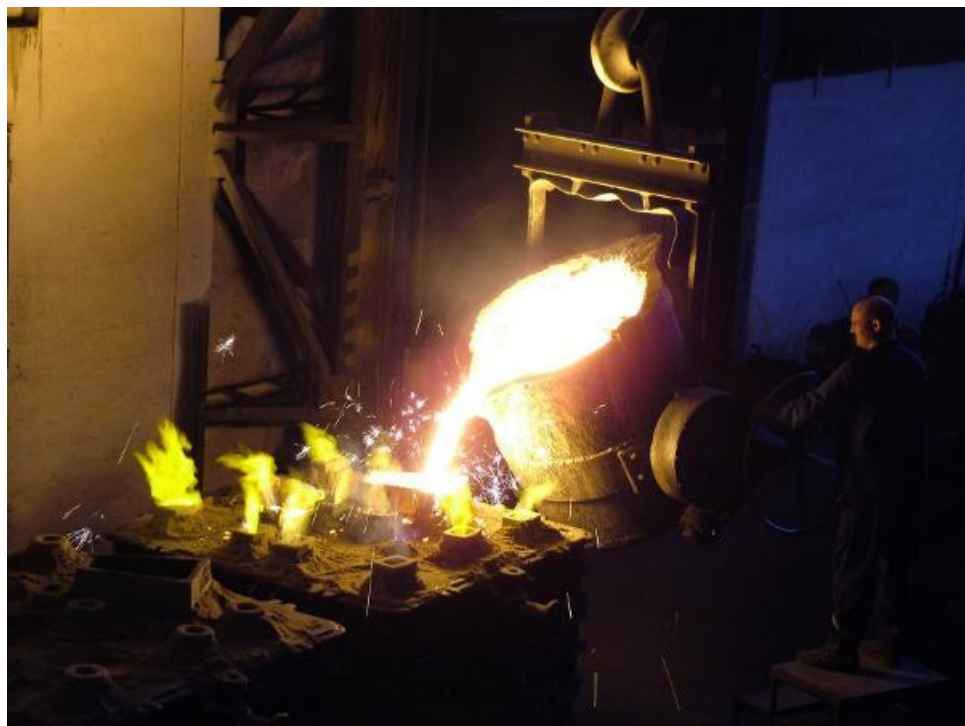
### 1.2.2.2 Ocelolitina

- se taví v elektrických kelímkových pecích. Pro dosažení dobrých mechanických vlastností se odlitky normalizačně žihají v pecích při teplotě cca 900 °C ( zjemňuje se tím hrubozrnná struktura, která vzniká při ochlazování odlitku ) a nechají se vychladnout na klidném vzduchu. [13]

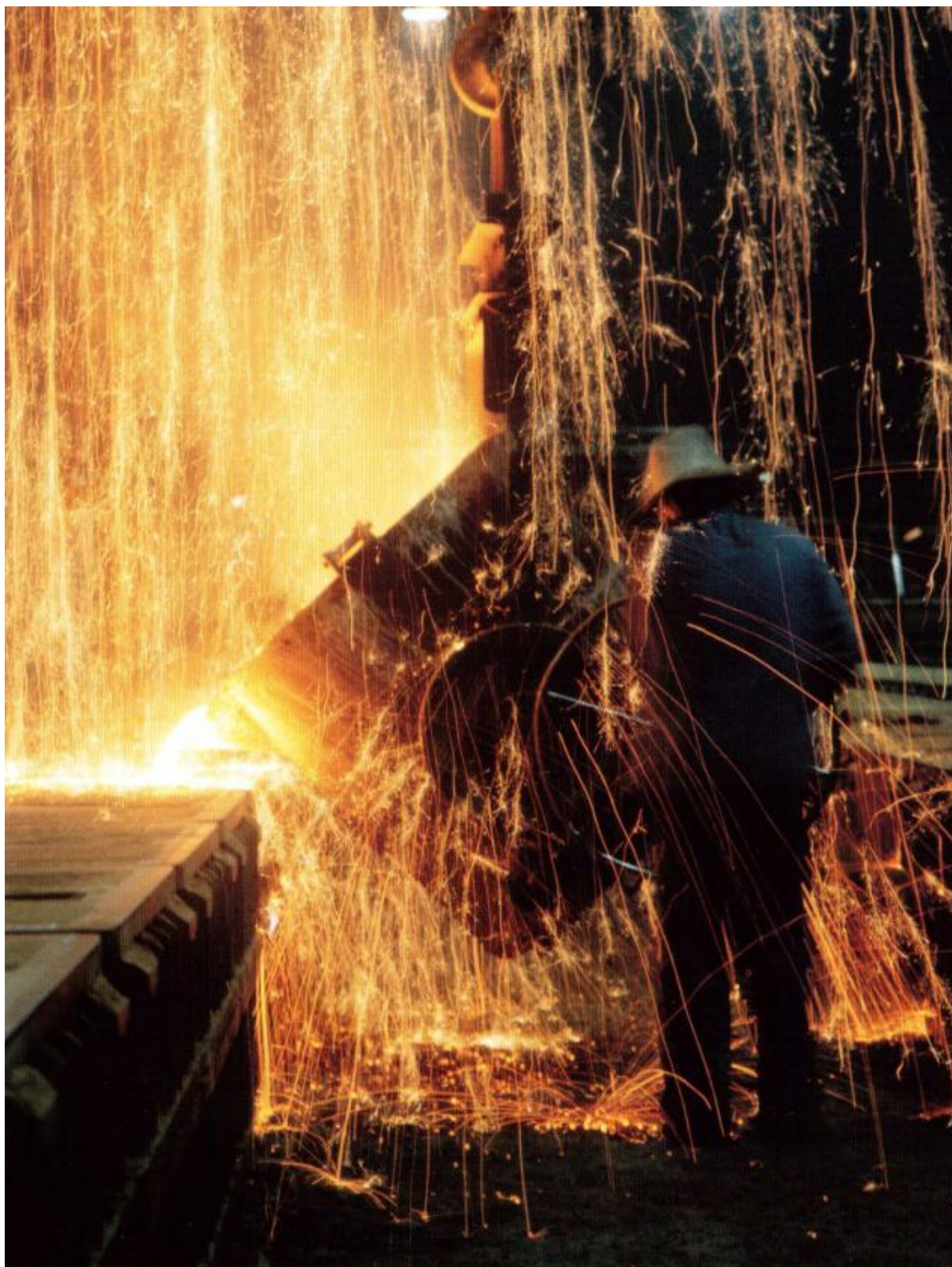
<u>Slévárny neželezných kovů:</u>	teplota lití	mosazi	cca 1000 °C
		bronzu	1150 až 1250 °C
		Alu-slitiny	680 až 780 °C
		Mg-slitiny	cca 750 °C

### 1.2.2.3 Odlévání, zpracování taveniny

**Model** – je základní pracovní pomůckou, která slouží k výrobě dutiny formy. Vyrábí se ze dřeva ( dnes již to jsou dřeva umělá ), rozměr modelu je proti odlitku větší o tzv. **smrštění**, které závisí na použitém odlévaném materiálu. Model rovněž musí obsahovat potřebné úkosy pro spolehlivé vyjímání modelu z upéčované formy. [13]

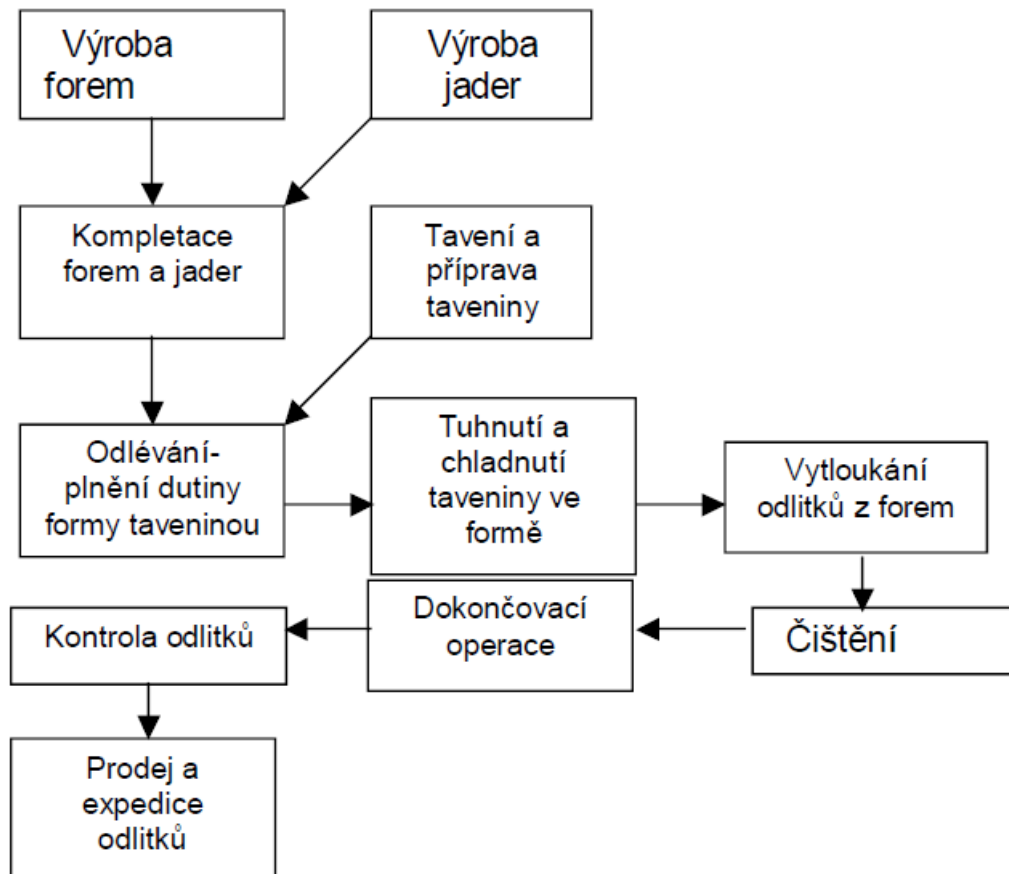


Obr. 10. Plnění forem rozžhaveným materiálem



Obr. 11. Odlévání



Schéma slévárenské výroby do pískových forem [13]

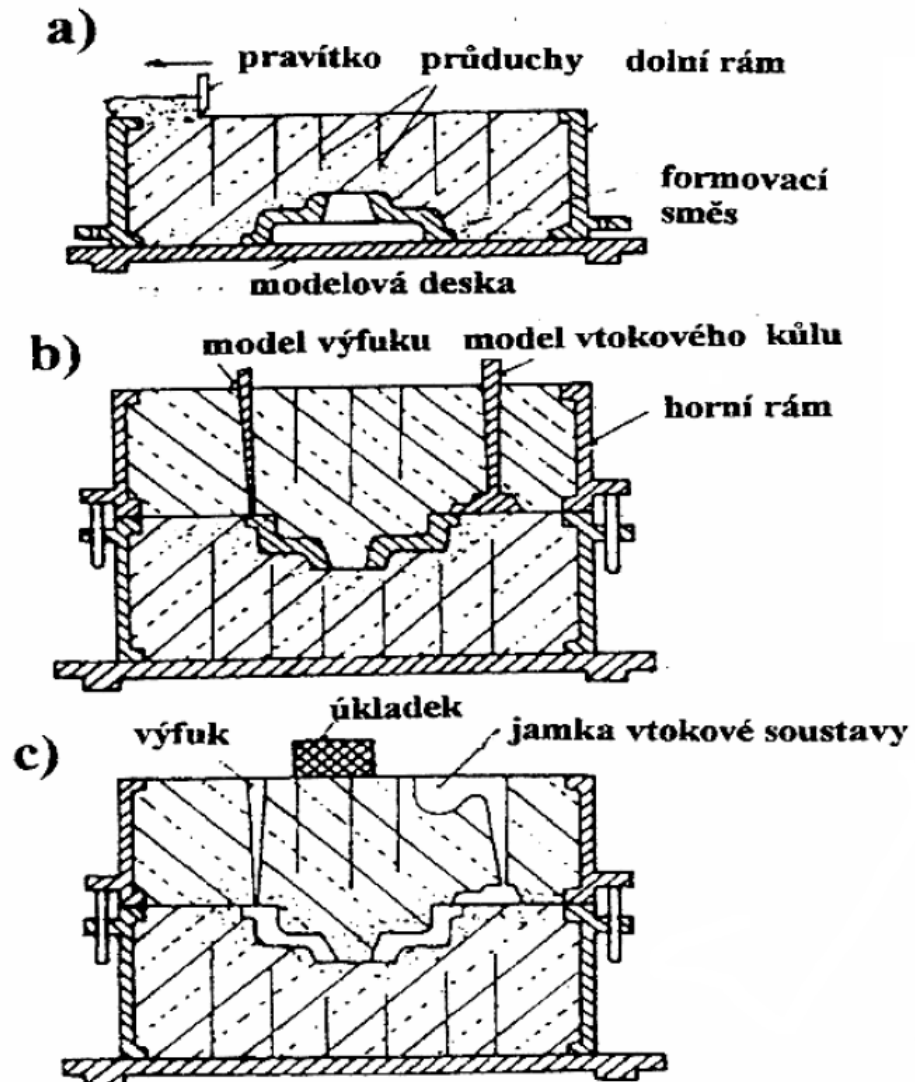
Obr. 13. Schéma slévárenské výroby do pískových forem

Barevné značení modelů:

Červená – pro litinu

Modrá – hliníkové slitiny

Šedá – hořčíkové slitiny

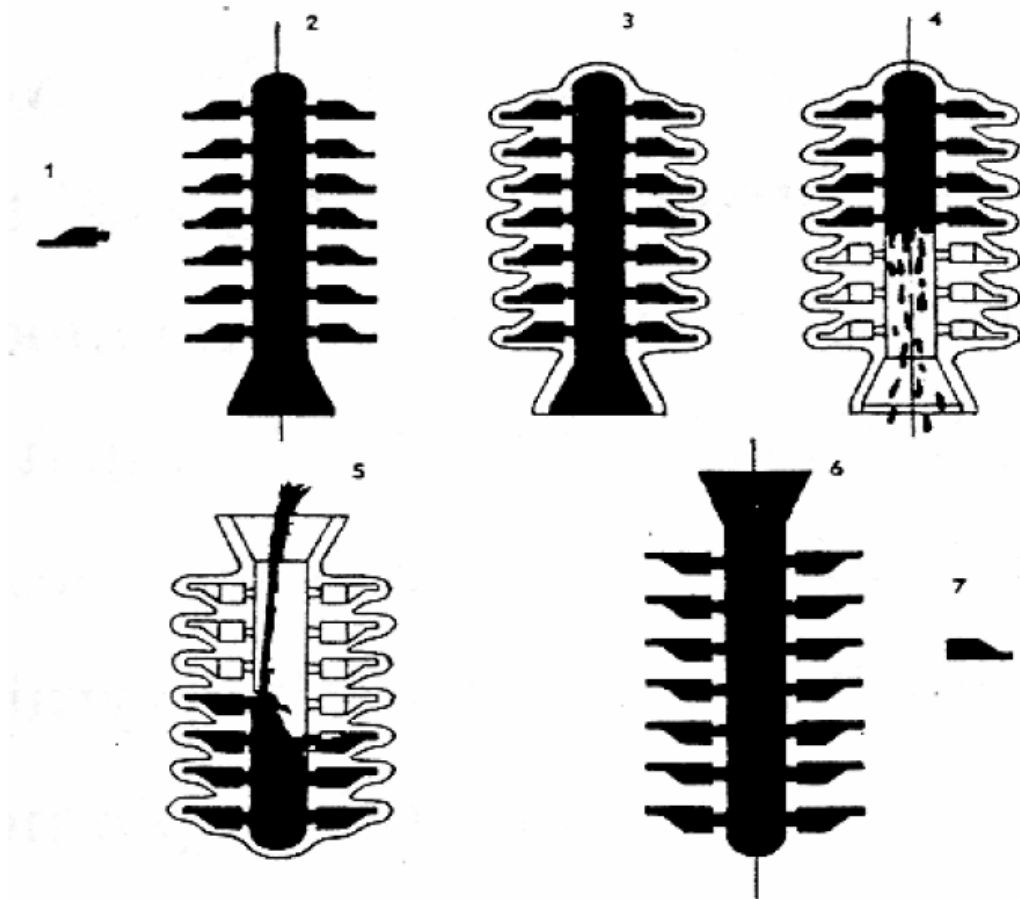
Schéma dílů formy a postup při ručním formování pískové formy [13]

Obr. 14. Schéma dílů formy a postup při ručním formování pískové formy

V moderní průmyslové výrobě odlitku se uplatňuje strojní výroba pískových forem s mechanizací pro plnění rámu formovací směsí, které zrychlí celý proces výroby forem a odstraňují fyzicky namáhavou práci. Zručnost a zkušenost formíře a dalších slévárenských profesí jsou důležitou podmínkou pro bezproblémové lití do pískových forem a pro zhotovení kvalitního odlitku. [13]

Schéma výroby odlitků pomocí vytavitelného ( ztraceného ) modelu

Tímto způsobem se zhotovují velmi hladké a rozměrově přesné odlitky ( součástky šicích a textilních strojů, automobilový průmysl, atd. ). Odlévaným materiálem je nejčastěji ocel na odlitky. [13]



Obr. 15. Schéma výroby odlitků z vytavitelného modelu

voskový model součástky

sestavený voskový stromeček

obalený stromeček

vytavení voskového modelu

odlévání

odlitý stromeček po odstranění keramické skořápky

odlitek



Ukázka odlitků slévárny ZPS a. s. [9]



Obr. 16. Finální odlitky

Výroba keramické skořápky ( formy )

Ponořením sestaveného stromečku do ethyl-silikátové břečky, po vytažení a zasypání křemičitým pískem . proces se několikrát opakuje k získání dostatečně tlusté vrstvy. Takto připravená forma se vloží do pece, vytaví se na vosk a při teplotě 900 °C se forma vypaluje. Pokud je skořepina dostatečně tuhá ( je „samonosná“ ), lze do ní odlévat přímo: pokud by neměla dostatečnou pevnost, vloží se do rámu a zasype se křemičitým pískem. Před odléváním se forma přehřeje na teplotu 350 °C. [13]



Obr. 17. Modelárna ZPS a. s.



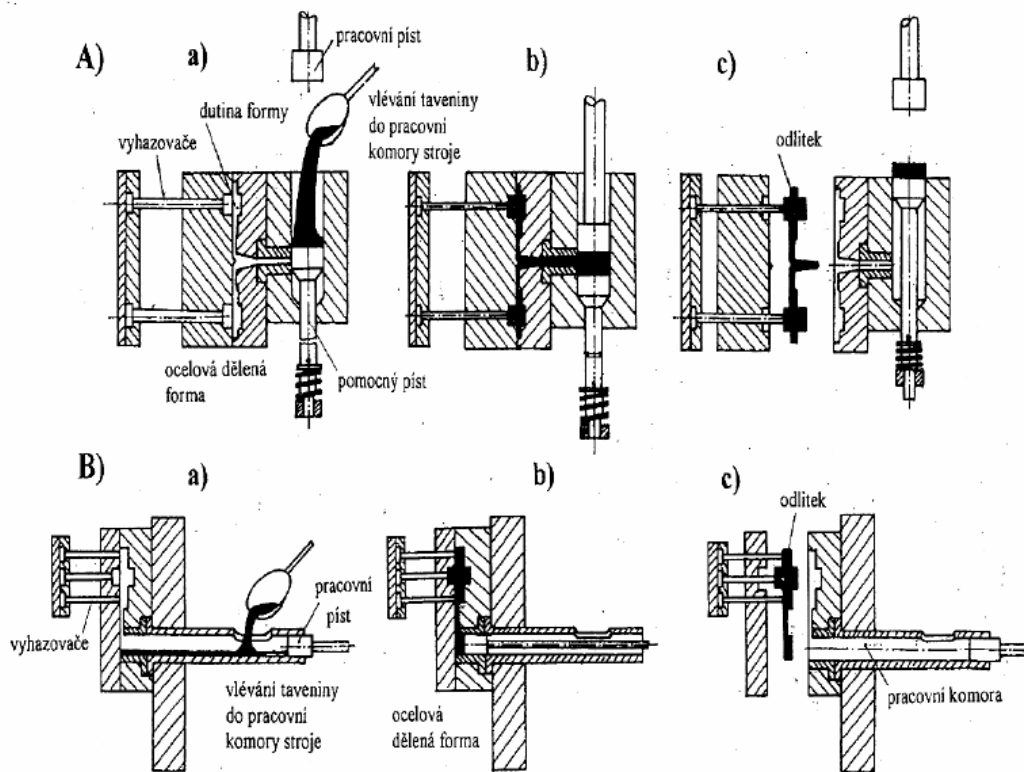
Tlakové lití [13]

Vysokotlaké ( tlak 2 až 500 MPa ), tlak vzniká působením pístu na taveninu v licím stroji ( bloky motorů, atd ).

Nízkotlaké ( tlak 0,03 až 0,5 MPa ), tlak vzniká tlakem plynu ( často vzduchu ) na hladinu taveniny.

A – vertikální licí komora, B – horizontální licí komora

Postup výroby tlakového odlitku: (a) – odlévání do pracovní komory, (b) – doprava taveniny tlakem pístu do formy, (c) – otevření formy a odstranění odlitku tzv. vyhazovači z formy



Obr. 18. Schéma vysokotlakého lití

### 1.3 Horkovětrná kuplovna GHW v ZPS a. s.

Celé tavící zařízení je bezvyzdívkové, horkovětrné, vodou chlazené kuplovny s čištěním odpadních kychtových plynů sestává kromě vlastní kupolní pece ze sálavého rekuperátoru a desintegrátoru s chladičem a odlučovačem kapek a vodního hospodářství ke chlazení dmyšen, pláště pece a granulaci strusky. [9]

System uspořádání tak splňuje požadavky na moderní tavící zařízení, jak po stránce energetické, tak i ekologické. Kychtové plyny jsou odsávány a ve spalovací komoře rekuperátoru za pomoci plynového hořáku a přiváděného spalovacího a chladícího vzduchu spáleny. Spalinami o teplotě až 900 °C je vzduch přiváděný do pece ohříván až na teplotu 470 – 520 °C. [9]

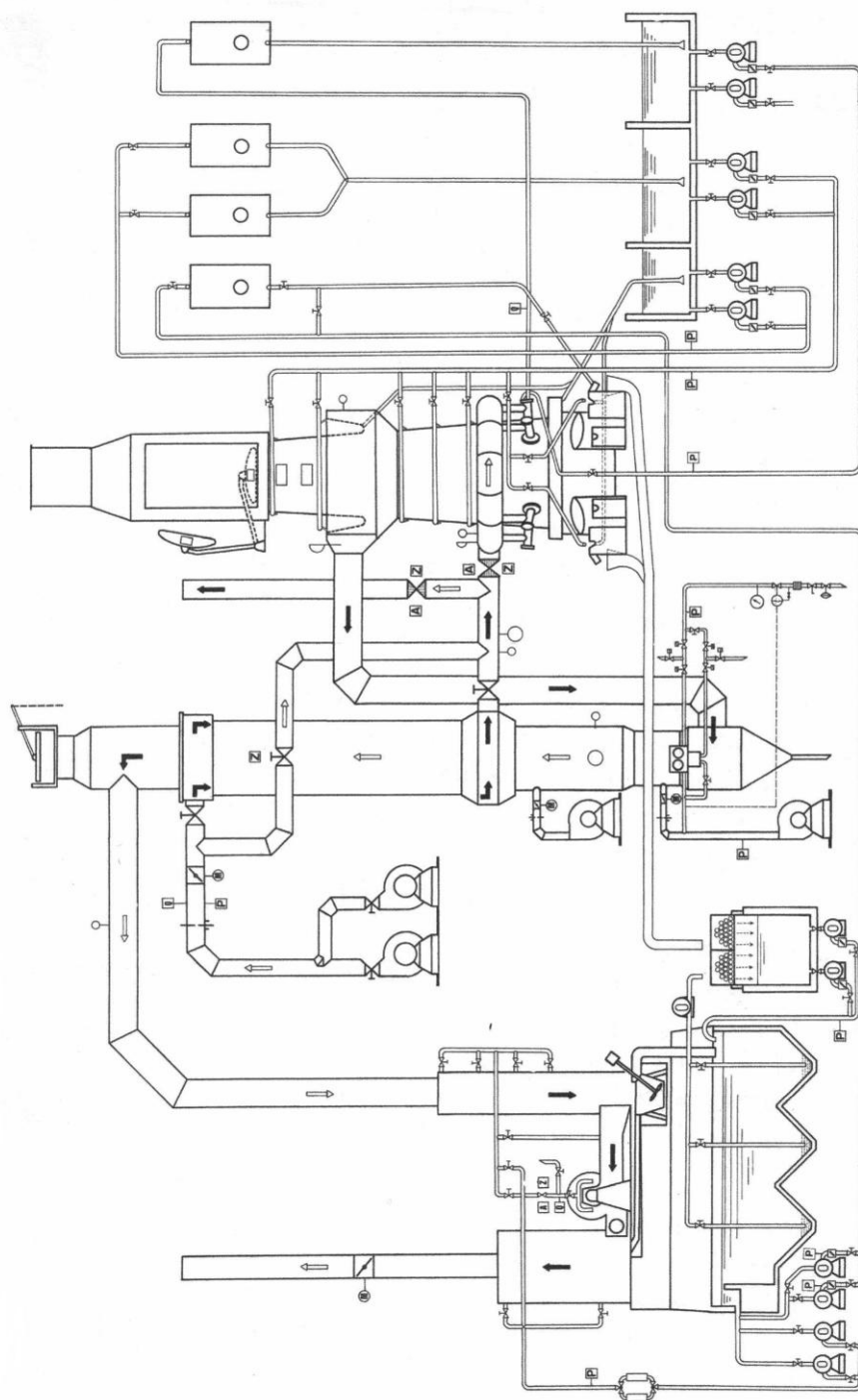
Po odevzdání tepla prochází spaliny chladícím zařízením a v desintegrátoru pak nastává po promísení s vodou v důsledku vysoké rotace k dokonalému smáčení povrchových podílů a jejich odloučení od plynu do vody. Očištěné, spálené odpadní plyny po průchodu odlučovačem kapek tak mohou být vypouštěny do atmosféry. Zařízení tedy splňuje požadavky zákonných předpisů o ochraně ovzduší. [9]

Intenzivně chlazený plášť a dmyšny vodou dovolují provozovat pec bez vyzdívky ( pouze v pásmu pod dmyšními trubicemi je uhlíková výduska ) a umožňuje kampaňovitý provoz s konstantním výkonem a minimálními nároky na opravy. [9]

Tlakové sifony ( pracují pod tlakem spalin ) s nepřetržitým výtokem kovu a strusky dovolují dosáhnout stejnoměrné výšky vrstvy strusky nad roztavenou litinou a tím rovnoměrnosti v chemickém složení litiny. [9]

Technické údaje:

1. Tavící výkon:	8 t / h ( 7 -10 t / h, max. 12 t / h )
2. Výkon rekuperátoru:	6 000 m <sup>3</sup> / h z teploty 20 na 500 °C
3. Výkon čistícího zařízení THEISEN:	12 000 m <sup>3</sup> / h
4. Výkon vysokotlakého ventilátoru	8 000 m <sup>3</sup> / h



Obr. 19. Schéma kuplovný a přidružených procesů z ovládacího panelu tavírny

## 2 TECHNOLOGICKÉ PROCESY S ODPADNÍM TEPEM

Odpadní teplo vzniká při řadě technologických procesů v nejrůznějších průmyslových oblastech jako je hutnictví, keramický průmysl, slévárenství, sklenářství, metalurgie, potravinářství ( např. likérky ) a mnohé další. Jak již z názvu vyplývá, jedná se o teplo zmařené, které se obvykle nevyužívá a odvádí se tak bez dalšího užitku do okolí.

Teplo uniká taky různými médii. Nejčastěji formou páry z chladicích věží, ale výjimkou není ani vyčištěný odpadní plyn, popřípadě horká voda.

I když je druhotné teplo pro původní technologii nevhodné, lze jej nadále využít v jiných zařízeních. Nabízí se tedy možnost maximálně využít tuto energetickou ztrátu vhodnou technologií a transformovat ji na využitelnou formu energie. Takto přeměněná energie může být náležitě využita v mnoha aplikacích jako je ohřev užitkové vody, vytápění, předehřev spalovacího vzduchu, výroba elektrické energie atd., čímž se zefektivní daný technologický proces. Obr.19.

### 2.1 Možná řešení využití odpadního tepla

#### 2.1.1 Výzkumné centrum informačních technologií FIT VUT Brno

15. 2. 2012 oznámil článek na internetu výstavbu nového výzkumného centra informačních technologií na Božetěchově ulici v Brně. V budově má být umístěna část technologie největšího superpočítače IT4Inovations a řada výzkumných laboratoří. Výzkum na tomto počítači se má zabývat zpracováním audiovizuálních dat, identifikace jazyka a mluvčích ze zvukových záznamů, detekce osob a objektu ve videosekvencích a snižování kybernetické kriminality. [15]

Celý tento superpočítač a jeho technologie má vydat 300 kW tepelné energie. Ta bude z třetiny použita zpětně pro vytápění objektu. [15]

Zbylá tepelná energie musí být chlazená. Chladicí agregát má mít výkon 603 kW. Kvůli tomuto agregátu musí být posíleno pro takový areál přívodní vedení. Celkový příkon tohoto centra má být až 1 122 kVA. [15]

Z toho plyne, že 200 kW tepelné energie však bude zchlazena bez dalšího využití.



Obr. 20. Architektonický návrh nového výpočetního centra 1



Obr. 21. Architektonický návrh nového výpočetního centra 2

### 2.1.2 Využití oteplené vody pro vytápění a ohřev TUV

Nejčastějším využitím oteplené vody z chladicích procesů je ohřev TUV ( teplá užitková voda ) a vytápění bytových i nebytových prostor.

Pro ohřev TUV , aby měla teplotu nejméně 60 °C je zapotřebí pro výměník tepelné médium vyšší teploty než 70 °C. Jinak by se musela voda dohřívat například elektricky nebo pomocí zemního plynu. Častým médiem na vstupu výměníku bývá vodní pára o teplotách kolem 150 °C a výše.

Taky pro vytápění pomocí ústředního topení pro menší a blízké prostory výměníku patří tyto hodnoty teplot vstupních médií. Pro horkovzdušné fukary se teplota vody z výměníků pohybuje v hodnotách od 80 °C. Variantou často pro velké prostory vytápěných z centrálních kotelen do ústředních topení bývá vodní pára, která je do systému vháněna a tím zaručí rychlé ohřátí topného systému a odstraní nežádoucí úkony, jako je například odvzdušňování koncových radiátorů.

V našem případě však cirkulační voda pro vytápění není efektivní. Teploty, které jsou v chladicím okruhu dosahují maximálních hodnot od 45 – 60 °C. Tyto teploty by byly maximálně využity pro trvalé podlahové vytápění – které se však v průmyslových budovách kvůli velkému zatížení podlah nepoužívá. Pokud by měla být tato voda využívána pro vytápění, byla by nezbytná instalace tepelných čerpadel ( viz. bod 3.2 ) , která by byla v provozu slévárny neekonomická.

Z důvodu velké výrobní plochy a rozmístění technologických zařízení pro výrobu ( jeřáby, manipulační linky atd. ) a taky odkladišť pro materiál, není možná instalace ústředního vytápění.

Dále tomuto druhu ohřevu prostorů nevyhovuje výška provozu a opláštění budovy – hlavně počet oken, díky kterým by byly velké tepelné ztráty.

Také možnost horkovzdušných fukarů je v tomto provozu vyloučena. Pracuje se zde s pískem, který je používán do forem pro odlévání, z důvodu proudění vzduchu by byl tento písek rozfoukáván a znemožňoval by výrobní procesy.

Při celodenním provozu jsou tyto prostory i v zimním období ohřívány technologiemi a vyrobenou litinou, která chladne ve formách umístěných v prostoru.

Možností tedy zůstává přehřev užitkové vody, na kterou nejsou kladeny nároky spojené s její vysokou teplotou, ale jejím průměrem, tj. pohybující se teplota kolem 45 °C.

### 3 TEPLÁ VODA A JEJÍ ZPRACOVÁNÍ

V této diplomové práci se jako zahřáté médium používá cirkulační voda. Její teplota pro další zpracování se dá využít za podmínky, že nebude vlivem jejího dalšího energetického zpracování ubývat z již fungujícího systému na objemu.

Cirkulační voda je filtrována a chemicky ošetřena, tudíž může být i pro její další potřebu nepoužitelná. Proto je nutno zvolit systém, aby se její tepelná energie dala převést, a to pomocí tepelného výměníku.

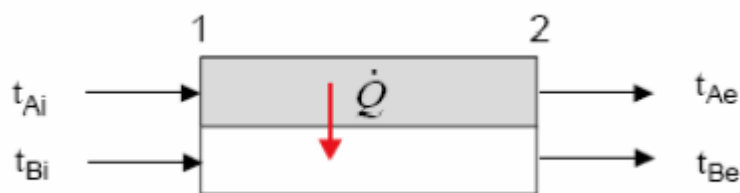
#### 3.1 Tepelný výměník

Výměníky tepla umožňují předávání tepla mezi tekutinami lišícími se teplotou, což je významné při chlazení, ohřívání, kondenzaci a odpařování. Existuje celá řada konstrukčních typů výměníků tepla. [20]

##### 3.1.1 Dělení tepelných výměníků

###### 3.1.1.1 Podle průtoku médií

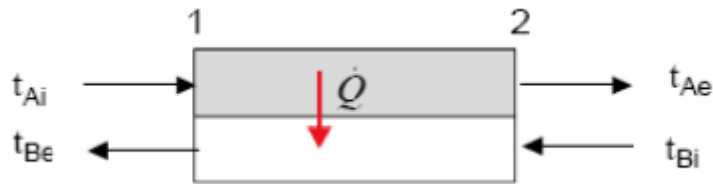
Souproudé tepelné výměníky - ( teplejší – ochlazované médium, chladnější – ohřívané médium ) protékají výměníkem ve stejném směru. Obr. 22. [20]



Obr. 22. Souproudý výměník



Protiproudé tepelné výměníky – ( teplejší – ochlazované médium, chladnější – ohřívané médium ) protékají výměníkem ve směru proti sobě. Obr. 23. [20]



Obr. 23. Protiproudý výměník

### 3.1.1.2 Podle tvaru teplosměnných ploch

- Deskové tepelné výměníky – jsou takové, kde teplosměnná plocha je rovinná stěna.

Trubkové tepelné výměníky – jsou takové, kde teplosměnná plocha je válcová stěna.

[20]

## 3.1.2 Deskový tepelný výměník

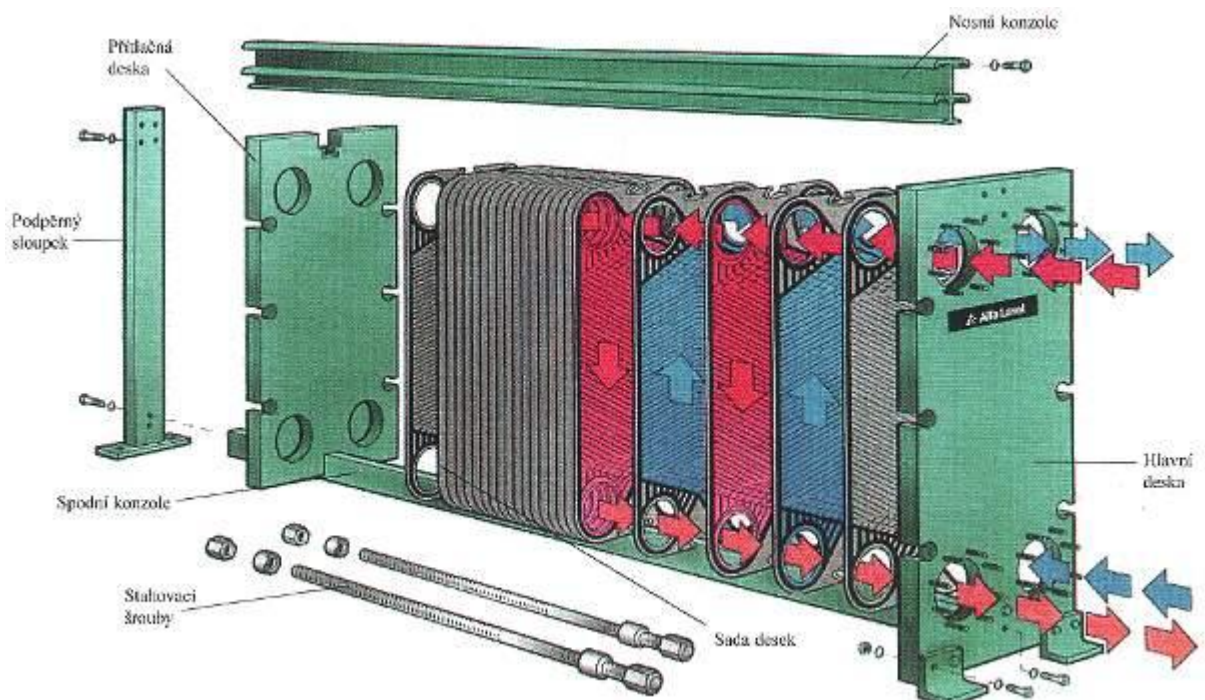
### 3.1.2.1 Rozebíratelné deskové výměníky

Rozebíratelné deskový výměníky tepla nachází široké uplatnění ve všech průmyslových oblastech. Vhodné jsou pro použití v oborech jako je vytápění a chlazení, kde využití rozebíratelných deskových výměníků, pro které je v poslední době značné uplatnění. [20]

Nejčastěji se používají pro vytápění, přípravu TUV, chlazení, klimatizaci a vzduchotechniku, využívání odpadního tepla pro vytápění a ohřev, solární systémy, tepelná čerpadla a taky pro ohřev bazénů. Vhodné prolisované desky se řadí za sebe a mezi desky je vloženo těsnění, čímž se vytvoří kanály pro průtok médií. Soubor takto složených desek stažen šrouby do nosného rámu tak, aby odolával požadovanému provoznímu tlaku. Tato konstrukce díky vysoké elasticitě těsnění snáší dobře cyklické zatěžování. Díky široké možnosti výběru materiálů desek je rozebíratelný výměník možno použít pro většinu aplikací, zejména v průmyslu. [20]

Jako materiál desek se standardně používá nerezová ocel, titan a jeho slitiny, grafitové kompozity a jiné. Jako materiál těsnění se používá nitridová pryž ( NBR ),

modifikace nitridové pryže pro vyšší nebo nižší teploty, viton, hypalon, neopren a další. Maximální provozní hodnoty rozebíratelných deskových výměníků tepla se liší podle typu a jsou uváděny v technických specifikacích výměníků. Deskový výměník tepla se skládá ze sady desek, seřazených za sebou a stažených pomocí šroubů mezi hlavní a přítlačnou deskou. Každá z desek je opatřena těsněním a tak je vytvořen systém dvou oddělených mezideskových prostorů – kanálů pro průtok primárního a sekundárního média. Celá konstrukce výměníků je dobře patrná z Obr. ., kde je vidět sadu desek a těsnění na jejich obvodu. Barevně je také naznačeno schéma průtoku primárního a sekundárního média. Každé z nich prochází svým systémem kanálů, tvořených utěsněnými mezideskovými prostory. Například primární médium vstupuje do levé horní příruby v pevné nosné desce a každým druhým mezideskovým prostorem protéká dolů, ode opouští výměník levou dolní přírubou. Sekundární médium naopak z pravé dolní příruby protéká svými mezideskovými kanály nahoru a vychází pravou horní přírubou. [20]



Obr. 24. Rozebíratelný deskový výměník

Toto uspořádání je velmi efektivní, protože obě média procházejí výměníkem přesně opačným směrem, jedná se tedy o dokonalý protiproud. Všechny desky jsou prolisovány

tak, aby v proudícím médiu docházelo k intenzivní turbulenci, čímž se zvyšuje přestup tepla. V zásadě to znamená, že deskové výměníky tepla mají 3 – 5krát vyšší účinnost než výměníky trubkové. [20]

### 3.1.2.2 *Pájené deskové výměníky*

První deskový výměník tepla Alfa Laval byl poprvé dodán na trh již v roce 1931. V roce 1997 pak tato firma uvedla na trh pájený deskový výměník tepla jako výsledek původního těsného výměníku a od té doby pokračuje ve vývoji s cílem optimalizace jeho výkonnosti a spolehlivosti. U pájených výměníků těsnění, přitlačné desky a stahovací šrouby i rám nahrazuje pájený spoj. [5]

Pájené deskové výměníky tepla se obvykle používají ve všech typech ohřívacích i chladicích procesů, kde se vyžaduje pohodlí, spolehlivost a bezpečnost. Ohřev a chlazení je ve většině případů otázkou zajištění pohodlného vnitřního prostředí domova, v práci nebo ve veřejných zařízeních. Ohřívat je třeba také vodu ve vodovodech, vodu v bazénech, skleníky apod. [5]

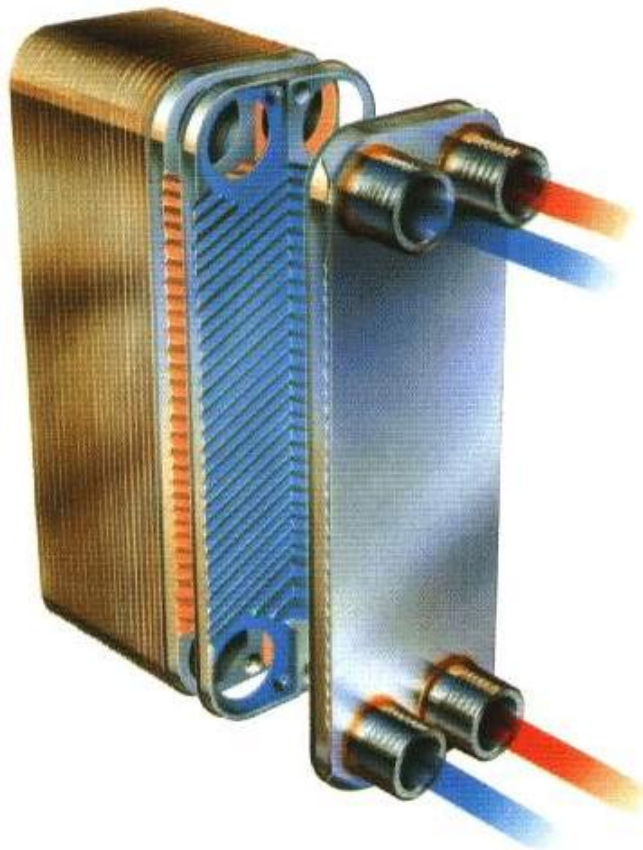
Pájené výměníky tepla mají díky patentovaným konstrukčním a technologickým postupům při návrhu a výrobě jisté unikátní vlastnosti:

- malé rozměry a nízká hmotnost
- vysoká teplotní a tlaková odolnost
- malý vnitřní objem
- snadná montáž a demontáž ( a tedy i eventuální čistitelnost )
- příznivá relace výkon / cena
- vysoká účinnost

**Materiál desek** – lze vyrobit kanálové desky výměníku z jakéhokoliv materiálu vhodného pro lisování. Při výrobě pájených deskových výměníků tepla se výhradně používá nerezová ocel AISI 316 ( odpovídá ČSN 17348 ). Pro pájení se užívá čistá nebo

pro speciální aplikace nikl Ten se využívá hlavně tam, kde agresivita některého média popř. hygienické předpisy vylučují použití měděné pájky, např. v potravinářství ( Ni pájka má z toho pohledu lepší vlastnosti než nerezový svár ). [5]

**Konstrukce** – Pájené deskové výměníky jsou složeny z desek, které tvoří kanálové prostory a tímto oddělují teplotně odlišná média. Desky jsou vzájemně spájeny vhodnou pájkou nejen po obvodu, ale i ve všech styčných bodech desek. Vytvoří se tak kompaktní a tuhá soubor desek. Umožňuje to speciální technologie výroby – vytlisované desky jsou proloženy tenkou fólií, která je pájkou. Ve vakuové peci pak dojde k dokonalému spájení bez oxidace. Výhodou je, že pájka je pak v minimálním kontaktu s médii, to obtéká pouze nerezové desky. Tímto je dosaženo zmíněné tuhosti a vysoké teplotní odolnosti. [5]



Obr. 25. Pájený deskový výměník

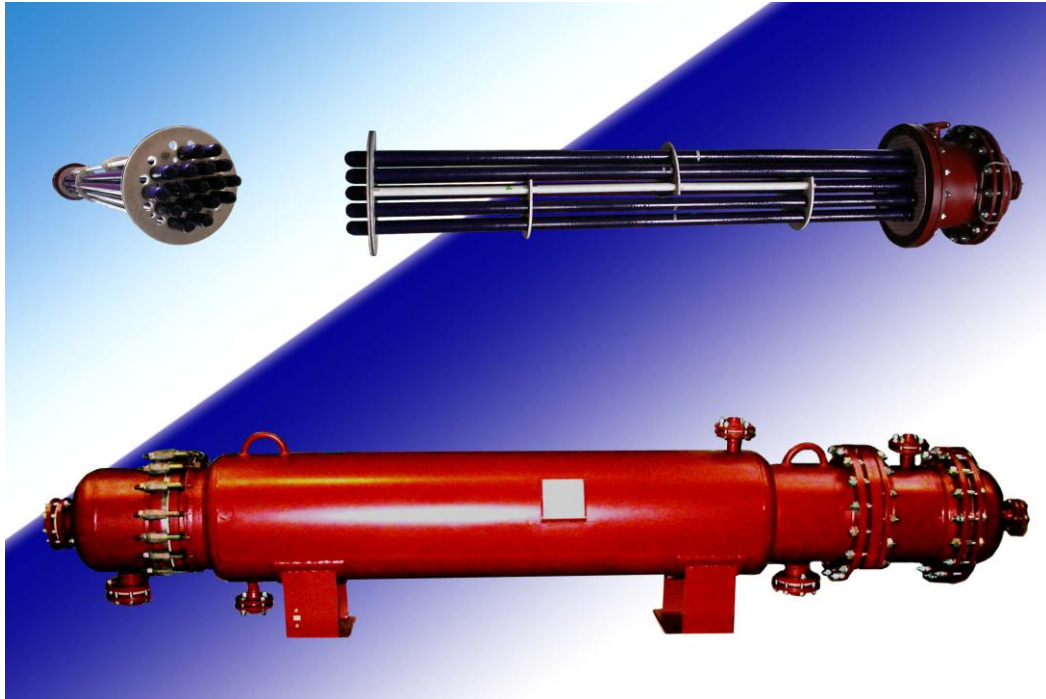
**Tvar kanálů** – Obecně lze rozdělit typy desek podle míry přiblížení teplot vstup / výstup ( parametr je označován jako NTU, který má přímou vazbu se součinitelem prostupu tepla ) na desky s nízkou hodnotou NTU ( označení L ) a vysokou hodnotu NTU ( označení H ). Velmi zhruba lze říci, že rozdíl v součinitelích prostupu je – 8x. Vzájemnou

kombinací těchto desek pak lze vytvořit tři různé typy kanálových prostor – L, M, H a z nich další variace, např. kanály A, E, apod. Pokud se navíc použijí dva bloky různých desek v jednom výměníku, např. 17H+10M, vzniknou kanály MIX. Lze tedy obecně říci, že kanály H mají oproti kanálům L hodnoty součinitele prostupu tepla vyšší, adekvátně se chovají z hlediska tlakové ztráty. Kromě těchto základních kanálů existuje samozřejmě i celá řada dalších typů pro zcela speciální aplikace (potravinářství, průmysl, chlazenství). [5]

### 3.1.3 Trubkové výměníky

Trubkové výměníky tepla voda-voda bývají složeny z válového pláště, který je v předu opatřen odnímatelným víkem a vzadu pevným dnem. Mezi přírubami pláště a víka je sevřena trubkovnice, do které jsou zaválcovány teplosměnné trubky, ohnuté do tvaru U. Teplosměnné trubky vyplňují vnitřní prostor pláště, kde procházejí příčnými přepážkami. Vnitřní prostor víka je rozdělen vodorovnou přepážkou na vstupní a výstupní část, navazující na počátek a konec teplosměnných trubek. Uprostřed pláště je umístěna podélná stěna rozdělující vnitřní prostor pláště na horní a spodní část. Z povrchu pláště jsou vyvedena hrdla pro vstup a výstup ohřívané vody, hrdla pro připojení manometru, pojistného ventilu a vypouštění.

