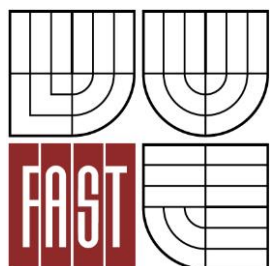




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE**  
**PEKÁRENSKÝCH PROVOZŮ**  
PLUMBING SYSTEMS FOR BAKING PLANTS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**BC. JAN HRUŠKA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. LADISLAV BÁRTA, CSc.**

BRNO 2015



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608T001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Diplomant</b>	Bc. Jan Hruška
<b>Název</b>	Zdravotně technické instalace pekárenských provozů
<b>Vedoucí diplomové práce</b>	Ing. Ladislav Bárta, CSc.
<b>Datum zadání diplomové práce</b>	31. 3. 2014
<b>Datum odevzdání diplomové práce</b>	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....  
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,  
MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## **Zásady pro vypracování**

### **A. Analýza tématu, cíle a metody řešení**

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

### **B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení**

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.

### **C. Technické řešení vybrané varianty**

## **Předepsané přílohy**

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Ladislav Bárta, CSc.  
Vedoucí diplomové práce

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá zdravotně technickými instalacemi pekárenského provozu v Modřicích. Teoretická část řeší výměnu tepla a zpracováním odpadní energie z pekárenských pecí. Práce se dále zabývá návrhem jednotlivých variant řešení zdravotně technických instalací a následným zpracováním vybrané varianty. Projektová část je zpracována na základě konzultací s odbornou firmou, zabývající se vybavením pekárenských provozů. Řešení je vypracováno na základě platných státních předpisů a norem.

## **Klíčová slova**

Kanalizace, vodovod, zdravotně technické instalace, přenos tepla, výměníky tepla, odpadní energie, dešťové vody, splaškové vody, EkoBlok

## **Abstract**

This diploma thesis deals with plumbing systems of baking plants v Modřicích. The first part looks for a solution exchange of heat and using waste energy from bakery ovens. There are performed several possibilities of projects for plumbing systems. Project part was worked out in cooperation with technical company wich produces equipment for bakery factories. The solution according to relevant standards

## **Keywords**

Sewerage systém, piping system, plumbing systém, heat exchange , heat exchange , waste energy, rainwater , sewerage, Ekoblok

## **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Jan Hruška *Zdravotně technické instalace pekárenských provozů*. Brno, 2014. 117 s., 24 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Ladislav Bárta, CSc.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18.12.2014

.....  
podpis autora  
Bc. Jan Hruška

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 18.12.2014

.....  
podpis autora  
Bc. Jan Hruška

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Ladislavu Bártovi Doc., vedoucímu mé diplomové práce, za trpělivost a cenné rady při tvorbě diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Miroslavu Janovskému z firmy Kornfeil s.r.o., za odborné konzultace a možnost návštěvy v pekárenských provozech.

Děkuji

# OBSAH

<b>ÚVOD</b>	<b>12</b>
<b>A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ</b>	<b>13</b>
<b>A.1 ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU, NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY</b>	<b>14</b>
<b>A.2 CÍLE A ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ</b>	<b>18</b>
<b>A.3 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>18</b>
A.3.1 Sdílení tepla	19
A.3.1.1 Vedení tepla (Kondukce)	19
A.3.1.2 Proudění tepla (Konvekce)	20
A.3.1.3 Sálání (Radiace)	21
A.3.2 Výměníky tepla	22
A.3.2.1 Aplikace výměníků tepla	22
A.3.2.2 Požadavky na správnou volbu výměníku	22
A.3.2.3 Požadavky na správnou volbu teponosného média	23
A.3.3 Rozdělení výměníků tepla	23
A.3.3.1 Rozdělení podle konstrukce	23
A.3.3.2 Rozdělení podle účelu	27
A.3.3.3 Rozdělení podle vzájemného směru a smyslu proudění teponosných médií	29
A.3.3.4 Rozdělení podle přenosu tepla	29
A.3.3.2 Rozdělení z hlediska skupenství pracovních médií	29
A.3.4 Provoz výměníků tepla	29
A.3.4.1 Zanášení	29
A.3.4.2 Koroze	30
A.3.4.3 Abraze	30
A.3.5 Základy návrhu výměníku	31
A.3.5.1 Prostup tepla	32
A.3.6 Využívání odpadního tepla	34
A.3.6.1 Druhy odpadní energie	34
A.3.7 Využívání odpadního tepla v pekárenských provozech	37
A.3.7.1 Možnosti využití odpadního tepla dle druhu pekárny	37
A.3.7.2 Pracovní pochody Ekobloku	38

A.3.7.2 Ekonomická návratnost	40
A.3.6 Závěr	41
<b>A.4 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI</b>	<b>44</b>
<b>B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ</b>	<b>50</b>
<b>B.1 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ V ZADANÉ SPECIALIZACI</b>	<b>51</b>
B.1.1 Návrh technického řešení vodovodu	51
B.1.1.1 Varianta č. 1	52
B.1.1.2 Varianta č. 2	56
B.1.2 Návrh technického řešení vodovodu	61
B.1.2.1 Varianta č. 1	62
B.1.2.2 Varianta č. 2	64
<b>B.2 HODNOCENÍ VARIANT</b>	<b>66</b>
B.2.1 Hodnocení variant vodovodu	66
B.2.2 Hodnocení variant kanalizace	67
<b>B.3 IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ</b>	<b>67</b>
B.3.1 Vytápění	68
B.3.2 Vdouchotechnika	67
<b>C. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY</b>	<b>68</b>
<b>C.1 BILANCE ODTOKU ODPADNÍCH VOD</b>	<b>69</b>
C.1.1 Splaškové vody	69
C.1.2 Dešťové vody	69
<b>C.2 BILANCE POTŘEBY VODY</b>	<b>70</b>
C.2.1 Výpočet	71
<b>C.3 BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY</b>	<b>72</b>
<b>C.4 VÝPOČTOVÉ ŘEŠENÍ JEDNOLIVÝCH INSTALACÍ - KANALIZACE</b>	<b>73</b>
C.4.1 Dimenzování potrubí splaškové kanalizace	73
C.4.2 Dimenzování potrubí dešťové kanalizace	79
C.4.3 Dimenzování jednotné kanalizační přípojky	82
C.4.4 Návrh lapáku tuků	83
C.4.5 Návrh odlučovače lehkých kapalin	84
C.4.6 Návrh retenčních nádrží	84

C.4.6.1 Návrh retenční nádrže pro dešťové vody ze zpevněných ploch	85
C.4.6.2 Návrh retenční nádrže pro dešťové vody ze střech	86
C.4.6.3 Návrh retenční nádrže pro dešťové vody ze střech	88
<b>C.5 VÝPOČTOVÉ ŘEŠENÍ JEDNOLIVÝCH INSTALACÍ - VODOVOD</b>	<b>89</b>
C.5.1 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu	89
C.5.2 Návrh cirkulace teplé vody	98
C.5.3 Tepelná roztažnost potrubí	101
C.5.4 Návrh přípravy teplé vody	102
C.5.5 Návrh hlavního vodoměru	105
<b>C.5 TECHNICKÁ ZPRÁVA</b>	<b>106</b>
<b>LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ</b>	<b>113</b>
<b>ZÁVĚR</b>	<b>114</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>115</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b>	<b>116</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>117</b>

# ÚVOD

Diplomová práce je rozdělena do tří hlavních kapitol. V části A se problematika zdravotně technických v pekárenském provozu instalací řeší teoreticky s využitím fyzikální podstaty dějů. V teoretickém řešení jsem se zabýval výměnou tepla a využíváním odpadní energie pro ohřev teplé vody. Následně jsem problematiku aplikoval v koncepční části B na zadanou budovu a navrhl varianty řešení. Část C slouží jako výpočtový podklad pro projekt zdravotně technických instalací zadaného objektu.