Trubkové výměníky typu PVV jsou především určeny k ohřívání protékající sekundární vody nižší teploty primární vodou o vyšší teplotě. Uplatnění naleznou zejména při ohřevu oteplené vody pro vytápění a též při cirkulačním ohřevu teplé užitkové vody. [5]



Obr. 26. Trubkový výměník

### 3.1.4 Výpočty tepelných výměníků

Způsob výpočtu výměníků závisí na tom, zda se projektuje nový výměník ( návrhový výpočet, výsledkem je především stanovení teplosměnné plochy ) nebo se zjišťuje, jak se bude daný výměník chovat při určitých provozních podmínkách ( kontrolní výpočet, obvykle se určuje tepelný výkon a výstupní teploty ). Tepelnou kapacitu proudů ( uvažujeme rekuperační výměníky se sdílením tepla mezi dvěma proudy ) určuje jejich hmotnostní průtok a měrná tepelná kapacita:

$$W_i = \dot{M}_i \cdot c_{pi} \quad i = 1,2 \quad [\text{W/K}] \quad (1) \quad [20]$$

O chování výměníku rozhoduje především slabší proud, jehož tepelná kapacita je menší (  $W_{min}$  ) – u výměníku s nekonečně velkou teplosměnnou plochou a ideálním ( protiproudým nebo křížovým) uspořádáním toku je totiž tento slabší proud možné zahřát ( ochladit ) až na vstupní teplotu druhého, silnějšího proudu s větším  $W$ . V tomto případě by byl tepelný tok výměníku maximální a určený pouze vstupními teplotami proudů:

$$\dot{Q}_{\max} = W_{\min} \cdot (t'_{\min} - t'_{\max}) \quad [\text{W}] \quad (2) \quad [20]$$

kde teplota  $t'_{\min}$  je vstupní teplota slabšího a  $t'_{\max}$  vstupní teplota silnějšího proudu.

Skutečný tepelný výkon je:

$$\dot{Q}_i = W_i \cdot (t'_i - t''_i) \quad i = 1,2 \quad [\text{W}] \quad (3) \quad [20]$$

Čtyři vstupní / výstupní teploty obou proudů jsou se skutečným výkonem výměníku vázány integrální tepelnou bilancí:

$$\dot{Q}_i = W_1 \cdot (t'_1 - t''_1) = W_2 \cdot (t'_2 - t''_2) \quad [\text{W}] \quad (4) \quad [20]$$

Poměr skutečného výkonu výměníku a maximálního je tzv. účinnost výměníku:

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{\max}} \quad [\text{W}] \quad (5) \quad [20]$$

### 3.1.5 Řešení výměníků tepla pomocí střední logaritmické difference proudů

V případě, že jde o souproudý výměník nebo protiproudý výměník počítáme teplosměnnou plochu za střední logaritmické difference proudů 1 a 2. Pro výpočet výměníku tepla platí obecná rovnice přenosu, platná pro libovolnou geometrickou konfiguraci konstrukce výměníku.

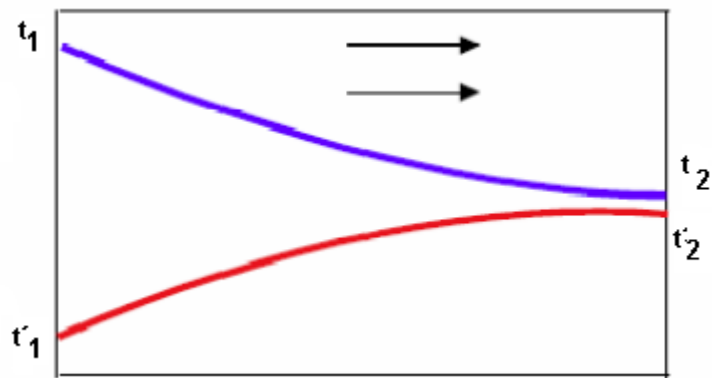
$$\dot{Q}_i = k \cdot S \cdot \Delta \bar{t}_{\ln} \quad [\text{W}] \quad (6) \quad [20]$$

Kde  $k$  je koeficient prostupu tepla výměníku ( udává výrobce ) a  $\Delta \bar{t}_{\ln}$  je střední logaritmický teplotní rozdíl, pro něhož platí:

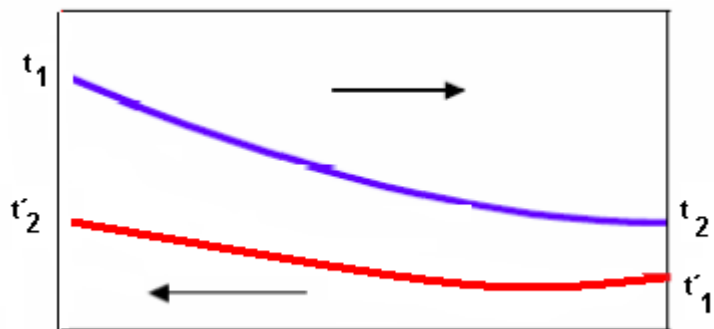
$$\Delta \bar{t}_{\text{ln}} = \frac{\Delta' - \Delta''}{\ln \frac{\Delta'}{\Delta''}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (7) \quad [20]$$

Kde  $\Delta' = t'_1 - t''_2$  a  $\Delta'' = t''_1 - t'_2$

Průběh teplot pro souproudé a protiproudé výměníky vidíme na obrázcích (Obr. 27 a Obr. 28.)



Obr. 27. Průběh teplot pro souproudé výměníky



Obr. 28. Průběh teplot pro protiproudé výměníky

Rovnice (8) platí bez korekce pouze pro ryze souproudé a protiproudé výměníky. Pro ostatní typy je nutné ji korigovat součinitelem .

$$\Delta \bar{t}_{\text{ln}} = \Psi \cdot \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (8) \quad [20]$$



## 3.2 Regulační ventily

Regulační ventily jsou dálkově ovládaná zařízení, které v závislosti na požadavcích řídicího systému regulují průtok tekutiny v řízeném procesu. Aby mohly tuto svou základní funkci plnit, musejí mít určité vlastnosti, které jsou dány především vlastní konstrukcí dané armatury a jejího škrtícího systému a dále vlastnostmi ovládacího pohonu. Další nutnou podmínkou je jejich korektní návrh. [20]

### 3.2.1 Základní pojmy pro návrh ventilu

Pro návrh regulačního ventilu je potřeba znát tlak na vstupu, tlak na výstupu, průtok ventilem a maximální teplotu. V současné době již pro výpočty ventilů existují programy, které tvoří jejich výrobci. [20]

#### 3.2.1.1 Jmenovitá světlost DN

DN – jmenovitá ( nominální ) světlost udává přibližnou vnitřní světlost vstupního a výstupního hrdla v milimetrech. Ve většině případů se používá regulačních ventilů se stejnou nebo menší světlostí ( zejména při větším tlakovém spádu ventilu ) než je světlost okolního potrubí. Menší světlost ventilu je výhodná především u náročných aplikací, kdy se tímto způsobem mohou ušetřit značné finanční prostředky a potrubí je pak nutné opatřit před a za ventilem redukcemi. [20]

#### 3.2.1.2 Jmenovitý tlak PN

PN – jmenovitý tlak ( tlakový stupeň ) udává tlakovou třídu armatury. Ve většině případů ve vytápění souhlasí s maximálním pracovním přetlakem armatury v barech. Přesto je vždy nutné zkontrolovat hodnotu dovoleného pracovního přetlaku, kterou udává výrobce, neboť tato je závislá na pracovní teplotě média a materiálu, ze kterého jsou vyrobeny hlavní díly armatury. Při vyšších teplotách může tato hodnota klesnout až n zlomek nebo naopak může být i vyšší. Pro materiály dle ČSN jsou tyto hodnoty stanoveny normou ČSN 13 0010 – „Jmenovité tlaky a pracovní přetlaky“. [20]

### 3.2.1.3 Maximální pracovní teplota

Maximální pracovní teplota určuje výrobcem stanovenou maximální pracovní teplotu média, při které může být armatura provozována. Tato teplota souvisí nejen s PN, ale bývá zpravidla omezena i dalšími součástmi, zejména typem ucpávky a použitým pohonem armatury. [20]

### 3.2.1.4 Průtokový součinitel

Jmenovitý průtokový součinitel je prvním parametrem, který je typický pro regulační armatury. Jeho velikost udává charakteristický průtok danou armaturou za přesně definovaných podmínek při jmenovitém ( 100% - ním ) zdvihu. S jeho pomocí je možné spočítat průtok pracovního média nebo tlakovou ztrátu n armatuře za obecných pracovních podmínek. Běžně se používají součinitele  $K_{VS}$ ,  $A_{VS}$  a  $C_{VS}$ . [20]

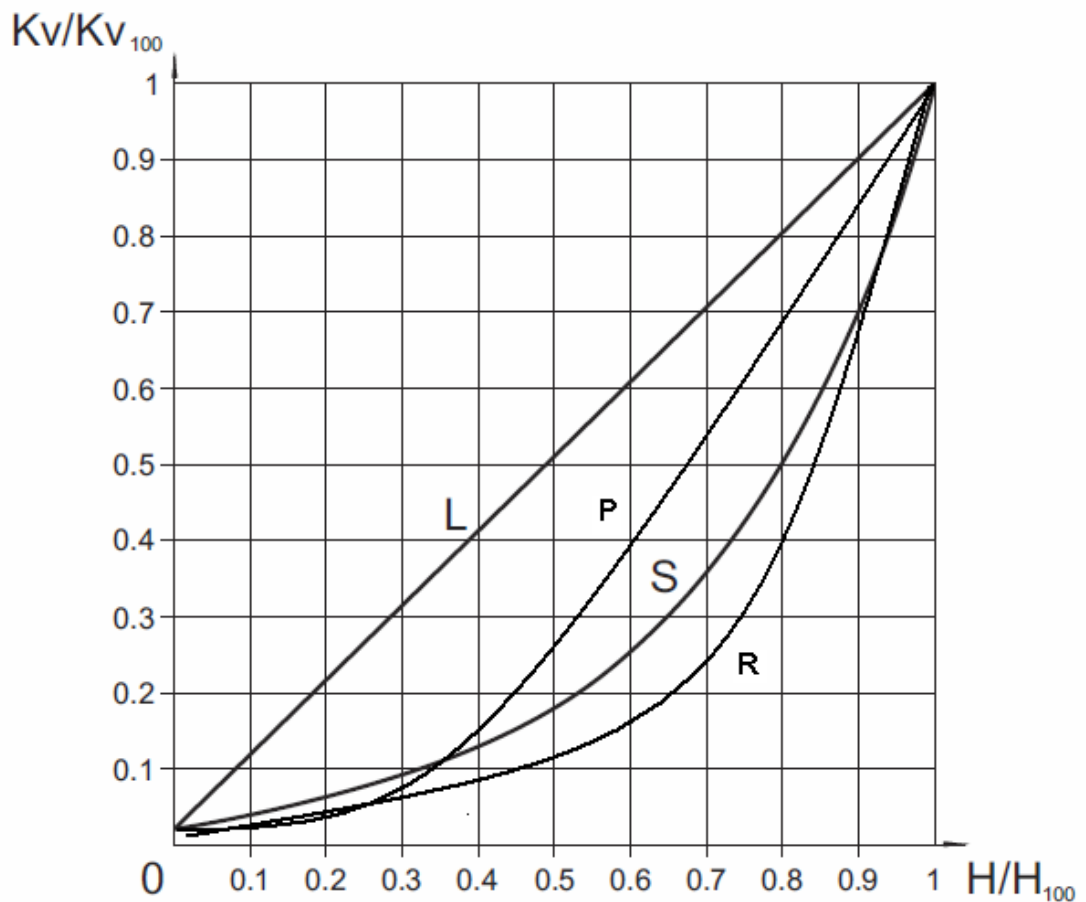
V evropských zemích se u regulačních armatur převážně používá průtokový součinitel  $K_V$ . Vyjadřuje objemový průtok vody v  $m^3/h$ , který proteče regulačním ventilem za referenčních podmínek průtoku při daném zdvihu. Průtokový součinitel  $K_V$  se vypočítá ze vztahu (9), kde  $Q$  je objemový průtok [ $m^3/h$ ],  $\rho$  je objemová hmotnost [ $kg/m^3$ ],  $\Delta p$  je tlaková ztráta armatury [MPa]. Výrobce však doporučuje volit hodnotu  $K_{VS}$  regulačního ventilu větší než maximální provozní hodnotu  $K_V$ . Součinitel  $K_{VS}$  se tedy získá ze vztahu (10). [20]

$$K_V = \frac{1}{100} \cdot Q \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p}} \quad (9)$$

$$K_{VS} = 1,1 \sim 1,3 K_V \quad (10) \quad [20]$$

### 3.2.1.5 Průtočná charakteristika

Průtočná charakteristika udává funkční závislost okamžitého průtokového součinitele na poloze uzávěru regulační armatury. Jinak řečeno to znamená, že např. při lineární průtočné charakteristice lze při jinak neměnných podmínkách ( především tlakové poměry, vlastnosti média ) lze očekávat lineární závislost mezi průtokem média a zdvihem regulačního ventilu. Běžně se vyrábějí ventily s průtočnou charakteristikou lineární a rovnoprocentní. Na Obr. 29 . jsou zobrazeny průtočné charakteristiky ventilů. [20]



Obr. 29. Průtočné charakteristiky ventilů

### L – Lineární charakteristika

Ideální lineární charakteristika poměrná průtočná charakteristika regulační armatury je taková charakteristika ( viz. Obr. 29. písmeno L ), ve které stejné přírůstky poměrného zdvihu  $h$  vyvolají stejné přírůstky poměrného průtokového součinitele  $\Phi$ , kde  $\Phi_0$  je poměrný průtokový součinitel při zdvihu  $h = 0$ ,  $m$  je sklon charakteristiky. [20]

$$\Phi = \Phi_0 + m \cdot h \quad (11)$$

Běžně se vyrábí lineární průtočná charakteristika ( 29 ), která je zcela vyhovující při teoretickém regulačním poměru do 50:1. Lineární charakteristika je ideální nástroj při

regulaci technologických procesů, kdy se pracovní bod pohybuje v poměrně úzké oblasti zdvihu a kdy existuje přímá závislost mezi procesem řízenou veličinou a průtokem média. Její matematické vyjádření je v rovnici (12). [20]

$$\Phi = 0,0183 + 0,9817.h \quad (12)$$

### **R – Rovnoprocentní průtočná charakteristika**

Ideální rovnoprocentní poměrná průtočná charakteristika regulační armatury je taková charakteristika ( viz. Obr. 29., písmeno R ), ve které stejné přírůstky poměrného zdvihu  $h$  vyvolají stejné procentní přírůstky poměrného průtokového součinitele  $\Phi$ , kde  $\Phi_0$  je poměrný průtokový součinitel při zdvihu  $h = 0$ ,  $n$  je sklon rovnoprocentní charakteristiky vynesené v souřadnicích  $h$ - $\ln$ . [20]

$$\Phi = \Phi_0 \cdot e^{n.h} \quad (13)$$

Pro dosažení teoretického regulačního poměru 50:1, je nutné použít minimálně 4-procentní charakteristiku  $n = 4$ . Tato charakteristika je také u regulačních ventilů nejčastěji používána. Její matematické vyjádření je v rovnici (14). [20]

$$\Phi = 0,01383 \cdot e^{4h} \quad (14)$$

### **P – Parabolická průtočná charakteristika**

Další charakteristikou je nepříliš používaná parabolická průtočná charakteristika ( viz. Obr. 29., písmeno P ), jejíž průběh je možno pokládat za kompromis mezi lineární a rovnoprocentní charakteristikou a kde  $\Phi_0$  je poměrný průtokový součinitel při zdvihu  $h = 0$ ,  $n$  je sklon parabolické charakteristiky vynesené v souřadnicích  $h - \Phi$ . její matematické vyjádření je v rovnici (15). [20]

$$\Phi = \Phi_0 + n \cdot h^2 \quad (15)$$

Pro teoretický regulační poměr 50:1 je pak vyjádřena vztahem číslo (16).

$$\Phi = 0,0183 + 0,9817 \cdot h^2 \quad (16)$$

Výhodou této charakteristiky je kompromis mezi vlastnostmi lineární a rovnopraocentní charakteristiky, kdy je potřeba regulovat při více stavech, které od sebe nejsou příliš vzdáleny a kde by byla regulace v oblasti maxima pomocí rovnoprocentní charakteristiky příliš strmá a naopak, v oblasti minima by nevyhovovala přílišná strmost lineární křivky. [20]

### **S – Průtočná charakteristika LDMspline**

V praxi se zejména v oblasti vytápění a klimatizace používají často takzvané modifikované charakteristiky, vycházející principiálně z charakteristiky rovnoprocentní, které však mohou při vhodném průběhu lépe vyhovovat charakteru regulovaného zařízení, zejména výměníkům tepla voda-voda a teplovzdušným jednotkám. Takové křivky se často označují jako modifikované rovnoprocentní charakteristiky (EQM), výrobce od výrobce se liší a svým průběhem odrážejí snahu o tzv. linearizaci regulačního procesu. Charakteristika LDMspline ( viz. Obr. 29., písmeno S ), je speciálně vyvinutý a optimalizovaný tvar charakteristiky pro aplikace v oblasti vytápění, zejména pro regulaci při užití výměníků tepla voda-voda. Pro teoretický regulační poměr 50:1 je její polynomické vyjádření zobrazeno v rovnici (17). [20]

$$\Phi = 0,0183 + 0,269 \cdot h - 0,380 \cdot h^2 + 1,096 \cdot h^3 - 0,194 \cdot h^4 - 0,265 \cdot h^5 + 0,0443 \cdot h^6 \quad (17)$$

#### **3.2.1.6 Regulační poměr**

Regulační poměr je poměr největšího průtokového součinitele ku nejmenšímu průtokovému součiniteli. Prakticky je to pak poměr největšího ku nejmenšímu regulovatelnému průtoku ( za jinak stejných podmínek ). [20]

$$r > K_{VS} / K_{V_{\min}} \quad (18)$$

### 3.3 Cirkulační čerpadla pro TUV

Cirkulační čerpadlo je stroj n zabezpečení cirkulace určeného média v uzavřeném okruhu. Při současném používání je nevhodnější do systému použít oběhové čerpadlo s proměnnými otáčkami, které nevykazuje charakteristickou křivku, ale charakteristické pole, což je bezesporu obrovskou výhodou. Nemusí se tedy brát příliš velký zřetel n výběr čerpadla při návrhu soustavy. Samozřejmě čerpadlo musí vykazovat výkon potřebný pro dopravu celkového objemu teplotnosného média. Při možnosti regulace otáček se čerpadlo, tedy jeho pracovní bod může kdykoliv přizpůsobit tlakovým poměrům v hydraulickém okruhu. Tedy zpomalit nebo zrychlit proudění média v okruhu soustavy. [20]

#### 3.3.1.1 Základní pojmy pro návrh čerpadla

Čerpadla můžeme vybírat přímo z katalogů výrobců podle našich požadavků nebo můžeme použít některý z návrhových programů, které tvoří sami výrobci, jako je například od firmy GRUNDFOS online katalog WinCAPS, kde můžeme pomocí našich vstupních dat dimenzovat čerpadlo, které potřebujeme a program nám na základě požadavků vybere čerpadlo, které potřebujeme z nabídky daného výrobce. Pro návrh čerpadla je třeba znát základní požadované hodnoty, pro které má být čerpadlo navrženo. Zprvė musí být určeno jakou funkci bude čerpadlo plnit, je potřeba znát požadovaný průtok  $Q$ , dopravní výšku  $H$ , maximální teplotu čerpané kapaliny, maximální provozní tlak, dále je možné určit druh regulace a další specifické požadavky na čerpadlo. [20]

### 3.4 Tepelná čerpadla

Pro ohřev lze využívat i nízkoteplotní teplo, které se transformuje na teplo o vyšší teplotě. Podle termodynamických zákonů teplo může samovolně přecházet z teploty vyšší na teplotu nižší. Tento zdánlivý termodynamický paradox, kdy se jedná o přechod tepla z teploty nižší na teplotu vyšší lze vysvětlit tím, že do této transformace je třeba vložit energii, nejedná se o samovolný přechod. [14]

Tepelné čerpadlo pracuje obráceným způsobem než pracuje chladnička. Teoretické základy tepelných čerpadel podal lord Kelvin již v roce 1852.

Základní pochody parního oběhu tepelného čerpadla s kompresorem:

### 3.4.1 Vypařování

Kapalina s nízkým bodem varu se při vypařovacím tlaku vede do zdroje nízkoteplotního tepla, což může být vzduch, voda ( potok, řeka, rybník ) nebo je možné uložit systém trubek do země. Bod varu kapaliny musí být nižší, než je nejnižší teplota zdroje nízkoteplotního tepla. Vypařování kapaliny je endotermní pochod, teplo se spotřebovává, odebírá se nízkoteplotnímu zdroji. [14]

### 3.4.2 Kompresce

Kompresor nasává sytou nebo přehřátou páru a isoentropicky ji stlačuje na kondensační tlak ( teoreticky se uvažuje Rankinův cyklus ). Ve skutečnosti dochází k určitým odchýlkám, ale teoreticky se pro výpočty uvažuje isoentropický děj. [14]

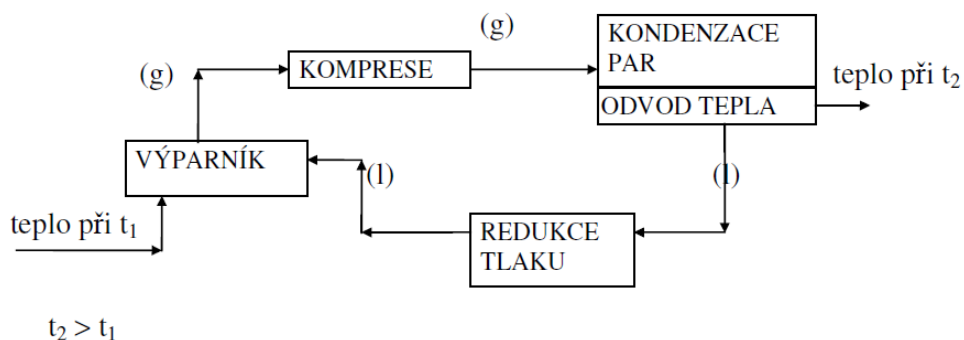
### 3.4.3 Kondenzace

Pracovní kapalina kondenzuje, uvolňuje se teplo ( exotermní pochod ), které se předává ve výměníku do ohříváné kapaliny. Teplota ohříváné kapaliny musí být nižší než je kondensační teplota, jinak by teplo nemohlo přecházet. Nejprve dochází k ochlazení přehřáté páry na mez sytosti a pak dochází dalším ochlazováním ke zkapalnění. [14]

### 3.4.4 Redukce tlaku

Před zavedením pracovní kapaliny do výparníku je třeba snížit tlak této kapaliny z kondensačního na vypařovací a s tímto tlakem vstupuje do vypařovače. [14]

### 3.4.5 Schéma tepelného čerpadla



Obr. 30. Schéma tepelného čerpadla

Zdrojem nízkoteplotního tepla může být vzduch, voda ( řeka, rybník ), půda nebo různé **odpadní teplé vody** či plyny ( vzduch z klimatizace, spaliny ). Při využívání venkovního vzduchu je možné používat zdroj tepla jen do teploty + 3°C, jinak je nebezpečí námrazy. [14]

Tepelné čerpadlo lze spojit s kolektorem sluneční energie, kde se kapalina ohřátá na cca 15 až 20°C vede do zásobníku a z něj se teplo pomocí tepelného čerpadla přečerpává na vyšší teplotu. Tím se zlepšuje tzv. topný faktor. [14]

Důležitý je poměr tepla, které takto získáme, k energii vynaložené na kompresi par kapaliny ( tzv. **topný faktor  $\varepsilon$**  ). [14]

$$\varepsilon = T_2 / ( T_2 - T_1 ) \quad T_2 > T_1 \text{ ( K )} \quad (19)$$

Topný faktor je tím větší, čím menší je rozdíl teplot  $T_2 - T_1$  a čím nižší je při dané teplotě zdroje  $T_1$  teplota, na kterou ohříváme  $T_2$ . [14]

Z rozboru vyplývá, že chceme-li transformovat teplo na vyšší teplotu, závisí na poměru teploty vstupní a výstupní. Účinnost je tím nižší, čím vyšší je teplota, na kterou se teplo transformuje. [14]

Topný faktor by měl být tři a více, používáme-li k pohonu kompresoru elektrický proud. Tepelná čerpadla u nás vyráběná mají topný faktor 3,94 – 4,42 ( W / W ). Někdy se používají k pohonu spalovací motory a pak se využívá i teplo spalin a chladicí vody. Dosahuje se tak vyšší účinnosti tepelného čerpadla. [14]

Třebaže se tepelná čerpadla vyrábějí i u nás, nejedná se o příliš rozšířený zdroj energie vzhledem k poměrně vysokým pořizovacím nákladům. [14]

Dalším možným použitím tepelných čerpadel je **využívání tepla chladicích vod v závodech**, v obytných domech, spalin a dalších odpadních proudech jako je větrání stájí, z odpadních jímek, z hnoje apod. [14]

Je-li zdrojem tepla pro výparník půda, pak se trubky z plastických hmot ( průměr 20 – 40 mm ) umísťují v hloubce kolem 2m, rozteč je 0,5 – 0,8 m. Objemová hmotnost půdy je závislá na složení a na vlhkosti a pohybuje se od 1400 do 2400 kg / m<sup>3</sup>. [14]



Také tepelná vodivost půdy je 1,2 - 2,2 W / mK.

Z 1 m<sup>2</sup> můžeme získat:

- půda suchá, písčítá: 5 W / m<sup>2</sup>
- mokrá, jílovitá: 30 W / m<sup>2</sup>

Je-li průměr trubek 20 mm je měrný výkon 10 W / m<sup>2</sup> a zvětšíme-li průměr těchto trubek na 50 mm, zvýší se výkon jen na 11,3 W / m, ale cena trubek se zvýší 6x. Délka trubek v podzemí má být dvojnásobkem délky trubek ve vyhříváném objektu. [14]

Nevýhodou tepelných čerpadel je zatím vysoká cena, dlouhá doba návratnosti. Použití pro vytápění v tělesech ústředního topení je neekonomické, musí se transformovat na vyšší teplotu a tím klesá i topný faktor. V případě podlahového vytápění je možné pracovat s nižší teplotou, cca 40 °C a tím se topný faktor zvýší. Topný faktor 3 znamená třicetiprocentní účinnost, což je v případě pohonu elektromotorem stejná účinnost, s jakou se vyrábí proud v elektrárně. [14]

Výhodnější je využití tepelných čerpadel pro přípravu teplé užitkové vody o teplotě 40 -55 °C. Důležitá je cena elektrického proudu pro pohon kompresoru a dobrá tepelná izolace rozvodů na sekundární straně tepelného čerpadla. Topení tepelnými čerpadly se zpravidla kombinuje s některým jiným způsobem vytápění. [14]

Vedle kompresorových tepelných čerpadel se vyrábějí i absorpční tepelná čerpadla. Jako nízkovroucí kapaliny se používají: NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>Cl, freony, uhlovodíky, étery apod. [14]

## 4 PRANÍ

Při práci ve firmách jako je: strojírenství, stavebnictví, opravárenství, popřípadě i u záchranných prací se podle bezpečnostních předpisů musí používat ochranné pracovní oděvy. Pokud tomu činnost spjatá s prací nevyžaduje, aby byly tyto oděvy jednorázové vzniká nárok těmto firmám, aby zajistili očistu ( popř. desinfekci nebo impregnaci ) těchto oděvů. S očistou souvisí taky výdaje, které musí vynaložit, aby zaměstnanci dostávali tyto v pořádku. Řada firem má se svými zaměstnanci pracovní smlouvy, ve kterých firma nechává zaměstnance starat se o svůj pracovní oděv samotné a kompenzuje jim tuto činnost finančně, popř. jim jiným způsobem ( např. pracími prostředky) přispívá k této činnosti. Pokud se jedná o společenský oděv, uniformu – získávají zaměstnanci příspěvky na ošacení a poté příspěvky na čistírnu. [21]

V provozech typu hotelnictví, restaurátorství, zdravotnictví – mají většinou tyto provozovny vlastní prádelny a pracovní sílu, která se jim o čistotu jak osobního tak i provozního prádla stará. Pokud jsou provozovny malé a možnost praní je z prostorových důvodů vyloučena, svěřují prádlo do čistíren a prádelen. [21]

Ze zkušeností a prověrek těchto prádelen bylo objeveno nepříjemné zjištění, že z důvodu konkurenceschopnosti těchto prádelen, bývá prádlo ochuzeno o kvalitní prací prostředky, které mají zajistit jak čistotu, tak i ochranu těchto oděvů ( jemnost, elasticitu ). Prádlo je mnohdy čištěno za použití chlorového louhování, které prádlo sice vyčistí a vybělí, ale zbavují toto prádlo až o  $\frac{3}{4}$  životnosti. [21]

Rovněž nekvalitní desinfekce ( pokud prádlo užívají zaměstnanci záměnou mezi sebou – ochranné pláště atd. ) má negativní vliv na látky, ze kterých jsou oděvy zhotoveny. [21]

Nepříznivé podmínky pro životnost látky mají na svědomí i jiné aspekty při praní – jako jsou:

- teplota praní prádla
- způsob praní
- způsob sušení a jiné

Rovněž prádlu ubližují různé způsoby praní ( pokusy s bublinkovými pračkami a typy praní s omezením přítoku kvalitní vody a její výměnou.

## 4.1 Technologie praní prádla

Praní je fyzikálně chemický proces probíhající ve vodním prostředí, kterým se zbavuje prádlo špíny ulpělé během jeho používání. Proces ovlivňuje celá řada činitelů, které umožňují a podmiňují dosažení kvalitního praní za podmínek respektujících základní vlastnosti textilního materiálu. [21]

Úkolem pracího procesu je mikrobiální dekontaminace a dosažení úplného odstranění nečistot a zbytků pracích prostředků při co nejmenším opotřebením praných textilií. Optimalizovat prací proces znamená zajistit maximální prací účinek při současném maximálně možném potlačení negativních dopadů praní. Toto lze dosáhnout správným tříděním prádla a volbou optimálního pracího programu. [21]

### 4.1.1 Faktory ovlivňující proces praní

Konečný výsledek pracího procesu určuje několik základních faktorů:

mechanický účinek

teplota pracích a máchacích lázní

doba praní

kvalita vody použitá při praní

složení detergentů, jejich dávkování [21]

#### 4.1.1.1 Mechanický účinek

Mechanický účinek je dán konstrukcí pracího stroje a určuje jej stupeň plnění. Tento poměr vyjadřuje poměr mezi váhou suchého prádla a objemem pracího bubnu. [21]

Například u pracího stroje APM 120 E ( od firmy Meron a .s. ) je stupeň plnění při jmenovité náplni 1:11. z toho vyplývá, že pro zvýšení prací účinnosti při praní silně znečištěného prádla snížíme náplň pracího stroje na 90% prádla. [21]

#### 4.1.1.2 Teplota praní

Teplota pracích a máchacích lázní se řídí těmito základními pravidly:

Teplota předpírací lázně se pohybuje do 40 °C, vzhledem k nevratné koagulaci bílkovin ( které jsou součástí většiny zašpinění ) nastávající při vyšších teplotách. [21]

Teplota máchacích lázní má mít sestupnou tendenci. Důvodem je zabránění zpětnému srážení špíny ze zbytků pracího roztoku zachyceného praným textilem. U posledního máchání doporučujeme zvýšit teplotu na 30 °C – 40 °C. Touto úpravou programu lze snížit zbytkovou vlhkost po konečném odstředění o 3% - 5%. [21]

Pro odstranění špíny v hlavních pracích cyklech se volí vždy maximální přípustná teplota. Volí se podle typu vlákna a je omezena jeho tvarovou stálostí.

#### Přípustné teploty pro různé typy vláken:

- celulózová vlákna ( bavlna, len, viskóza )	80°- 100°C
- polyester	60 °C
- polyamid	50 °C
- polyakralonitril ( vlna, přírodní hedvábí )	30 °C

#### 4.1.1.3 Doba praní

Prodloužením doby praní se dosáhne vyššího stupně vyprání. Délka jednotlivých pracích cyklů je však dána intenzitou zašpinění. Při dlouhých provozních časech by v prvních pracích lázních docházelo ke zpětnému usazování uvolněné špíny, případně ke vzniku aglomerátů špíny. Výsledný prací účinek velmi ovlivňuje stupeň vyprání v předpírací lázni. Proto se programují tyto úseky před hlavním praním minimálně celkem 15 minut. [21]

Pro většinu prádla je možno vystačit s jediným hlavním praním, které programujeme tak, aby probíhalo minimálně 15 minut při teplotě nad 85 °C. Prodloužením délky hlavního praní nahrazujeme případné opakované praní. Tímto postupem se uspoří

voda a energie. Pouze u silně zašpiněného prádla a u těžko odstranitelných špín je nutno kromě předpírky použít dvou hlavních pracích lázní. [21]

#### 4.1.1.4 Kvalita vody použité k praní

Kvalita použité vody je pro práci účinnost jedním z rozhodujících faktorů. Je to především tvrdost vody, která negativně ovlivňuje všechny účinky pracích prostředků. Vzestupná tvrdost vody se projevuje snížením prací schopnosti, poklesem antiredepoziční schopnosti, tj. zabránění zpětnému usazení již uvolněné nečistoty na praný textil. [21]

Dalším negativním dopadem je i zvýšená mineralizace ( inkrustace ) praných textilií, což je akumulace úsad způsobených srážením složek detergentů s ionty způsobujícími tvrdost vody ( vápník, hořčík ). Inkustace je patrná až po vícenásobném praní a je způsobována především uhličitany, křemičitany, ortofosforečnany, mýdlem a sírany. Kromě absorpce na textil se sraženiny usazují též na stěnách pracích strojů a bubnů, čímž může docházet k poklesu prací a máchací účinnosti. [21]

Kvalitu vody určuje dále obsah železa a manganu. Tyto prvky, jsou-li obsaženy ve vodě ve vyšší koncentraci než 0,1 mg/l Fe a 0,05 mg/l Mn, jsou příčinou vzniku žlutých až červenohnědých skvrn. Jejich tvorbu podporuje především použití alkalických přísad. Není-li voda speciálně upravována, lze negativní vliv těchto prvků eliminovat přidávkem komplexotvorných látek ( syntonů ) a to v množství 2% - 5% z hmotnosti detergentů, pokud není voda změkčována podle následujícího textu. [21]

Tvrdost vody je určujícím parametrem pro koncentrační dávkování detergentů. Dobrou kvalitu praní by mělo zajistit dávkování moderních a nejúčinnějších detergentů dle doporučení výrobců pracích prostředků. [21]

Tab. 1. Tvrdost vody

	Měkká voda do 8°N	Středně tvrdá voda do 17°N	Tvrdá voda nad 17°N
Předepírání ( namáčení )	2 – 3 g/l	3 – 3,5 g/l	4 – 5 g/l
Hlavní praní	3 g/l	4 – 5 g/l	5,5 – 7 g/l

Při vyšších tvrdostech vody je nutno vodu u pracích lázní změkčovat. V extrémně tvrdých vodách nad 25°N nelze ekonomickým způsobem zajistit vyhovující kvalitu praní. Je nutno vybudovat účinné úpravy vody. [21]

Všechny nežádoucí jevy způsobené tvrdostí vody se výrazně projevují při použití mýdla, mýdlových prášků a při použití alkalických zásad. [21]

#### **4.1.1.5 Složení detergentů a jejich dávkování**

Současné vyráběné prací prostředky jsou směsí až 15-ti různých surovin. Směsi jsou v určitých ověřených optimálních poměrech. Z těchto důvodů se nedoporučuje prací prostředky kombinovat, neboť tím se nastavené poměry ruší. [21]

Obvyklý způsob dávkování, tj. koncentrační, v gramech na 1 litr vody, představuje při různých poměrech lázně rozdílné množství detergentů připadajících na konstantní množství prádla a tudíž i nečistot. Proto je nutné vedle dávkování detergentů v gramech na 1 kg suchého prádla. V jednotlivých pracích lázních by v optimálních podmínkách ( měkká voda, maximální přípustná teplota lázně ) nemělo toto dávkování klesnout pod 12 g na 1 Kg. Poddávkování detergentů v gramech na 1 kg prádla má za následek vznik aglomerátů špíny ve vypraném prádle ( žmolků ). Nesprávně volené poměry dávkování mohou být zdrojem dalších problémů v provozu prádelny. Předávkování může být příčinou neúměrné pěnovitosti. [21]

Vytvořená bohatá pěna vyplňující celý buben zabraňuje pohybu prádla. Bylo zjištěno, že vysoká pěnovitost snižuje prací účinnost u bubnových pracích strojů až o 60 %. Obdobná situace nastává při volbě zbytečně vysoké hladiny, za předpokladu zachování dávkování na 1 litr vody. Na hmotnost prádla ( a tím i nečistot ) připadá vysoké množství detergentů v gramech na 1 kg prádla a tím se snižuje podíl inhibičního účinku znečištěného prádla na tvorbu pěny, s kterým je v současných recepturách pracích prostředků převážně počítáno. [21]

Dávkování uvedené v příkladech doporučených postupů je vypočteno vzhledem k množství vody a vztaženo na vodu do tvrdosti cca 10°N. [21]

### **4.1.2 Třídění prádla**

Pro třídění prádla v prádelnách je rozhodující způsob zašpinění a charakteristické vlastnosti a složení špíny. Tohoto hlediska je třídění následující:

#### **4.1.2.1 Prádlo mírně zašpiněné**

Jedná se např. o hotelové prádlo jednou použité, kde se nejedná vzhledem k zašpinění o praní, ale vlastně o dezinfekci. [21]

#### **4.1.2.2 Prádlo běžně zašpiněné**

Do této kategorie je možno zařadit převážnou část praného sortimentu. [21]

#### **4.1.2.3 Prádlo silně zašpiněné**

Jedná se o prádlo bílé, stálobarevné, dále o oděvy, montérky, prádlo z kuchyně apod. Příklady technologických postupů uvedené v následujících tabulkách jsou ve všech případech určeny na bázi celulózy. V případě potřeby prát materiály o nižší tepelné odolnosti, je nutno zvolit dle zašpinění odpovídající postu a upravit volbu hlavních teplot. [21]

### **4.1.3 Vypracování programů**

Práci programy pro elektronický programátor je nutno připravit předem v počítači a potom následně přehrát do paměti programátoru u zákazníka. Úpravou programů je proto nutno objednat u výrobce pracího stroje. [21]

### **4.1.4 Ověřování navrženého programu**

Před nahráním programu doporučujeme, aby se nový program zaznamenal do tabulky a jeho funkčnost se ověřila pomocí ručního ovládání pracího stroje. Po odzkoušení a korekci je možno přistoupit k vlastnímu vytvoření a nahrání programu. [21]

#### 4.1.5 Příklady doporučených technologických postupů ( Meron a. s. )

V tabulkách jsou uvedeny příklady vhodných technologických postupů, pro praní v pracím stroji APM 120 E. Postupy 1, 2, 3 jsou určeny pro praní prádla na bázi celulózy, to znamená, že v postupu je naprogramován ohřev na 90 °C. V tabulkách Tab. 2. – Tab. 8. jsou uvedeny příklady pracích postupů, zpracovaných pro aplikaci programu „ ALFA PROFESIONAL“ firmy PROCTER & GAMBLE a MPD plus. Zavedením nové technologie se dosáhne kvalitního vyprání hlavně u krvavého operačního prádla a kvalitního vyprání skvrn bílkovinného původu již při nízkých teplotách. Sníží se náklady na vyprání 1 kg prádla. Při určování množství dopouštěné vody, které je uvedeno v tabulkách, vycházelo se z předpokladů, že po vypouštění zůstane v prádle 300 % zbytkové vlhkosti a po meziodstředění 100 = zbytkové vlhkosti. [21]



Obr. 31. Průmyslový prací stroj APM 120 E













Tab. 7. Postup praní – prádlo mastné z kuchyní a mastné výroby

**TECHNOLOGICKÝ POSTUP PRANÍ PRO PRACÍ STROJ APM 120 E**

<b>6 SORTIMENT:</b>		<b>PRÁDLO MASTNÉ Z KUCHYŇNÍ A MASNÉ VÝROBY</b>					
<b>OPERACE</b>		<b>Čas</b>	<b>Poměr lázně</b>	<b>Teplota lázně</b>	<b>Množství vody</b>	<b>Množství dopouštěné vody</b>	<b>Dávkování pracích prostředků</b>
		<b>min.</b>	<b>kg/l</b>	<b>°C</b>	<b>l</b>	<b>l</b>	<b>g</b>
1	Nakládka	5					
2	Praní - ohřev	4	1 : 4	45	480	480	1500
3	Praní	10	1 : 4	45	480		
4	Praní - ohřev	4	1 : 4	60	480		
5	Praní	10	1 : 4	60	480		
6	Vypouštění	1,5					
7	Praní - ohřev	4	1 : 4	60	480	120	2000
8	Praní	10	1 : 4	60	480		
9	Praní - ohřev	4	1 : 4	92	480		
10	Dopouštění	5	1 : 6		720	240	
11	Meziodstředění	2					
12	1. máchání	2	1 : 6	40	720	600	
13	Meziodstředění	2					
14	2. máchání	2	1 : 6	10	720	600	
15	Meziodstředění	2					
16	3. máchání	3	1 : 4	10	480	360	
17	Vypouštění	1,5					
18	4. máchání	10	1 : 6	40	720	360	
19	Odstředění	8					
20	Rozvolnění	2					
21	Signalizace	1					
22	Vykládka	5					
<b>CELKEM</b>		<b>98</b>				<b>2760</b>	<b>3500</b>

Počet pracích cyklů za směnu	5	Spotřeba vody na 1 kg prádla	23
Kapacita stroje za směnu (kg)	600	Spotřeba pracích prostředků (g/kg)	29,2
Poznámka: Doba ohřevu při praní je závislá na kapacitě zdroje páry v prádelně.			



## **PRAKTICKÁ ČÁST**



## 5 CHLADICÍ SYSTÉM SLÉVÁRNY ZPS A. S.

### 5.1 Okruhy chlazení ve slévárně

Jak bylo v předchozím bodě psáno, kuplovna kvůli nízké životnosti nemá vyzdívku. Pro chlazení je využíváno cirkulující vody. Ve slévárně firmy ZPS jsou chladicí vodní okruhy tři.

Jedná se o chlazení dmyšen, pláště a ochlazování procesů s čištěním vzniklého výrobního plynu.

Voda se čerpá z nádrže 1 do výrobního systému a odtud je vracena do nádrže 2. Podle teploty vody v této nádrži 2 je za hájen proces ochlazování přes chladicí věže, které jsou umístěny vedle budovy slévárny. Ochlazená voda se vrací zpět do nádrže 1. Znázorněno v příloze P1.

Cirkulační voda je čištěna pomocí filtrů, aby se zpět do systému nedostávaly nečistoty. Dále je tento systém průběžně doplňován vodou, protože dochází k jejím ztrátám v důsledku výparnosti v chladicích věžích.

#### 5.1.1 Chladicí věže

Funkce chladicí věže – oteplená voda je přiváděna v chladicí věži nad chladicí výplň ( nebo-li bloky chladicí výplně ). Zde je rovnoměrně rozdělována tryskami nebo rozstříkovacími soupravami na bloky chladicí výplně, kterou pak voda proteče.

Vzduch potřebný ke chlazení je přiváděn pomocí ventilátoru přes chladicí bloky, kde přechází do přímého styku s vodou. Přestup tepla z vody do vzduchu je zajištěn odpařováním a konvekcí. Nad chladicí výplní jsou umístěny eliminátory. Vodní kapky stržené proudem vzduchu jsou zde odloučeny a vráceny zpět do oběžné vody. [22]



*Standardní  
chladicí výplň  
F12*



*Speciální chladicí  
výplň S34  
SPLASH GRID*

Obr. 32. Chladicí výplně

### 5.1.2 Příslušenství chladicí věže

Síto - síťový koš zabraňuje vnikání hrubých nečistot do chladicího okruhu. Může být instalován ve spodní vaně chladicí věže nebo v oddělené nádrži. [22]

Plovákový ventil - pomocí plovákového ventilu je ovládán přítok přídavné vody v závislosti na výšce hladiny vody ve sběrné vaně chladicí věže nebo ve středním dílu. Úroveň hladiny vody ve sběrné vaně je nastavena takto, že výtokové hrdlo je zatopeno vodou tak, aby bylo zabráněno tvoření vodních vírů a tím i přisávání vzduchu. [22]

Při nastavení výšky hladiny vody je kromě toho nutno zohlednit i skutečnost, že při vypnutí oběžného čerpadla vyteče zpět do nádrže i určité množství vody, která je v chladicím okruhu. Tato voda by neměla odtékat přes přepad, tj. maximální úroveň hladiny vody má být nastavena vždy pod úrovní přepadu. [22]

Ovládání výšky hladiny pomocí elektrod - Další možností, jak ovládat přívod přídavné vody je použití elektrodového ovládání výšky hladiny s magnetickým ventilem ( při větším množství vody také motorovým ventilem ). [22]

Vytápění proti zamrznutí - během mrazivého období se při přerušení provozu udržuje pomocí topného tělesa zóna okolo výtokového hrdla spodní vany bez ledu. Vytápění je podle typu chladicí věže provedeno jako jednofázové nebo jako třífázové. [22]

Vytápění je ovládáno termostatem. Pokud je ve speciálních případech pro vytápění potřebné jištění proti zapnutí při prázdné nádrži, může být výška hladiny vody kontrolována plovákovým spínačem nebo elektrodovým ovládním výšky hladiny. [22]

Termostat ventilátoru - termostaty ventilátorů slouží k zapínání a vypínání pohonu ventilátoru v závislosti na teplotě chlazené vody. Pouzdro čidla musí být proto namontováno do nádrže ochlazené vody a to tak, aby bylo zabráněno namáhání kapilární trubice ohybem ( nastavením pouzdra čidla ). [22]

Jednostupňový termostat ventilátoru ( topení ) RT 26

Rozsah od -5 do +50 °C

Tento přístroj je vybaven přepínacím kontaktem. Při použití jako termostatu ventilátoru je připojen na svorkách 2 a 3, při použití jako termostatu topení na svorkách 2 a 1.

Termostat se pro chladicí věže obvykle dodává nastavený na teplotu pro topení a to:

zapínající při 1°C

vypínající při 3,5 °C

Při použití jako termostatu ventilátoru je nutné požadované spínací body nastavit podle instrukcí a to např.:

zapínání při 26 °C

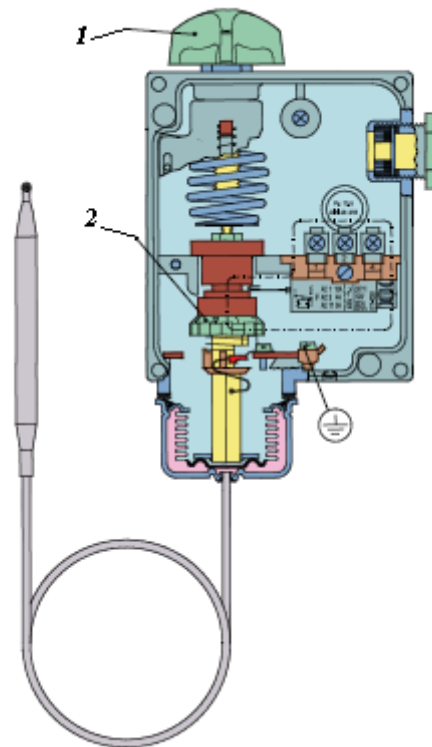
vypínání při 22 °C

Dolní spínací teplotu lze nastavit otočným knoflíkem 1. Spínací diference se nastavuje diferenčním kotoučem 2 .

Pro dvouotáčkové ventilátorové motory mohou být použity dvoustupňové termostaty. Ty jsou vybaveny dvěma přepínacími kontakty. [22]



Obr. 33. Jednostupňový termostat ventilátoru ( topení ) RT 26



Obr. 34. Jednostupňový termostat ventilátoru ( topení ) RT 26 - řez

### 5.1.3 Typy chladicích věží použitých ve slévárně ZPS

V současné době je chladicí voda používána pro čtyři samostatné okruhy:

chlazení pláště ( průtočné množství vody cca 162 m<sup>3</sup>/h, teplotní spád 45/30 °C )

chlazení dmyšen ( průtočné množství vody cca 160 m<sup>3</sup>/h, teplotní spád 60/30 °C )

chlazení el. pece ( průtočné množství vody cca 68 m<sup>3</sup>/h, teplotní spád 65/30 °C )

chlazení vody z granulace strusky ( průtočné množství vody cca 25 m<sup>3</sup>/h, tepl. spád 65/30 °C ) [22]

Chladicí věže ( mikrochladiče ) jsou vyrobeny pro maximální průtočné množství vody a požadovaný chladicí výkon. [22]

#### Typy mikrochladičů:

chlazení pláště – 3 ks EWK 630/09 – C 10.12 (  $M_w = 3 \times 54 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $t_{w1}/t_{w2} = 45/30 \text{ }^\circ\text{C}$  )

chlazení dmyšen – 2 ks EWK 630/09 – C 10.12 (  $M_w = 2 \times 80 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $t_{w1}/t_{w2} = 60/30 \text{ }^\circ\text{C}$  )

chlazení el. pece – 1 ks EWK 630/09 – C 10.12 (  $M_w = 68 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $t_{w1}/t_{w2} = 65/30 \text{ }^\circ\text{C}$  )

chlazení vody z granulace strusky – 1 ks EWK 441/09 – C 10.27

(  $M_w = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $t_{w1}/t_{w2} = 65/30 \text{ }^\circ\text{C}$  )

#### **5.1.4 Umístění mikrochladičů**

Mikrochladiče jsou umístěny na venkovní ocelové plošině, přilehlé k východní části objektu. Uvnitř objektu se nachází betonové jímky. Primární okruh chlazení dmyšen je doplněn o ocelovou jímku oteplené vody.

Čerpadla použitá pro chladicí okruhy jsou GRUNDFOS – il-line ( vertikální čerpadla ), jsou usazena na betonových základech a jsou osazena gumovými kompenzátory, které zabraňují přenosu vibrací na stěny jímek. Do výtlaku čerpadel jsou namontovány antivibrační desky, které odstraňují chvění potrubí.

#### **5.1.5 Technický popis chladicích okruhů**

**Primární** okruhy tvoří 7 mikrochladičů se sacím axiálním ventilátorem a odstředivá čerpadla na oteplenou vodu. Součástí primárního okruhu jsou i betonové jímky oteplené vody vybavené přepadovým potrubím do kanalizace a ve spodní části propojená s jímkami ochlazené vody trubkou ( otvorem ) cca DN 200. Kontrolní a montážní průlezy do jímek jsou ve vodotěsném provedení. Gravitační potrubí ochlazené vody z mikrochladičů je vyspádováno směrem do jímek ( min. 0,5 % ) a uloženo na ocelových sloupech konstrukce haly. [22]

Vlivy dilatace jsou eliminovány gumovými kompenzátory. Vzhledem tomu, že voda je z mikrochladičů přesycena atmosférickým vzduchem, který mimo jiné působí potíže na

sání čerpadel a korozi zařízení, jsou vstupy do jímek odvětrány v rozšířené svislé trubce DN 400 ( event. DN 350 ). Jímky jsou doplněny stavoznakem M+R ( event. teploměrem M+R ). Od minimální hladiny v jímkách je pomocí stavoznaků M+R blokován chod všech čerpadel a max. hladiny budou ovládat el. armaturou na přívodu doplňovací vody. [22]



Obr. 35. Umístění chladicích věží vedle haly slévárny

Mikrochladiče jsou instalovány na ocelové plošině vysoké 5,5 m vedle objektu slévárny. Přístup na plošinu je po ocelovém schodišti. Ke kontrole horní části mikrochladičů a k ventilátorům je přístup po ocelovém žebříku. Ke konstrukci plošiny je uchyceno i přívodní a vypouštěcí potrubí, které je opatřeno tepelnou izolací. Při delší odstavce v mrazivých obdobích se vypouští ruční armaturou zbytky vody z vany mikrochladiče a z části přívodního potrubí. [22]

Sestava mikrochladiče se skládá ze: sběrné vany, ocelového žebříku a povrchových úprav.

Dále jsou tyto systémy vybaveny vlastní rozvodnou skříní, která mimo silových obvodů obsahuje i dvou stupňový regulátor otáček ventilátoru, umožňující automatické spínání ventilátoru v závislosti na zvolené teplotě ochlazované vody. Teplotní čidlo je standardně umístěno do vany mikrochladiče, může však být nainstalováno i na jiném vhodném místě v potrubí. [22]

**Sekundární** okruhy zahrnují odstředivá čerpadla dopravující ochlazenou vodu z jímek k jednotlivým spotřebičům. Ochlazená voda z granulace strusky je ke spotřebiči dopravována pouze samospádem z mikrochladiče EWK 441/09 – pos. 10.

Z důvodu dostatečného nátoku do zařízení je třeba tento mikrochladič instalovat na podstavci vysokém min. 1m nad venkovní plošinou ( 5,5 m ).

Vzhledem ke komplikované trase gravitačního potrubí do jímky pro chlazení el. pece je nutno mikrochladič zvednout na podstavec vysoký 800 mm nad plošinou. [22]

Výtlačk ochlazené vody do provozu je opatřen zpětnými klapkami, zabraňujícím průniku vody od spotřebičů do jímky, ale pokud bude při odstavení čerpadla docházet k hydraulickým rázům v potrubí, bude nutno výtlačk doplnit tlakovou nádobou ( větrníkem kdekoliv na výtlačné trase ). [22]

Ovládání chodů čerpadel je ruční na místě s dálkovou signalizací chodu do dozorny. Průtoky vody jsou na výstupu z čerpadel měřeny indukčními průtokoměry s ukazováním a registrací v dozorně.

Zařízení typu SCADA v tomto systému není a pro chod slévárny není zapotřebí.

### 5.1.6 Doplnovací voda

Při provozu otevřeného cirkulačního chladicího okruhu dochází ke ztrátám objemu vody v okruhu především odpařováním a rozstříkáním vody na věži a netěsnostmi systému.

Odpařováním čisté  $H_2O$  dochází k intenzivnímu zvyšování hodnot solí, obsažených v cirkulační vodě, který je nutno regulovat odluhováním ( odsolováním ). [22]

Všechny ztráty je nutno nahradit doplňovací napájecí vodou, která pro otevřený chladicí okruh by měla mít celkovou tvrdost  $4\div 5$  °N a celkovou solnost  $< 50$   $\mu S/cm$ .

Napájecí voda v ZPS a. s. je z povrchového zdroje a proto je předpoklad, že celková tvrdost je nižší než 5 °N. Zároveň je důvodný předpoklad, že celková solnost bude nízká a nebude dosahovat  $> 250$   $\mu S/cm$   $< 400$   $\mu S/cm$ . Při dodržení těchto limitních hodnot není třeba instalovat pro doplňovací vodu změkčovací stanici. [22]

V případě požadavku na vyšší kvalitu vody v systému z důvodu ochrany ochlazovaného technologického zařízení proti tvorbě usazenin a nánosů, je třeba na základě chemického rozboru vody uvažovat s úpravou napájecí vody ( filtrací a změkčováním ). Vzhledem k tomu, že se jedná o povrchový zdroj vody ( pravděpodobně nedostatečně upravený a desinfikovaný ), lze předpokládat, že kvalita vody bude silně kolísat dle vlivu počasí. [22]

Z těchto předpokládaných hodnot napájecí vody budou při max. průtočném výkonu  $160$   $m^3/h$  v jednom z okruhů ztráty odparem cca  $1,6$   $m^3/h$  a ztráty odsolováním ( dluhem ) cca  $0,53$   $m^3/h$ . [22]

Celkové ztráty v jednom cirkulačním okruhu cca  $2,5$   $m^3/h$  je třeba trvale doplňovat napájecí vodou. Kromě toho je nutno zajistit do každé jímky min. přítok  $10$   $m^3/h$  pro potřeby havarijního doplňování cirkulační vody z neidentifikovatelných provozních potíží.

Do jímky vody z granulace strusky je třeba zajistit pokud možno i větší průtok doplňovací vody pro případ překročení teploty vody v jímce ( nad  $65$  °C ). [22]

Trubka se studenou přídavnou vodou je zavedena co nejbližší sání čerpadel, aby bylo ochlazení vody přiváděné na mikrochladič co nejúčinnější. [22]



### 5.1.7 Ochrana cirkulačního okruhu proti korozi a inkrustaci

Zvyšováním solnosti v cirkulační vodě vzniká nebezpečí tvorby inkrustace a tím i koroze. Kromě odsolování ( odluhování ) je třeba ošetřit potrubí a zařízení okruhu dávkování integrovaného ochranného prostředku proti korozi se stabilizačními účinky na celkovou tvrdost a biostatickými účinky na mikrobiologii. [22]

Těmto požadavkům vyhovuje integrovaný komplexní ochranný přípravek VARIDOS HKA. Při č. z. 4,0 činí dávkované množství  $30 \text{ g/m}^3$  doplňovací vody s udržováním koncentrace v cirkulačním okruhu ve výši  $120 \div 150 \text{ g/m}^3$  . Pro občasnou kontrolu koncentrace přípravku v cirkulačním okruhu existuje rychlotester pro VARIDOS HKA.

Pro proporcionální dávkování ochranného prostředku VARIDOS HKA je možno nainstalovat dávkovací stanici VARITEC DOS 1001/60, která je proporcionálně řízená objemem přídavné napájecí vody ( snímaným impulsním vodoměrem VARITEC DPB 1001, dávkovací zásobník o objemu 60 litrů a sací přípojkou s blokovacím zařízením od min. hladiny v zásobníku. Stanici je vhodné umístit do bezpečnostní záchytné vany VARITEC SAW 100. dávkovací přípojku VARITEC IS 5/8-K je možno instalovat do výtlačného potrubí ochlazené vody do provozu.

Dávkovací stanice nebyla pro potřeby ZPS a. s. instalována. [22]

### 5.1.8 Dávkování biocidu

Do otevřeného chladicího okruhu snadno vniká biologický materiál ( spory řas a grampozitivní a gramnegativní bakterie ), které jsou příčinou vzniku řas a slizů, který může být ještě podporován biologickým vnosem s napájecí vodou. Tím dochází ke snížení energetické účinnosti chlazení a případně ucpávání menších průřezů v chladícím okruhu.

Vzhledem k tomu, že okruh je provozován nepřetržitě, doporučuje se cirkulační voda průběžně chemicky ošetřovat na stabilizaci biologického růstu proporcionálním dávkováním integrovaného komplexního prostředku VARIDOS HKA ( obsahuje i biocidní složky ). [22]

Pro totální desinfekci ( především v letním období ) se doporučuje ruční dávkování biocidu ( např. nalitím do jímky zaškolenou obsluhou ) v delším časovém období dle skutečného růstu mikrobiologie. Nárazovým dávkováním je možno zabezpečit, že nedojde k imunitě biologických kolonií na daný desinfekční prostředek. [22]

Pro zajištění biocidní ochrany se používá širokopásmový organický bioxid VARCID T.

Tento bioxid se vyznačuje vysokou algicidní, baktericidní a fungicidní účinností i při velmi nízké koncentraci. Počítáme s nárazovým dávkováním v množství  $500 \text{ g/m}^3$  objemu vody v cirkulaci. Četnost dávkování je dána objektivním zjištěním mikrobiologie v okruhu.

Pokud je zjištěna mikrobiologie v cirkulačním okruhu je nutno desinfekci uskutečnit alespoň 2x za sebou v 3-denním intervalu. Kontrola koncentrace přípravku v cirkulační vodě se neprovádí vzhledem k tomu, že biocid se při aplikaci spotřebovává. [22]

### **5.1.9 Boční filtrace**

Nasáváním vzduchu do chladicích věží se do otevřeného chladicího okruhu dostávají různé mechanické nečistoty, mimo jiné i okvěti stromů vláknitého charakteru, které způsobují v okruhu provozní potíže. Tyto nečistoty je možno efektivně odstranit pouze pískovou filtrací v obtoku ( boční filtrace ) v objemu cca  $5 \div 10 \%$  cirkulačního výkonu.

Vzhledem k ekonomizaci investičních a provozních nákladů je možno instalovat pouze síťový filtr s jemností filtrace cca  $540 \mu\text{m}$  s max. filtrační kapacitou  $18 \text{ m}^3/\text{h}$ . [22]

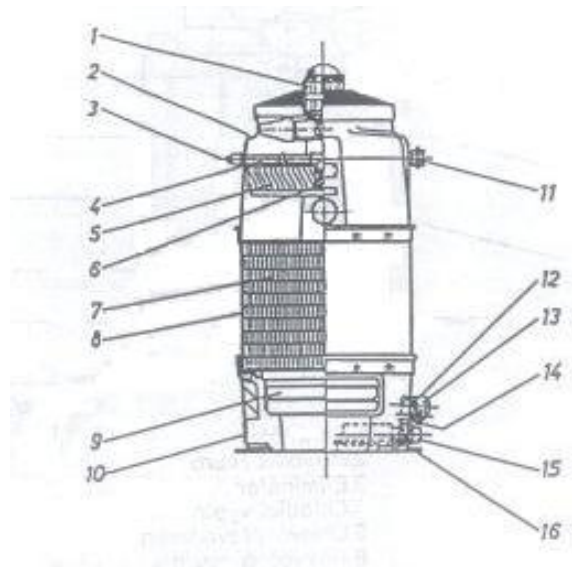
Filtr se instaluje do bypassu cirkulačních čerpadel, které musí mít pro tento účel navržený přídatný průtočný výkon (  $178 \text{ m}^3/\text{h}$  ), protože voda se vrací zpět do jímky.

Filtr musí být pravidelně čištěn obsluhou podle optického sledování průtoku filtrem nebo pomocí diferenciálního manometru. [22]

## **5.2 Chladicí věže**

Chladicí věže pro slévárnu ZPS a. s. dodala firma Chladicí věže Praha a. s. v licenci firmy SULZER ESCHER WYSS LINDAU. [18]

### 5.2.1 Chladicí věže EWK



Obr. 36. Chladicí věž EWK – řez

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Ventilátor          | 9. Žaluzie               |
| 2. Horní díl           | 10. Spodní díl           |
| 3. Připojení manometru | 11. Přívod vody          |
| 4. Rozvodná roura      | 12. Doplnění vody        |
| 5. Eliminátor          | 13. Topení               |
| 6. Tryska              | 14. Přepad               |
| 7. Chladicí výplň      | 15. Odvod ochlazené vody |
| 8. Střední díl         | 16. Síto                 |

Skříň ( plášť ) – samonosný z polyesterového sklolaminátu

Eliminátor – z PVC, úplný, se závěsným zařízením z oceli z protikorozní ochranou

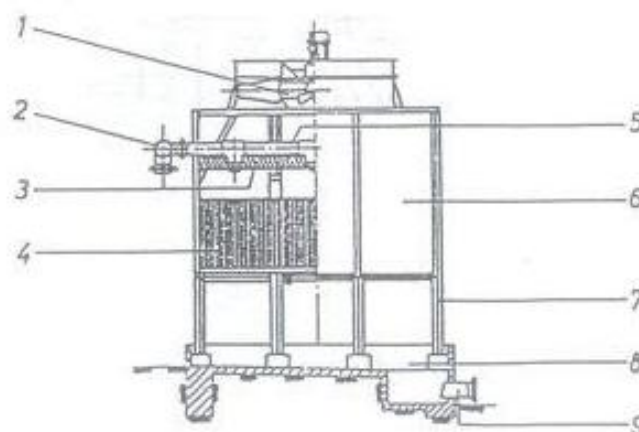
Rozvod vody – z trubek, osazených speciálními tryskami z plastické hmoty z kuželovým rozstříkem

Chladicí výplň – z PVC, odolná proti hnilobě [22]



Obr. 37. Chladicí věž EWK

### 5.2.2 Chladicí věže EWB



Obr. 38. Chladicí věž EWB – řez

Ventilátor	6. Plášť
Přívodní roura	7. Nosný rám
Eliminátor	8. Sběrná vana
Chladicí výplň	9. Odvod ochlazené vody
Rozvodná roura	

Plášť – samonosný z polyesterových sklolaminátových dílců připevněných na rámech z ocelových

profilů žárově pozinkovaných povlakem z plastu

Strop chladicí věže – tvarové díly z polyesterových laminátů

Rozvod vody – trubky z polyesterových laminátů [22]

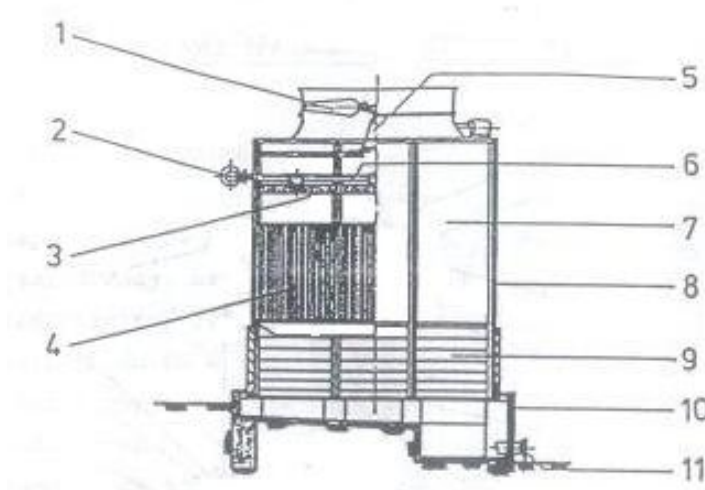


Obr. 39. Chladicí věž EWB Chladicí věže EWB



Obr. 40. Chladicí věž EWD - C

### 5.2.3 Chladicí věže EWB - W



Obr. 41. Chladicí věž EWB – W - řez

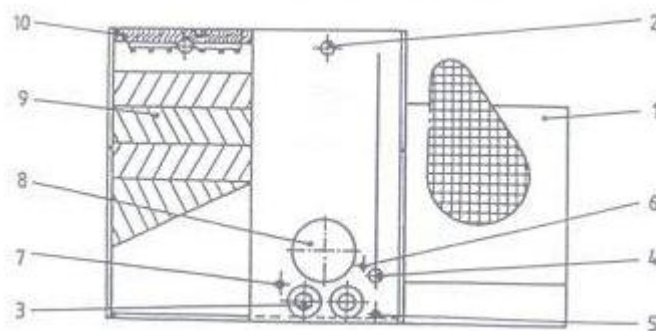
- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Ventilátor          | 7. Opláštění             |
| 2. Přívodní roura      | 8. Nosný rám             |
| 3. Eliminátor          | 9. Žaluzie               |
| 4. Chladicí výplň      | 10. Sběrná vana          |
| 5. Úhlová převodovka   | 11. Odvod ochlazené vody |
| 6. Rozvodná roura [22] |                          |

Jsou identické s EWB, s výjimkou těchto součástí:

Pohon - převodovka s kuželovým a čelním soukolím ve skříni z ocelolitiny, prachotěsně a olejotěsně uzavřená. Utěsnění hnacího a hnaného hřídele je provedeno otěruvzdornými, kombinovanými mosaznými, případně měděnými těsnícími kroužky ve spojení se zvláštním labyrintem.

Kloubový hřídel – mezi motorem a převodovkou je vyroben z vysoce pevné oceli. [22]

#### 5.2.4 Chladicí věže EWD – C



Obr. 42. Chladicí věž EWD – C - řez

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Radiální ventilátor  | 6 Doplňování vody  |
| 2. Přívodní roura       | 7. Topení          |
| 3. Odvod ochlazené vody | 8. Inspekční otvor |
| 4. Přepad a odkalování  | 9. Chladicí výplň  |
| 5. Vypouštění           | 10. Eliminátor     |

Plášť - z pozinkovaného ocelového plechu s dodatečnou ochranou proti korozi nátěrem nebo povlakem z plastické hmoty.

Eliminátor - z prvků PVC se závěsy z pozinkované oceli

Rozvod vody - z trubek se speciálními tryskami z plastické hmoty z kuželovým rozstříkem

Chladicí výplň – z PVC, odolného proti hnilobě

Ventilátor - radiální tlačný ventilátor s progresivně zakřivenými profilovanými lopatkami [22]



## 6 MOŽNOSTI ŘÍZENÍ A REGULACE

V průmyslové regulaci je v dnešní době široký výběr měřicích, ovládacích a zobrazovacích prvků. Každý systém, který má být ovládán a řízen má své specifika a vyžaduje určitý druh regulace, popř. jeho monitoringu. Typy regulátorů pro dnešní řízení jsou digitální – je to z důvodu, že změny, které systém v průběhu činnosti vyžaduje se dají jednoduchým způsobem přeprogramovat bez jakéhokoliv zásahu do zapojení. Vstupní a výstupní moduly těchto zařízení mohou být analogové – což je většina měřicích komponentů je. Může se jednat o voltmetry, ampérmetry, průtokoměry, rychloměry, teploměry, hladinoměry a spoustu dalších měřidel. Pro komunikaci s digitální jednotkou jsou zpravidla vybaveny převodníky – podle náročnosti na přesnost jsou tyto převodníky rozlišeny, s jakou přesností mají vzorkovat.

Koncová zařízení těchto regulátorů mohou být klasicky reléová nebo pomocí tranzistorů a dalších polovodičových součástek odstupňována jak napěťovou hodnotou, tak i různými dalšími.

Zobrazení jednotlivých funkcí ustupuje od klasických žárovkových tabulí – jak z důvodu časté poruchovosti a náročnosti výměny světelných zdrojů, tak i z energetické náročnosti, které tyto zdroje vyžadují. Pro zobrazení se v rámci úseku systému používají nízkenergetické zobrazovací jednotky – monitory, popřípadě se celkové zobrazení dá pomocí sítí zobrazit na kterémkoliv počítači, případně po nastavených právech uživatele je možno zasahovat na dálku do regulačních prvků.

Podle druhu řízeného systému tedy můžeme pro řízení volit od jednoduchých regulátorů s několika vstupními povely až po složitější průmyslové počítače, které pomocí sběrnic ovládají pomocí adres několik desítek až stovek vstupů a výstupů.

### 6.1 Příklady typů sběrnic pro použití v automatizaci

#### 6.1.1 LON

LON - Local Operating Network – otevřený decentralizovaný sběrníkový systém sériový přenos dat.

LonWorks - Protokol LonTalk byl vyvinut počátkem 90. let americkou firmou Echelon jako univerzální a levné komunikační spojení pro všechna možná technická použití na nejnižší automatizační úrovni

LonMark - Pravidla pro vývoj kompatibilních zařízení techniky LonWorks – „Asociace

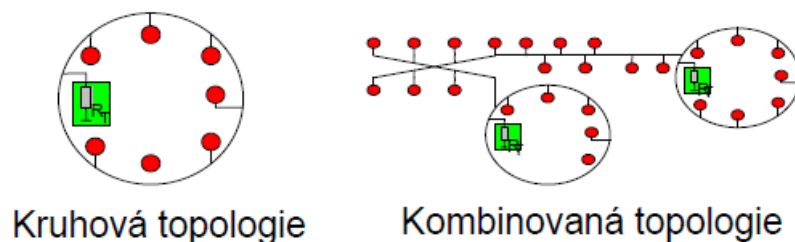
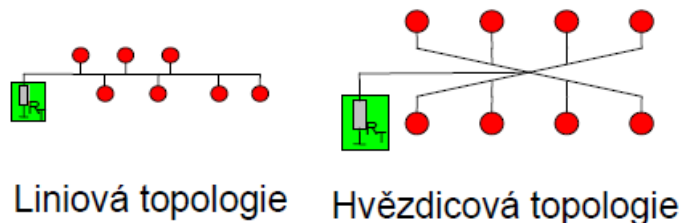
LonMark Interoperability“ byla vytvořena v roce 1994 celkem 36 společnostmi.

Přenosové médium – Kroucené páry vodičů, elektrorozvodná síť, vysokofrekvenční rádiové vlny, infračervené spojení, koaxiální kabel a skleněná vlákna

Přenosová rychlost - 600 b / s až 1,25 Mb / s dle použitého média a délky spojení

Délka sběrnice - U kroucených párů vodičů se na vzdálenost 2700 m dosahuje rychlosti 10 kb / s, zatímco na vzdálenost 1,5 km až 78 kb / s a na 130 m již 1,25 Mb / s [12]

### Topologie LON:



Obr. 43. Topologie LON

Nejvyšším stupněm hierarchie LON je doména, složená z 255 podsítí po 127 uzlech ( nódů – regulátorů ), takže celkový maximální počet uzlů v doméně je 32 385. [12]

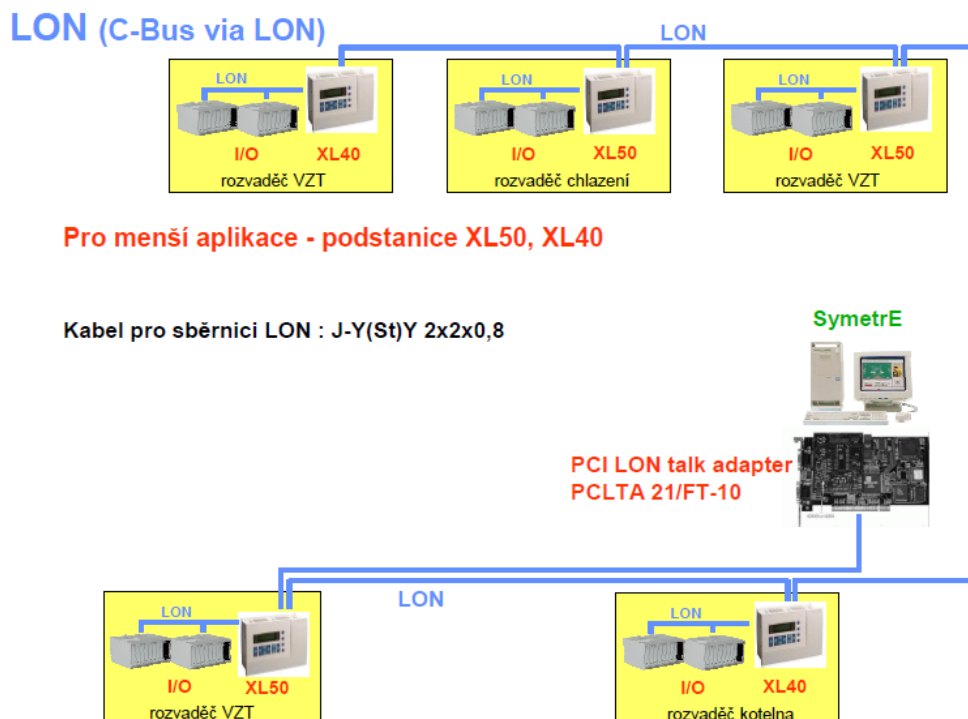
Tab. 9. Omezení v síti LON

## • Omezení

- ⇒ Max. 255 podsítí v jedné doméně
- ⇒ Max. 63 uzlů v jedné podsíti (127 s opakovačem)
- ⇒ Max. 32.385 uzlů v doméně

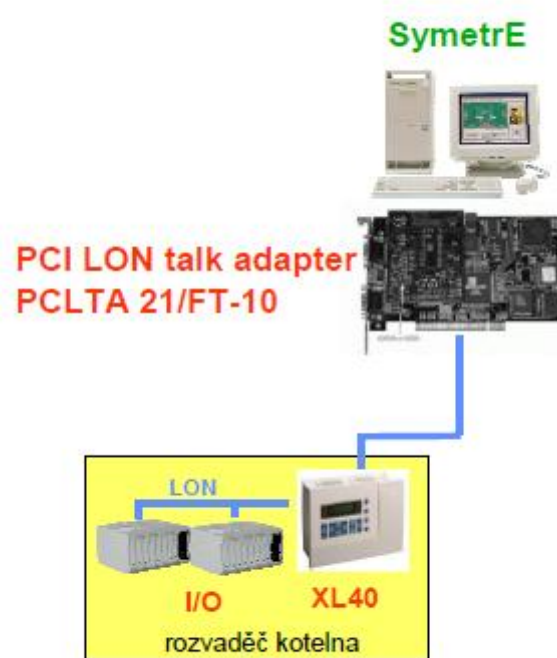
Pro připojení zařízení do sběrnice LON je nutné vždy použít převodník!

Kanál	Médium	Rychlost	Počet zařízení	Délka [m]
TP/FX-1250	Kroucený pár	1,5 Mbps	64	125
TP/FX-78	Kroucený pár	78 Kbps	64	1330
TP/FT-10	Kroucený pár	78 Kbps	64	500



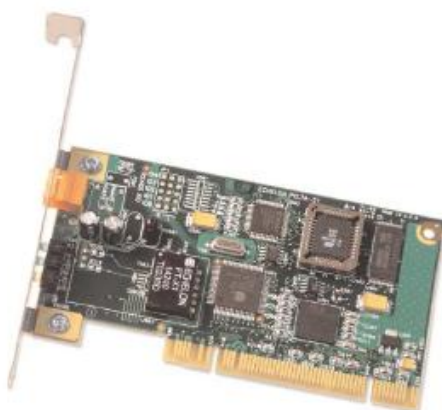
Obr. 44. Příklad použití sběrnice LON – komunikace regulátorů s počítačem

Pro komunikaci se sběrnici LON jsou použity různé druhy řadičů a převodníků. [12]



Obr. 45. Schéma zapojení sběrnice LON do PC

## PCLTA 21



- zásuvná karta PCI
- procesor Neuron<sup>®</sup>3150<sup>®</sup> Chip
- frekvence procesoru 10 MHz
- paměť 56kbyte SRAM
- vstupní proud max. 350 mA

Obr. 46. Karta PCI s řadičem LON

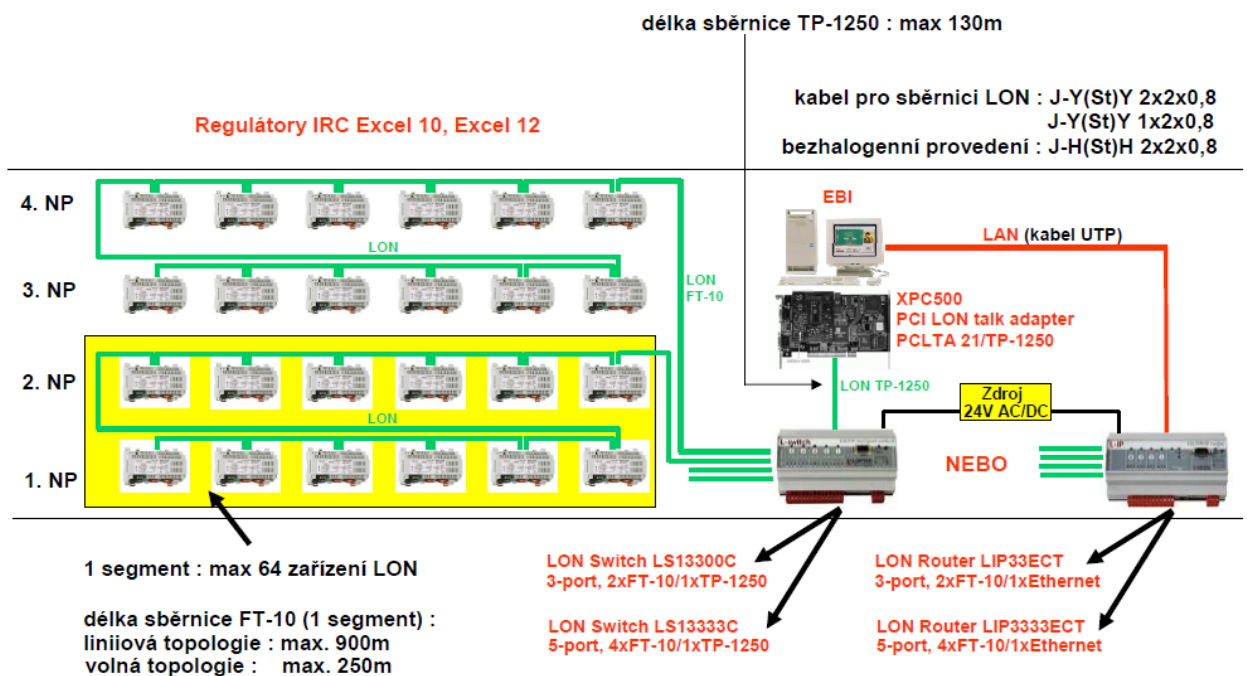
# U10



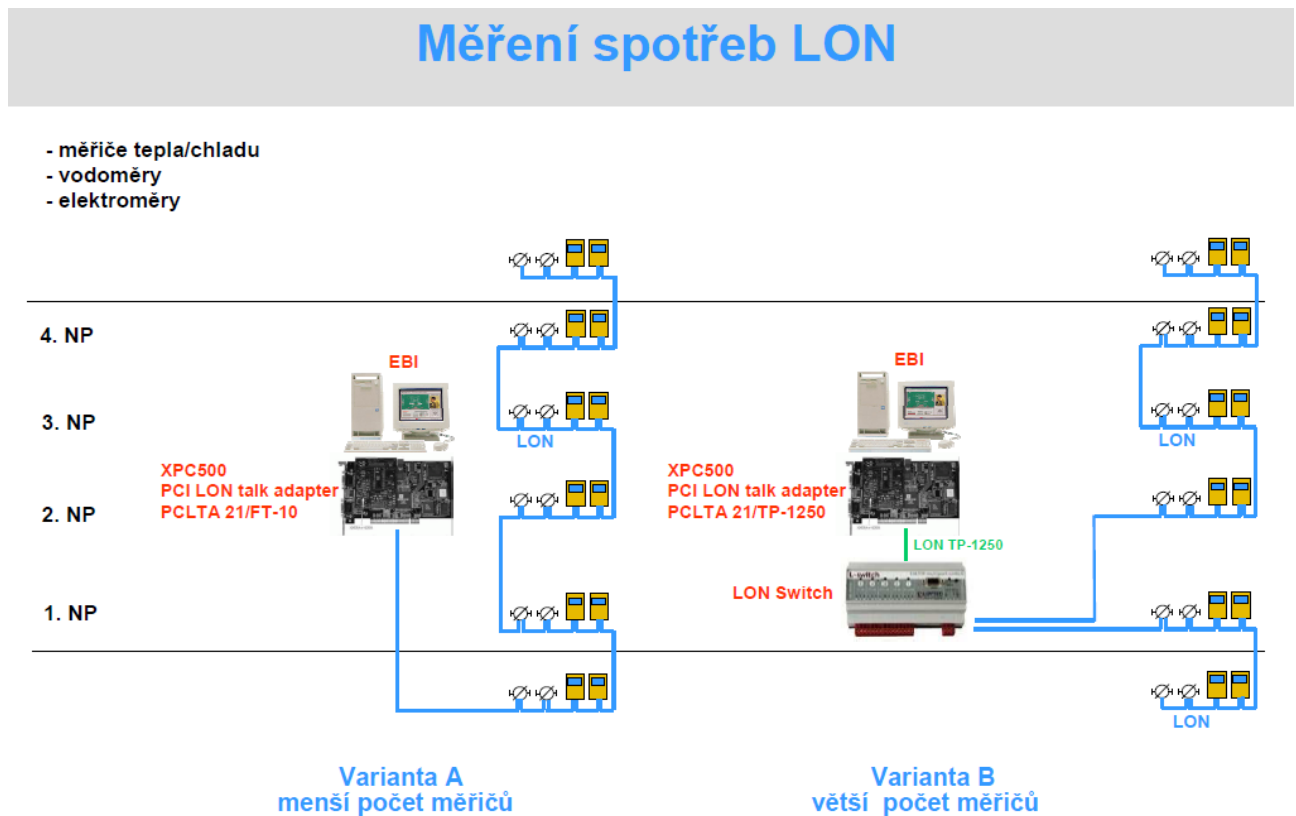
- LonWorks USB adaptér
- obsahuje LED s indikací komunikace
- vstupní proud max. 50 mA

Obr. 47. USB řadič LON

## IRC - LON



Obr. 48. Propojení regulátorů IRC sběrnicí LON



Obr. 49. Měření spotřeb LON

## 6.2 Příklady typů protokolů pro komunikaci v automatizaci

### 6.2.1 C-Bus

- C-Bus je proprietární komunikační protokol primárně určený pro systémy automatizace budov
- Komunikace typu Peer to peer mezi podstanicemi navzájem
- Vysoká přenosová rychlost ( až 921 600 baud )
- Systémová sběrnice musí být připojena skrze jednotlivé podstanice ( otevřený prsteneček ). Nejsou dovoleny jiné typy propojení, jako hvězda, strom, z důvodu nekontrolovatelných odrazů

Standardní propojení C-Bus systém využívá pro propojení systémů kabel UTP ( nestíněný kroucený pár ) [12]

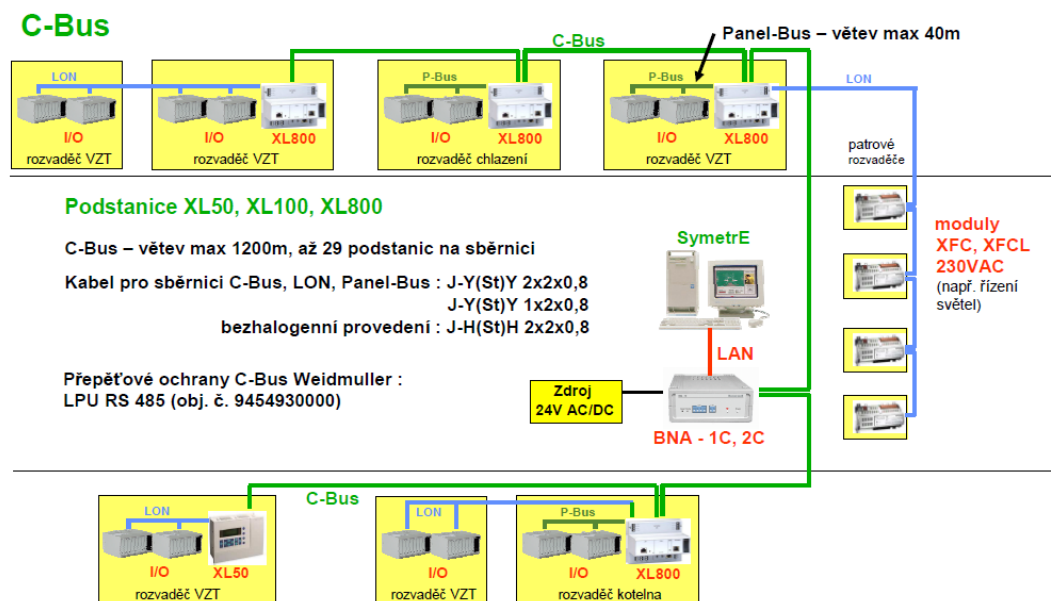
Základní délka může být rozšířena pomocí opakovačů, každý opakovač rozšíří celkovou délku sběrnice o jednu základní délku.