Zadaný objekt se nachází ve městě Modřice. Jedná se o budovu složenou z výrobních prostor a administrativního prostoru, kde jsou umístěny šatny a hygienické zázemí pro zaměstnance. Podkladem pro vypracování byla projektová dokumentace od vedoucího práce.

## **A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ**

## A.1 Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Řešený objekt: Rašnerova pekárna Modřice

Parametry objektu:

- samostatně stojící objekt v průmyslové zástavbě (v dosahu inženýrských sítí)
- výměra pozemku 6696 m<sup>2</sup>
- zastavěná plocha 2148 m<sup>2</sup>
- nepodsklepený, 2 nadzemní podlaží
- 1. NP slouží jako výrobná, 2. NP slouží administrativním účelům a jsou zde také šatny
- výška objektu 7,55 m
- počet zaměstnanců:       1. směna 26 osob (4:00 – 13:00)  
  2. směna 26 osob (13:00- 23:00)

Administrativní zaměstnanci 8 osob (6:00 – 14:30)

Řešený objekt se nachází v blízkosti městské zástavby a je v dosahu inženýrských sítí i komunikace. V ulici Tyršova bezprostředně u objektu vede stávající jednotná stoka DN 400 PVC.

Pozemek, na kterém je objekt lokalizován, má dostatečnou rozlohu na to, aby na něm bylo umístěno parkoviště pro zaměstnance a pro nákladní automobily, související s výrobou v závodu.

Objekt je řešen jako dvoupodlažní halová konstrukce. V prvním patře se nacházejí výrobní linky pro pečení rohlíků, chleba a sladkého pečiva. Další místnosti jsou zaměřeny na výrobu koblih, baget a strouhanky. Dále jsou zde skladovací prostory, prostory s mrazíci boxy, kynárny, místnosti na zpracování zeleniny apod.. V 1.NP se mimo ostatní nachází expediční místnost s prostory pro nakládku aut a myčka přepravek se skladem. Jsou zde i síla s výrobními materiály. Pro zaměstnance, kteří pracují v některé z výroben, jsou zde navrženy sociální zařízení a prostory pro úklid.

V 2.NP jsou situovány kanceláře související s fungováním závodu a šatny pro zaměstnance.

Údaje o roční produkci výroby:

- běžné pečivo 350 t / rok
- chlebové pečivo 1100 t / rok
- jemné pečivo 70 t / rok
- lahůdkářské výrobky 25 t / rok

	Místnost	Muži	Ženy
<b>1.NP</b>	Úklidová místnost	VL	
	WC	U, WC	
	Výrobní koblih	U	
	Výrobní baget, chlebičků	4xDJ, U	
	Mytí náradí a strojních dílů	VD, D1	
	Přípravna zeleniny	VD	
	Umývárna kuch. nástrojů	VD	
	Pekárna	U	
	Strouhanka	U	
	Úklidová místnost	VL	
	WC	PM, U, WC	2xWC, U
<b>2.NP</b>	Kotelna	U	
	Šatna	2xU, WC, SM	2xU, WC, SM
	Úklidová místnost	VL	
	WC	U, WC	
	Denní místnost	D1	

## Počty zařizovacích předmětů

Počty zařizovacích předmětů vychází z vyhlášky 268/2014 Sb. technických požadavcích na stavby.

	Zařizovací předmět	počet/muži	počet/ženy
<b>Provoz</b>	WC	2/11-50	2/11-30
	Umyvadla	1/10	
	Sprchy	1/15	
<b>Administrativa</b>	WC	1/1-10	1/1-10
		2/11-50	2/11-30
		3/51-100	3/31-50
		+1/na 50	4/51-80
	Pisoárové mísy	1/1-10	
		2/11-50	
		3/51-100	
		+1/na 50	

Jedná se o špinavý provoz: Znečištění kůže zaměstnance a jeho pracovního oděvu vzniká při práci. Počty zařizovacích předmětů odpovídají požadavku vyhlášky 268/2014 Sb.

## Normové a legislativní podklady

Zpracování diplomové práce proběhlo dle těchto norem zákonů a vyhlášek:

### Zákony a vyhlášky

- Vyhláška 268/2009 Sb. ze dne 12. srpna 2009 o technických požadavcích na stavby.
- Vyhláška č. 428/2001 Sb. ve znění vyhlášky č. 120/2011 Sb., provedení zákona o vodovodech a kanalizacích.
- Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. ve znění zákona č. 181/2008 Sb.

- Stavební zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu.
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod.
- Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb.

### **Normové poklady**

ČSN 01 3450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace

ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

ČSN EN 12056 2 Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy

Část 2: Odvádění splaškových vod – Navrhování a výpočet

ČSN EN 12056 3 Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy

Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet

ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace

ČSN 75 6261 Dešťové nádrže

ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN EN 1825-1 až 2 Lapáky tuku

ČSN EN 858-1 až 2 Odlučovače lehkých kapalin (např. oleje a benzín)

ČSN 75 6261 Dešťové nádrže

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou

ČSN 75 2411 Zdroje požární vody

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

ČSN EN 1717 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem

## **A.2 CÍLE PRÁCE A ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ**

Cílem této diplomové práce je vhodný návrh řešení zdravotně technických instalací v provozu průmyslové pekárny. Řešení vychází z platných legislativních a normových podkladů. Výběr vhodné varianty je ovlivněn nejen ekonomickým a ekologickým hlediskem, ale také mým osobním úsudkem. Jedním z cílů práce bylo zajistit dodávku teplé vody prostřednictvím druhotného zdroje energie, vznikajícím z odvádění spalin a vodní páry z pekařských pecí, který jsem zvolil na základě konzultací s firmou Kornfeil s.r.o..

Metody řešení jsem volil zejména numerické, s využitím výpočetní techniky, konkrétně programu MS Excel. Pro výběr cirkulačního čerpadla byl využit program firmy Grundfos WebCaps. Grafická část byla zpracována ve studentské verzi programu ArchiCad 14.

Teoretické řešení jsem provedl na základě odborné literatury, internetových zdrojů a konzultací se vedoucím práce a s panem Ing. Janovským s firmy Kornfeil s.r.o.

## A.3 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ

V této části práce řeším možnosti využívání odpadního tepla z pekařské výroby pomocí soustav s výměníky tepla. V úvodní části budou uvedeny a popsány možnosti sdílení tepla ve výměnících, jejich rozdělení a funkce, a dále postup jejich návrhu. V poslední části popisují možnosti využívání odpadního tepla a aplikaci tohoto procesu v pekařské výrobě.

### A. 3.1 Sdílení tepla

Proces přenosu vnitřní energie, která samovolně přechází mezi látkou či tělesem, s vyšší teplotou a látkou s nižší teplotou, se nazývá sdílení tepla. Sdílení může probíhat třemi způsoby: [2]

- vedení (kondukce)
- proudění (konvekce)
- sálání (radiace).

#### A. 3.1.1 Vedení tepla (Kondukce)

Přenos tepla vedením probíhá přednostně v látkách, které jsou pevného skupenství. V tekutinách (kapalinách a plynech) se uplatní spíše sdílení tepla konvekcí. Teplo je předáváno prostřednictvím kinetické energie, kterou předávají rychleji kmitající molekuly (teplejší) molekulám kmitajícím pomaleji (chladnějším). Charakter vedení určuje tepelná vodivost  $\lambda$ , která udává tepelný tok procházející 1 m<sup>2</sup> rovinné stěny o tloušťce 1 m při teplotním spádu 1 K.