Maximálně lze použít 3 opakovače, kdy celková délka systémové sběrnice je 4800 m.

Základní délka systémové sběrnice je závislá n přenosové rychlosti. Pro přenosovou rychlost 921 600 baudů lze použít max. 2 opakovače a maximální délka je 900 m.

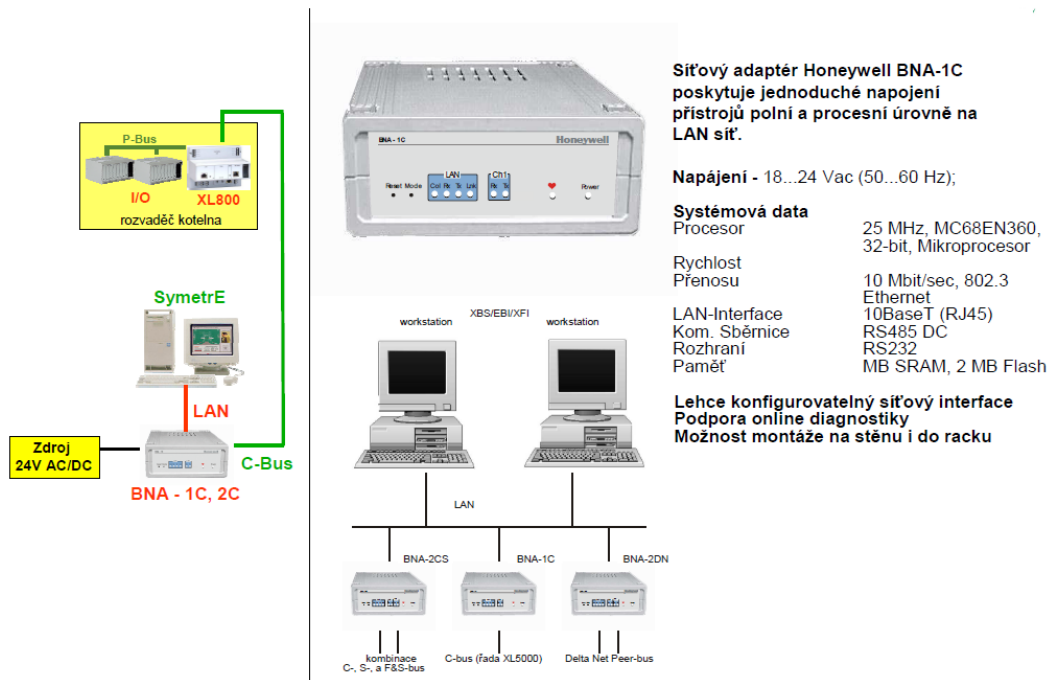
Systémová sběrnice C-bus umožňuje propojení až 30 podstanic řady Excel 5000 [12]

### 6.2.1.1 C – bus – architektura



Obr. 50 C-bus architektura

### 6.2.1.2 C – bus – převodník BNA



Obr. 51. C – bus – převodník BNA

### 6.2.2 BACnet

Building Automation and Kontrol Network BACnet

- standardizovaný protokol speciálně vyvinutý pro komunikaci zařízení mezi systémy automatizace budov
- první mezinárodní standard ISO 16484-5 jako komunikační protokol automatizace budov ( 1987 – společnosti ASHRAE ). Cílem byla integrace zařízení od různých výrobců. [12]

BACnet specifikuje tři hlavní části:

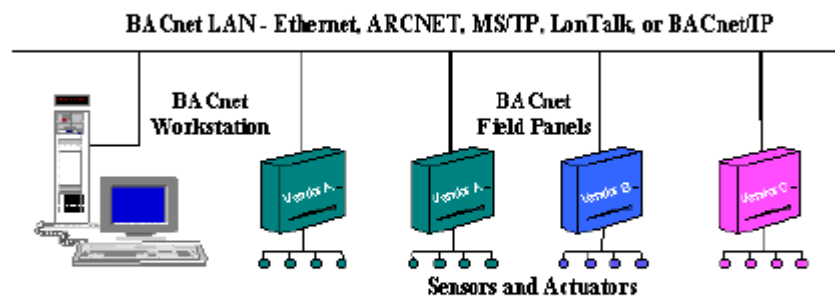
1. definuje „ OBJEKTY“ jako:
  - datové body
  - požadované hodnoty
  - časové programy
  - kalendáře



2. Defínuje „SLUŽBY“ jako:
- sdílení dat
  - alarmy a správu událostí
  - časování
  - trendy
  - správu a zařízení sítě

3. Defínuje standardy komunikačních médií:
- BACnet přes IP
  - BACnet přes Ethernet
  - BACnet přes LonTalk
  - BACnet přes RS232 [12]

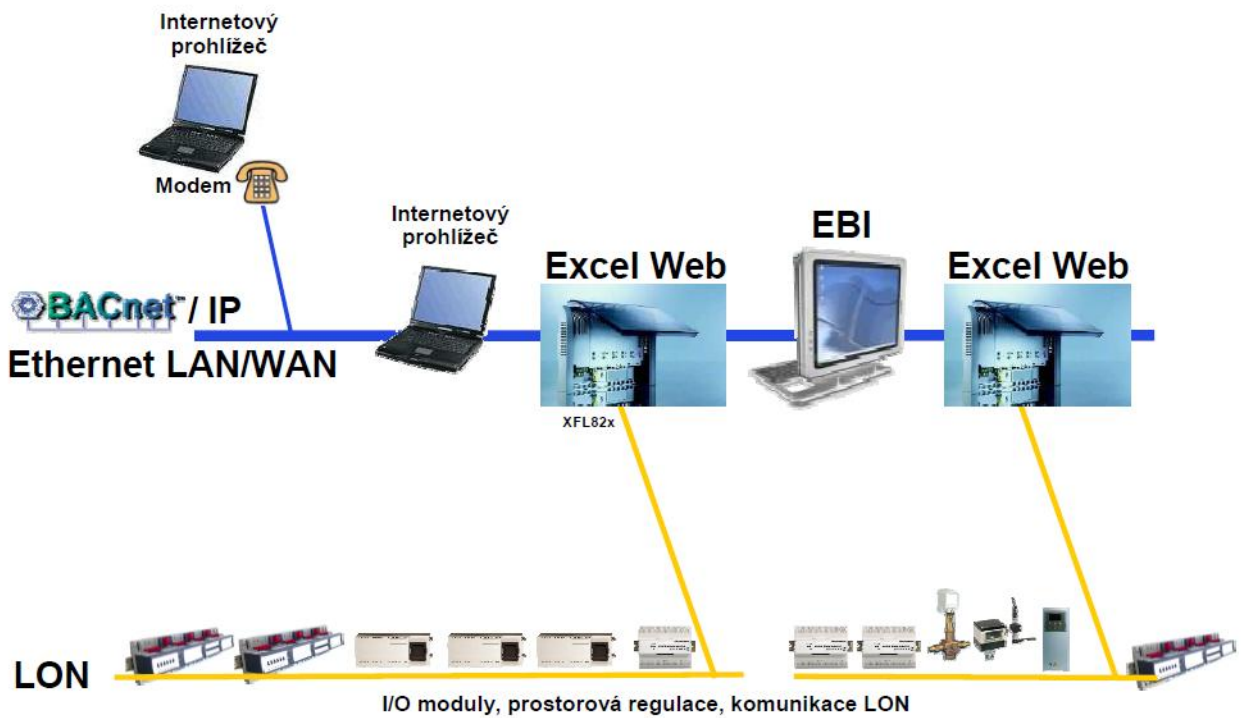
### "Native" BACnet



Native BACnet devices provide BACnet communications directly, device to device

Obr. 52. Obr. „Native“ BACnet

6.2.2.1 BACnet - architektura

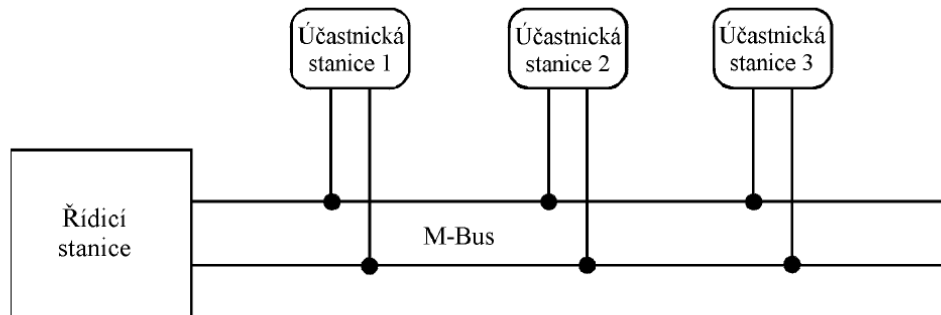


Obr. 53. BACnet – architektura

6.2.3 M – Bus

Standard M-Bus ( Meter – Bus ) je určen pro aplikace sběru dat z měřičů odběru nejrůznějších médií ( například pitné a užitkové vody, plynu, tepla, elektrické energie ).[12]

Struktura sběrnice M-bus:



Obr. 54. Struktura sběrnice M-Bus

Parametry sběrnice M-Bus:

asynchronní přenos, 8 bitů, sudá parita

mezi jednotlivými znaky nesmí být časové mezery

1 řídicí stanice

Maximálně 250 účastnických stanic, Rychlost 300 – 9600 Bd

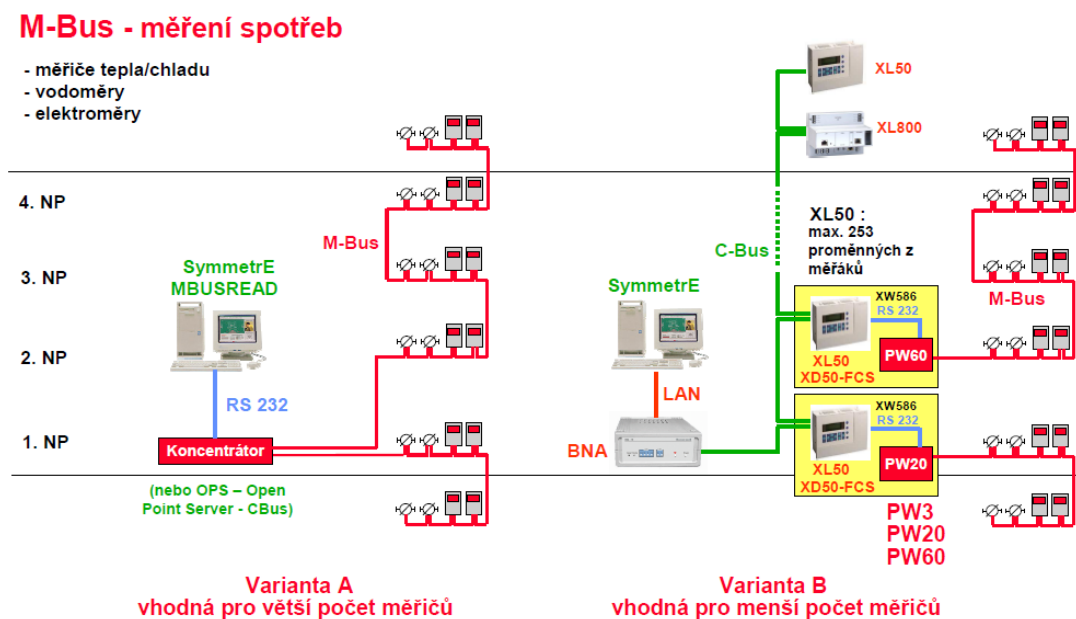
Maximální délka kabelového segmentu nesmí překročit 1000 m ( 350 m pro 9600 Bd ). Pro rozsáhlejší systémy je nezbytné přejít ke složitějším konfiguracím, kdy je celý systém rozdělen na tzv. zóny. Jednotlivé zóny se skládají ze segmentů připojených prostřednictvím vzdálených repeaterů a jsou řízeny tzv. řadiči zóny.

Komunikace na principu master – slave

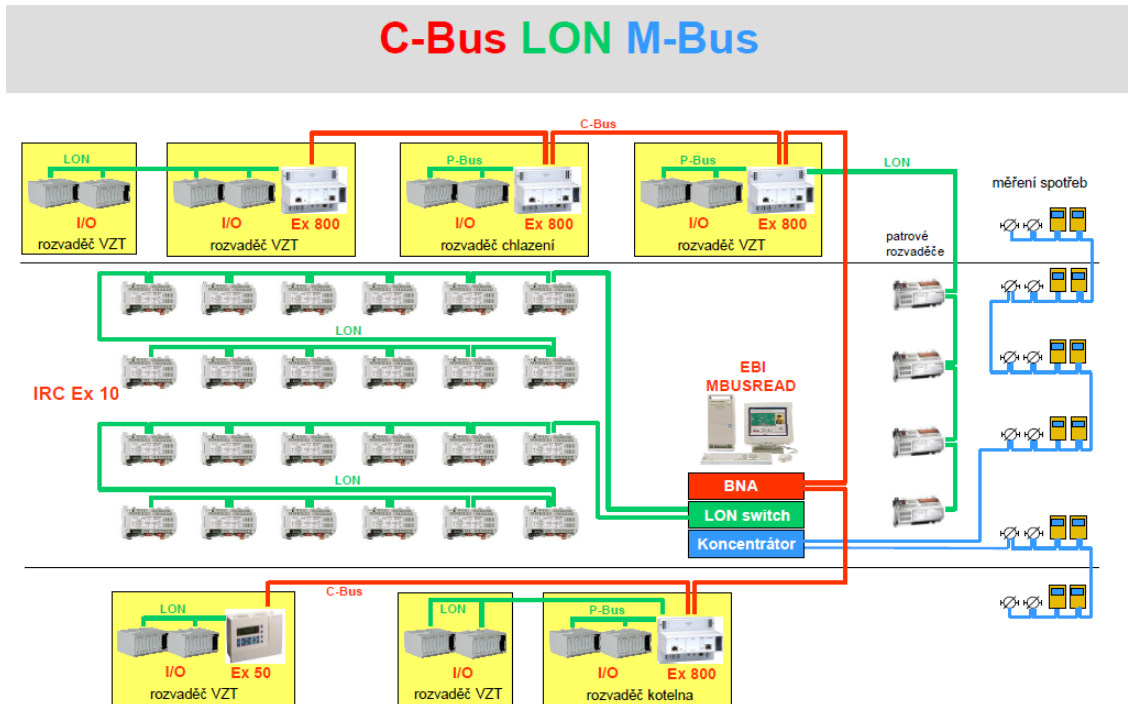
Možnost napájení účastníků po sběrnici

Komunikace Master – Slave = log. 1 - + 36V, log. 0 - +24V

Komunikace Slave – Master = log. 1 – 1,5 mA, log. 0 - 12,7 mA [12]

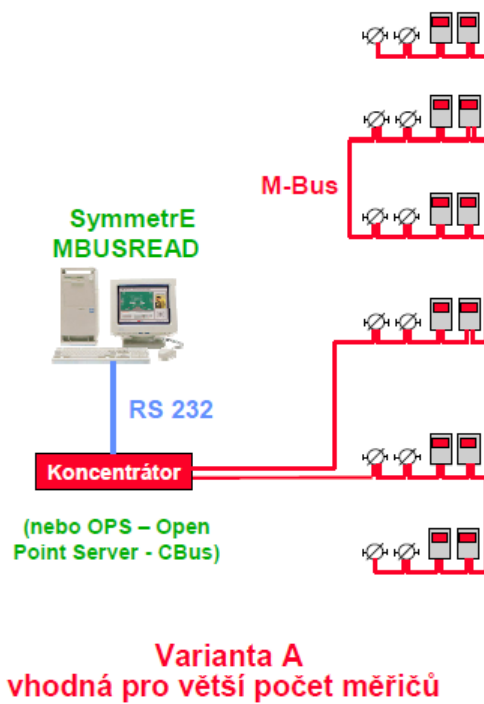
**6.2.3.1 M-Bus architektura**

Obr. 55. M-Bus architektura



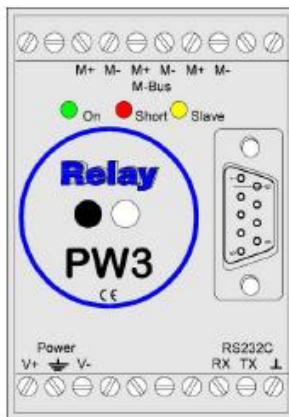
Obr. 56. Kombinace protokolů C-Bus, LON a M-Bus

### 6.2.3.2 M-Bus – koncentrátor

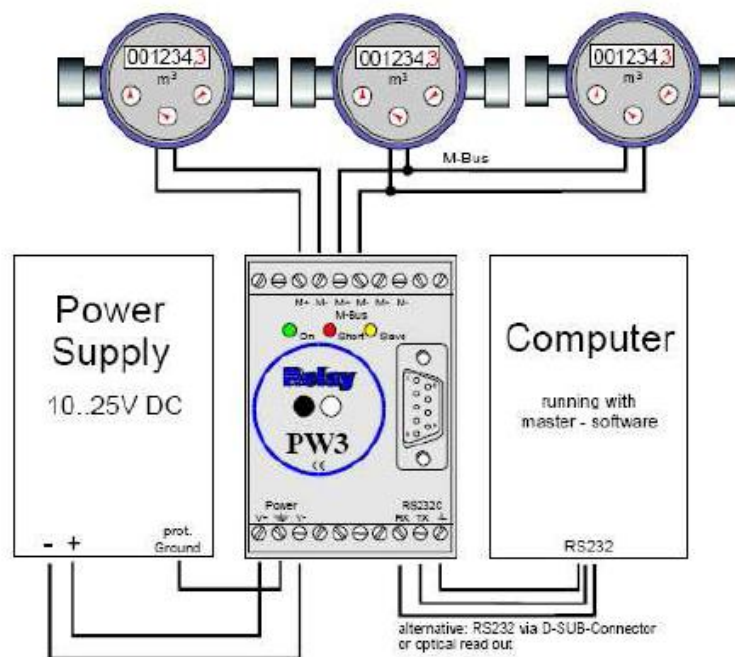


Obr. 57. M-Bus koncentrátor

### 6.2.3.3 Převodník M-Bus / RS232



- převodník M-bus / RS232
- optické rozhraní
- připojení až 3 zařízení
- napájení 10.8 – 28.8 V DC/AC
- provozní teplota 0 - 55°C
- váha 180g
- montáž na DIN lištu



Obr. 58. Převodník M-Bus / RS232

### 6.2.4 OPC

OPC – OPen Conectivity

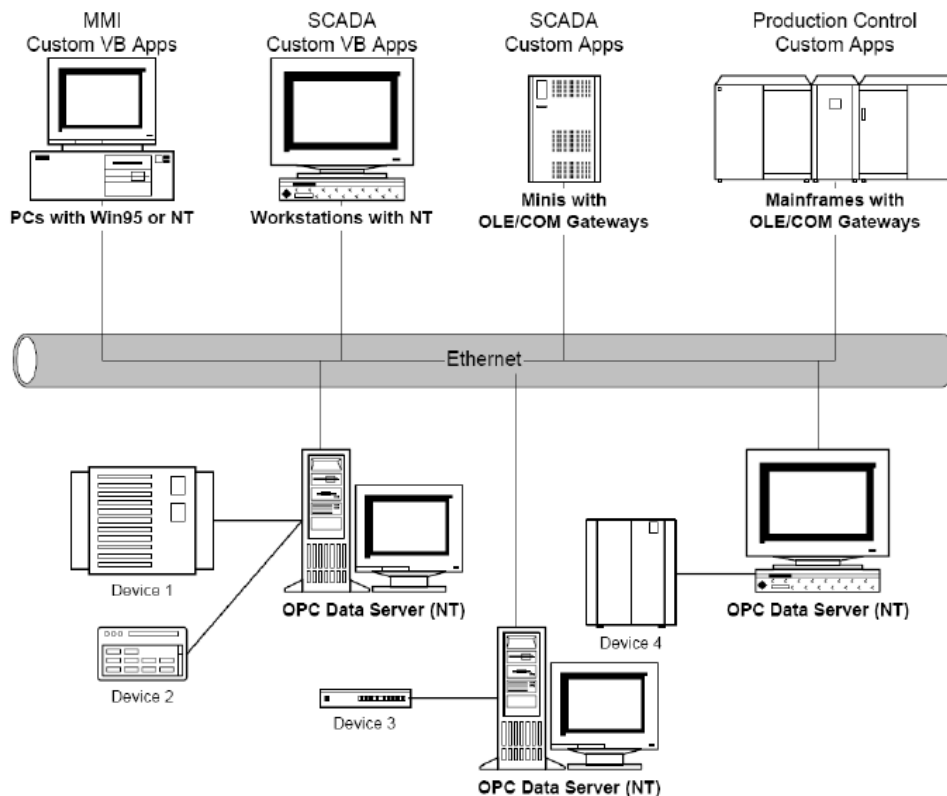
OPC – mechanismus pro komunikaci a výměnu dat mezi jednotlivými zařízeními. Jednotlivá data jsou uložena v databázi PC ( OPC server ) a jsou na žádost zasílána do dalších databází ( OPC klient )

OPC je otevřená komunikace využívaná převážně v průmyslových aplikacích. Komunikace je zajištěna pomocí specifikací otevřených protokolů. [12]

OPC se skládá ze série specifikací protokolů. První standard ( nazvaný Data Access Specification – specifikace přístupu dat ) vychází ze spolupráce několika dodavatelů a společnosti Microsoft. Na základě technologií Microsoft OLE COM ( component object model ) a DCOM ( distributed component object model ) jsou definovány objekty, rozhraní a metody, které tvoří základ při komunikaci v průmyslové automatizaci a automatizaci budov. Technologie COM/Dvoj tvoří strukturu pro vytvořené softwarové komunikace. V současnosti je vytvořeno několik stovek OPC Data Access serverů a klientů. [12]

OPC Foundation je společnost zajišťující standardizovanou komunikaci zařízení v automatizaci. Cílem je standardizovat převážně objekty komunikace procesních dat alarmů, událostí a historických dat. Jedná se především o následující zařízení: PLC, RTU, DCS, HMI, atd. [12]

### OPC - architektura



Obr. 59. OPC – architektura

## 6.2.5 Modbus

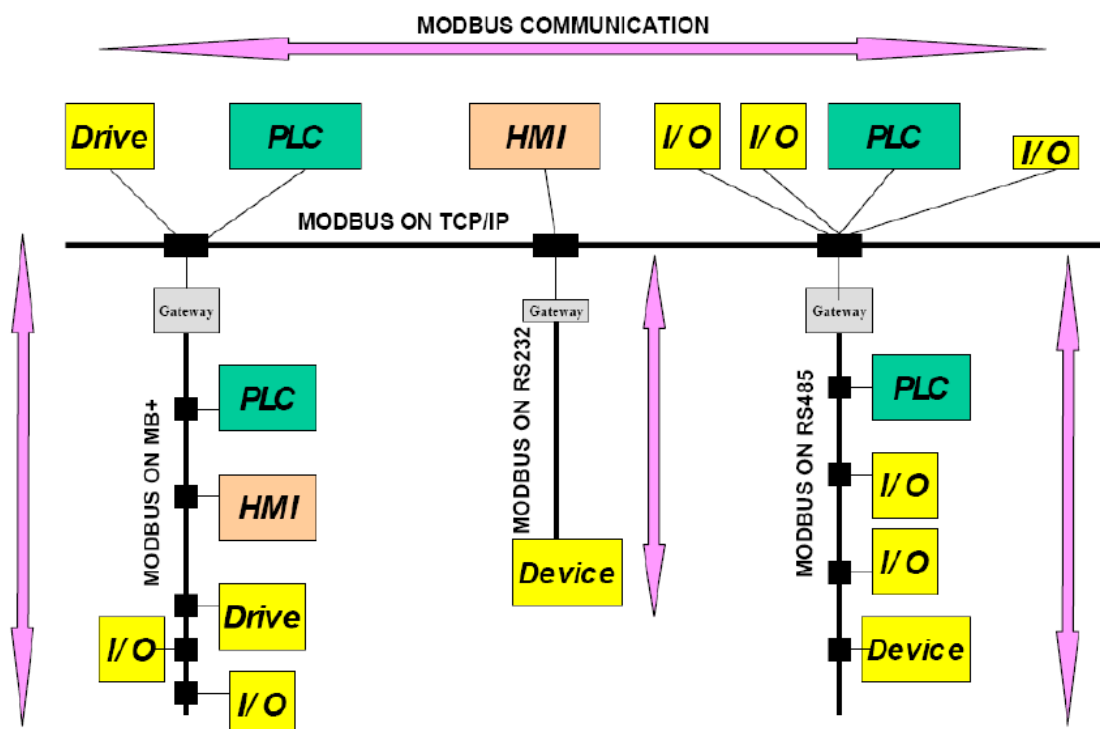
MODBUS je protokol využívající všech 7 vrstev OSI modelu. Komunikace probíhá ve smyslu klient / server. [12]

1. Protokol MODBUS RTU/ASCII – sériový protokol typu Master / Slave . Sériový komunikační protokol MODBUS je komunikační standard, který se stal široce používaným a podporuje ho celá řada výrobců PLC a dalších zařízení. Jedná se o síťový protokol typu 1Master x nSlave. Slave zařízení může být maximálně 254. Protokol MODBUS existuje ve dvou režimech: - RTU protokol – binární protokol ( nejčastěji používaný )

- ASCII protokol – znakový protokol

2. Protokol MODBUS TCP/IP s rychlostí 10/100 Mbit/s. Jedná se o síťový protokol – klasický Ethernet TCP/IP s rychlostí 10/100 Mbit/s ( postačuje standardní síťová HW karta Ethernet). Princip komunikace ( 1Master x nSlave ) ke stejný jako u Modus RTU. [12]

### 6.2.5.1 Modbus – architektura



Obr. 60. Modbus – architektura

### 6.2.6 SNMP

SNMP je asynchronní, transakčně orientovaný protokol založený na modelu klient / server

Protokol je využíván v sítích TCP / IP

Strana, která posílá požadavky ( snop klient ), může být např. jednoduchý snop browser či složitý NMS ( Network Management System ), na straně zařízení je snmp agent ( snmp server ), který na požadavky odpovídá.

Výjimku tvoří tzv. trapy, které agenti vysílají asynchronně při výskytu jednotlivých událostí ( výpadek proudu, větráku, překročení mezních údajů, objevení nového zařízení ).

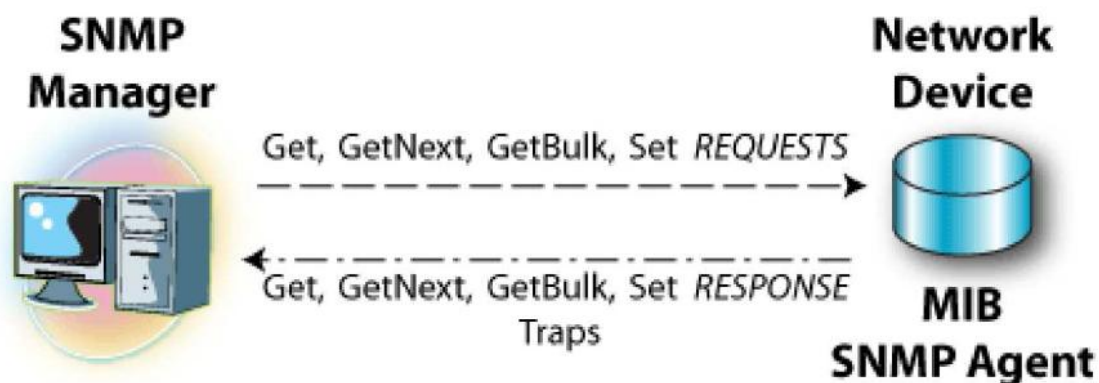
Nutno předem definovat adresu, kam se informace posílá.

Pro přenos dat se používá protokol UDP, přičemž je definováno přesně místo, kam se mohou připojovat uživatelské aplikace jednotlivých firem, které spravuje organizace IANA ( Internet Assigned Numbers Authority – doslova Internetová autorita pro přidělování čísel ).

Protokol byl vyvinut k usnadnění správy počítačových sítí. Strana, která posílá ( periodicky ) požadavky se nazývá snmp manager. Na straně spravovaného zařízení je snmp agent (snmp server), který reaguje ve velké většině případů pouze na základě výzvy.

Požadavky jsou zasílány pod číslem označeným OID. Každý správce vlastní databázi označovanou MIB, která obsahuje seznam jednotlivých informací a stavů agenta. Tato tabulka na žádost zpřístupněna správci. Pro přenos dat se používá protokol UDP, konkrétně port UDP/162 pro trapy ( na straně manažera ) a UDP / 161 pro ostatní ( běžné ) zprávy ( na straně agenta ). [12]



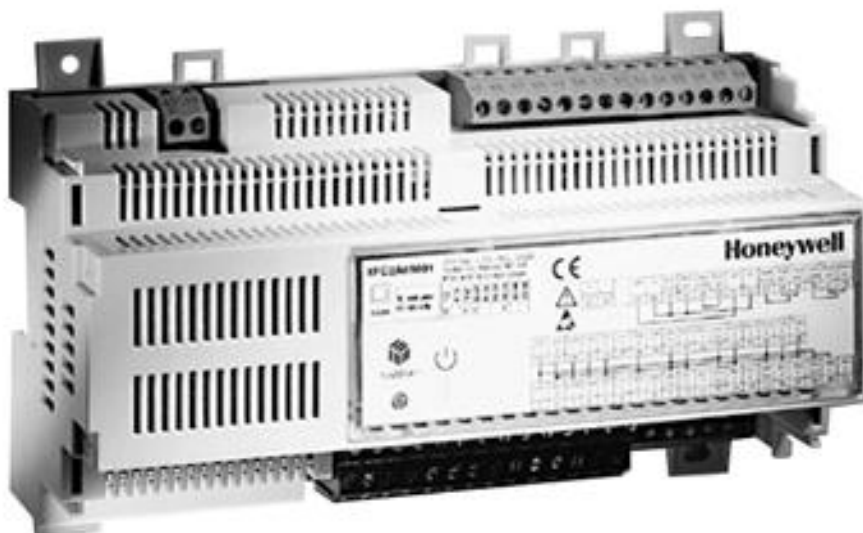


Obr. 61. Komunikace s protokolem SNMP

### 6.3 Příklad druhu regulátorů

Pro regulaci v automatizačních provozech je velký výběr regulačních prvků. Rozdělují se velikostí, použitím, možností zobrazení, možností změn regulace jak pomocí tlačítek, tak dálkově ze vzdálených PC.

#### 6.3.1 Jednoduchý regulátor Excel 12



Obr. 62. Regulátor Excel 12

Multifunkční regulátor pro ovládání fan-coilů ( 2 nebo 4-trubkové indukční/ fan-coilové jednotky ), osvětlení a žaluzií je svým rozsahem schopen pokrýt velkou škálu aplikací zónové regulace. [12]

Regulátor lze rychle nastavit a uvést do provozu prostřednictvím LNS Plug-in v kombinaci s nástrojem CARE nebo jiným softwarovým nástrojem podporujícím práci s LNS. Dohromady s W. O. C. ( Web Office Console ) a Excel ZAPP tvoří EXCEL12 komplexní komfortní řešení individuální prostorové regulace společnosti Honeywell. [12]

Řídicí funkce – možnost výběru 3 standardních aplikací:

vytápění / chlazení a 3-rychlostní ventilátor, 2x světla vypnuto / zapnuto a do dvou světél možnost stmívání nebo regulace konstantní hladiny osvětlení v místnosti, poloha žaluzií[12]

3x vytápění / chlazení a 3-rychlostní ventilátor, 3x světla vypnuto / zapnuto a do dvou světél možnost stmívání nebo regulace konstantní hladiny osvětlení v místnosti, volné vstupy a výstupy ovládané přes LON. [12]

2x vytápění / chlazení a 3-rychlostní ventilátor, 4x světla vypnuto / zapnuto a do dvou světél možnost stmívání nebo regulace konstantní hladiny osvětlení v místnosti, volné vstupy a výstupy ovládané přes LON. [12]

Možnost komunikace: ano

Typ sběrnice: LonWorks ®

**LonMark ® profily:** - profil 8501: SCC – Fan Coil ( 1 objekt )

- profil 3040: Lamp Actuator ( 2 objekty )
- profil 1060: Occupancy Sensor ( 1 objekt )
- uzavřená smyčka pohonu – objekt 4: Sunhblind Actuator (1 objekt )

Fyzické vstupy:

- 7 analogových vstupů pro snímače a voliče žádaných hodnot
- 4 digitální vstupy pro tlačítkové spínače světel a tlačítka manipulace se žaluziemi

Fyzické výstupy:

- 2 analogové výstupy pro pohony a / nebo světla
- 11 digitálních výstupů ( 6 triaků, 5 relé ) pro 3-polohové pohony, světla, žaluzie a ventilátory

### 6.3.2 Excel 50 – DDC podstanice



Obr. 63. DDC podstanice Excel 50

- Snadno ovládatelná komunikační jednotka obsluhy ( volitelné )
- 8 funkčních kláves
- 4 klávesy rychlého přístupu
- 4 řádky, 16 znaků na řádku
- Jednoduchý PC nástroj pro výběr aplikace
- Přednastavitelné aplikační moduly
- Pracuje autonomně nebo v rámci systému Excel 5000 C-Bus, případně zajišťuje modemovou komunikaci
- Podporuje LonWorks sběrnici
- Podporuje připojení M-Busu
- 72 hodinová záloha paměti

### Úvod

Excel 50 je navržen jako podstanice s integrovanými komunikačními schopnostmi. Excel 50 může být použit jako samostatný „standalone“ regulátor nebo může být integrován do systému Excel 5000 ®. [10]

Typickými aplikacemi Excelu 50 jsou topné systémy, systémy dálkového vytápění a menší klimatizační systémy pro restaurace, obchody, úřady, bankovní pobočky, řetězce prodejen a úřady státní správy. [10]

Excel 50 v budoucnu nahradí regulátor Excel 20. Důležité moduly pro komunikaci se systémem Excel 5000 a pro dálkové ovládání jsou integrovány v regulátoru Excel 50, takže není zapotřebí používat přídavná komunikační zařízení. [10]

Firmware, systémový software, je uložen v paměti Flash- EPROM. Paměť EPROM / Flash – EPROM se nachází v aplikačním modulu, který se zasune a prostřednictvím konektoru připojí do podstanice. Pro každou skupinu aplikací je určen samostatný aplikační modul. Každá určitá aplikace ve skupině je reprezentována číselným kódem.

Tento kód aplikace může být získán z PC programu pro výběr aplikací a musí být vložen do podstanice prostřednictvím MMI. [10]

Všechny nastavitelné konfigurační části a přepínače jsou dostupné bez otevření pouzdra podstanice.

Programování podstanice Excel 50 je možné:

- s využitím standardních aplikací v modulu

- downloadem aplikací vytvořených volným programováním v CARE podle zásad platných pro podstanici Excel 20 [10]

### Popis

Podstanice Excel 50 disponuje dvěma verzemi skříňky. Skříňka se zobrazovací jednotkou MMI skříňka bez MMI.

Externí MMI XI582 nebo PC program MMI XI584 může být připojen ke všem verzím s pamětí Flash – EPROM.

Podstanice je určena především k montáži do dveří rozváděče, s příslušenstvím je možná montáž na DIN lištu.

Zařízení disponuje 8 analogovými vstupy, 4 analogovými výstupy, 4 digitálními vstupy a 6 digitálními výstupy. 3 ze 4 digitálních výstupů mohou být použity jako čítače. Digitální výstupy umožňují přímé řízení 3-polohových pohonů.

Vodiče je možno k podstanici připojit dvěma způsoby. Pomocí šroubovací svorkovnice na zadní straně skříňky nebo plochými kabelem připojenou svorkovnicí Phoenix, která se montuje na DIN lištu. Obě varianty umožňují připojit svorkovnice v předstihu.

PC program pro výběr aplikace Vám pomůže vybrat optimální konfiguraci. Ve firmware uloženou aplikaci je možno volit z čelního panelu. Do podstanice mohou být vloženy specifické vlastnosti řízených zařízení.

Podstanice Excel 50 nabízí tři verze aplikačních modulů. Standalone (EPROM), Standalone (Flash – EPROM) a C-Bus (Flash-EPROM). [10]

Paměť Flash-EEPROM umožní download nových verzí firmware. Firmware pro modemovou komunikaci bude již brzy integrován ve Standalone (Flash-EEPROM) a C-Busovém aplikačním modulu. Verze C-Bus a Standalone Flash-EEPROM jsou plně kompatibilní se systémem Excel 5000. [10]

## SPECIFIKACE

### Verze

#### Pouzdro:

s LCD displejem a klávesnicí  
bez LCD displeje a klávesnice

#### Aplikační moduly:

Tabulka 1. Verze modulů

Typ	Popis
XD50-E	Standalone
XD50-F	Standalone/Flash EPROM*
XD50-FC	C-bus/ Flash EPROM*
XC50-FCS	C-bus/ M-bus/Flash EPROM*
XD50-FL	LonWork-bus/Flash EPROM*
XC50-FCL	C-bus/LonWork-bus/Flash EPROM*

\*)Tyto verze mohou být upgradovány firmwarem.  
Download pro modemovou komunikaci bude brzy dostupný s novým firmwarem.

#### Montáž:

Montáž do dveří rozvaděče s těsněním.  
Montáž do rozvaděče na DIN-lištu.

#### Svorkovnice:

Svorkovnice přímo ve skříňce.  
Svorkovnice Phoenix připojená plochým kabelem.

## Vstupy/výstupy

Tabulka 2. Vstupy/výstupy

Typ	Charakteristika
8 analog. vstupů (univerzal)	Napěťový: 0 až 10V (softwarem ovládaný přepínač pro vysokou impedanci) Proudový: 0 až 20 mA (za použití rezistoru 499 ohmů) Rozlišení: 10 bitů Čidlo: NTC 20K ohmů, -58°F až 302°F (-50°C až 150°C)
4 digitální vstupy	Napětí: 24 Vdc, 0 až 0.4 Hz (3 ze 4 vstupů mohou být čítačové - 0 až 15 Hz, 4-tý vstup je pouze statický)
4 analog. výstupy	Napětí: 0 to 10V, max. 11V, ±1 mA Rozlišení: 8 bitů
6 digitálních výstupů	Napětí: triaky 24 Vac Proud: max. 0.8A, 2.4A pro všech 6 triaků dohromady

Všechny vstupy a výstupy jsou chráněny proti přepětí až do 24 Vac a 40 Vdc. Digitální výstupy jsou chráněny proti zkratům výměnnou pojistkou (pojistka 5 x 20 mm, 2A).

## Man-Machine-Interface (volitelné)

#### Klávesnice:

8 funkčních kláves, 4 klávesy rychlého přístupu

#### Display:

LCD, 4 řádky, 16 znaků na řádce, nastavitelný kontrast

## Připojení busu a konektorů

#### C-bus (variantně, záleží na typu aplikačního modulu):

C-Bus, až do 76.8 Kbps.

#### Lon-bus (variantně, záleží na typu aplikačního modulu):

78 Kbps, volná topologie založená na FTT-10A, užívá LonTalk® protokol.

#### M-bus (variantně, záleží na typu aplikačního modulu):

RS-232 seriový kanál s konektorem RJ45 (vyžaduje PW3 adaptér).

#### Seriový port:

9-pin Sub-D konektor, RS 232, 9.6 Kbps, pro externí MMI XI582 a XI584 použité jako PC MMI (nelze pro "standalone" verzi EPROM) nebo pro Flash EPROM verze modem/ISDN adaptér, až 38.4 Kbps

#### Port A:

26-pin port, digitální výstupy a napájení.

#### Port B:

34-pin port, analogové a digitální vstupy, analogové výstupy.

## Napájení

#### Napětí:

24 Vac, ±20 % externí transformátor

#### Frekvence:

50 až 60 Hz.