Tab. 1: Tepelné vodivosti vybraných materiálů [1]

Materiál	$\lambda$ (W/m.K)
Minerální vlna	0,031
Nerez ocel	15-30
Uhlíkatá ocel	50
Hliník	230
Měď	380
Beton hutný	1,23-1,36
Železobeton	1,43-1,74
PVC	0,2

Pro většinu materiálů je tepelná vodivost funkcí teploty. Pro některé druhy ocelí, které se používají ke stavbě energetických zařízení, dochází se vzrůstající teplotou k růstu tepelné vodivosti, nebo naopak k jejímu poklesu.

Velikost tepelného toku při vedení tepla je definována Fourierovým zákonem tepelné vodivosti. [1]

$$dq = -\lambda * \frac{dt}{dr}$$

kde  $q$  - měrný tepelný tok ( $W/m^2$ )

$\lambda$  - tepelná vodivost ( $W/m.K$ )

$t$  – teplota stěny ( $^{\circ}C$ )

$r$  – tloušťka stěny (m)

Tepelný odpor  $R$  ( $m^2.K/W$ ) je vyjádřen podílem:

$$R = \frac{r}{\lambda}$$

### **A. 3.1.2 Proudění tepla (Konvekce)**

Sdílení tepla prouděním probíhá na základě pohybu prostředí. Vzniká prouděním tekutin, které jsou v kontaktu s okolními tuhými látkami s odlišnou teplotou. Vedení tepla se skládá ze dvou mechanismů. První mechanismus (kondukce), způsobený náhodným pohybem molekul, probíhá v mezní vrstvě tekutiny přilehající ke stěně. Druhý mechanismus je způsobený strháváním molekul pohybujících se ve volném proudu do mezní vrstvy, kde odebírají teplo a následně se vrací zpět. Sdělené teplo  $Q$  i součinitel prostupu tepla se určují ze součinitelů přestupu tepla  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  obou pracovních látek. [2] Na rozdíl od součinitele tepelné vodivosti je určení  $\alpha$  poměrně náročné. Velikost součinitele přestupu tepla je závislá na druhu tekutiny, charakteru a rychlosti proudění, typu proudění, geometrii stěn a vlastnostech tekutiny. [3]

Konvekce se dle typu proudění dělí na:

- přirozenou - způsobená rozdílem hustot (v důsledku rozdílu teplot)
- nucenou – způsobená ventilátorem, větrem, kompresorem, čerpadlem
- kombinovanou – způsobená kombinací nucené a přirozené konvekce

### A. 3.1.3 Sálání (Radiace)

Fyzikální podstatou šíření tepla zářením je elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou 100 μm – 0,1 μm. [4] Každé těleso vyzařuje elektromagnetické záření, a pokud se toto záření změní při dopadu na jiné těleso na tepelný tok, jedná se o tepelné záření. Šíření elektromagnetického záření není vázáno na hmotné prostředí, proto se může šířit i ve vakuu. Pro šíření záření platí zákony odrazu, lomu a pohlcování. Dopadající záření se rozdělí na fázovém rozhraní na odražené záření (reflexi), pohlcené záření (absorbci) a záření procházející. Pro řešení mezních situací byl zaveden termín Absolutně černého tělesa (AČT). AČT je takové těleso, které veškerou dopadající energii pohltí (procházející i odražené = 0). Naopak absolutně bílé těleso veškerou dopadající energii odrazí. Pro reálná tělesa bývá stanoven stupeň černosti, nebo bývají označována za šedá. [1]

Sálavost AČT můžeme určit dle Stefan – Boltzmannova zákona,

$$E_0 = \delta * T^4$$

kde  $\delta$  - Stefan – Boltzmannova konstanta ( $W/m^2.K^4$ )

$T$  – absolutní teplota tělesa (K)