#### Proud:

3A (2A jestliže proud digit. výstupů je menší než 1.5A).  
V případě přerušení napájení je obsah paměti RAM uchován 72 hodin.

#### Příkon:

Max. 10 VA bez zatížení digitálních výstupů

## Ochrana krytím

#### IP54:

Pro montáž s MMI do dveří rozvaděče.

#### IP30:

Pro volnou montáž bez MMI.  
Pro volnou montáž v rozvaděči s MMI.

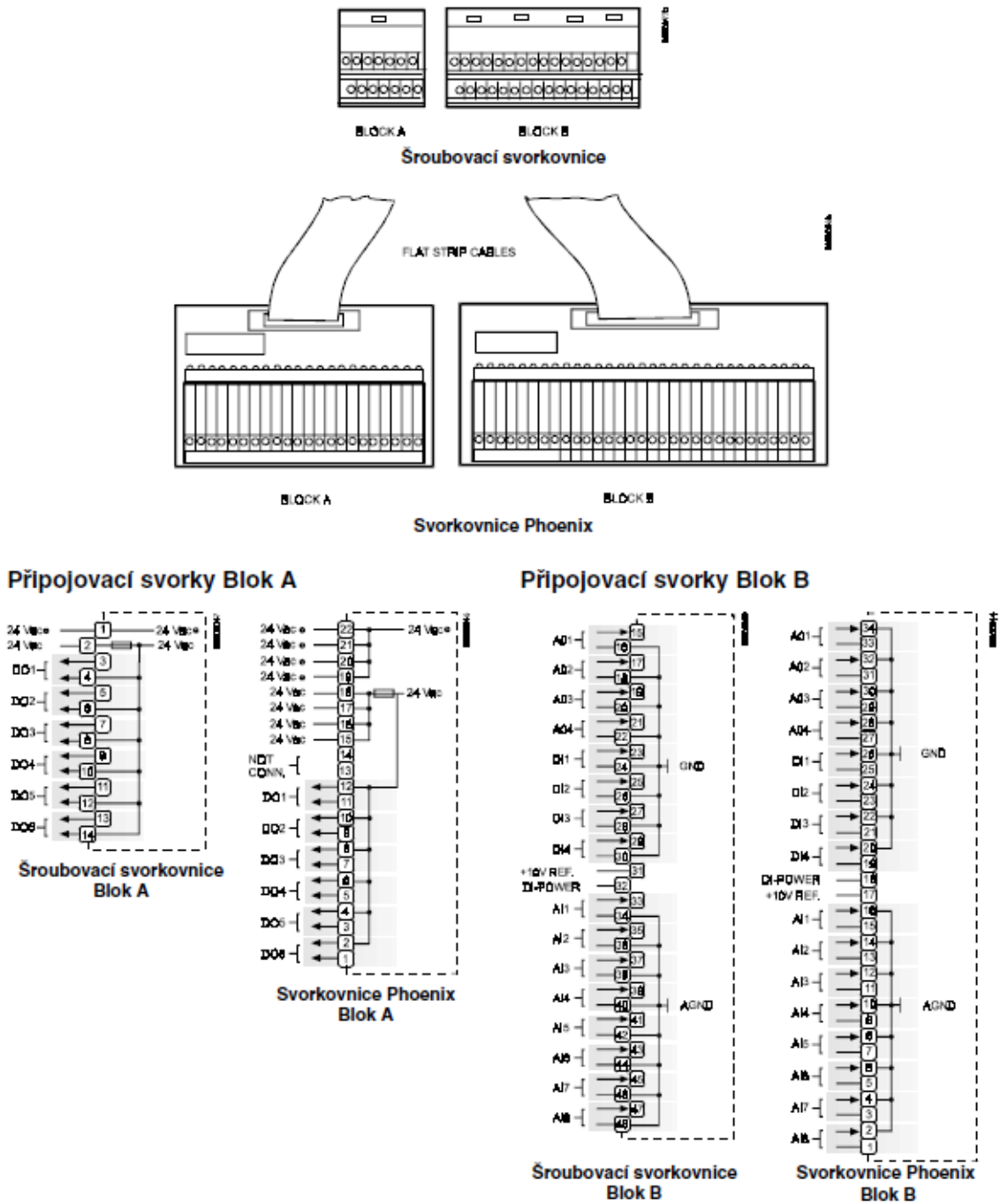
#### UL94-0:

Materiál skříňky třídy se zpomaleným hořením.

Obr. 64. Specifikace DDC podstanice Excel 50

## SVORKOVNICE

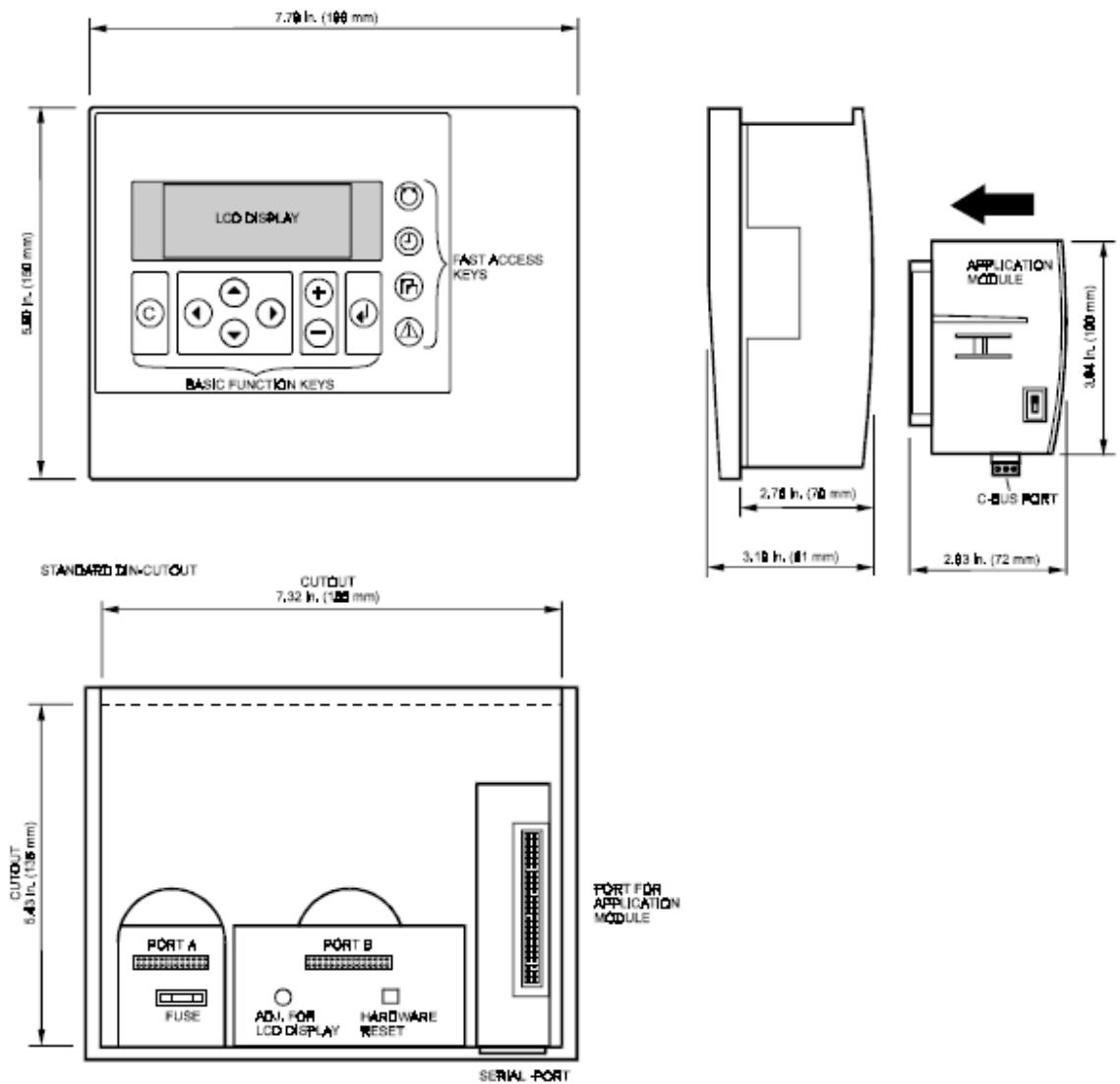
### Svorkové bloky



Obr. 65. Svorkovnice DDC podstanice Excel 50



**Rozměry**



Obr. 66. Rozměry DDC podstanice Excel 50

## **7 HODNOCENÍ SYTÉMU**

### **7.1 Technologická část**

Slévárna ZPS a. s. v dnešní době, kdy má dostatek zakázek funguje 24 hodin denně. Proces tavení po celou dobu vyžaduje ochlazování vybraných částí tj. chlazení pláště, chlazení dmyšen, chlazení granulace strusky a odpadních plynů. Chlazení se provádí pomocí ochlazované cirkulační vody. Tato voda po ohřátí nemá další využití, ochlazována je pomocí chladicích věží.

### **7.2 Okruhy chlazení a možnost využití odpadní teplé vody**

Chlazení zařízení je prováděno vodou, která je chemicky upravena proti usazování v dopravním vedení a proti jejímu znehodnocování např. hnilobě. Ochlazovací voda je čerpána z jímek pomocí čerpadel do vodního potrubí, které vede na plošinu, která je umístěna venku, vedle haly slévárny a na které jsou umístěny chladicí věže. Doba, kterou čerpadla čerpají je určena teplotou vody v jímkách. Taktéž provoz chladicích věží je závislý na přítoku oteplené vody. Věže pak samy určují rychlost chladicích ventilátorů, aby efektivně dosáhly tepelného spádu, vyžadovaného procesy slévárny.

### **7.3 Řízení a monitorování chladicích okruhů**

Řízení je prováděno pomocí jednoduchých čidel, která jsou umístěna v trasách chladicích okruhů. Vývody teplotních čidel, přívody motorů, přívody elektronických ventilů jsou svedeny do rozváděčů slévárny, ve kterých je starším systémem TTL a reléovou technikou řízena a ovládána popisovaná technologie. Stavů různých segmentů chladicích okruhů jsou možné k odečtení na provozním / poruchovém panelu, kde je provoz indikován pomocí žárovkových kontrolky. Teploty a tlaky jednotlivých úseků lze odčítat z teploměru a manometrů, které jsou umístěny na potrubí. Je zde možnost, že by se tyto procesy daly zautomatizovat a vybudovat nový druh regulace a ovládání pomocí sběrnic a sítí, ale jednoduchost tohoto zařízení je pro tuto funkci dostačující a není zatím zapotřebí zvyšovat náklady do investic této dobře fungující technologie.

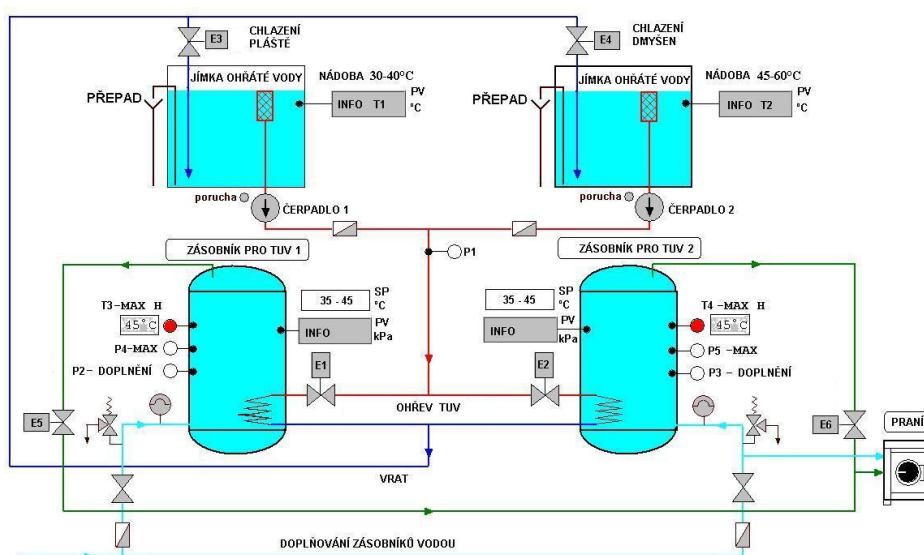
## 8 NÁVRH ŘEŠENÍ VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA

V návrhu zadaného systému jsem se zaměřil na využití odpadního tepla z cirkulační vody ze dvou jímek, které jsou přístupny a mají nejdéle oteplenou vodu. Jsou to jímky z chlazení pláště a z chlazení dmyšen. Voda, která v těchto jímkách dosahuje maximálních teplot 45 – 60 °C však není vhodná pro vytápění budov. Musela by se složitě dohřívát pomocí tepelných čerpadel. Jejich pořízení a rozvody tepla by však nebyly pro firmu ekonomicky návratné. Ohřev TUV pro očistu zaměstnanců má již taky firma vyřešen, její doprava z provozů do stávajících sprch a šaten by byla náročná a docházelo by velkým tepelným ztrátám.

Výsledné řešení jsem tedy zvolil pro ohřev TUV, které je zapotřebí pro praní špinavého prádla, které se s provozem firmy vytváří. Nyní se o toto prádlo stará externí prádelna, která si za jeho očistu a taky dopravu účtuje měsíční paušál. Cílem je vytipování vhodného výměňkového systému, jeho řízení, možné umístění prádelny, úprava spojená s realizací.

### 8.1 Řešení částečného chlazení vody v jímkách s využitím odpadní teplé vody

#### 8.1.1 Modelová situace řešení



Obr. 67. Návrh systému pro využití odpadní teplé vody

### **8.1.1.1 Popis modelové situace**

Jímky s oteplenou vodou stávající technologie slévárny

Sací potrubí DN 50 s filtračními koši

Sací čerpadla M1 a M2 – TP 50 – 160/ 4A-F-A GQQE

Regulační elektroventily na potrubí

Zásobníky s výměníkem

Teplotní snímače

Tlakové snímače

Přetlakové ochranné ventily

Expanzomaty

Koncové zařízení – prací stroj

### **8.1.1.2 Stávající schéma chlazení**

Stávající schéma chlazení je vykresleno v příloze P1.

### **8.1.2 Množství odpařené vody**

Jedná se o výpočet množství vody, která se odpaří při chlazení v chladicí věži. Nejdříve se musí vypočítat výkon stroje podle vztahu (20), kde  $m_v$  je průtok vody v kg / s,  $C_p$  je měrná tepelná kapacita v kJ / kg a  $\Delta t$  značí rozdíl ohřáté a ochlazené vody ve °C. Tento vypočítaný výkon se dosadí do vztahu (21), kde  $r$  je výparné teplo vody kJ / kg a ze kterého se pak počítá množství odpařené vody. [20]

$$P_v = m_v \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1) \quad (20)$$

$$m_{ov} = P_v / r \quad (21)$$

Výpočet množství odpařené vody podle vztahu (20) a (21):

$$P_v = m_v \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1) = 115,28 \cdot 4,179 \cdot (60 - 30) = 14452,375 \text{ kW} \quad (22)$$

$$m_{ov} = P_v / r = 14452,375 / 2258 = 6,4 \text{ kg / s} \quad (23)$$

### 8.1.3 Potřeba TUV pro praní za jeden den

V první fázi výpočtu je třeba vědět, jaká je spotřeba vody pro praní. Tato voda se spočítá za předpokladu, že známe druh a počet praného prádla. Za předpokladu zjištěného v provozu slévárny, je maximální počet praných montérek za jeden den 50 ks. Prádlo by se mělo dát vyprat a vysušit po dobu jedné pracovní směny, tj. v době 8 h. Pro tuto situaci byl vytipován prací stroj od firmy Meron a. s. – typ UNIMAC UX55, který má kapacitu pro 25 kg prádla. Vezmeme-li v potaz, že váha jednoho monterkového kompletu je 1,5 kg, tak nám vyplývá, že pro poměr plnění silně znečištěného prádla, který je 1:14 ( 1 kg prádla : 14 l bubnu pracího stroje ) je při velikosti bubnu 234 l roven  $234 / 14 = 16,7$  kg. Vydělíme toto množství váhou prádla ( 1,5 kg ) vyjde nám výsledek 11,1 ks – z čeho vyplývá, že do jednoho praní můžeme dát zhruba 11 ks monterkových kompletů.

Při 50 ks kompletů denně to vychází na 5 praní, po deseti kusech kompletů. Méně kompletů do pracího stroje není doporučeno dávat – z důvodu podplování – nežádoucí vznik kmitů pracího bubnu. Prací stroj by měl problém s odstředěním, vibrační spínač by praní ukončil a celý stroj i s pracím prostředkem odvodnil.

Dle tabulky základních parametrů pracích strojů UNIMAC je zapotřebí pro jedno praní 216 l teplé vody ( teplota 35 – 45 °C ) a 98 l vody studené. V případě velkého znečištění je studené vody více, z důvodu opakovaného máchání.

Pokud při denním praní 50 ks kompletů montérek – tj. 5-ti cyklů spočítáme objem TUV, vyjde nám potřebný objem  $V = 216 \cdot 5 = 1,08 \text{ m}^3$  teplé vody.

Z tohoto výsledku lze odvodit potřeby výměníků pro TUV, počítáme-li i s tím, že kromě slévárny budou prádelnu využívat i jiné provozy firmy a že nemusí být v dostatečné době výměník nahřátý na požadovanou teplotu – potřebu dvou výměníků, každý o objemu  $2 \text{ m}^3$  vody.

## 8.1.4 Návrh zásobníku TUV s výměníkem

### 8.1.4.1 Návrh výměníku

Pro řešení využití tepla a pro přípravu TUV, která bude používána pro praní jsem zvolil výměník trubkový. Výměník je umístěn přímo v zásobníku TUV a šetří se tím místo i případné tepelné ztráty, které by vznikaly na oddělených zařízeních. Volbu na návrh a případnou dodávku zásobníků s výměníkem jsem zaměřil na firmu ELTE s. r. o. sídlící v Ústí nad Labem. Firma se zabývá i jinými druhy výměníků, ale požadovaný zásobník s výměníkem nebyl problémem pro jeho konstrukci.

V první fázi je nutno znát údaje pro výpočet tohoto výměníku. Těmito údaji jsou:

- tepelný spád primárního okruhu – 60 -> 30 °C
- tepelný spád sekundárního okruhu – 45 -> 35 °C
- teplota vstupního media – cca. 15 °C
- typ výměníku voda x voda
- odebírané množství TUV za jednu hodinu – 250 l
- zdroje oteplené vody – jímky 20 a 15 m<sup>3</sup>
- průtok vody primárním okruhem – max. 20,9 m<sup>3</sup> / h při použití dopravního vedení DN 50
- maximální tlak v potrubí je 16 barů
- tlak sekundární vody – vodovodní řád – do 6 barů
- při již fungujícím systému dohřívání vody, se dohřívá pouze odebraných 250 l / h.
- při novém spuštění se musí nahřát celý zásobník na požadovanou teplotu. Pro provoz to znamená, že by tyto dva zásobníky měly být nahřáty za jednu pracovní osmihodinovou směnu. Z toho plyne, že zásobník by měl být nahřátý za 4 h.

Za těchto předpokladů lze tedy vypočítat přibližný tepelný výkon výměníku  $Q$ , za dobu čtyřech hodin, popř. za hodinu ohřevu sekundární vody z 15 °C na 45 °C .

$$Q = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t}{\tau \cdot 3600} \quad (24)$$

Výpočet tepelného výkonu při nahřívání zásobníku za 4 a 1 hodinu.

$$Q = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t}{\tau \cdot 3600} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 4200 \cdot 25}{4 \cdot 3600} = 14,583 \text{ kW} \quad \Rightarrow \quad 3,645 \text{ kW/h} \quad (25)$$

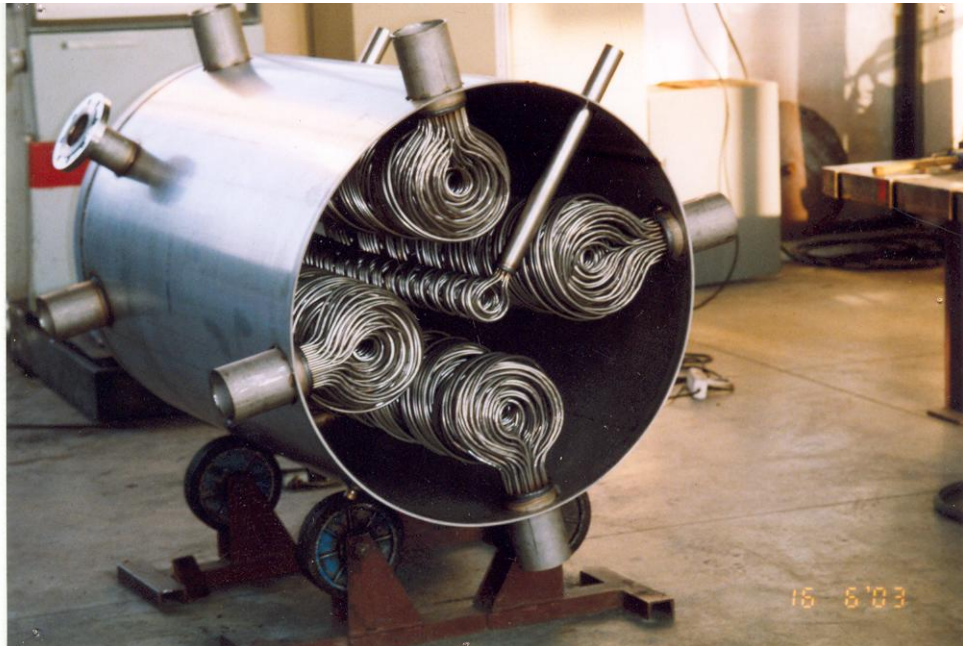
Z tohoto výpočtu lze taky pro celkovou bilanci usoudit, že při praní 5-krát denně, po dobu 365 dní v roce a při odběrech 250 l ( můžeme počítat s tímto tepelným výkonem, za předpokladu rezervy, že praní může být i víckrát za směnu ) , tak nám vyjde roční tepelný výkon:

$$Q_r = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t}{\tau \cdot 3600} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 4200 \cdot 25}{5 \cdot 365 \cdot 3600} = 6,653646 \text{ MW} \quad (26)$$

Pochopitelně se tento výpočet může lišit provozem – jiný počet dnů, pokud se nebude jednat o nepřetržitý provoz, taky lze usoudit, že číslo bude jiné z důvodu účinnosti a jistého typu výměníku. Jisté pro výpočet jsou taky tlakové ztráty na délce vinutí výměníku.

Pro výpočet a druh výměníku, včetně jeho konstrukce kvůli nízkým teplotám byla oslovena firma ELTE s. r. o., která tyto podklady na vyžádání dodala.

**8.1.4.2 Ukázka výroby zásobníků s trubkovým výměníkem**



Obr. 68. Výroba zásobníku TUV s trubkovým výměníkem



Obr. 69. Výroba trubkové výplně výměníku



<b>ELTE s.r.o.</b>	<b>Poptávkový list na návrh výměníků tepla voda - voda</b>
--------------------	--

Datum  
6.6.2012

AKCE: Poptávka výměníku tepla voda-voda typu MAX

fax ze dne

telefonická domluva ze dne

Jméno Jaromír Kliš

funkce

Organizace

Ulice

PSČ Město

tel.:

fax:

mobil:

e-mail:

ŘEŠENÍ:

1 ks výměníku tepla typu

výkon 1 výměníku 8,000 kW

Primár - voda - 60°C/30°C ( v trubkách )

Sekundár - voda - 15°C/44°C ( v plášti )

Protiproudé zapojení výměníku tepla

zadání		řešení	
medium	<b>voda</b>	Q ( kW )	8,000
Q-výkon výměníku(kW)		počet /ks/ S/P	1
primér T11/T12 (°C)		typ výměníku	
primér-max. teplota (°C)			
stat.tlak (MPa)		cena 1ks v Kč bez DPH	
max. průtok ( t / hod )		primér T11(°C)	60
max Δ p1 ( kPa )		primér T12 (°C)	30
		m 1 ( kg/sek )	0,064
medium	<b>voda</b>	Δ p1 ( kPa )	0,151
sekundér T21/T22 (°C)			
stat.tlak (MPa)		sekundér T21 (°C)	15
max Δ p2 ( kPa )		sekundér T22 (°C)	44
max. průtok ( t / hod )		m 2 ( kg/sek )	0,066
Počet (ks) S/P		Δ p2 ( kPa )	0,010
		Celkový vypočítaný výkon výměníku (kW)	11,191

Požadavek: **1** ks výměníku tepla o výkonu **8,000 kW**

Dodací lhůta je 1 týden od závazné objednávky ( vyjímečně je nutno tuto lhůtu dojednat ve výrobním závodě )

Δ p 1 .... tlaková ztráta v kPa na priméru

Δ p 2 .... tlaková ztráta v kPa na sekundéru

vypracoval : Ing. Jaroslav Fajt

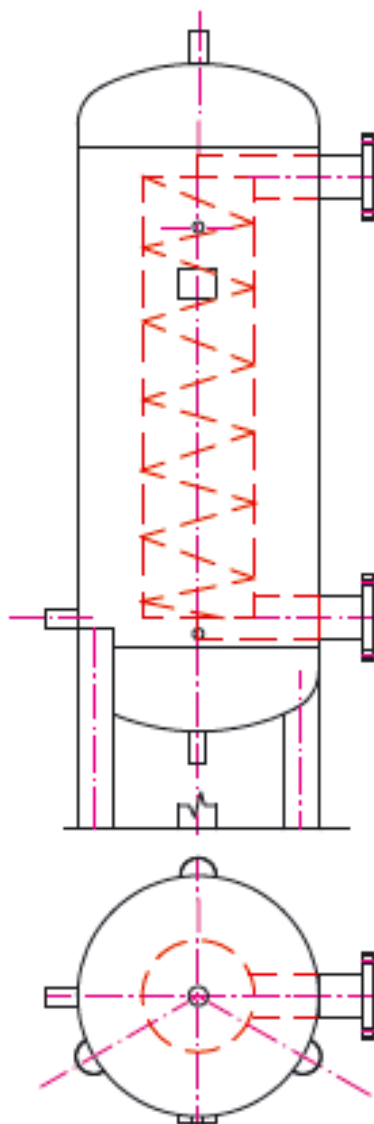


## Celonerezové ohřivače TV

konstrukční parametry – plášť		
	L	II.
nejvyšší dovolená teplota:	110 °C	110 °C
nejvyšší dovolený tlak:	6 bar	10 bar
konstrukční parametry – topné spirály		
	L	II.
nejvyšší dovolená teplota:	165 °C	250 °C
nejvyšší dovolený tlak:	25 bar	16 bar

Vyšší konstrukční parametry dle požadovaného zájmového.

užití: možnost ohřevu TV ze solárních kolektorů, přímá tepelná sítě, napojení v systému vytápění, el. topnou vložkou



materiál pláště, den (nerezová ocel):  
 WNr. 1.4301, AISI 304 (ČSN 17 240)  
 WNr. 1.4541, AISI 321 (ČSN 17 248.4)\*  
 WNr. 1.4571, AISI 316 Ti (ČSN 17 348.4)\*  
 WNr. 1.4404, AISI 316L (ČSN 17 349.4)\*

\*materiálové provedení na objednávku

materiál topné spirály (nerezová ocel):  
 WNr. 1.4541, AISI 321 (ČSN 17 248.4)

materiál nátrubků, přírub,  
 kontrolních otvorů  
 (nerezová ocel):  
 WNr. 1.4301, AISI 304 (ČSN 17 240)  
 WNr. 1.4541, AISI 321 (ČSN 17 248.4)\*  
 WNr. 1.4571, AISI 316 Ti (ČSN 17 348.4)\*  
 WNr. 1.4404, AISI 316L (ČSN 17 349.4)\*

\*materiálové provedení na objednávku

technické údaje:  
 povrch nádoby mořený + pasivace  
 základní vybavení dle schem. výkresu

doplňkové vybavení:  
 izolace, v případě el. ohřevu – el. topné spirály

Celonerezové ohřivače TV



Sídlo společnosti, prodej a servis: ELTE, s.r.o., Václav Bratěch 157, Řeč nad Labem 488 01; tel: +420 475 218 899; fax: +420 475 211 866; e-mail: elte@elte-cz.com  
 Výroba – středisko Brno: ELTE, s.r.o., Kladenská 258, Březina 602 01; tel./fax: +420 512 250 255; +420 512 250 734; e-mail: vyroba@elte-cz.com  
<http://www.elte-cz.com>

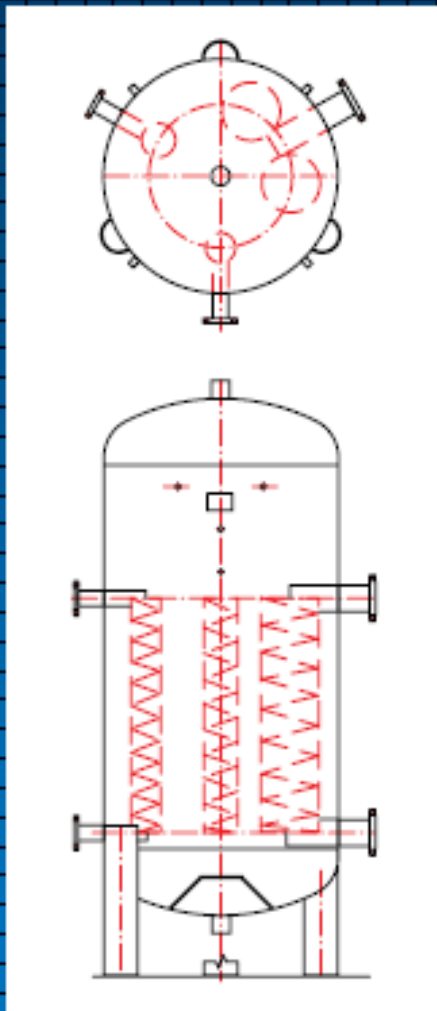
Obr. 72. Katalogový list výměníku ELTE 1

# celonerezový dochlazovač kondenzátu

**ELTE s.r.o.**

Sídlo společnosti, prodej a servis:  
ELTE s.r.o., Velká Hradební 37, Ústí nad Labem 400 01  
tel.: +420 475 210 099; fax: +420 475 211 068  
e-mail: info@elte-ustni.cz

Výroba – středisko Buřtůvhrad:  
ELTE s.r.o., Klodská 550, Buřtůvhrad 273 43  
tel./fax: +420 312 250 233; +420 312 250 724  
e-mail: vyroba@elte-ustni.cz  
<http://www.elte-ustni.cz>



## konstrukční parametry

### plášť:

pracovní tlak: 0,6 MPa (1 MPa)  
v jiných parametrech dle přání zákazníka

pracovní teplota: max. 95°C

materiál: AISI 304 (ČSN 17 240)

### topné spirály:

pracovní tlak: 2,5 MPa

pracovní teplota: max. 165°C

materiál: WNr. 1.4541, AISI 321 (ČSN 17 248.4)

## Celonerezový dochlazovač kondenzátu

### Použití:

Dochlazovač kondenzátu z výměňkových stanic pára-voda slouží k přehřevu teplé užitkové vody.

### Technický popis:

Dochlazovač kondenzátu tvoří nerezová nádrž s několika nerezovými vinutými (šroubovicemi) teplosměnnými vložkami (obvykle 2 až 3), kterými mohou protékat kondenzáty o různých tlacích (obvykle kondenzát z výměníků ÚT a TUV a kondenzát z parního rozdělovače). Pláštěm dochlazovače v protiproudu pak protéká přehřívající teplá užitková voda, která je ve spodním prostoru dochlazovače vedena usměrňovací vestavbou zajišťující optimální cirkulaci vody kolem teplosměnných vložek.

Zásobník je tvořen dvěma eliptickými dny a válcovým pláštěm, stojícím na třech nohách.

Ve spodním víku je osazen vývodem pro vstup studené vody a v horním víku vývodem pro výstup přehřáté vody. V plášti jsou příslušné nátrubky pro technické vybavení (snímače teploty, tlaku a jiné).

### Technický návrh a výpočet dochlazovače:

Tento výrobek je vyráběn na zakázku. Zadavatel si zvolí velikost objemu zásobníku a sdělí počet výtoků kondenzátu (t.j. počet teplosměnných vložek) a u každého výtoku kondenzátu jeho hmotnostní průtok (kg/sek) a jeho vstupní teplotu (°C), dále sdělí vstupní teplotu chladicího média. Firma ELTE s.r.o. vypočte velikost ploch jednotlivých teplosměnných vložek a posoudí, je-li možno tyto vložky do daného objemu zásobníku instalovat. Obecně platí, že čím je větší objem zásobníku, tím delší dobu výrobek dochlazuje kondenzát, i když se teplá užitková voda neodebírá. Cenová nabídka bude stanovena po technickém odsouhlasení zadání. Dochlazovač kondenzátu je v základním provedení dodáván bez izolace s povrchem mořeným.



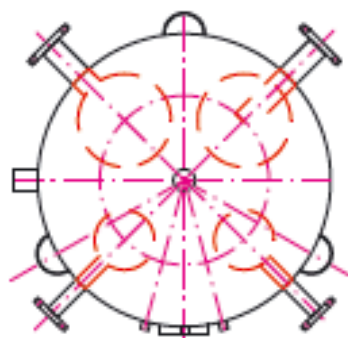
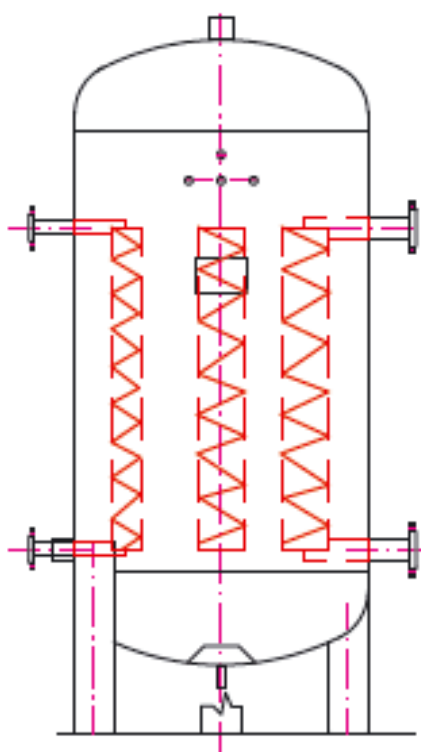
Obr. 73. Katalogový list výměníku ELTE 2

## Celonerezové dochlazovače kondenzátu TV

konstrukční parametry – pláště		
	L	II.
nejvyšší dovolená teplota:	110 °C	110 °C
nejvyšší dovolený tlak:	6 bar	10 bar
konstrukční parametry – topné spirály		
	L	II.
nejvyšší dovolená teplota:	165 °C	250 °C
nejvyšší dovolený tlak:	25 bar	16 bar

Vyšší konstrukční parametry dle požadavků zákazníka.

užití: komplexní dochlazení kondenzátu z výměnkových stanic sloužící k předehřevu TV



materiál pláště, den (nerezová ocel):

W Nr. 1.4301, AISI 304 (ČSN 17 240)

W Nr. 1.4541, AISI 321 (ČSN 17 248.4)\*

W Nr. 1.4571, AISI 316 Ti (ČSN 17 348.4)\*

W Nr. 1.4404, AISI 316L (ČSN 17 349.4)\*

\*materiálové provedení na objednávku

materiál nátrubků, přírub,  
kontrolních otvorů (nerezová ocel):

W Nr. 1.4301, AISI 304 (ČSN 17 240)

W Nr. 1.4541, AISI 321 (ČSN 17 248.4)\*

W Nr. 1.4571, AISI 316 Ti (ČSN 17 348.4)\*

W Nr. 1.4404, AISI 316L (ČSN 17 349.4)\*

\*materiálové provedení na objednávku

materiál topné spirály (nerezová ocel):

W Nr. 1.4541, AISI 321 (ČSN 17 248.4)

technické údaje:

povrch nádoby mořený + pastrace

základní vybavení dle schem. výkresu

doplňkové vybavení:

tzola

Technický návrh a výpočet dochlazovače:

Tento výrobek je vyráběn na zakázku. Zada-  
vatel si zvolí velikost objemu zásobníku a sdělí  
počet vstupů kondenzátu (t.j. počet teplos-  
měnných vloček), pro každý kondenzát jeho  
vstupní teplotu (°C), hmotnostní průtok (kg/s)  
a vstupní teplotu (°C) chladicího média. Firma  
ELTE vypočte velikost ploch jednotlivých tep-  
losměnných vloček a posoudí, je-li možno tyto  
vločky do daného objemu zásobníku instalovat.

Obrázek dle katalogu ELTE 2011



Sídlo společnosti, prodej a servis: ELTE, a.s., Vítkův hradiště 157, I. žitavská Labeň 488 07; tel: +420 475 218 899; fax: +420 475 211 866; e-mail: elte@elte-cz.com  
Výroba – středisko I. žitavská ELTE, a.s., Kladenská 258, Bělá pod Bezdězem 273 02; tel./fax: +420 512 250 235; +420 512 250 724; e-mail: vyroba@elte-cz.com  
http://www.elte-cz.com

Obr. 74. Katalogový list výměníku ELTE 3

Celonerezové dochlazovače kondenzátu TV



## Návod výrobce

### k montáži, provozu a údržbě celonerezového zásobníkového ohřívače teplé vody (TV), dochlazovače kondenzátu

#### Technický popis:

Nádrhy jsou určeny pro přípravu a ukládání teplé vody a jsou vyráběny z kvalitního nerezového pláche o tloušťce 1,5 až 4 mm, v materiálových jakostech: ČSN 17 240 (AISI 304) ČSN 17 248.4 (AISI 321) ČSN 17 248.4 (AISI 316Ti) ČSN 17 240.4 (AISI 316L) ve srovnání s povrchovou úpravou „matnou“.

Klasifikována a platí rovněž i ČSN EN 60 0310 část 4.5 a část 4.7. Standardní jsou vnitřní vlny se zchlazením vlny pro přípravu i mrazí a kontrolní a zabezpečovací vlny.

Dochlazuje se bez kapalné izolace a bez kontrolní a zabezpečovací vlny.

Plášť nádrhy je konstruován na nejvyšší dovolené tlak 6,0 bar nebo 10,0 bar a nejvyšší dovolenou teplotu 110°C. Trubky jsou konstruovány na nejvyšší dovolené tlak 16,0 bar a nejvyšší dovolenou teplotu 250 °C, nebo na nejvyšší dovolené tlak 25,0 bar a nejvyšší dovolenou teplotu 165 °C.

#### 1) INSTALACE

Instalaci smí provádět jen odborná firma. Nádrha musí odborná firma vyšetřit kontrolní a zabezpečovací vlny (tj. i to ČSN 60 0310) a tato vlna musí být zapojena do dokumentace (pasportu).

Je zakázáno umísťovat tato zařízení do prostorů nebo míst, kde by mohlo dojít k poškození a při provozu emise vodní, plynové nebo jiné, pádění blesku atd.

- Ohřivač se nádrha uzavře, je nutno se přivést do 0, zda v ní nebyla při přechodu a tlak, když do nádrhy naplní.
- Připojovací díly (postřížky) musí být z nerezové oceli nebo bronzu.
- Nádrha musí být uzavřena dle ČSN 32 2003-4-41
- Musí se zkontrolovat, zda vlna prokazuje, čistěti nebo bariérovost a všechy přibalené spoje mají úplný počet šroubů, správně nasazené šrouby, díly by šrouby a jejich dotahování. Směly všech spoje se musí dotáhnout tak, aby nedošlo k neoprávněnému stlačení těsnění, křivce nebo deformaci spojovacích částí a přehřívání šroubů.

Všechny armatury musí být přizpůsobeny a nastaveny do správné polohy a chládky před naplněním vlny a pevně uzavřeny. Všechny části do pláště nádrhy a do části namáhaných pracovních tlakem, může provádět jen odborná firma po předchozím schválení výrobcem nádrhy.

#### 2) UVÁŘENÍ DO PROVOZU

Otváření armatury se při napouštění musí otvítat postupně tak, aby pracovní tlak postupně rychleji než 5 barů za minutu a pracovní teplota postupně rychleji než 4 °C za minutu. Při plnění nádrhy musí být otevřena ochlazení armatury.

Nádrha vnitřní vlny se musí sledovat po celou dobu ukájení do provozu. Po této době se nesmí na

nádrhy objevit závady (např. netěsnosti nebo trhliny), jinak musí být okamžitě odstavena z provozu. Bezpečnostní vlny se musí přikouřit. Dále se musí provést povolení (tj. i to ČSN 60 0310) a tato vlna musí být zapojena do dokumentace (pasportu).

Přímé spoje a uzavěry se v případě netěsnosti nesmí dotahovat za pracovní tlak, ale až po jeho snížení na hodnotu 5 barů.

Po dočasné pracovních tlaků je nutno provést údržbu nádrhy, vlny.

#### 3) POUŽITÍ

Zakazuje se nádrha používat pro jiné media a pracovní parametry, než jsou uvedeny v kapitole pasportu „Jednotlivé údaje“.

Voda pro ohřev by měla být chemicky a pravná, to je pH vlny musí být 8,5 s obsahem sířičitanu sodného Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 10 až 40 mg/l, s obsahem fosforečnanu Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 až 15 mg/l a se dle ní stádností 0,5 až 1,5 mmol/l.

Do provozní doby použití a měřících podmínek se musí provádět ochlazení v pravidelných intervalech, nejméně 1x za měsíc. Ochlazení se provádí při plnění tlaku ochlazením ochlazením zadržet na 100 % po dobu 3 sekund.

Do měřících podmínek a kvality vody, je přesto nutno provádět periodické čistění vlny nádrhy. Případně tvorba usazenin a zanesení vlny nádrhy vodními kamennými, není jako voda výrobce. Výrobce ani prodejce nádrhy nemůže odpovědnost za její čistění. Pravidelně čistění musí být stanoveno provozovatelem podle měřících podmínek (jakost vody a jímání).

Borně v pravidelných intervalech dle měřících podmínek, nejméně 1x za 3 týdny, se musí nádrha ochluzovat. Počet, způsob a teplota ochluzování armatury vyšetřit voda, aniž by byla nádrha již ochluzována. Kvalita ochluzování má přímý vliv na životnost zařízení (jako je to uvedeno v technické specifikaci).

Při vyšetření nádrhy musí být otevřena ochluzovací armatura!

Před prováděním jakýchkoli prací na nádrhy vlny vlny, je nutno nádrhu ochluzovat z provozu ochluzením ochluzovací armatury a snížit tlak v nádrze na tlak atmosférický.

U vlny, která by měla být v době odstavění posazená, musí být učiněna opatření proti jejímu posazení. V prostorách s možností zamrznutí musí být, musí být při ochluzení z provozu učiněna opatření proti zamrznutí vlny.

#### 4) ÚDRŽBA VČETNĚ KONTROLNÍHO PROVÁDĚNÍ KVALITELNÍ

Způsob a postup při čistění nádrhy musí být takový, aby při něm nedošlo k poškození stěn nádrhy nebo k ohrožení bezpečnosti pracujících. Pokud při

čistění došlo k poškození z hlediska pracovních podmínek, musí se zavést účinná vnitřní nebo jiné zdravotní opatření.

Nádrha se musí čistit nejen uměle, ale i vlní. Silný nádrha je možno čistit mechanicky nebo chemicky. Mechanické čistění se musí provádět tak, aby nedošlo k poškození částí nádrhy. Chemické čistění se musí provádět za trvalé chemické kontroly, a to po dobu odstavění ochluzovací vlny ochluzovací chemika. Toto odstavění není třeba při použití prostředků, které neničí ochluzovací vlny ochluzovací na 2 hodiny prostředků.

Je zakázáno provádět v čase čistění, čistění do čistění namáhaných pracovních tlakem.

Při čistění bezpečného, bezpečného a bezpečného provozu se doporučuje, provádět ověření a zkontrolu dle ČSN EN 60 0310.