Sálavost reálného tělesa o emisivitě (poměr sálavostí AČT a reálného tělesa),

$$E = C_0 * \varepsilon \left( \frac{T}{100} \right)^4$$

kde  $C_0$  – součinitel sálání AČT, ( $W/m^2.K^4$ )

$\varepsilon$  – emisní součinitel, většinou v rozsahu  $<0;1>$

Sdílení tepla sáláním z plochy  $S_1$  na plochu  $S_2$  je určeno vztahem,

$$Q = \frac{C_0 * S_1 * \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{\frac{1}{\varphi_{12}} + \left( \frac{1}{\varepsilon_1} - 1 \right) + \frac{S_1}{S_2} \left( \frac{1}{\varepsilon_1} - 1 \right)}$$

kde  $S_1$  – plocha sálajícího tělesa ( $m^2$ )

$S_2$  – plocha tělesa, na níž záření dopadá ( $m^2$ )

$\varphi_{12}$  – modifikovaný součinitel sálání

$T_1$  – absolutní teplota teplejšího tělesa (K)

$T_2$  – absolutní teplota chladnějšího tělesa (K)

## **A. 3.2 Výměníky tepla**

Zařízení pro uskutečnění průběžného nebo přerušovaného přenosu tepelné energie mezi dvěma nebo více proudícími médii se nazývají výměníky tepla. Jedná se o tepelné systémy, které umožňují předávání tepla z teplejšího (ohřívacího) média chladnějšímu (ohřívanému) médiu. Pracovní látky přitom můžou být v kapalném, nebo plynném stavu. [1]

### **A. 3.2.1 Aplikace výměníků tepla**

Výměníky se využívají v mnoha technických odvětvích. Zde jsou uvedeny nejčastější aplikace:

- ohřev pracovní látky – ohřev vody a ohřev vzduchu vodní parou, horkou vodou nebo spalinami
- chlazení pracovní látky – snížení teploty pracovní látky
- kondenzace páry – zkapalnění látky, přičemž odváděné teplo bývá obvykle ztrátovým teplem
- využívání odpadního tepla
- výroba páry.

### **A. 3.2.2 Požadavky na správnou volbu výměníku**

Hlavním požadavkem při návrhu výměníku je zajištění co nejintenzivnější předávky tepla při co nejnižších nákladech. Intenzitu přestupu tepla ovlivníme vhodnou volbou typu výměníku, materiálu pro konstrukci výměníku, konstrukčními úpravami a volbou vhodného pracovního média. Dalšími požadavky jsou rozměry a hmotnost, nízká cena, malá čerpací práce, spolehlivost provozu a snadná údržba. Všechny požadavky lze jen velmi obtížně splnit, proto je konečný návrh vždy kompromisem mezi těmito požadavky.

### **A. 3.2.3 Požadavky na správnou volbu teplotního média**

Výběr správného pracovního média závisí na mnoha faktorech:

- velká měrná tepelná kapacita
- vysoký součinitel tepelné vodivosti a přestupu tepla
- vhodný vztah mezi teplotou varu a tlakem
- nízká viskozita a s ní související nízké tlakové ztráty při proudění
- nízká agresivita vedoucí ke korozi soustavy
- zdravotní nezávadnost
- nízká cena
- dostupnost

Nejčastěji je nejvhodnějším médiem voda a vodní pára. Nevýhodou těchto látek je možnost vzniku koroze a udržování dostatečného tlaku, aby při dané pracovní teplotě nedocházelo k varu a nevznikala pára (výjimku tvoří výparníky a odparky). Konečná volba média je opět kompromisem mezi jednotlivými požadavky. [5]

### **A. 3.3 Rozdělení výměníků tepla**

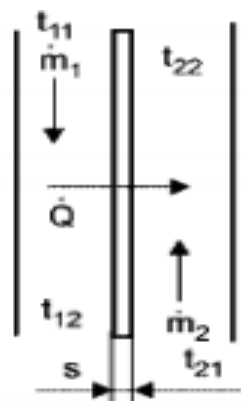
Výměníky tepla lze rozdělit podle několika kritérií