#### 5) SKLADOVÁNÍ A LUKVIDACE

Všechny typy nádrhy nádrhy jsou doporučeno skladovat v krycích prostorách bez škodlivých výparů, při teplotách 0 °C až +45 °C se zabezpečení proti mechanickému poškození.

Po vyřazení z provozu se nádrha likvidovat běžnými způsoby, jsou vyrobeny z plně recyklovatelných materiálů.

#### 6) ZÁRUKA VÝROBCE

Na výše uvedených nádrhy se vztahuje záruka v délce 24 měsíců od data odevzdání z výroby nádrhy, za předpokladu dodržení všech platných předpisů a zásad, uvedených v tomto návodu. Záruka se nevztahuje na závady způsobené při přepravě, nesprávnou manipulací, instalací a nesprávném provozu.

Podobně i nádrha zejména elektroohřevem, smí jeho instalaci provádět pouze odborná firma s příslušným oprávněním, která přebírá veškerou odpovědnost za bezpečnost nádrhy z hlediska elektrické instalace. Další podmínky závady jsou obsaženy v smluvních záručních listech.

#### 7) AHODONÁ OCHRANA

Soočásti nádrhy je vymezená ochluzovací armatura (tj. ochluzovací a ochluzovací) ochluzovací před nepřímými vlny elektrického korese a zanesení ochluzovací vlny nádrhy. Životnost armatury je v závislosti na kvalitě vody 1 až 5 roků, potom musí být provedena její výměna (obvykle je-li armatura typ spotřebitelská z 60 % a více).

Kontrolu armatury do provozu musí provádět jednou ročně.

Návod výrobce k montáži, provozu a údržbě celonerezového zásobníkového ohřívače teplé vody (TV), dochlazovače kondenzátu



Seřazení společnosti, prodej a servis: ELTE, a.s., Wlka Bratřů 157, Brno-Líšeň 602 07; tel: +420 475 218 899; fax: +420 475 211 866; e-mail: elte@elte-cz.com  
Výroba – výrobce: Bvčinský EDE, a.s., Kladenská 258, Březňov 253 03; tel./fax: +420 512 250 255; +420 512 250 734; e-mail: vproba@elte-cz.com  
http://www.elte-cz.com

Obr. 75. Návod výrobce výměníku ELTE

### 8.1.5 Cirkulační čerpadlo v návrhu výměňikového systému

V modelu navrhovaného zařízení chybí cirkulační čerpadlo. Z důvodu krátkých vzdáleností v jednotkách metrů ( od výměníku po prací stroj ) není tohoto čerpadla zapotřebí. Teplou vodu zajistí trvalý průtok a izolace přívodních trubek.

### 8.1.6 Návrh čerpadla

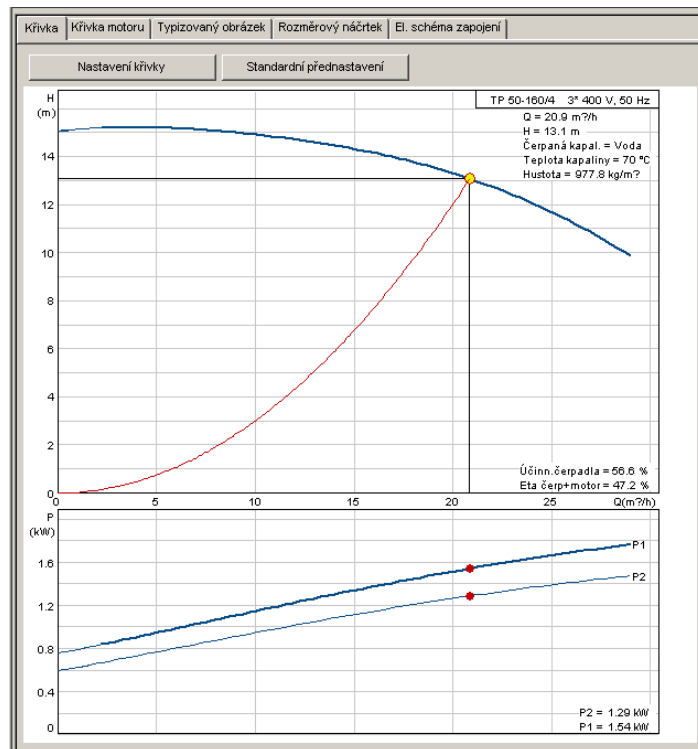
Systém má dvě čerpadla z jímek oteplené vody. Protože se jedná o shodné čerpání z obou jímek, do stejné výšky ( maximálně 7 m ) , budou tato čerpadla stejná.

Pro návrh těchto čerpadel byl použit program WinCAPS verze: 2010.01.051 CZ, do kterého byly zadány potřebné parametry pro výpočet.

Výpočty a parametry zvoleného čerpadla budou zobrazena v následujících obrázcích.

Techn. údaje   Popis zařízení   Údaje pro objednání		
	Popis	Hodnota
	Max. provozní tlak:	16 bar
	Standardní příruba:	DIN
	Kód pro připojení:	F
	Potrubní přípojka:	DN 50
	PN pro potrubní přípojku:	PN 16
	Vzdálenost mezi sacím a výtlačným ...	440 mm
	Velikost příruby motoru:	FF165
Kapalina:	Rozsah teploty kapaliny:	-25 .. 90 °C
	Teplota kapaliny:	70 °C
	Hustota:	977.8 kg/m <sup>3</sup>
Elektrické údaje:	Typ motoru:	90LC
	Třída účinnosti:	1
	Počet pólů:	4
	Jmenovitý výkon - P2:	1.5 kW
	Příkon (P2) vyžadovaný čerpadlem:	1.5 kW
	Frekvence el. sítě:	50 Hz
	Jmenovité napětí:	3 x 220-240 D / 380-415 Y V
	Jmenovitý el. proud:	6.2 / 3.6 A
	Rozběhový el. proud:	600-660 %
	Cos phi - účinník:	0,77-0,72
	Jmenovité otáčky:	1440-1450 rpm
	Účinnost motoru při plném zatížení:	85 %
	Účinnost motoru při 3/4 zatížení:	84 %
	Účinnost motoru při 1/2 zatížení:	82-81 %
	Krytí (IEC 34-5):	55 (Protect. water jets/dust)
	Třída izolace (IEC 85):	F
	Motorová ochrana:	Žádný
	Výr.č. motoru:	87210319
Jiné:	Čistá hmotnost:	65.1 kg
	Hrubá hmotnost:	71.1 kg
	Přepravní objem:	0.162 m <sup>3</sup>

Obr. 76. Okno programu se zadanými parametry



Obr. 77. Okno s křivkami závislostí na výšce vzlaku a výkonu čerpadla

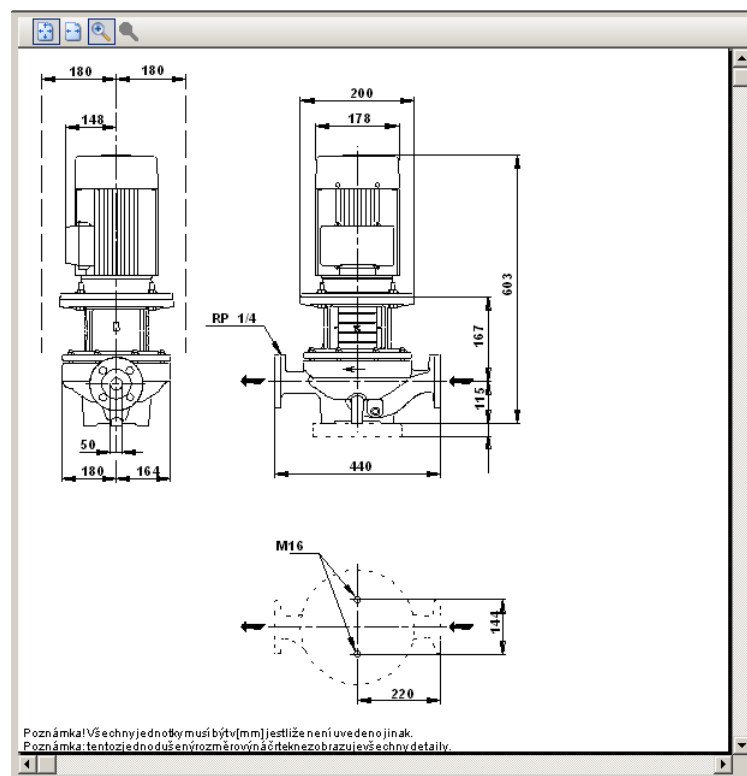


Obr. 78. Vytipované čerpadlo programem WinCAPS – GRUNDFOS TP 50-160/4A-F-A  
 GQQE



Techn. údaje	Popis zařízení	Údaje pro objednání
	Popis	Hodnota
	Název výrobku:	<b>TP 50-160/4 A-F-A GGQE</b>
	Číslo výrobku:	96087114
	EAN kód:	5700395310702
	Cena:	1.055,80 €
Techn.:	Údaje čerpadla pro dané otáčky:	1445 ot/min
	Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	20.9 m <sup>3</sup> /h
	Výsledná dopravní výška čerpadla:	13.1 m
	Max. dopravní výška:	160 dm
	Skutečný průměr oběž. kola:	219 mm
	Ucpávka:	GGQE
	Toleranční pásmo křivky:	ISO 9906 Annex A
	Verze čerpadla:	A
Materiály:	Těleso čerpadla:	Litina
		EN-JL1040
		ASTM A48-40 B
	Oběžné kolo:	Litina
		EN-JL1030
		ASTM A48-30 B
	Kód mater. provedení:	A
Instalace:	Max. teplota okolí:	60 °C
	Max. provozní tlak:	16 bar
	Standardní příruba:	DIN
	Kód pro připojení:	F
	Potrubií přípojka:	DN 50
	PN pro potrubií přípojku:	PN 16
	Vzdálenost mezi sacím a výtlačným...	440 mm
	Velikost příruby motoru:	FF165
Kapalina:	Rozsah teploty kapaliny:	-25 .. 90 °C
	Teplota kapaliny:	70 °C
	Hustota:	977.8 kg/m <sup>3</sup>
Elektrické údaje:	Typ motoru:	90LC
	Třída účinnosti:	1

Obr. 79. Textové parametry čerpadla



Obr. 80. Rozměrové parametry čerpadla

### **8.1.6.1 Ovládání čerpadel**

Ovládání – v našem případě spínání čerpadel bude řízeno z rozváděče umístěného na pravé venkovní stěně objektu prádelny z pohledu dveří. Spínání bude prováděno stykači s kontakty 3 x 16 A a ochrana čerpadla bude provedena jističi řady P7 o hodnotě 3 x 10A.

### **8.1.6.2 Sací koše**

Ochranou před nasátím nečistot do výměňikového systému zajistí sací koše. Koše se určí podle aktuálního stavu cirkulační vody. Pokud by byla cirkulační voda silně chlazením výrobního procesu znečišťována, tak lze použít sací koše s automatickým oplachováním síta.

## **8.2 Řízení, regulace a monitorování zásobníků s výměníkem**

### **8.2.1 Popis regulace**

Pokud vezmeme Obr. 67 – popřípadě přílohu P2 uvidíme grafický návrh zásobníků s výměníkem a zařízeními, které jsou v zapojení regulovány.

Využíváme oteplené cirkulační vody z chlazení pláště kuplovy a vody z chlazení dmyšen. Voda z těchto systémů je odebírána z jímek, do kterých se voda z těchto systémů vrací a ze kterých je čerpadly vysávána pro chlazení v chladicích věžích. Do sousedních jímek je voda vracena ochlazená a čerpána do systémů slévárny znovu k jejímu použití.

K sání oteplené vody z jímek se používají sací koše s klapkou. Koše zabrání svým sítem nasávání nečistot z jímek. Klapky zabezpečí, že se sací přívod neodvodní a čerpadla nepojedou naprázdno.

V nově navrhnutém řešení je ohřátá voda v jímkách měřena teplotními analogovými teplotními čidly T1 a T2. Signál z těchto čidel je sveden na svorky převodníku regulátoru. Regulátor tento signál zpracuje dvojím způsobem, jednak na obrazovce zobrazí hodnotu teploty v jímkách, ale podle vyšší teploty dané jímkou zvolí tu, ze které se bude oteplená voda do systému čerpat pomocí čerpadel 1 a 2. Kontrolu těchto čerpadel dělá elektronický tlakoměr P1, ze kterého rovněž se zobrazuje informace o hodnotě tlaku, ale taky dle velikosti tlaku je jisté, že dané čerpadlo funguje. Zároveň tento snímač hlídá přetlak, který

by mohl vzniknout v situaci, že by se neotevřel některý z určených elektroventilů E1 nebo E2 pro výměník zásobníku TUV.

O teplotě vody ve výměnících informují tepelné snímače T3 a T4. Rovněž se pomocí těchto čidel zobrazí jejich teplota na displeji zobrazení popř. na monitoringu na PC. Tato teplota je rovněž regulační činitel – podle ohřáté vody v těchto zásobnících – jejich teploty je aktivován jeden ze dvou elektroventilů E 5 a E6, které pouští pro systém pračky ohřátou užitkovou vodu.

Teplotní snímače T3 a T4 rovněž řídí elektroventily E1 a E2, které určují, který zásobník se bude nahřívat. Oba zásobníky najednou se vyhřívat nebudou – z důvodu poklesu tlaku – musel by se kompenzovat jiným čerpadlem, větším přívodním potrubím – tím by vznikaly další vysoké náklady, které by nebyly vhodné pro investici.

Elektroventily E3 a E4 jsou spínány zároveň s čerpadly 1 a 2 v páru, ( E3 s s čerpadlem 1 a E4 s čerpadlem 2 ) – je to z důvodu vracení ochlazené cirkulační vody z výměníků do jímek, ze kterých byly původně čerpány.

Tlakové snímače P4 a P5 slouží jako čidla přetlaku a nebo podtlaku, které je závislé na přívodu užitkové vody z potrubí ve slévárně. Její tlakovou poruchu můžou vybraným způsobem signalizovat stávajícímu ovládání technologie slévárny.

Tlakové snímače P2 a P3 slouží k zobrazení tlaku užitkové vody v zásobníku.

Navržený systém je rovněž doplněn o armatury, které se pro daná zařízení běžně používají. Jedná se o ventily, kterými se v případě havárie může odstavit určený okruh, expanzomaty, které vyrovnávají vzniklé tlakové ztráty při odběru TUV ze systému.

Tlakové ventily, které mechanicky chrání zásobníky TUV proti přetlaku, který by mohl vzniknout ze stávajícího přívodního potrubí užitkové vody.

Typy armatur a mechanických prvků by při realizaci byly navrženy dle dostupnosti trhu a dodavatelským podmínkám přímo projektantem TZB – technologie zařízení budov.

### **8.2.2 Návrh regulátoru**

Při návrhu regulátoru byla zvolena DCC podstanice Excel 50. (**viz. Obr. 63.** ). Je vhodná pro zabudování do dveří rozváděče. Jeho přídatné moduly jsou rovněž vhodné

k umístění do rozváděče a celý tento systém umístěný do jednoho místa je vhodný pro regulaci tohoto systému. Popis této řídicí stanice je v bodě [6.3.2.](#)

### 8.2.2.1 *Vstupní a výstupní modul*

Pro návrh vstupních a výstupních modulů bylo třeba znát specifikaci, pro kterou má být tento systém navržený a to:

- Vstupní moduly:
- analogové vstupy - tlakové snímače P1 – P5 ( 3 ks )
  - analogové vstupy – tepelné snímače T1 – T4 ( 4 ks )
  - digitální vstupy – tlakové snímače P4 – P5 ( 2 ks )

Výstupní moduly:

- digitální výstupy – elektroventily E1 – E6 ( 6 ks )
- digitální výstupy – čerpadla 1 a 2 ( 2 ks )

Pro návrh nového systému a pro komunikaci s regulátorem je tedy zapotřebí analogově / digitálního rozhraní se sednu moduly pro vstupy, dva digitální vstupy a osm digitálních výstupů. Z toho plyne, že pro řízení a regulaci použijeme tři druhy modulů.

Digitální výstupní modul kvůli počtu výstupů musíme dát 2x. [17]

### **Analogový vstupní modul XF521A/526**

Je zařízením od firmy Honeywell, jeho specifikací je:

- 8 analogových vstupů (AI1 – AI8)
- 0 – 10 VDC
- 0 – 20 mA ( s externím 500  $\Omega$  rezistorem )
- 4 – 20 mA ( s externím 500  $\Omega$  rezistorem )



Obr. 81. Analogový vstupní modul Honeywell XF521A

### **Digitální vstupní modul XF523A**

Specifikace tohoto zařízení:

- 12 digitálních vstupů ( DI1 – DI12),  $R_i = 15\text{ K}\Omega$
- Vstupy 1-2 , 3 – 12
- Maximální frekvence 15 Hz
- Maximální doba trvání impulsu 20 ms
- Minimální plstní interval 33 ms
- Maximální komunikace 5 ms – 50 ms
- 18 VDC – pomocné napájecí napětí
- Status LED pro každý kanál
- Kolíkové kódování
- OFF:  $U_i \leq 2,5\text{ V}$ , On:  $U_i \geq 5\text{ V}$



Obr. 82. Digitální vstupní modul XF523A

### **Digitální výstupní modul XF524A** ( použitý 2x )

Specifikace zařízení:

- 5 izolovaných přepínacích kontaktů
- Maximální napětí  $U_{max} = 240VAC$  na výstupu
- Maximální proud protékající výstupem  $I_{max} = 4A$
- Celkový proud na modul –  $I_{max} = 4A$
- Kódování pomocí pinů
- Stav každého výstupu indikován LED

Pro spínání indukčních zátěží, jako jsou čerpadla a ventily budou použity pomocné spínací stykače nebo relé. Jejich spínací cívky budou ovládány výstupy tohoto modulu. [17]



Obr. 83. Digitální výstupní modul Honeywell XF524A

### 8.2.2.2 *Komunikace regulátoru*

Komunikace mezi DDC podstanicí Excel 50 a mezi jednotlivými moduly bude probíhat pomocí kabelu Beden Typ 9842 (2x2x0,8) přes převodník C-Bus. Princip této sběrnice je popsán v bodě [6.2.1.1](#). [17]

### 8.2.2.3 *Komunikace přes LAN*

K zobrazení mimo prostory výměňkové stanice slouží komunikátor BNA-1C. K regulátoru je tento komunikátor připojen pomocí sběrnice C-Bus. K pracovním stanicím je pak připojen pomocí sítě LAN, která je v podniku využívána pro komunikaci PC mezi sebou a taky k připojení jednotlivých počítačů k Internetu. K připojení má komunikátor nastavenou svoji IP adresu, tak že v rámci sítě podniku se lze připojit k tomuto zařízení odkudkoliv. Pro potřebu řízení výměňkové stanice z jiných míst, než je areál podniku stačí tuto IP adresu přeložit pomocí DNS serveru na veřejnou IP adresu a připojení je umožněno odkudkoliv. [17]



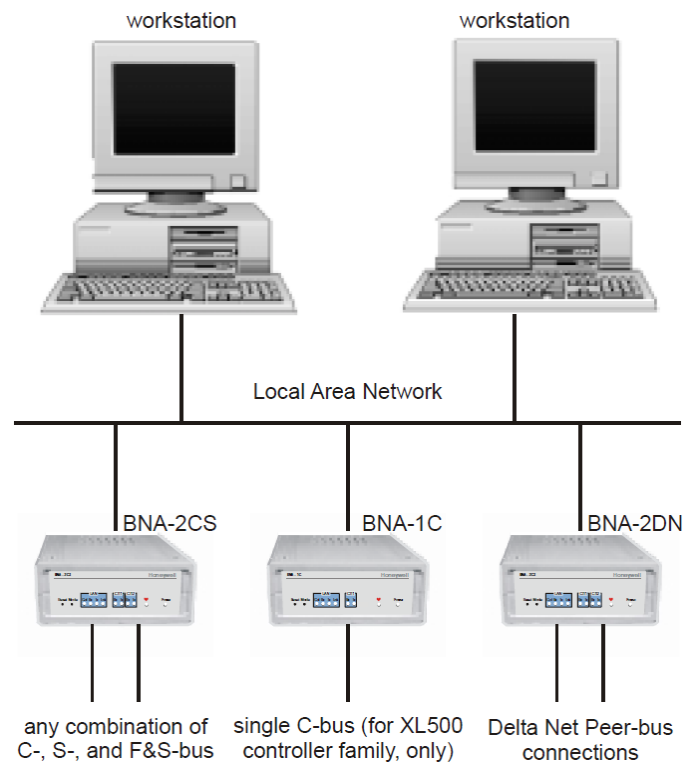
Obr. 84. Komunikátor Honeywell BNA-1C pro síť LAN

K přednostem tohoto komunikátoru patří:

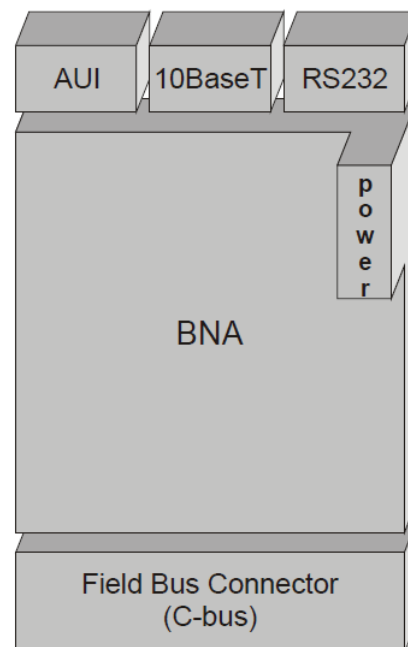
- TCP / IP
- Nabízí další širokou škálu síťových připojení
- Snadno konfigurovatelné síťové rozhraní
- On-line systém diagnostické podpory
- Bezúdržbové součásti
- Možnost upevnění na jakémkoliv místě

Komunikátorů BNA se vyrábí více druhů. Pro použití v návrhu regulace byl použit proto tento typ BNA-1C. [17]





Obr. 85. Příklad použití komunikátorů v síti LAN

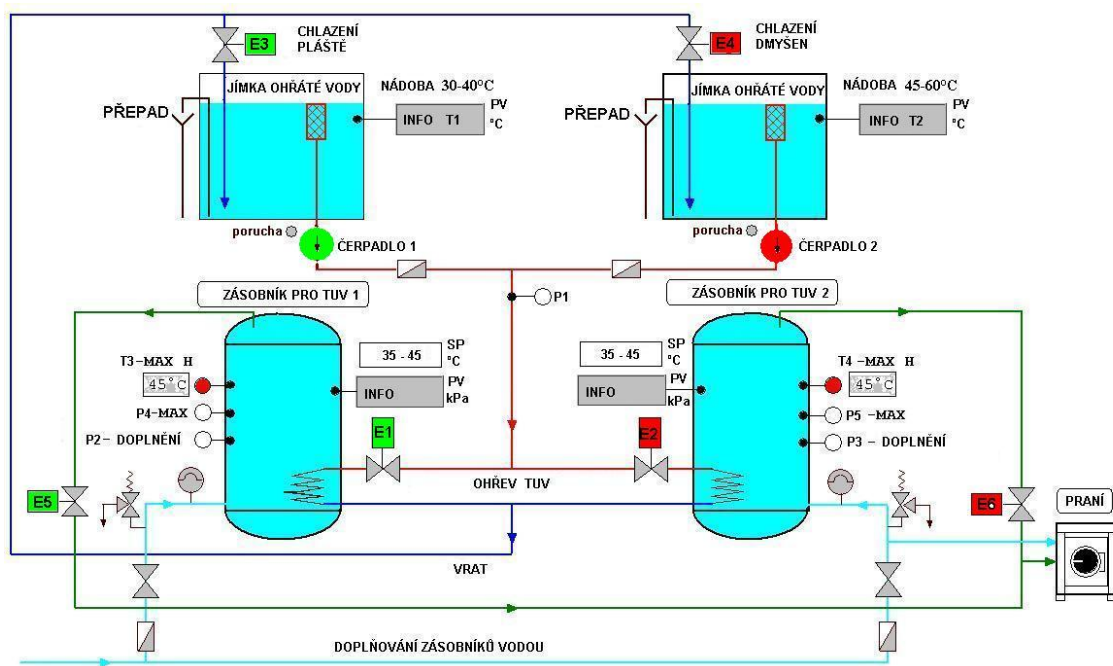


Obr. 86. Architektura BNA – 1C

### 8.2.2.4 Zobrazení regulace na pracovních stanicích

K monitoringu funkce regulátoru neslouží jenom jeho alfanumerický displej, ale lze tento monitoring a řízení provádět po zadání oprávnění i na jednotlivých počítačích. Pro řízení funkcí a monitoringu je vzat model tohoto systému. Jeho akční veličiny (modely) jsou zde různobarevně například při chodu zařízení zbarveny. Funkční (prostupné) armatury a pracující čerpadlo má barvu zelenou.

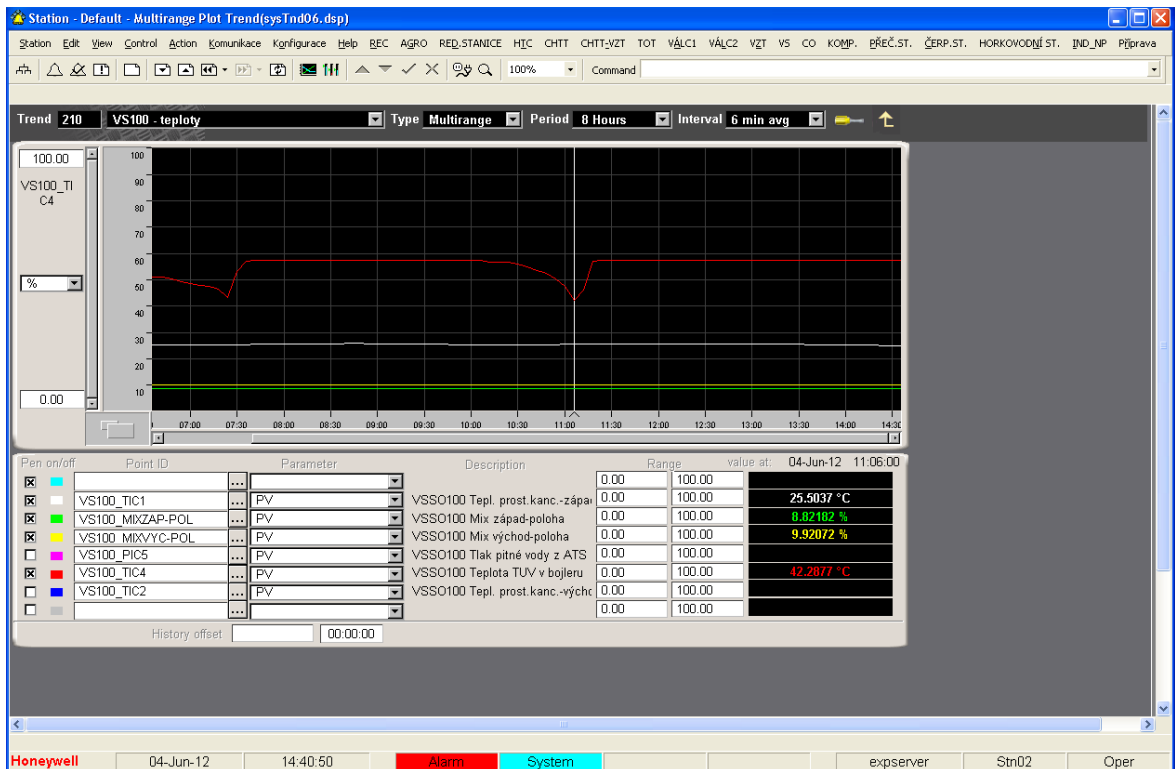
Čerpadlo v klidovém stavu a zavřené ventily mají barvu červenou. U dalších zařízení lze taky ve vizualizacích použít u modelů vedení elektřiny a médií pohyblivých linek. V našem případě bude pouze varianta změny barev akčních zařízení.



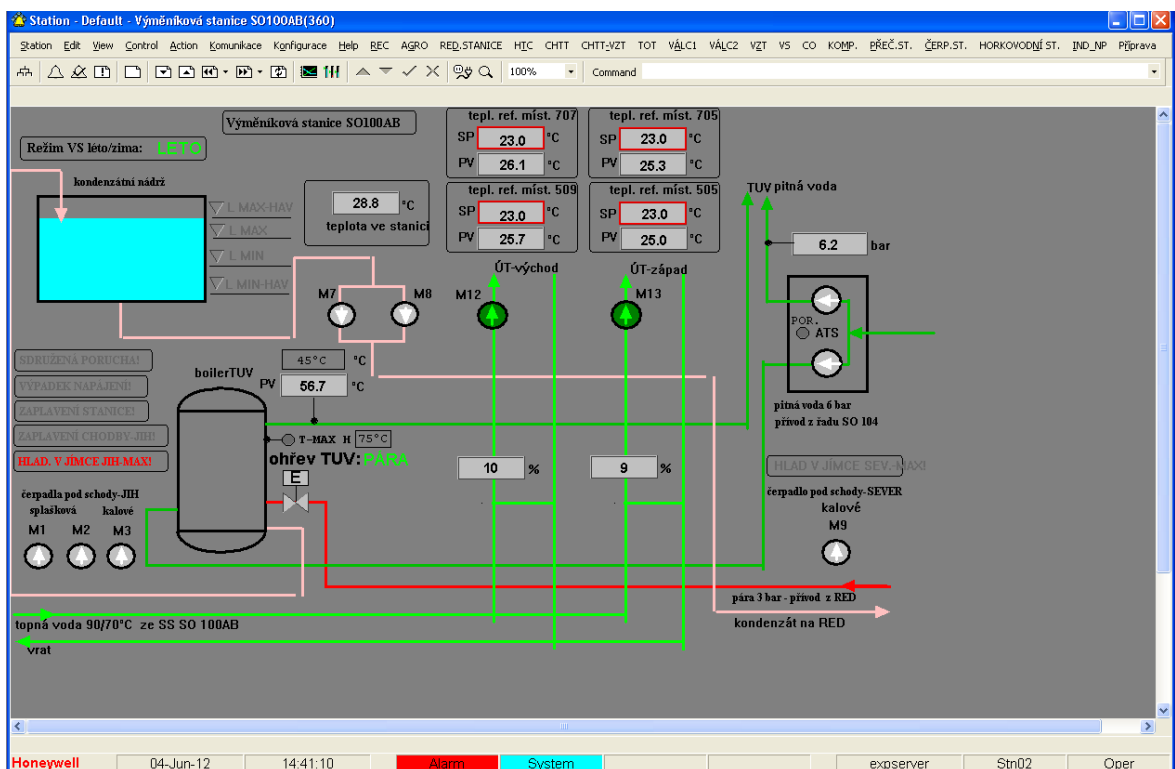
Obr. 87. Vizualizace chodu výměňikového systému

Další možností vizualizace jsou průběhy chodu zařízení, které lze znázorňovat grafy funkcí a činnosti daného zařízení. Lze použít například program Station.

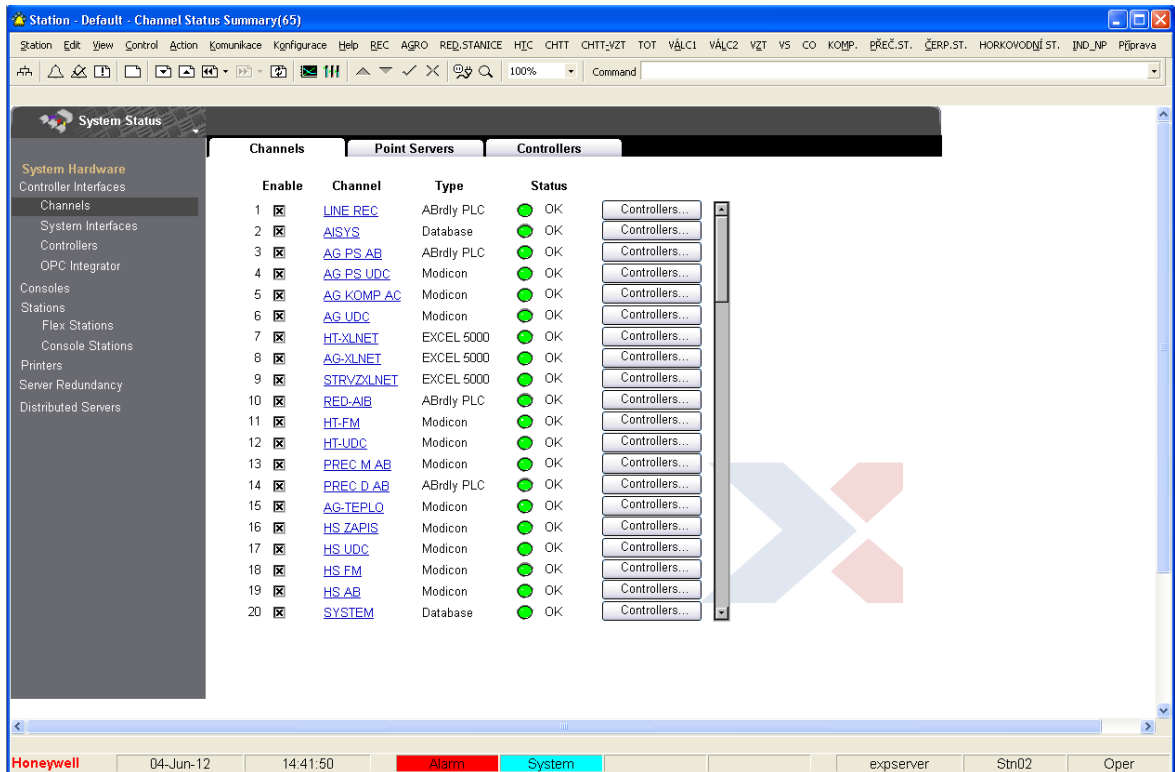
Tato data lze taky kromě monitoringu i pro přehled v pracovní stanici tomu určené zaznamenávat. A to buď sekvenčně – což je pro tento systém postačující (stačí záznamy po 5ti minutách chodu) nebo trvale, což by znamenalo náročnost při výběru záznamového zařízení.



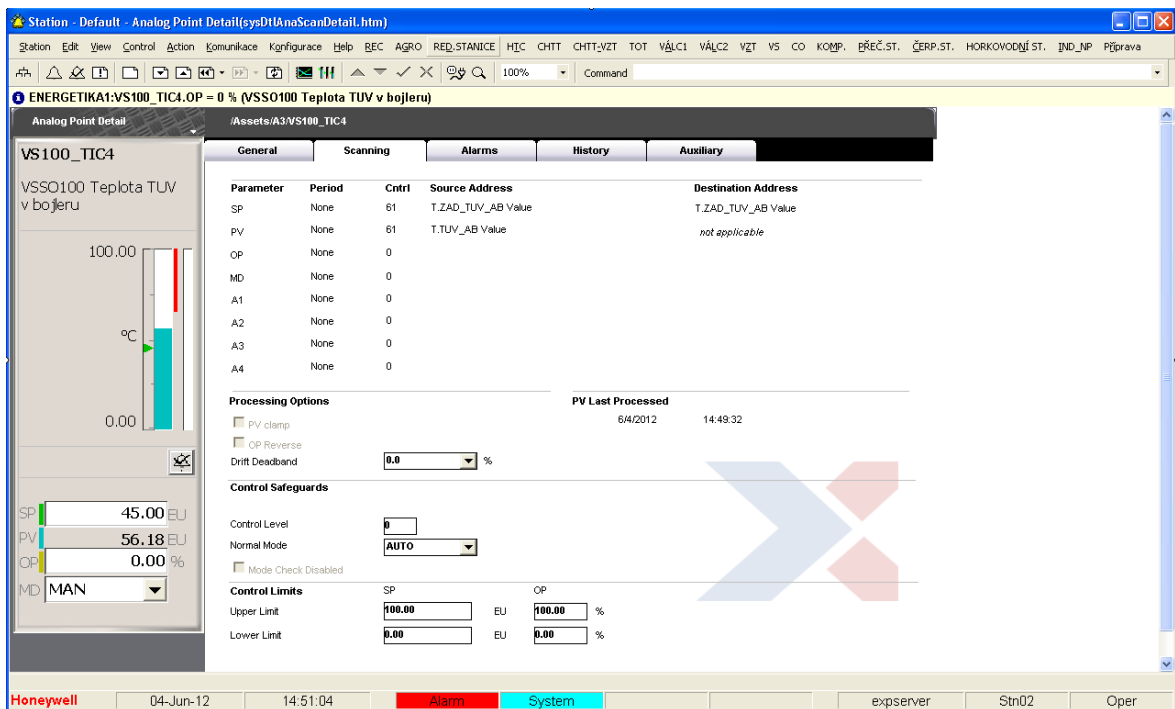
Obr. 88. Příklad monitoringu v programu Station – 1



Obr. 89. Příklad monitoringu jednoho výměníku v programu Station – 2



Obr. 90. Příklad nastavení regulátoru v monitorovacím programu Station - 1



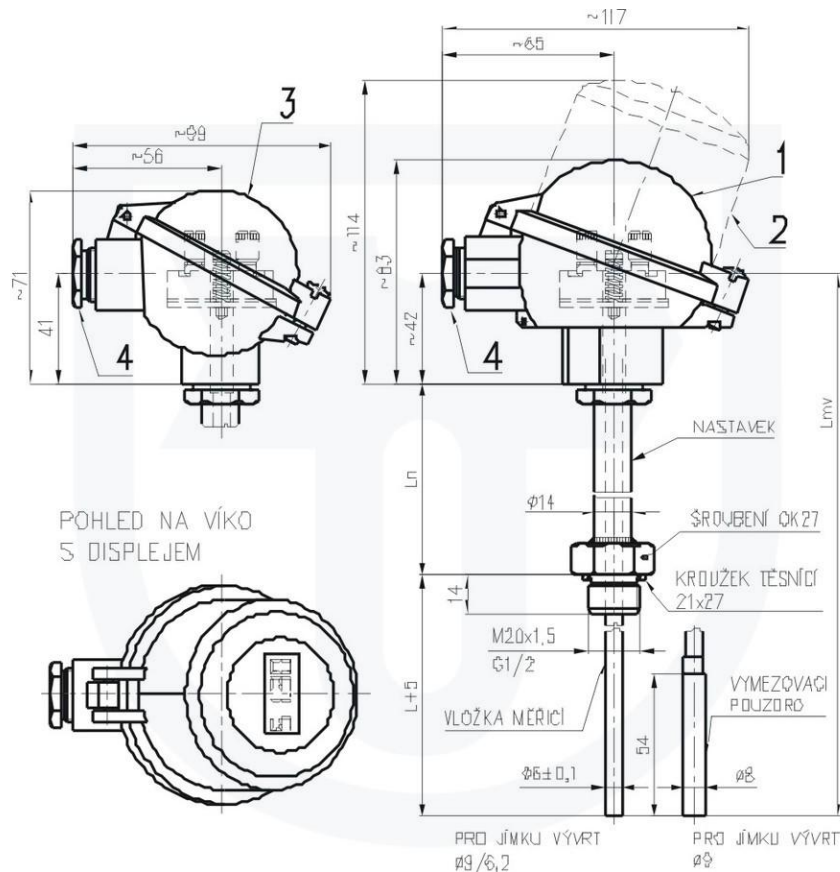
Obr. 91. Příklad nastavení regulátoru v monitorovacím programu Station – 2

### 8.2.2.5 Teplotní snímač ZPA 241

Pro snímání teploty byl vybrán: snímač teploty odporový ZPA 241 do jímky ČSN bez převodníku nebo s převodníkem. [4]

#### Vlastnosti snímače teploty:

- Pro přesné dálkové měření teploty klidných i proudících tekutin ( plynů i kapalin ), pro které je zákazníkem zvolená jímka snímače svými vlastnostmi vhodná, měření je možné do teploty (max. 600°C) a tlaku určeného odolnosti jímky.
- Pro prostředí s nebezpečím výbuchu v prostorách Zóna 2, Zóna 1 i Zóna 0 dle ČSN EN 60079-10-1 při použití převodníku Ex ia nebo při zapojení do Ex ia obvodu.
- V provedení neověřeném pro všeobecné měření teploty.
- V provedení ověřeném ( párovaném i nepárovaném) jako stanovené měřidlo TCM 321/09 – 4683 s použitím jako součást stanovených měřidel podle vyhlášky MPO č. 345/2002 Sb. Pro členy měřidel a měřících sestav protečeného množství tekutin ( plynů, páry, kondenzátu), pro členy měřičů tepla a chladu a členy přepočítavačů množství plynu, vyjma měření spadajících do působení sběrnice jednotného přístupu MID implementované v ČR nařízením vlády č 464/2005 Sb.
- Jako vybrané zařízení bezpečnostní třídy 2 a 3 ve smyslu vyhlášky 132 / 2008 Sb. o systému jakosti při provádění a zajišťování činnosti a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd. [4]
  - **V kompletu s řídicími nebo diagnostickými systémy pro monitorování procesu**
  - Do prostředí, kde je vyžadována seismická odolnost dle ČSN IEC 980 pro ověření seismické způsobilosti elektrického zařízení bezpečnostního systému jaderných elektráren v rozsahu parametrů 1 Hz až 33 Hz a zrychlení 3g, protokol č. 6430-108/2008, VOP-026 Štenberk, s. p. divize VZÚPV Vyškov ( snímač bez převodníku nebo s převodníky APAQ-H, IPAQ-H a EMSO-H ).
  - Snímače s převodníkem jsou stanovenými výrobky ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. a je na ně vystaveno ES prohlášení o shodě ES-231000. [4]



Obr. 92. Teplotní snímač ZPA 241

Popis obrázku snímače:

- 1 – hlavice kulová ( slitina Al), ( pro převodník Ex Ia s vnější a vnitřní svorkou )  
nebo hlavice kulová plastová ( nelze použít pro převodník Ex ia )
- 2 – Hlavice kulová se zvýšeným víkem ( slitina Al ) bez displeje pro převodník ve víku nebo s displejem ( pro převodník Ex i s vnější a vnitřní svorkou )
- 3- Hlavice kulová malá ( slitina Al ), ( pouze pro svorkovnici nebo převodníky INPAL 420, APAQ-HRF, TH 100, MINIPAQ-HLP)
- 4 – kabelová vývodka M20x1,5

L – jmenovitá délka

Ln – délka nástavku

Lmv – délka měřicí vložky

Rozsahy měření: pevně nastavené ( převodník 420 ) nebo programově popř. nastavitelné

Napájecí napětí: rozsah dle typu převodníku, typicky 24VDC, např. zdroj INAP 901 [4]

### 8.2.2.6 Tlakový snímač DMP 331

Průmyslový nerezový snímač tlaku pro nízké tlaky. Snímač DMP 331 je univerzálně použitelný prakticky ve všech oblastech průmyslu, pokud je médium slučitelné s nerezovou ocelí 1.4404, popř. 1.4435. Kromě toho jsou na výběr různá elastomerová těsnění, stejně tak svařená verze testovaná pro hélium. [6]

Modulární konstrukce přístroje umožňuje kombinovat různé nerezové senzory a elektronické moduly s rozmanitými elektrickými a mechanickými připojeními.

Díky tomu existuje široká škála variant, které splňují téměř všechny požadavky vznikající při průmyslových aplikacích. [6]



Obr. 93. Snímač tlaku DMP 331

#### Vlastnosti:

- rozsahy tlaku            od 0 – 100 mbar  
                                  do 0 – 10 bar
- výstupní signály      2 vodičový    4 – 20 mA  
                                  3 vodičový    0 – 20 mA / 0 – 10 V, lze vyrobit i jiné
- přesnost                vynikající teplotní závislost, dlouhodobá stabilita, tlaková přípojka G  
                                  1/2“ čelní od 100 mbar
- variantní provedení - verze Ex, Ex ia = jiskrová bezpečnost pro plyny a prach,  
                                  provedení SIL 2 podle IEC 61508/IEC 61511, tlakový senzor  
                                  přivařený, speciální zákaznická provedení

### 8.2.2.7 *Havarijní tlakový snímač*

Pro indikaci překročení tlaku v zásobnících snímače tlaku P4 a P5 se můžou zvolit jakékoliv pro tuto funkci určené, kde se např. šroubkem nastaví požadovaný tlak ( pochopitelně by pak byla nutná kalibrace – popř. tlaková zkouška ) tohoto snímače.

Jeho výstupem by byl spínací / přepínací / rozpínací kontakt – se kterým by se dala vytvořit pomocí napětí digitální vstupní informace zda je tlak překročen nebo nikoliv. Tento snímač lze po domluvě zvolit s výrobcem zásobníku.

### 8.2.2.8 *Elektroventil*

Elektroventil se skládá ze samotného vodovodního ventilu, který je ovládaný pomocí servomotorů a nebo elektromagnetem. Dále se dá regulovat průtok pomocí servomotorů, kde tahem škrtkící klapky ventilu lze regulovat průtok touto armaturou. [23]

Pro potřebu řízení našeho systému postačuje armatura, kde místo šoupátka je jenom klapka, která se otevírá a uzavírá. Pro nás tedy znamenající parametr průtok. Průtok je buď puštěn úplně nebo je klapka zavřená. Přímou volbu této klapky není předmětem volby, protože není bez přímého projektu možné zjistit, jaké příruby by tato klapka měla mít. [23]

Návrh tedy spočívá v servomotoru této klapky, který ji otevírá a nebo uzavírá.

Pro náš systém byl zvolený servomotor pákový do 30 Nm ZEPAROT 1.



Obr. 94. Servomotor ZEPAROT 1 s klapkovou armaturou



Servomotory jsou určeny k přenastavování ovládacích orgánů ( např. směšovacích ventilů s otočným pohybem, kulových ventilů, bezpřírubových uzavíracích klapek, klapek vzduchotechnických zařízení apod.), pro které jsou svými vlastnostmi vhodné. [23]

Servomotory lze použít jako vybrané zařízení bezpečnostní třídy 2 a 3 ve smyslu vyhlášky č. 132/2008 Sb. o systému jakosti při provádění a zajišťování činnosti souvisejících s využíváním jaderné energie a radiačních činností a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd. [23]

Servomotory jsou stanovenými výrobky ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. a je na ně vystaveno prohlášení o shodě ES-674000.

### **8.3 Návrh pracího stroje**

Při návrhu pracího stroje je zapotřebí klást důraz pro výběr stroje několika podmínkami, které musí vybraný stroj splňovat. Tyto podmínky jsou:

- Výhodná pořizovací cena
- Dostupný levný a rychlý servis ( proto je nejlépe volit dodavatele z regionu nebo dodavatele, který má v okolí servisní středisko, popřípadě pobočku ).
- Nízké provozní náklady
- Nízké náklady pracích prostředků, které jsou používány
- Co nejdelší životnost stroje
- Podle množství a artiklu pro praní a jeho umazání

Dle dobrých referencí v oblasti průmyslového praní jsem zvolil dodavatele pracího stroje firmu Meron a. s. ze sídlem v severomoravském městě Odry. Jsou jedněmi z pokračovatelů firmy Romo Fulnek, která pro československý trh dodávala pračky po dobu desítek let. Splňuje všechna kritéria, která byla pro výběr určena. Komunikativnost s technickým a obchodním oddělením byla zcela bezproblémová, i po sdělení informace, že se jedná o studii v rámci diplomové práce.

### 8.3.1 Volba pracího stroje dle vstupních požadovaných parametrů

Jedná se o prádlo, které je silně znečištěné mastnotou, potem a slévárenskými sazemi. Navíc je toto prádlo zaprášeno slévárenským pískem. Pro velikost pračky bylo potřeba zjistit následující parametry:

- Množství prádla praného za den – max. 50 ks kompletů montérek za den
- Pro slévárnu je představa praní max. 300 ks kompletů montérek za dobu 14-ti dnů
- V případě ověření o úsporném praní je možnost praní 500 – 600 ks prádla i pro jiné úseky
- Váha jednoho montérkového kompletu je průměrně 1,5 kg
- Možnost obsluhy – pracovník jedné směny za den ( tj. zvládnutí množství prádla za dobu 8-mi pracovních hodin ) , tuto práci může provádět i pracovník s jinou předurčenou činností, která není za celou dobu jeho pracovního dne zcela vyplněna ( např. pracovník údržby ). Za tyto vícepráce může být pracovníkovi připsána osobní odměna k platu a nevzniká tedy požadavek na přijetí obsluhy prádelny. Pracovní činnost v prádelně je jednoduchá – vložení prádla do pračky, po vyprání do sušičky a pak jeho převoz – popřípadě roztřídění na šatně pro pracovníky.

### 8.3.2 Zvolení pracího stroje dle výpočtu

Technologie praní je popsána v bodě 4.1 . Z těchto pravidel, které jsou v tomto bodě uvedeny vyplývají následující podmínky pro volbu pracího stroje.

Na praní klasického prádla ( např. hotelového ) je zapotřebí – pro vyprání 1 kg prádla podmínky 10 l objemu velikosti bubny. Čili poměr 1:10 .

Pro praní silně znečištěných montérek jsou tyto poměry 1:12 až 1:14 .

Prací stroj není vhodné podplňovat ( hrozí vznik nežádoucích kmitů zařízení, tím omezení jeho chodu, popřípadě ukončení praní a vypuštění vody s pracím prostředkem ) , při jeho funkci by měl dle následujících poměrů být naplněn prací buben.

Doba praní prádla je zhruba 1 hodina.

**8.3.2.1 Výpočtové vztahy**

$M_{np}$  – množství praného prádla ( v našem případě 50 ks / den – praní v jedné směně )

$H_n$  - hmotnost náplně jednoho praní

$H_{mk}$  – hmotnost kompletu pracovních montérek – 1,5 kg

$P_{\check{c}}$  – poměrové číslo – dle špinavosti montérek ( 1 : 14 => 14 )

$V_b$  – velikost pracího bubnu

$P_s$  – pracovní směna – 8 h

$P_p$  – proces praní a sušení – 1,5 h

$P_{cyk}$  – počet pracích cyklů za směnu ( zaokrouhlíme na celou hodinu – směr dole )

$$P_{cyk} = P_s / P_p \quad (27)$$

$$H_n = ( M_{np} / P_{cyk} ) \cdot H_{mk} \quad (28)$$

$$V_b = H_n \cdot P_{\check{c}} \quad (29)$$

**8.3.2.2 Výpočet pro volbu pracího stroje**

$$P_{cyk} = P_s / P_p = 8 / 1,5 = 5,333 => 5 \quad (30)$$

$$H_n = ( M_{np} / P_{cyk} ) \cdot H_{mk} = ( 50 / 5 ) \cdot 1,5 = 15 \quad (31)$$

$$V_b = H_n \cdot P_{\check{c}} = 15 \cdot 14 = \underline{210} \quad (32)$$

### 8.3.2.3 *Volba pracího stroje*

Výpočtem nám vznikl výsledek 210 l objemu pracího bubnu stroje. Dle následující tabulky Tab. X volíme dle tohoto parametru prací stroj označený UX55. Tento prací stroj má nejbližší hodnotu objemu pracího bubnu – 234 l.

Při praní pracovních montérových kompletů budeme plnit tento stroj 15 kg prádla – tj. 10-ti komplety.

Při praní prádla mírného znečištění ( poměr 1 : 10 ) je možné do tohoto pracího stroje dát 23 kg .

Prací stroj si umí sám dle programového nastavení dávkovat prací prostředek. Není zapotřebí tudíž obsluhy k tomuto úkonu. Stroj umožňuje několik druhů předvoleb podle typů praného prádla.

Životnost tohoto stroje je udávaná 15 – 20 let.

Tab. 10. Základní technické parametry – prací stroje UNIMAC

<b>ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY – PRACÍ STROJE UNIMAC</b>									
<b>Typ stroje</b>		<b>UX18</b>	<b>UX25</b>	<b>UX35</b>	<b>UX55</b>	<b>UX75</b>	<b>UX100</b>	<b>UX135</b>	<b>UX165</b>
<b>Kapacita</b>	kg	8	10	16	25	31	45	59	73
<b>Programátor</b>		Mikroprocesor WE-8, paměť na 99 programů							
<b>Vnější plášť</b>		nerez							
<b>Buben</b>		nerez							
<b>Objem bubnu</b>	l	76	97	167	234	305	451	585	730
<b>Ø bubnu</b>	mm	530	530	650	750	850	980	980	1095
<b>Hloubka bubnu</b>	mm	345	440	500	530	537	597	775	775
<b>G-faktor</b>		296	296	363	418	475	350	350	344
<b>Otáčky odstředění</b>	ot/min.	1000	1000	1000	1000	1000	800	800	750
<b>Kotvení</b>		doporučuje se							
<b>Motor</b>	kW	0,75	0,75	1,5	3	4	5,5	7,5	11,5
<b>Elektrický ohřev</b>									
<b>Napětí</b>	V	400	400	400	400	400	400	400	400
<b>Příkon ohřevu</b>	kW	9	9	12	18	18	27	27	--
<b>Počet těles</b>	ks	3	3	6	6	6	9	9	--
<b>Průměrná spotř. na 1 cyklus</b>	kW/h	1,65	2,4	3,95	4,5	5,45	6,32	8	1,6
<b>Max. příkon</b>	kW	9,75	9,75	13,5	21	22	32,5	34,5	11,5
<b>Parní ohřev</b>									
<b>Spotřeba páry</b>	Kg/cykl	7,6	9,5	16,5	23,4	30,4	45	57	70
<b>Přívody</b>									
<b>Studená voda</b>		¾"x2	¾"x2	¾"x2	¾"x2	¾"x2	¾"x3	¾"x3	1"x3
<b>Teplá voda</b>		¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
<b>Spotřeba vody na 1 cyklus/l</b>	Teplá	90	110	178	216	326	401	591	719
	Studená	42	49	79	98	136	178	265	322
<b>Přívod páry</b>		3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	¾"
<b>Odpad</b>	mm	51(2")	51(2")	51(2")	76(3")	76(3")	76(3")	76(3")	2x76(3")
<b>Přívodní el. kabel</b>	Pára, mm <sup>2</sup>	5x2.5	5x2.5	5x2.5	5x2.5	5x2.5	5x2.5	5x2.5	5x2.5
	El., mm <sup>2</sup>	5x2.5	5x2.5	5x6	5x6	5x10	5x16	5x16	--
<b>Rozměry</b>									
<b>Výška</b>	mm	1031	1031	1194	1544	1560	1920	1920	2100
<b>Šířka</b>	mm	660	660	783	900	1060	1200	1200	1300
<b>Hloubka</b>	mm	780	870	960	1016	1168	1330	1500	1620
<b>Hmotnost</b>	kg	236	241	347	570	865	1520	1645	2100

Společnost MERON a.s. si vyhrazuje právo změny specifikací, uvedených v tomto prospektu nebo změny strojů, a to bez předchozího upozornění.

MERON a.s., Masarykova 53, 742 45 FULNEK, tel.:+420 556 736 128,fax:  
+420 556 736 129, e-mail: [meron@meron.cz](mailto:meron@meron.cz), [http.: www.meron.cz](http://www.meron.cz)



Obr. 95. Prací stroj UNIMAC UX55

#### ***8.3.2.4 Volba pracího prostředku***

Pro praní jsem zvolil tekuté prací prostředky. Důvody pro tuto volbu:

Prací stroj si pomocí čerpadel, které obvykle dodává výrobce pracích prostředků sám dávkuje podle hmotnosti prádla sám množství pracího prostředku.

Tekutý prací prostředek se dodává v barelech, které se umísťují za prací stroj a jsou dostačující na několik desítek až stovek praní.

Tekutina nemusí být vždy jenom prací prostředek, ale může být taky dezinfekce a impregnace praného prádla.

Barely s tekutinou jsou nevhodné pro potřeby civilního praní. Nehrozí tudíž jeho krádeže zaměstnanci.

Jeho dávkování nelze ošidit jiným prostředkem, který by tam zaměstnanec – byť omylem nalil.

Zaručuje kvalitu vypraného prádla, která je zajištěna programátorem výrobce pračičího stroje po dohodě s dodavatelem pračičího prostředku.

Snadná výměna barelu – nevýhodou je jenom vizuální kontrola množství pračičího prostředku, pokud není na čerpadlech od výrobce indikována.

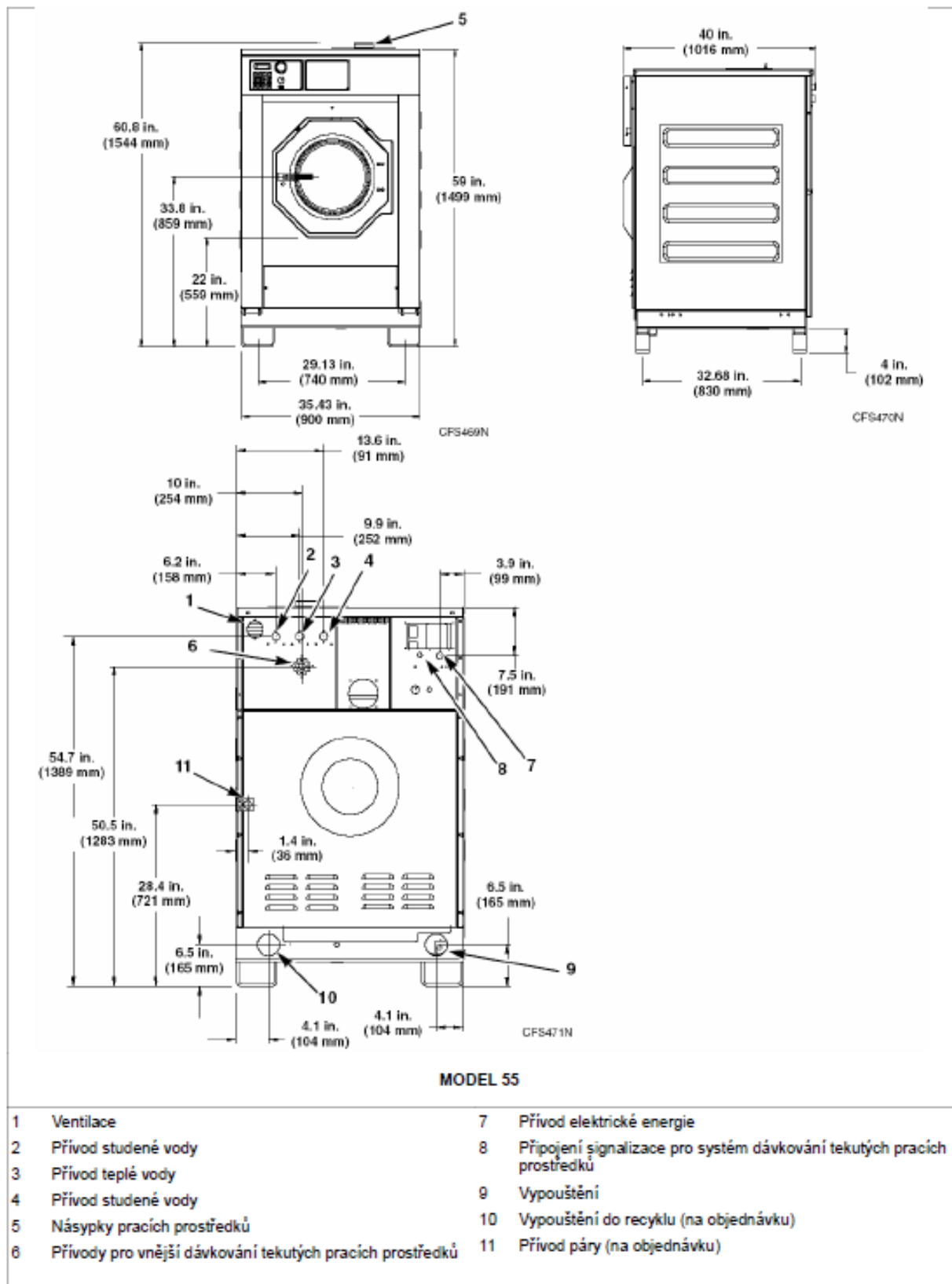
Zajišťuje kvalitní praní – delší životnost praného prádla i pračičího stroje.

Optimální jsou pračičí prostředky firmy Hagleitner.



Obr. 96. Barel s pračičím prostředkem od firmy Hagleitner

## Technické charakteristiky a hlavní rozměry

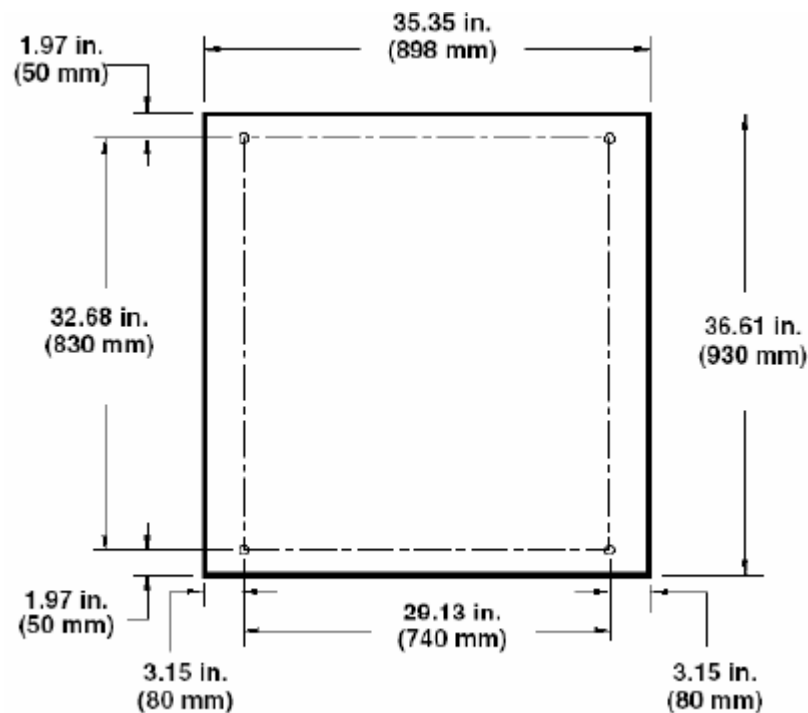


Obr. 97. Technické parametry pracího stroje UNIMAC UX55



### 8.3.2.5 Umístění pracího stroje

Prací stroj musí být ukotven k betonovému podstavci o doporučených rozměrech 1 x 1 m. Bližší upřesnění rozměrů podstavce a upevňovacích šroubů je na následujícím obrázku Obr. 68..



Obr. 98. Upevnění pracího stroje UX55

Při umístění tohoto stroje je taky zapotřebí doporučených rozměrů:

Minimální plocha za pracím strojem – 600 mm

Mezi pracím strojem a stěnou – 150 mm

Mezi sousedními stroji ( boky strojů ) – 30 mm

Před pracím strojem ) pro otevření víka ) – 533 mm

Průměr odpadové roury z pracího stroje – 76 mm

Další parametry instalace pro instalaci stroje – příloha P3

## 8.4 Zpracování vypraného prádla

### 8.4.1 Návrh sušícího stroje

S návrhem tohoto zařízení problém není žádný. Firma Meron a. s. dodává rovněž sušící stroje. Pro zvolenou hmotnost prádla – 23 kilogramového pracího stroje – odpovídá 23 kg sušící stroj s označením UU 050. V následující tabulce Tab. . jsou uvedeny jeho parametry.

Tab. 11. Tabulka parametrů sušiče UNIMAC UU 050

<b>TECHNICKÉ PARAMETRY – SUŠIČE UNIMAC</b>						
<b>Typ stroje</b>		<b>UU 025</b>	<b>UU 030</b>	<b>UU 035</b>	<b>UU 050</b>	<b>UU 075</b>
<b>Kapacita</b>	kg	11	14	16	23	34
<b>Programátor</b>		Elektromechanický				
<b>Reverzace</b>		--	--	--	Za příplatek	Za příplatek
<b>Objem bubny</b>	l	217	271	347	528	634
<b>Ø bubny</b>	mm	673	673	762	940	940
<b>Hloubka bubny</b>	mm	610	762	762	762	914
<b>Kotvení</b>		Nepožaduje se				
<b>Motor pohonu</b>	kW	0,19	0,19	0,19	0,37	0,56
<b>Motor ventilátoru</b>	kW	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25
<b>Elektrický ohřev</b>						
<b>Napětí</b>	V	400	400	400	400	400
<b>Příkon ohřevu</b>	kW	18	24	27	30	30
<b>Počet těles</b>	ks	3	3	3	3	3
<b>Max. příkon</b>	kW	18,4	24,4	27,4	30,4	3,6
<b>Parní ohřev</b>						
<b>Spotřeba páry</b>	Kg/cykl	45,5	54,5	52	72	72
<b>Přívody</b>						
<b>Ø odsávání</b>	mm	152	152	203	203	203
<b>Spotřeba vzduchu</b>	l/sec.	236	236	307	354	434
<b>Pára</b>		¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
<b>Přívodní el. kabel</b>	pára, mm <sup>2</sup>	5x2,5	5x2,5	5x2,5	5x2,5	5x2,5
	el. mm <sup>2</sup>	5x4	5x6	5x6	5x10	5x10
<b>Rozměry</b>						
<b>Výška</b>	mm	1622	1622	1622	1946	1946
<b>Šířka</b>	mm	711	711	800	981	981
<b>Hloubka</b>	mm	1038	1191	1191	1194	1346
<b>Hmotnost</b>	kg	136	150	164	247	279



Obr. 99. Sušič UNIMAC UU 050

#### 8.4.2 Možné další zpracování vysušeného prádla

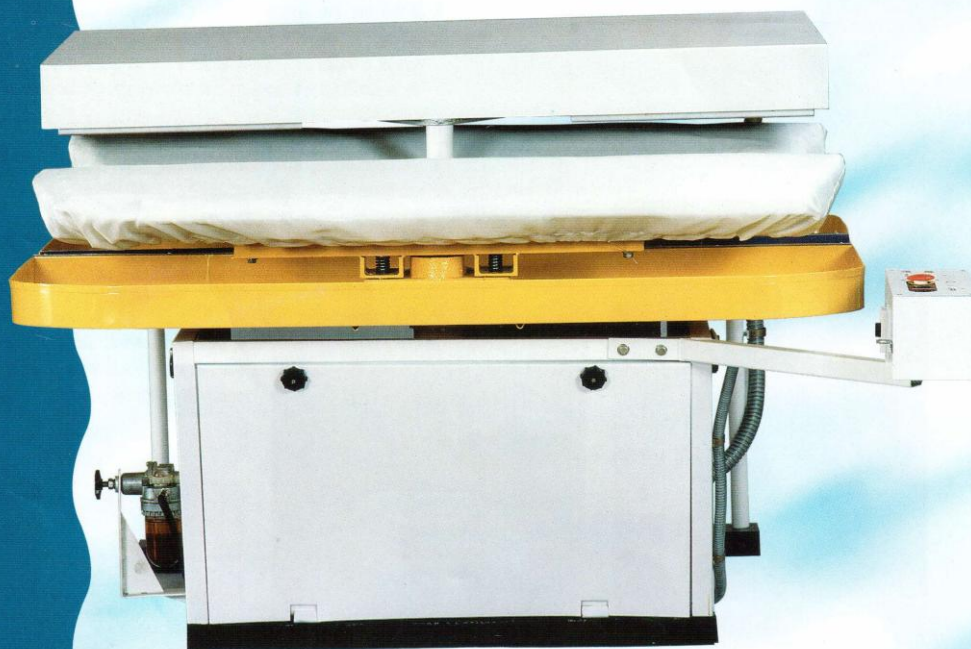
Firma Meron a. s. má ve své nabídce stroje pro zpracování vysušeného prádla. Jedná se o žehlící průmyslové lisy, které jsou zde na dvou obrázcích uvedeny naskenovaným letákem. Nejsou však součástí projektu, slouží pouze k ukázce.

Zároveň dle zájmu firmy lze doporučit metody označování prádla pro lepší identifikaci v následném třídění čistého prádla ve skladech popř. šatnách, aby nedocházelo k záměnám.

# Karuselové žehlicí lisy KP 516 a KP 521

# Meron<sup>a.</sup> s.

## OBCHOD-SERVIS-SLUŽBY



Karuselové žehlicí lisy řady KP jsou určeny pro žehlení rovného nebo tvarového prádla se zbytkovou vlhkostí do 50 %.

Konstrukční řešení umožňuje zvýšit produktivitu žehlení.

Žehliče se skládá ze dvou žehlicích desek, které se otáčejí o 180° okolo osy lisy a samotné žehlení probíhá v dostatečné vzdálenosti od obsluhy, což vede k příjemnějšímu prostředí po obsluhu.

Kapacita žehlení se pohybuje okolo 18 kg prádla za hodinu.

Žehliče jsou dodávány s parním nebo s elektrickým ohřevem. Tlak páry pro ohřev se musí pohybovat v rozmezí 0,4–1 MPa. Pro práci žehliče je nutný zdroj stlačeného vzduchu. Záruka činí 1/2 roku ode dne instalace.

### TECHNICKÉ PARAMETRY

MODEL		KP 516	KP 521
Výkon	kg/hod	17,5	16,5
Výška	mm	1 170	1 170
Šířka	mm	1 780	1 780
Délka	mm	2 020	2 020
Hmotnost	kg	840	840
<b>ELEKTRICKÝ OHŘEV</b>			
Elektrika			3PEN 380 V 50 Hz
Příkon topení	kW	x	11,7
Celkový příkon	kW	x	11,88
<b>PARNÍ OHŘEV</b>			
Příkon	kg/hod	16	x
Tlak	MPa	0,4–1	x
Celkový příkon	kW	0,18	x

Obr. 100. Ukázka žehlicích lisů 1



Italská firma MALAVASI vyrábí už více než třicet let široký sortiment strojů a zařízení pro žehlení oděvů a prádla. Tyto stroje nacházejí své uplatnění zejména v textilním průmyslu, dále pak v průmyslových prádelnách a chemických čistírnách.

## ŽEHLCÍ LISY FIRMY MALAVASI

Z širokého výrobního sortimentu firmy MALAVASI vám můžeme nabídnout:

1. Žehlicí lisy pro tvarové prádlo a karuselové žehlicí lisy. Žehlicí lisy mohou být opatřeny žehlicími deskami různých tvarů, které je možno vyrobit a dodat podle konkrétních požadavků zákazníka (a tím vyřešit i ty nejtěžší problémy žehlení zejména v textilním průmyslu).
2. Žehlicí figuríny pro žehlení košil, plášťů, sak apod.
3. Speciální stroje pro žehlení bez skladů, které jsou vhodné zejména pro textilní průmysl.
4. Doplnková zařízení pro konečnou úpravu prádla, a to zejména žehlicí stoly, obrabeče kalhot, skládačky košil, parní vyvíječe a odsávací jednotky.

Hlavní předností strojů MALAVASI je jejich vysoká technická úroveň vyplývající z mnohaletých zkušeností a tradice, provozní spolehlivost, kvalita a dlouhá životnost. Stroje firmy MALAVASI patří ve svém oboru ke světové špičce a jsou používány zákazníky téměř po celém světě.



Firma MERON a. s., Masarykova 53, 742 45 FULNEK,

Tel.(fax): 00 420/556 736 128(00 420/556 736 129)  
E-mail: meron@meron.cz, <http://www.meron.cz>

Obr. 101. Ukázka žehlicích lisů 2

## 8.5 Návrh prádelny

Po prozkoumání stavebních plánů slévárny a po poradě s vedoucím provozu slévárny se dalo vytipovat místo, se snadným přístupem a dostatečnou velikostí pro vybudování prádelny. Stávající objekt je v hale slévárny umístěného vedle jímek ochlazované vody z chlazení pláště a dmyšen. Jeho původní využití bylo pro umístění havarijních dieselových čerpacích agregátů, které se v dnešní době nepoužívají. Dále jsou umístěny v objektu dvě výtlačná čerpadla, která jsou v provozu.



Obr. 102. Objekt původní havarijní čerpací stanice

Objekt by však musel být stavebně upraven tak, aby mohl sloužit pro potřeby prádelny. Technologie výměňkové stanice by byla umístěna na střeše tohoto objektu, kde je i vhodný přístup ke konsolám s rozvody vody pro chladičí věže. Výška tohoto objektu je



kvůli vztlakovým silám vody zanedbatelná. Obvodní stěny tohoto objektu jsou 0,3 m silné ( šířka cihly ). Tato tloušťka umožňuje zatížení střechy tohoto objektu výměňkovou technologií. Horní část objektu je svázána železobetonovým věncem, otvory, které jsou v obvodových zdech jsou v horní části osazeny překlady.

Kvůli světelným a manipulačním podmínkám je potřeba změna stavebních otvorů – tj. pro příjezd vozíků s prádlem přesadit vstupní dveře a taky je rozšířit. Zvolit vhodný způsob jejich otevírání. Kvůli světelným podmínkám přidat dvě okna. Otvory, které byly původně pro ventilaci osadit nuceným vháněním vzduchu pomocí ventilátorů a filtrů. V objektu by měl být mírný přetlak, z důvodu písku, který je v okolí objektu, aby se při otevření dveří nedostal dovnitř. Zároveň musí být kvůli tvořící se páře zachována ventilace tohoto objektu.

### 8.5.1 Umístění výměníků

Kvůli velikosti zásobníků s TUV – jejich výšky bylo zvoleno umístění na střechu objektu prádelny.



Obr. 103. Horní část objektu

### 8.5.1.1 Úprava horní plochy objektu

Z důvodu velkého bodového zatížení zásobníky s TUV je nutno zpevnit horní plochu objektu. Z laického výpočtu nám vyplývá, že nosnost této plochy by měla být nejméně pro váhu 6 t. V zásobnících se bude nacházet  $2 \times 2 \text{ m}^3$  vody, z čehož plyne hmotnost  $m = 2 \cdot 2000 \text{ l} (1 \text{ l} = 1 \text{ kg} - \text{voda}) + \text{technologická zařízení s rezervou } 2 \text{ t}$ .

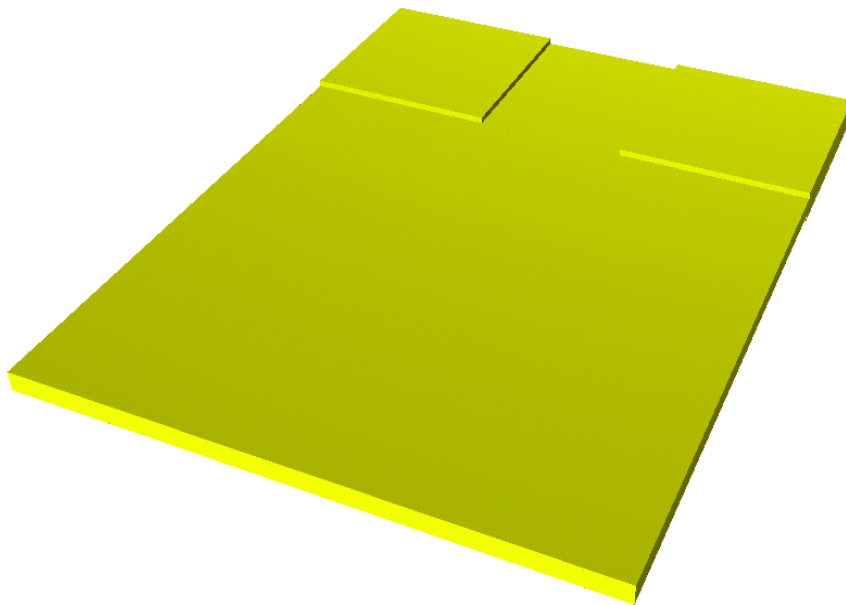
Pro umístění zásobníků s vodou jsou vytvořeny dva stupínky vysoké 0,1 m o rozloze  $1,5 \times 1,5$  v zadních rozích horní plošiny objektu z pohledu od vstupních dveří.

Pro výpočet statiky byl použit návrhářský program pro zatížení **NEXIS 32 – základní moduly**

Výpočet deformací a vnitřních sil byl proveden výpočetním systémem NEXIS 32 firmy SCIA ve verzi 3.60. Jedná se o program využívající deformační variantu MKP.

Výpočtové modely jsou sestaveny z prutových prvků.

Program umožňuje lineární výpočet, nelineární výpočet (geometrická, fyzikální nelinearita, jednostranné vazby, pruty přenášející pouze tah nebo tlak, plastické klouby), dynamické výpočty, stabilitní výpočty - ztráta stability konstrukce, beton FNL – výpočet fyzikálně nelineárních deformací pro ŽB konstrukce a další.



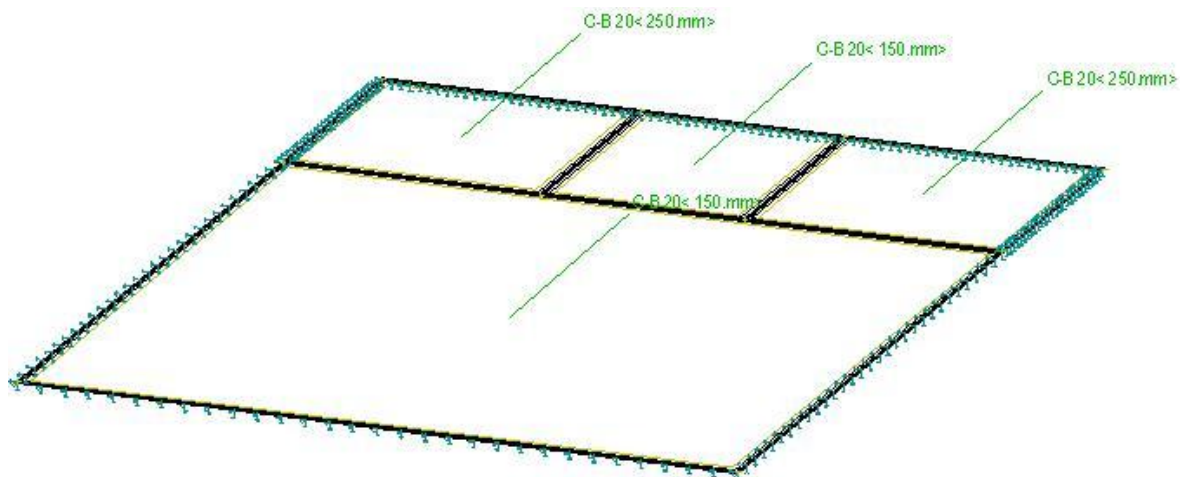
Obr. 104. 3D model horní plochy objektu



Stávající stav horní plochy je málonosný, složený je z malého počtu příčných traverz a překrytý košickými pozinkovanými plechy. Tento stav je vhodný pouze jako spodní strana formy, na kterou bude dobetonována betonová podesta po celém obvodu.

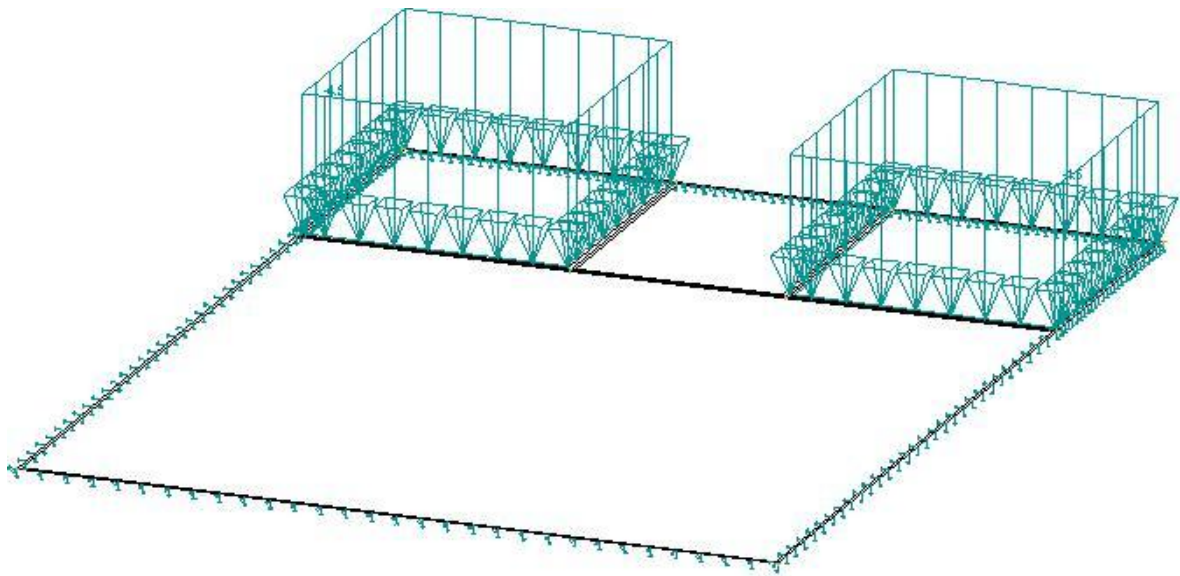


Obr. 105. Spodní část horní plochy ( strop objektu )

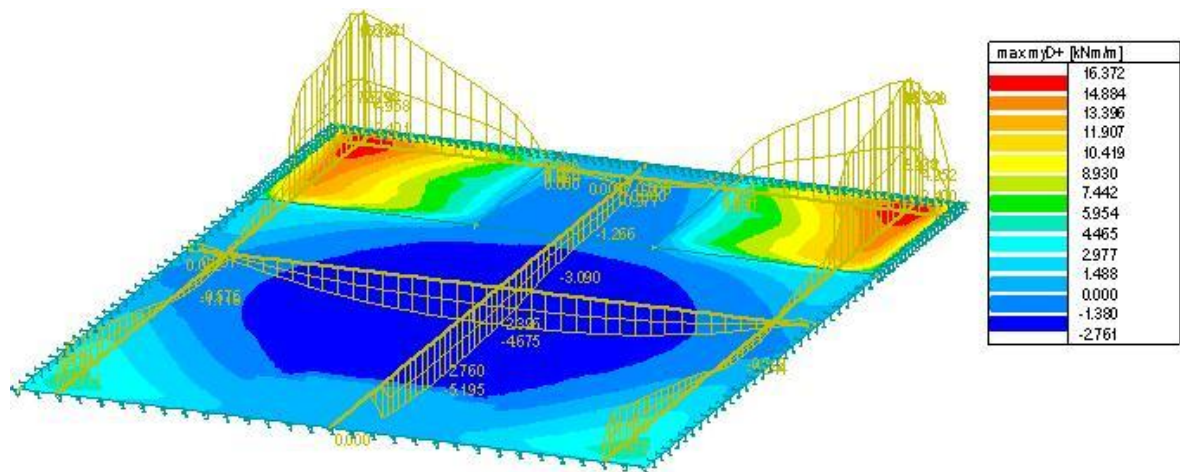


Obr. 106. Tloušťky nové podesty horní plochy objektu

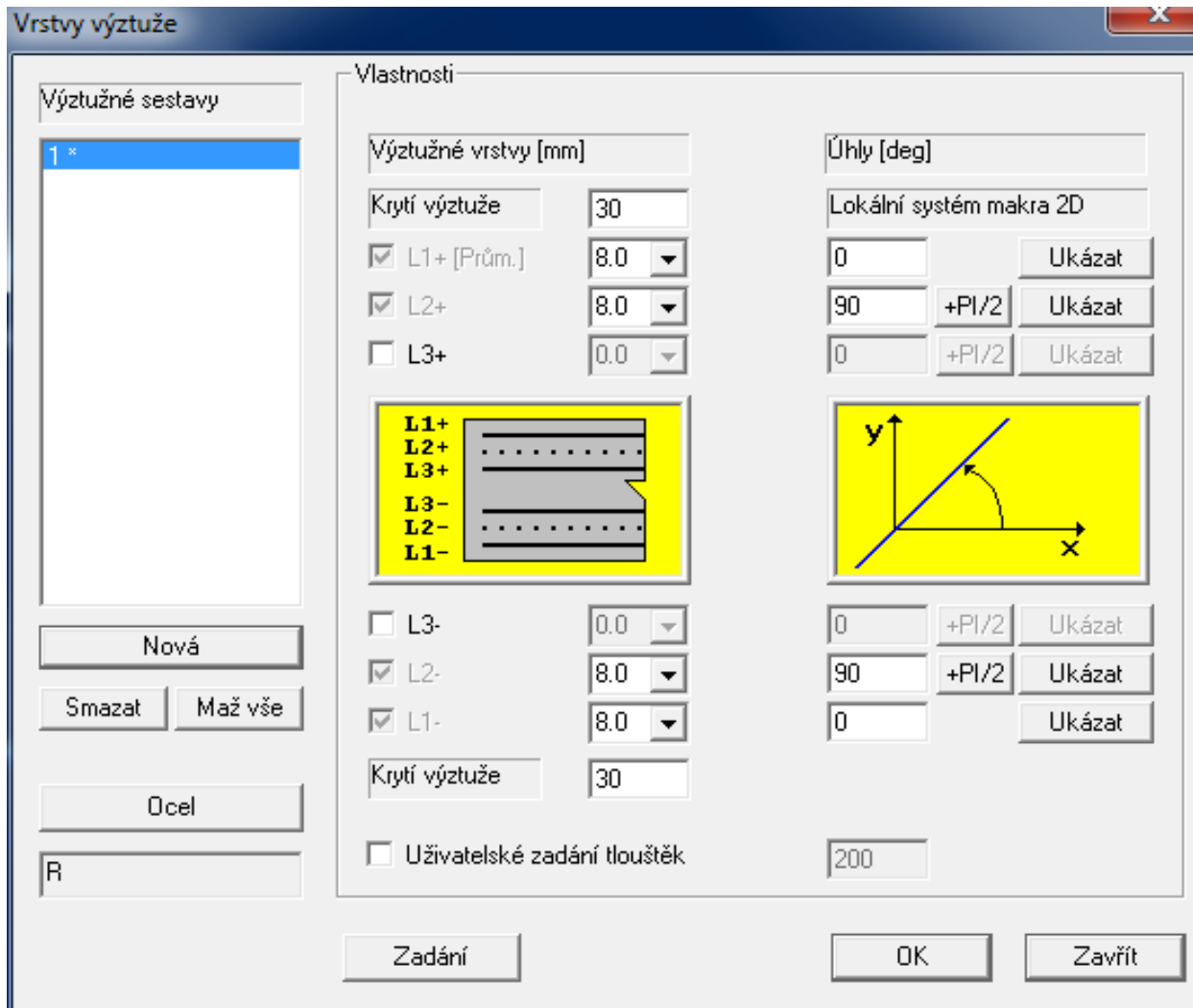
Tloušťky nové podesty horní plochy objektu



Obr. 107. Siločáry znázorňující stálé zatížení horní plochy



Obr. 108. Grafické znázornění zatížení plochy



Obr. 109. Okno programu NEXIS 32 znázorňující kladení vrstev výztuži

Pro vytvoření této plochy je zapotřebí dle návrhu potřeba  $1,5 \text{ m}^3$  betonu C20 / 25.

Po celé ploše musí být rozmístěny svařované ocelové sítě  $\Phi R8/\phi R8 - 150 / 150$  na obou površích tak, aby se překrývali minimálně dvěma oky.

Při stavební úpravě musí být vytvořeno bednění, aby výška betonu horní plochy byla 0,15 m a dva nosné čtverce byly 0,1 m. Do nosných čtverců je zapotřebí ukotvit železné úchyty zásobníků pro TUV.