#### **A. 3.3.1 Rozdělení podle konstrukce**

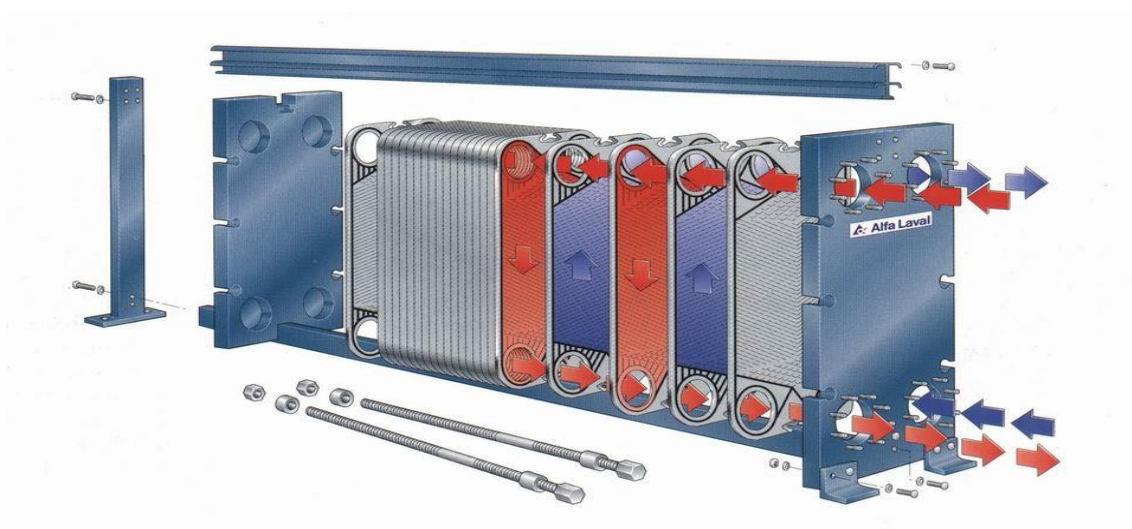
##### **Rekuperační**

Látky, které zprostředkovávají tepelnou výměnu, jsou odděleny nepropustnou stěnou o určité tloušťce s teplosměnnými plochami  $S_1$  a  $S_2$ . Podle tvaru a provedení teplosměnné plochy je dělíme na trubkové, deskové a výměníky s žebrovanými povrchy. Trubkové výměníky jsou složeny z jedné nebo více stočených trubek, kde teplosměnnou plochu tvoří plášť této trubky. Příkladem těchto výměníků jsou výměníky akumulčních nádrží či výměníky zásobníků teplé vody. Jejich nevýhodou je nízký součinitel přestupu tepla, proto musí mít k předání i relativně malého výkonu velkou teplosměnnou plochu. Příklad trubkového výměníku je na obrázku č. 3. Naproti tomu deskové výměníky mají

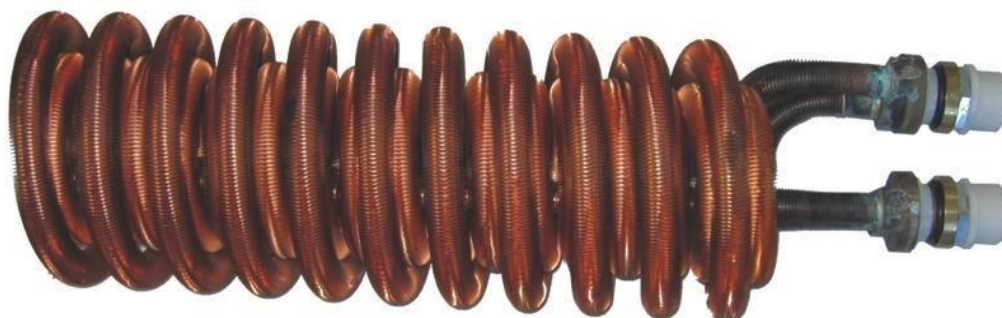
součinitel přestupu tepla až 10x větší. U deskových výměníků je teplosměnná plocha tvořena z tenkých kovových desek, které jsou pevně slisovány. V deskách jsou vylisovány kanálky, kudy proudí teplotná média. Příklad proudění je uveden na obrázku č. 2. [6]