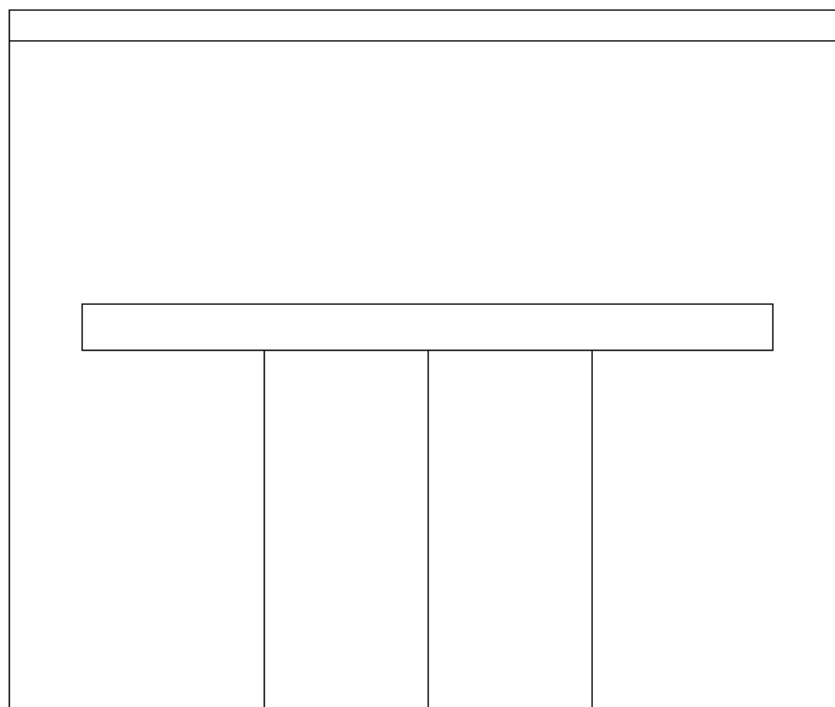
### 8.5.1.2 Návrh vstupních dveří prádelny

Na objektu se nyní nacházejí plechové dveře, nevhodně umístěné v levé části objektu spojené s levou obvodovou stěnou objektu. Pro provoz prádelny však tyto dveře jsou nevhodné jak svojí šířkou tak i umístěním. Nelze jimi projet vozíkem pro převoz prádla a prostor, ve kterém se nachází brání i svou polohou manipulaci uvnitř objektu.

Dále podmínky kladené na vstupní dveře jsou takové, aby jejich šíře byla nejméně 1,5 m, byly z části prachotěsné, odolné vůči vlhkosti a z části automatizované – např. otevírání ovladačem – fotobuňka by nebyla vhodná z důvodu častého otevírání při přechodu nepovolaných osob v okolí. Dále by nezabezpečovala vstup do tohoto objektu pro oprávněné osoby.



Obr. 110. Původní vchod do objektu



Obr. 111. Pohled na liniové prachotěsné dveře



Obr. 112. Ukázka dveří vhodných pro prádelnu

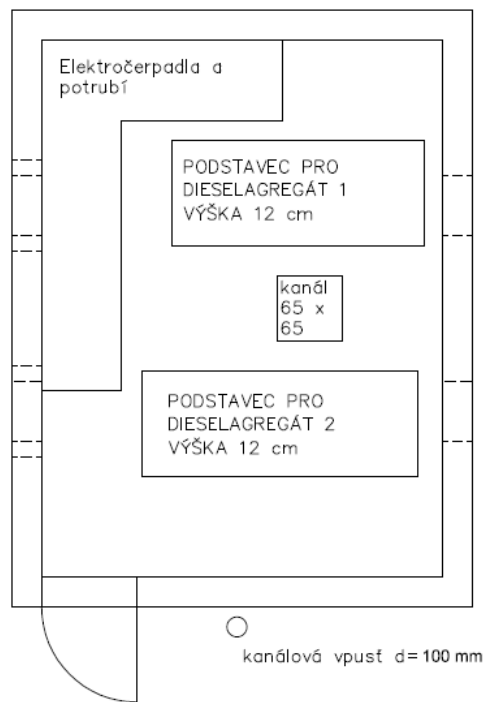
### 8.5.1.3 Vnitřní úprava objektu

V objektu se nacházejí 4 čerpadla. 2 elektrická, která jsou stále využívána a dva dieselové, které užívány nejsou. Všechna čerpadla jsou umístěna na betonových podstavcích. Pro využití prostoru pro prádelnu je zapotřebí odstranit dieselové čerpadla a jejich podstavce a na jejich místě upravit kanalizační zařízení pro potřeby prádelny – odchyťový kanál pro možný únik vody a taky odpadovou vpust' pro prací stroj.

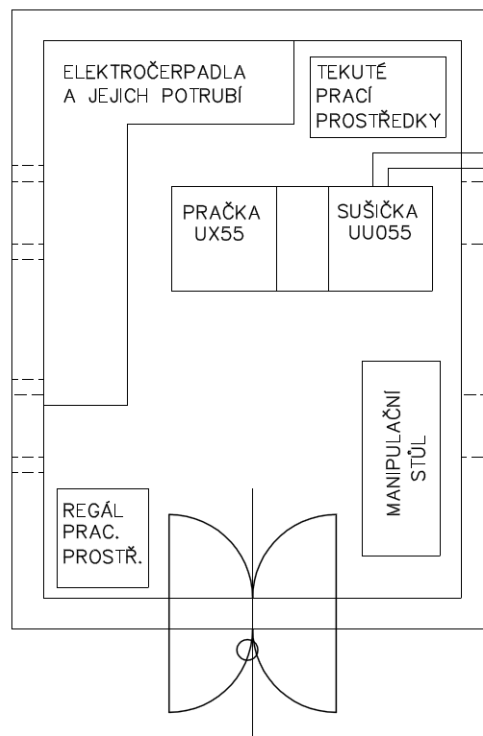
Dále je zapotřebí udělat nové upevňovací podstavce pro prací a sušicí stroj a upravit interiér objektu sanitárními obklady a dlažbou. Pro sušicí stroj je potřeba vyvrtání otvoru do pravé obvodové zdi – z pohledu dveří. Do tohoto otvoru bude vsunuta roura na odvod vlhkého vzduchu ze sušicího stroje. Vlhký vzduch bude foukaný do prostoru haly slévárny. Není na tuto krátkou vzdálenost nárokován nucený odtah, ušetří se investice krátkým vývodem.



Obr. 113. Pohled do stávajícího objektu – čerpadla

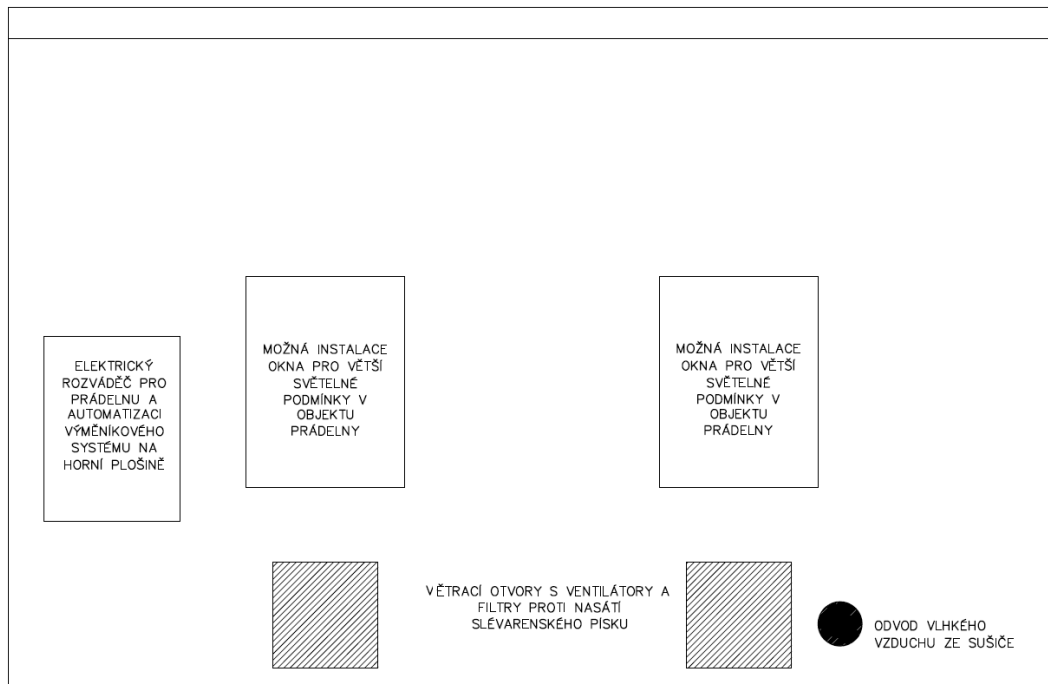


Obr. 114. Původní rozmístění čerpadel v objektu

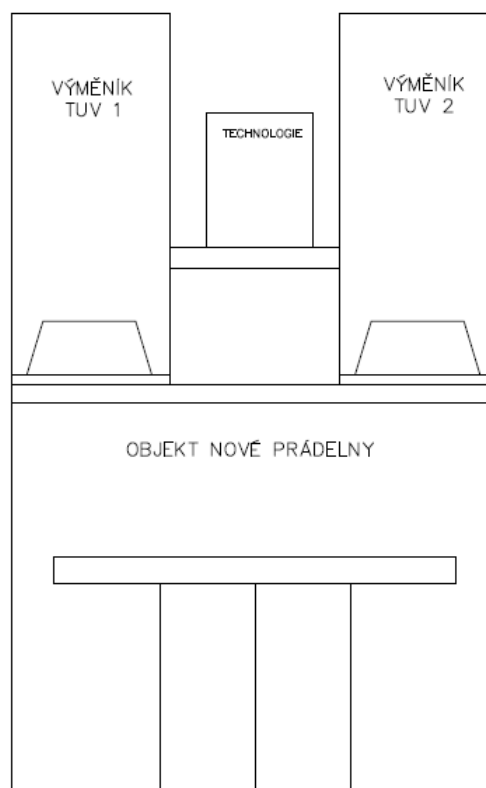


Obr. 115. Nové rozmístění zařízení prádelny





Obr. 116. Návrh pravé obvodové stěny s rozváděčem a ventilačními průduchy



Obr. 117. Umístění výměníků a technologie na horní plošinu objektu



## 8.6 Návrh elektrických rozvodů

Pro projekt je zapotřebí znát i parametry, které se týkají spotřeby elektrické energie a jejich náklady jak pro vybudování technologie, tak i pro její následnou funkci.

Napájecí části rozdělíme do tří okruhů:

- světelný okruh
- napájecí okruh regulace
- napájecí okruh pracího a sušicího stroje

### 8.6.1 Světelný okruh

V objektu se na levé boční stěně z pohledu dveří nachází dvě zářivková svítidla s příkonem 2x 36 W. Pro prádelnu jsou však tato svítidla nevyhovující jejich technickým stavem, tak i umístěním. Pro nový objekt je z důvodu vlhkosti zapotřebí použít svítidla s minimálním krytím IP 65. Jejich počet na plochu objektu by měl být 4 ks. Osvětlení technologie na horní plošině je zajištěno původním osvětlením haly slévárny.

Spínání je rovněž prováděno vypínačem s vyšším krytím uvnitř popř. vně budovy. Jištění toho okruhu je jističem řady P7 1 x B 10 A.



Obr. 118. Zářivkové svítidlo IP 65 2 x 36 W

### 8.6.2 Zásuvkový okruh prádelny

Pro stroje uvnitř prádelny musíme znát příkonové a napájecí parametry strojů. Ty lze vyčíst z montážních tabulek strojů. Tab. 10. a Tab. 11.

Dále je vhodné pro servisní záležitosti umístit napájecí okruh automatických dveří, který bude ukončen pro montáž v plastové krabici ACIDUR a taky jednoho kusu montážní zásuvky s vyšším krytím proti vniku vlhkosti.

#### Prací stroj UNIMAC UX55

- Přívod 3- fázový
- Max. příkon  $P = 21 \text{ kW}$
- Přívodní kabel CyKy 5Cx 6
- Jistič P7, 3f x B 63 A

#### Sušicí stroj UNIMAC UU 050

- Přívod 3 – fázový
- Max. příkon  $P = 30,4 \text{ kW}$
- Přívodní kabel CyKy 5C x 10
- Jistič P7, 3f x B 80 A

#### Automatické dveře

- Přívod 1 – fáze
- Jistič P7, 1f x 16A

#### Montážní zásuvka

- Přívod 1 – fáze
- Jistič P7, 1f x 16A

### 8.6.3 Napájecí okruh technologie

Sací čerpadlo Č1 - Grundfos – TP 50-160/4 A-F-A GQQE

- Přívod z ovl. Skříně 3 fáze
- Max. příkon 1,5 kW
- Přívodní kabel CySy 5C x 2,5 ( guma, teflon )
- Jistič P7, 3f x B 10 A

Sací čerpadlo Č2 - Grundfos – TP 50-160/4 A-F-A GQQE

- Přívod z ovl. Skříně 3 fáze
- Max. příkon 1,5 kW
- Přívodní kabel CySy 5C x 2,5 ( guma, teflon )
- Jistič P7, 3f x B 10 A

Regulátor Excel 50, ovládací prvky

- Přívod 1 fáze
- Max. příkon 2,3 kW
- Přívodní kabel CyKy 3C x 1,5
- Jistič P7, 1f x B 10 A

Kvůli ochraně bude do rozváděče pro okruhy montážní zásuvky, světel a regulátoru umístěn proudový chránič v proudové hodnotě 25 A.

## 9 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

### 9.1 Úspora vody

Jelikož se cirkulační voda z chladicího systému slévárny bude používat pro předeřev ve výměníku, bude objem vody, která je určena pro ochlazení v chladicí věži menší a tím budou i menší odpary do atmosféry. Množství odpařené vody se počítá dle vztahu (35), kde  $P_v$  je chladicí výkon a  $r$  je výparné teplo.

Množství odpařené vody pro stávající průtok  $m_v = 415 \text{ m}^3 / \text{h}$

$$P_v = m_v \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1) \quad (33)$$

$$P_v = m_v \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1) = 115,28 \cdot 4,179 \cdot (60 - 30) = 14452,375 \text{ kW} \quad (34)$$

$$m_{ov} = P_v / r \quad (35)$$

$$m_{ov} = P_v / r = 14452,375 / 2258 = 6,4 \text{ kg / s} \quad (36)$$

Množství vody pro stávající průtok  $m_v = 23,04 \text{ m}^3 / \text{h}$

V současné době se cena užitkové vody za  $1 \text{ m}^3$  pohybuje díky vlastním zásobám v průměru kolem 20 Kč.

Z toho vyplývá, že běžně za den vypustíme do atmosféry vodu v ceně  $6,4 \cdot 3,6 \cdot 24 \cdot 20 = 11.059,- \text{ Kč}$ . ( cena za nepřetržitý 24 h provoz a 100% výkon chladicích věží ).

Úspora vody na 1 den je tedy  $552,96 \text{ m}^3$ , což pochopitelně znamená, že by chladicí technologie musela jet na 100% celých 24 hodin.

Za jeden den, při intenzitě praní 5 / den ušetříme 0,08 m<sup>3</sup> vypařené vody. Za celý rok provozu to tedy znamená  $\times 365 = >$  ušetření 29,2 m<sup>3</sup> vypařené vody, což je úspora 584 Kč za jeden rok. O této úspoře tedy je kvůli malému množství bezvýznamné dále mluvit.

Zaměříme se tedy na využití této oteplené vody pro praní prádla.

## 9.2 Úspora praním

Náklady spojené s praním a sušením z hodnot ceny elektřiny a vody je bezvýznamné počítat, pokud neznáme množství pracího prostředku, který je dávkován do procesu praní a významně ovlivňuje cenu tohoto praní. Při praní se taky nepoužívá jenom prací prostředek, ale taky prostředek na desinfekci tohoto prádla.

Pro tuto bilanci zvolíme tedy zvolíme vstupní data, které jsme získali při jednání s výrobcem praček. Ceny energií ( voda i elektřina ) jsou téměř shodné s cenami ZPS a. s.

V ceně je rovněž zahrnut 15 % náklady na údržbu a taky náklady ve formě příplatku, popřípadě hodinové odměny zaměstnance při výkonu praní – tj. 52,50 Kč / h. Odvody pro zaměstnance by tedy z této roční ceny dělaly až 95.812,- . Ty však nejsou povinné, pokud tuto práci dostane zaměstnanec úkolově ke své obvyklé nebo nevytížené činnosti.

Cena jednoho praní – tj. 10 ks montérových kompletů	357,- Kč
Cena jednoho montérkového kompletu činí	35,70 Kč
Cena sušení jedné náplně sušicího stroje 10 ks m. k.	136,- Kč
Cena vysušení jednoho montérkového kompletu je tedy	13,60 Kč
Cena za očistu a čištění jednoho kompletu činí	49,30 Kč
Cena 50 ti kusů montérkových kompletů za den	2.465,- Kč
Cena 300 ks montérkových kompletů za 14 dní	14.790,- Kč
Cena praní prádla za jeden rok při 300 ks / 14 dnů	385.596,- Kč/ rok
Cena praní prádla za rok bez mzdy zaměstnanci	289.783,- Kč

Ze záznamů nákladů za praní pro firmu ZPS a. s. vznikly tyto výdaje:

Náklady na praní prádla za období 2008 / 2009	168.078,-
Náklady na praní prádla za období 2009 / 2010	141.000,-
Náklady na praní prádla za období 2010 / 2011	185.000,-

Z těchto výsledků můžeme vyvodit úsporu praní jedním způsobem. Přelom roku 2009 a 2010 byl ve světě ve znamení silné hospodářské krize. Ta se nevyhnula pochopitelně ani České Republice. Protože Slévárna ZPS a. s. má z velké části vývoz do celého světa, tak bohužel to ve výrobě znamenalo pokles o 2 / 3 produktivity, kterou má dnes. Z tohoto údaje a z údaje za praní můžeme tedy usoudit, že pokud by se porovnaly náklady s dnešní dobou, byla by cena při praní 300 ks prádla za 14 dní pro firmu nákladnější, cena by byla **423.000,- Kč**. Za předpokladu, že by nebyla vyplácena odměna.

**Lze tedy usoudit, že úspora v ročním praní by byla 133.217,- Kč za jeden rok.**

Pochopitelně prádelna je dimenzovaná pro celodenní praní a taky by měla dostatečný objem teplé vody pro praní. Mohlo by se prát prádlo i pro další úseky firmy, popřípadě i pro firmy sousední, např. sesterskou firmu Tajmac a. s. Praní i jiného prádla než jsou silně zašpiněné montérky znamená úsporu v procesu praní a úspory by byly 2 – 3 vyšší, tím by se snížila doba návratnosti.

### **9.3 Ekonomické parametry projektu**

**Doba životnosti** - je dobou, po kterou je zařízení provozováno – tj. doba, po kterou bude hodnocena jeho ekonomická efektivnost. Například, pokud koupíte-li automobil, který chcete provozovat ve firmě 7 let ( např. doba splacení leasingu ) , bude doba jeho životnosti 7 let ( i když provozuschopný stav může být mnohem delší ). [20]

**Diskont** – je alternativní náklad kapitálu, nebo-li cena ušlé příležitosti. Jedná se o výnos v procentech, který by jste získali, kdyby jste tento automobil nekoupili a peníze investovali do něčeho jiného. [20]

**Doba návratnosti** – čím je tato doba návratnosti kratší, tím lze projekt doporučit k realizovatelnosti. Prostá doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale naopak velmi často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a tím i fakt, že kapitál můžeme vložit do jiných investičních příležitostí. Standardně se doba návratnosti počítá dle následujícího vzorce, kde IN je investice a CF jsou roční peněžní toky. [20]

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad (37)$$

**Diskontovaná doba návratnosti** – čím je diskontovaná doba návratnosti kratší, tím spíše lze projekt doporučit k realizaci. Jedná se o obdobné kritérium, jako prostá doba návratnosti ( předchozí bod), ale s tím rozdílem, že není založena na prostém peněžním toku, nýbrž na peněžním toku diskontovaném. Diskontovaný peněžní tok v roce t lze spočítat dle následujícího vzorce, kde r je diskont a t rok, ke kterému se DCF počítá. [20]

$$T_{ds} = \frac{IN}{DCF} \quad (38)$$

$$DCF = \frac{CF}{(1+r)^t} \quad (39)$$

**NPV ( čistá současná hodnota projektu )** – pokud investice obsahuje výnosy, volíme variantu s co nevyšším NPV. Pokud investici hodnotíme na základě nákladů, hledáme variantu s co nejnižším NPV. Čistá současná hodnota je v dnešní době jedním z nevhodnějších kritérií. Je v ní zahrnuta celá doba životnosti projektu i možnost investování do jiného, stejně rizikového projektu. NPV lze vypočítat podle vzorce: [20]

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t} \quad (40)$$

kde DCF jsou diskontované peněžní toky v jednotlivých letech a t doba životnosti projektu.

**IRR ( vnitřní výnosové procento )** – Čím je IRR větší, tím spíše lze projekt doporučit k realizaci. Vnitřní výnosové procento není nic jiného, než trvalý roční výnos investice. Jednoduše řečeno se jedná o diskont, při němž je NPV investice rovno nule. [20]

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t} = 0 \text{ tak } IRR = r \quad (41)$$

Pokud je vnitřní výnosové procento ( trvalý roční výnos ) větší než uvažovaný diskont, lze projekt (za určitých podmínek ) doporučit k realizaci. Interpretace a výpočet IRR není však nijak jednoduchá záležitost. Mohou se vyskytnout případy, kdy je IRR záporné nebo existuje IRR více a nebo neexistuje žádné. [20]

Pro ekonomické hodnocení životnosti jsem použil finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic na portálu [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) [7] [20]

## 9.4 Odhadované náklady na realizaci projektu

V rozpočtu pro dodávku projektu jsou vybrány určité komponenty, které byly v návrhu zmíněny. V tabulkách se objevuje orientační cena projektu. Cena může být pochopitelně vyšší – ovlivňují ji podmínky dodavatelů a cenou komponentů na trhu.



Tab. 12. Tabulka stavebních nákladů

<b>Stavební úpravy - vybrané části</b>	<b>Cena/Jednotka</b>	<b>Množství</b>	<b>Cena - sourhn</b>
beton b20 / 25 cena za kubík	2520	2,5	6300
svařovaná síť, pruty d=8, mříž 150 x 150, 6 qm	888	12	10656
architektonický projekt	20000	1	20000
elektro projekt	15000	1	15000
okna	3250	2	6500
ukotvovací prvky	3500	1	3500
Dekový strop - železobeton	3157	27,3	86186,1
kanalizační potrubí DN70	178	15	2670
potrubí z PPR 3/4	213	30	6390
dlažba	125	21,2	2650
obklad electra 25x35 lesk	311	56,5	17571,5
pojivo	83	77,8	6457,4
vzduchotechnika	9000	2	18000
nátěry	3500	1	3500
omítky	200	56,5	11300
zednické, bednářské, bourací a obkladačské práce	95000	1	95000
cena za automatické dveře 150 x 200	75000	1	75000
<b>Orientační cena stavebních úprav</b>			<b>386681</b>

Tab. 13. Tabulka topenářských nákladů

<b>Úpravy topenářské -vybrané části</b>	<b>Cena/Jednotka</b>	<b>Množství</b>	<b>Cena - sourhn</b>
Zásobník s výměníkem pro TUV	144720	2	289440
Expanzomat	890	2	1780
Trubka ocelová pozinkovaná DN 50	572	300	171600
Kompenzátor gumový DN 50	635	4	2540
Sací koš s klapkou DN 50	235	2	470
Přetlakový ventil 3/4"	140	2	280
Zpětná klapka DN 50	370	4	1480
Ventil 2"	595	2	1190
Ventil 3/4 "	265	2	530
Ventil pro el. hlavici DN 50	2355	6	14130
Čerpadlo Grundfos	26375	2	52750
Redukce, spojovací, připevňovací materiál	45000	1	45000
Cena architektonická	35000	1	35000
Cena za montáž	150000	1	150000
<b>Orientační cena topenářských úprav</b>			<b>766190</b>

Tab. 14. Tabulka nákladů za automatizaci a elektroinstalaci

<b>Technologie prádelny a automatizace</b>	<b>Cena/Jednotka</b>	<b>Množství</b>	<b>Cena - souhrn</b>
Pračka UNINAC UX55	300000	1	300000
Sušička UNIMAC UU 050	108000	1	108000
DDC podstanice Excel 50	28405	1	28405
Analogový vstupní modul XF521A	3819	1	3819
Digitální vstupní modul XF523A	5207	1	5207
Digitální výstupní modul XF524A	4745	2	9490
Komunikátor Honeywell BNA-1C	62623	1	62623
Teplotní snímač ZPA 241	1232	4	4928
Tlakový snímač DMP 331	11203	3	33609
Tlakový snimač ( spínač ) PSSRBO101 S	12764	2	25528
Servomotor ZEPAROT 1	5820	6	34920
Elektrický rozváděč pro prádelnu s jističi	125000	1	125000
Kabeláž, kabelové žlaby, úchyty, chrániče	83000	1	83000
Zařízení prádelny ( regály, uspořobení )	40000	1	40000
Osvětlení prádelny, vypínače, zásuvky	6500	1	6500
Architektonické zpracování	45000	1	45000
Montážní práce, oživení, revize	175000	1	175000
<b>Orientační ceny automatizace pro prádelnu a výměníky</b>			<b>1091029</b>

Součtem těchto orientačních tabulek Tab. 12., Tab.13. a Tab. 14 nám vyjde cena za realizaci stavby 2.243.900,- Kč.

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce byl návrh na využití oteplené cirkulační vody z procesu chlazení slévárny. Proces slévárny využívá velkého množství cirkulační vody. Pro potřeby projektu – prádelny však využití cirkulační vody znamená úsporu malého množství vypařené vody za jeden rok a nedá se touto položkou dále zabývat.

Oteplená voda však poslouží k ohřevu vody pro praní špinavého prádla, které se v této době vozí do prádelen. Úsporná opatření tedy vzniknou v projektu prádelny.

Roční úspora se pohybuje okolo 133 tisíc korun. Lze tuto hodnotu ještě znásobit nabídkou praní pro další úseky firmy a taky pro sousední společnosti. Tak by se zmenšila časová návratnost investice, který by byla s vybudováním projektu spojena. Prádelna je pro tuto situaci naddimenzována.

V této práci jsou navrženy změny ve stávajícím cirkulačním systému pro ochlazování vody v systému, jsou zde uvedena opatření, která by se musela při realizaci splnit, včetně zásahu do stavebních úprav objektu.

Jsou zde navrženy součásti nového automatizovaného systému pro ohřev teplé užitkové vody a samotného řízení pomocí regulátoru Excel 50 od firmy Honeywell, jeho řízení a monitoring pomocí vzdáleného počítače.

Navržen je zde prací a sušicí stroj, popsány jsou zde metody praní a potřebné údaje pro instalaci těchto strojů i ostatních zařízení v projektu uvedených.

V ekonomickém hodnocení jsem se zaměřil na orientační náklady spojené s realizací tohoto projektu, které byly rozděleny do tabulek podle druhu činnosti. Celková suma společných nákladů pro realizaci je 2.168.900,- Kč.

Dále jsou zde uvedeny možné úspory při provozu prádelny a jejího využití a s náklady na realizaci jsou porovnány. Z ekonomického pohledu je doba návratnosti tohoto projektu je asi 14let. Vnitřní výnosové procento investice IBR je 4% , což je u diskontu 3% a znamená to tedy, že realizaci návrhu lze doporučit.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

### Conclusion

The aim of this thesis was the suggestion how to use warmed circulating water from the cooling process foundry. Foundry process uses large amounts of circulating water. However, for the requirement of the project – laundry, the use of circulating water means saving a small amount of water evaporated per year and can not be further deal this item. However, warm water will be used to heat water for washing laundry, which is being carried to washing-houses at this time. Austerity measures thus will develop in the project of laundry.

Annual savings is about 133 000 crowns. This value we can multiply by offering of washing for other company sections and also for the neighboring companies. This would reduce the payback time, which would be associated with the construction project. Laundry is for this situation oversized.

In this thesis are suggested changes in the existing circulation system for cooling water in the system, there are introduced the measures which would have to fulfill in the implementation, including an intervention to the construction works of the object.

There are suggested components of the new automated system for domestic water heating and the managing itself by using Excel 50 controller made by Honeywell, its management and monitoring using remote computer.

There are designed washing and drying machines in this work, there are also described methods of washing and required data for installation of these machines and other equipment listed in the project.

In economic evaluation, I focused on the indicative costs associated with implementation of this project, which were divided into tables according to type of activity. The total amount of common costs to implement the 2.168.900,- CZK.

Then there are introduced the possible savings in laundry operations and its use and they are compared with implementation cost. From an economic point of view, the payback period of this project is about xxx years. Internal rate of return investment IBR is 4%, which is at 3% discount and it means that the implementation of the suggestion can be recommended.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] MERON A. S. Praní. Fulnek, 2012. Dostupné z: <http://www.meron.cz/o-firme/>
- [2] Trubkový výměník. Tenez [online]. 2012 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: [Výměníky. <i>Teorie výměníků</i> \[online\]. 2008 \[cit. 2012-06-05\]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/~vec05/PI/ZPI/zpiopory/07%20vymeniky%20tepla.pdf](http://homen.vsb.cz/~vec05/PI/ZPI/zpiopory/07%20vymeniky%20tepla.pdf)
- [3] Výměníky. Teorie výměníků [online]. 2008 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: [\http://homen.vsb.cz/~vec05/PI/ZPI/zpiopory/07%20vymeniky%20tepla.pdf](http://homen.vsb.cz/~vec05/PI/ZPI/zpiopory/07%20vymeniky%20tepla.pdf)
- [4] Teplotní snímače. ZPA Nová Paka [online]. 2012 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: <http://www.zpanp.cz/snimac-teploty-odporovy-do-jimky-csn-bez-prevodniku-nebo-s-prevodnikem-206.html>
- [5] Deskový výměník. BCB Plzeň [online]. 2012 [cit. 2012-06-04]. Dostupné z: <http://bcb-plzen.eu/alfalaval/rozebiratelne.htm>
- [6] Tlakový snímač. BD Sensors [online]. 2012 [cit. 2012-06-04]. Dostupné z: [http://www.bdsensors.cz/download/datasheet\\_dmp\\_331\\_cs\\_004.pdf](http://www.bdsensors.cz/download/datasheet_dmp_331_cs_004.pdf)
- [7] Kalkulátor investic. TZB [online]. 2012 [cit. 2012-06-06]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- [8] Dveře prádelny. G-Mont Hodonín [online]. 2012 [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: <http://www.g-mont.cz/garazova-vrata-prumyslova-sekni/dvere-automaticke-fotobunka-radar-vstupni/>
- [9] ZPS a. s. ZPS [online]. 2012 [cit. 2012-06-02]. Dostupné z: <http://www.sl.zps.cz/index.htm>
- [10] Excel 50. Honeywell [online]. 2012 [cit. 2012-06-01]. Dostupné z: [http://www.rekom-vd.eu/download/xl50\\_ti.pdf](http://www.rekom-vd.eu/download/xl50_ti.pdf)

- 
- [11] Excel 12. Honeywell [online]. 2012 [cit. 2012-06-01]. Dostupné z: [https://www.centraline.com/uploads/ecat-cz/ecatdata/pg\\_w7704.html](https://www.centraline.com/uploads/ecat-cz/ecatdata/pg_w7704.html)
- [12] Sběrnice automatizace. Sběrnice Honeywell [online]. 2012 [cit. 2012-06-01]. Dostupné z: <http://www.honeywell.cz/building/Aktuality/Architektury/LON.pdf>
- [13] Strojírenské technologie. In: BEROUN, Stanislav. KVM-TUL [online]. 2010 [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: [http://www.kvm.tul.cz/studenti/texty/uvod\\_do\\_strojirenstvi/UdS-4pr.pdf](http://www.kvm.tul.cz/studenti/texty/uvod_do_strojirenstvi/UdS-4pr.pdf)
- [14] Tepelná čerpadla. In: JIŘÍČEK, I. a V. RÁBL. VŠCHT [online]. 2005 [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: [http://www.vscht.cz/ktt/studium/zdrene/9.0\\_Tepeln%C3%A1\\_%C4%8Derpadla.pdf](http://www.vscht.cz/ktt/studium/zdrene/9.0_Tepeln%C3%A1_%C4%8Derpadla.pdf)
- [15] FIT IT4I Brno: Využití odpadního tepla z PC. VÚT BRNO. Wwww.vutbr.cz [online]. 2012 [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.vutbr.cz/tiskove-zpravy-f19527/v-kampusu-fakulty-informacnich-technologii-vut-v-brne-vyroste-budovapl-na-nejmodernejsich-it-laboratori-d60991/fit-it4i-q-012012-pdf-p53400>
- [16] Excel 50 - Panther: DDC regulátor. HONEYWELL. Excel 50 - Panther [online]. 2012 [cit. 2012-05-28]. Dostupné z: [http://www.rekom-vd.eu/download/Honeywell\\_xl50panthercz\\_kl.pdf](http://www.rekom-vd.eu/download/Honeywell_xl50panthercz_kl.pdf)
- [17] Sběrnice Honeywell. Honeywell [online]. 2012 [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: [http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Honeywell\\_prednasky/Protokoly\\_1.pdf](http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Honeywell_prednasky/Protokoly_1.pdf)
- [18] Chladicí věže. Sultrade [online]. 2012 [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: <http://www.sultrade.cz/prumyslova-chlazení-a-klimatizace/chladici-veze-otevrene/>
- [20] VYSLOUŽIL, Martin. Návrh využití odpadního tepla z indukčních pecí. Zlín, 2007. Dostupné z: <http://dspace.k.utb.cz/handle/10563/3238>. Diplomová práce. UTB FAI Zlín. Vedoucí práce Ing. Martin Zálešák CSc.
- [21] MERON A. S. *Firemní dokumentace*. Fulnek, 2012.
- [22] SLÉVÁRNA ZPS A. S. *Firemní dokumentace*. Zlín, 2006.
- [23] Servomotory. ZPA [online]. 2012 [cit. 2012-06-06]. Dostupné z: <http://www.zpanp.cz/servomotory/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

TUV	Teplá užitková voda.
Bd	Jednotka baud
C-BUS	Komunikační sběrnice C-Bus
LON	Komunikační sběrnice LON
M-BUS	Komunikační sběrnice M-Bus
MODBUS	Komunikační sběrnice MODBUS
OPC	OLE for Process Control
Kv	Průtokový součinitel ventilu
k	Součinitel prostupu tepla
Q	Tepelný výkon
M	Průtočné množství
Cp	Měrná tepelná kapacita
$\varepsilon$	Účinnost tepelného výměníku
$\rho$	Hustota
NTU	Míra přiblížení teplot ( pájené výměníky )
t	Časová konstanta
r	Výparnost, též hodnota 1 rok
IPC	Industrial Personal Computer – průmyslový počítač
IN	Investice, též vstup
CF	Roční peněžní toky
DCF	Diskontované peněžní toky
NPV	Čistá současná hodnota projektu
Pv	Úspora vody

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Slévárna ZPS a. s. Zlín - Malenovice .....	13
Obr. 2. Slévárna ZPS a. s. ....	14
Obr. 3. Kuplovna – řez s popisem .....	16
Obr. 4. Elektrická oblouková pec – řez.....	17
Obr. 5. Elektrická indukční středofrekvenční pec - řez .....	17
Obr. 6. Plynová kelímková pec – řez .....	18
Obr. 7. Elektrická odporová kelímková pec - řez .....	18
Obr. 8. Provoz slévárny .....	19
Obr. 9. Plnění přepravních nádob žhavým materiálem.....	20
Obr. 10. Plnění forem rozžhaveným materiálem .....	21
Obr. 11. Odlévání.....	22
Obr. 12. Výkres odlitku a schéma modelu.....	23
Obr. 13. Schéma slévárenské výroby do pískových forem .....	24
Obr. 14. Schéma dílů formy a postup při ručním formování pískové formy.....	25
Obr. 15. Schéma výroby odlitků z vytavitelného modelu.....	26
Obr. 16. Finální odlitky.....	27
Obr. 17. Modelárna ZPS a. s.....	28
Obr. 18. Schéma vysokotlakého lití .....	29
Obr. 19. Schéma kuplovny a přidružených procesů z ovládacího panelu tavníky .....	31
Obr. 20. Architektonický návrh nového výpočetního centra 1 .....	33
Obr. 21. Architektonický návrh nového výpočetního centra 2 .....	33
Obr. 22. Souproudý výměník.....	36
Obr. 23. Protiproudý výměník .....	37
Obr. 24. Rozebíratelný deskový výměník.....	38
Obr. 25. Pájený deskový výměník .....	40
Obr. 26. Trubkový výměník.....	42
Obr. 27. Průběh teplot pro souproudé výměníky .....	44
Obr. 28. Průběh teplot pro protiproudé výměníky .....	44
Obr. 29. Průtočné charakteristiky ventilů .....	47
Obr. 30. Schéma tepelného čerpadla.....	51
Obr. 31. Průmyslový prací stroj APM 120 E.....	60



---

Obr. 32. Chladicí výplně.....	69
Obr. 33. Jednostupňový termostat ventilátoru ( topení ) RT 26 .....	71
Obr. 34. Jednostupňový termostat ventilátoru ( topení ) RT 26 - řez .....	72
Obr. 35. Umístění chladicích věží vedle haly slévárny.....	74
Obr. 36. Chladicí věž EWK – řez .....	79
Obr. 37. Chladicí věž EWK.....	80
Obr. 38. Chladicí věž EWB – řez .....	80
Obr. 39. Chladicí věž EWB Chladicí věže EWB .....	81
Obr. 40. Chladicí věž EWD - C .....	82
Obr. 41. Chladicí věž EWB – W - řez .....	82
Obr. 42. Chladicí věž EWD – C - řez .....	83
Obr. 43. Topologie LON.....	86
Obr. 44. Příklad použití sběrnice LON – komunikace regulátorů s počítačem .....	87
Obr. 45. Schéma zapojení sběrnice LON do PC.....	88
Obr. 46. Karta PCI s řadičem LON.....	88
Obr. 47. USB řadič LON .....	89
Obr. 48. Propojení regulátorů IRC sběrnici LON .....	89
Obr. 49. Měření spotřeb LON.....	90
Obr. 50 C-bus architektura.....	91
Obr. 51. C – bus – převodník BNA .....	92
Obr. 52. Obr. „Native“ BACnet.....	93
Obr. 53. BACnet – architektura .....	94
Obr. 54. Struktura sběrnice M-Bus .....	94
Obr. 55. M-Bus architektura .....	95
Obr. 56. Kombinace protokolů C-Bus, LON a M-Bus .....	96
Obr. 57. M-Bus koncentrátor .....	96
Obr. 58. Převodník M-Bus / RS232.....	97
Obr. 59. OPC – architektura .....	98
Obr. 60. Modbus – architektura .....	99
Obr. 61. Komunikace s protokolem SNMP .....	101
Obr. 62. Regulátor Excel 12 .....	101
Obr. 63. DDC podstanice Excel 50.....	103
Obr. 64. Specifikace DDC podstanice Excel 50.....	107

---

Obr. 65. Svorkovnice DDC podstanice Excel 50 .....	108
Obr. 66. Rozměry DDC podstanice Excel 50 .....	109
Obr. 67. Návrh systému pro využití odpadní teplé vody .....	111
Obr. 68. Výroba zásobníku TUV s trubkovým výměníkem .....	116
Obr. 69. Výroba trubkové výplně výměníku.....	116
Obr. 70. Poptávkový list a návrh výměníku tepla voda – voda ELTE.....	117
Obr. 71. Cenová nabídka za 1 ks výměníku ELTE.....	118
Obr. 72. Katalogový list výměníku ELTE 1 .....	119
Obr. 73. Katalogový list výměníku ELTE 2 .....	120
Obr. 74. Katalogový list výměníku ELTE 3 .....	121
Obr. 75. Návod výrobce výměníku ELTE .....	122
Obr. 76. Okno programu se zadanými parametry .....	123
Obr. 77. Okno s křivkami závislostí na výšce vztlaku a výkonu čerpadla.....	124
Obr. 78. Vytipované čerpadlo programem WinCAPS – GRUNDFOS TP 50-160/4A- F-A GQQE.....	124
Obr. 79. Textové parametry čerpadla.....	125
Obr. 80. Rozměrové parametry čerpadla .....	125
Obr. 81. Analogový vstupní modul Honeywell XF521A .....	129
Obr. 82. Digitální vstupní modul XF523A .....	130
Obr. 83. Digitální výstupní modul Honeywell XF524A.....	131
Obr. 84. Komunikátor Honeywell BNA-1C pro síť LAN .....	132
Obr. 85. Příklad použití komunikátorů v síti LAN .....	133
Obr. 86. Architektura BNA – 1C .....	133
Obr. 87. Vizualizace chodu výměníkového systému .....	134
Obr. 88. Příklad monitoringu v programu Station – 1 .....	135
Obr. 89. Příklad monitoringu jednoho výměníku v programu Station – 2 .....	135
Obr. 90. Příklad nastavení regulátoru v monitorovacím programu Station -1.....	136
Obr. 91. Příklad nastavení regulátoru v monitorovacím programu Station – 2.....	136
Obr. 92. Teplotní snímač ZPA 241 .....	138
Obr. 93. Snímač tlaku DMP 331.....	139
Obr. 94. Servomotor ZEPAROT 1 s klapkovou armaturou.....	140
Obr. 95. Prací stroj UNIMAC UX55 .....	146
Obr. 96. Barel s pracím prostředkem od firmy Hagleitner .....	147

---

Obr. 97. Technické parametry pracího stroje UNIMAC UX55.....	148
Obr. 98. Upevnění pracího stroje UX55 .....	149
Obr. 99. Sušič UNIMAC UU 050.....	151
Obr. 100. Ukázka žehlicích lisů 1 .....	152
Obr. 101. Ukázka žehlicích lisů 2.....	153
Obr. 102. Objekt původní havarijní čerpací stanice .....	154
Obr. 103. Horní část objektu.....	155
Obr. 104. 3D model horní plochy objektu .....	156
Obr. 105. Spodní část horní plochy ( strop objektu ).....	157
Obr. 106. Tloušťky nové podesty horní plochy objektu .....	157
Obr. 107. Siločáry znázorňující stálé zatížení horní plochy .....	158
Obr. 108. Grafické znázornění zatížení plochy.....	158
Obr. 109. Okno programu NEXIS 32 znázorňující kladení vrstev výztuží .....	159
Obr. 110. Původní vchod do objektu .....	160
Obr. 111. Pohled na liniové prachotěsné dveře .....	161
Obr. 112. Ukázka dveří vhodných pro prádelnu .....	161
Obr. 113. Pohled do stávajícího objektu – čerpadla .....	162
Obr. 114. Původní rozmístění čerpadel v objektu .....	163
Obr. 115. Nové rozmístění zařízení prádelny .....	163
Obr. 116. Návrh pravé obvodové stěny s rozváděčem a ventilačními průduchy.....	164
Obr. 117. Umístění výměníků a technologie na horní plošinu objektu .....	164

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Tvrdost vody.....	57
Tab. 2. Postup praní - ložní prádlo mírně zašpiněné .....	61
Tab. 3. Postup praní - ložní prádlo středně zašpiněné .....	62
Tab. 4. Postup praní – ložní prádlo silně zašpiněné.....	63
Tab. 5. Postup praní – ložní prádlo středně zašpiněné - 2 .....	64
Tab. 6. Postup praní – ložní prádlo středně a silně zašpiněné .....	65
Tab. 7. Postup praní – prádlo mastné z kuchyní a mastné výroby.....	66
Tab. 8. Postup praní – prádlo barevné .....	67
Tab. 9. Omezení v síti LON.....	87
Tab. 10. Základní technické parametry – prací stroje UNIMAC.....	145
Tab. 11. Tabulka parametrů sušiče UNIMAC UU 050 .....	150
Tab. 12. Tabulka stavebních nákladů .....	173
Tab. 13. Tabulka topenářských nákladů .....	173
Tab. 14. Tabulka nákladů za automatizaci a elektroinstalaci.....	174

**SEZNAM PŘÍLOH**

- P1 Výkres původní technologie chladicích okruhů slévárny
- P2 Výkres návrhu v technologii chladicích okruhů slévárny
- P3 CD s diplomovou prací ve formátu PDF, katalogové listy použitých zařízení, návody pro instalaci, výkresy kreslené v programu AUTOCAD