Obr. 1 Schéma rekuperačního výměníku [5]



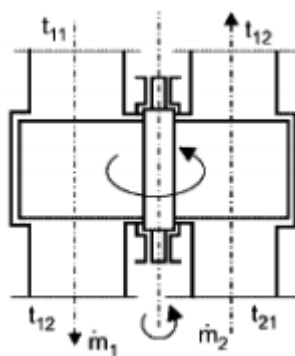
Obr. 2 Proudění v deskovém výměníku (ohřívací medium – červená, ohřivané - modře) [11]



Obr. 3 Příklad trubkového výměníku [6]

## Regenerační

Teplo se střídavě předává z odpadního vzduchu do teplosměnné hmoty nebo odevzdává do přívodního vzduchu, to znamená, že teplosměnný povrch hmoty je omýván střídavě odpadním i přívodním vzduchem. Teplejší látka předává teplo látce ohřivané. Nejběžnějšími, v energetice užívanými typy regeneračního výměníku, jsou rotační regenerátory a přepínací regenerátory. V rotačním regenerátoru je akumulací část výměníku tvořena válcem s průtočnými kanálky, který se otáčí v prostoru a střídavě zasahuje půlkou objemu do obou teplotných medií. Přepínací regenerátor funguje na principu přepínání (klapkami), kdy akumulací blokem protéká střídavě odpadní a přívodní vzduch. [7]



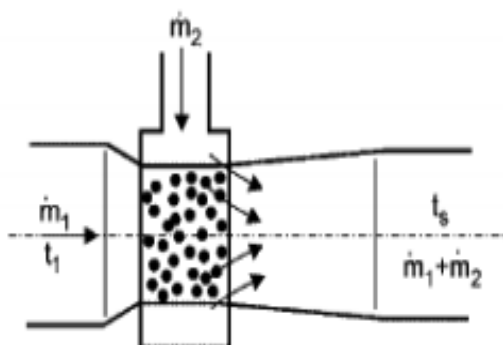
Obr. 3 Schéma regeneračního výměníku [5]



Obr. 4 Regenerační výměník typu Luvco [12]

## Směšovací

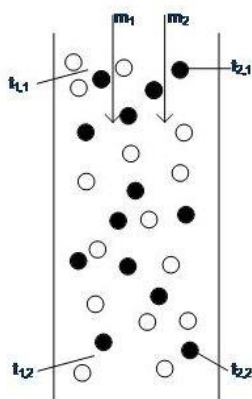
Ve výměníku dochází ke smíchání obou pracovních látek. Výměník nemá teplosměnné plochy. Nejčastější aplikací směšovacích výměníků je vstřík vody do páry nebo ohřev napájecí vody. Vstřík vody do páry slouží k regulaci přehřáté páry na požadovanou teplotu. Tyto výměníky se nazývají chladiče páry. Ohřev napájecí vody znamená mísení vody a nízkotlaké páry. Při tomto procesu nedochází pouze k výměně tepla, ale je to doprovázeno i změnou chemického složení. Tento typ výměníků se značí jako odplyňovávky. [5]



Obr. 5 Schéma směšovacího výměníku [5]

## Kontaktní

Ohřívané a ochlazované médium se promíchávají v pracovním prostoru a předávají si tepelnou energii. Poté se od sebe oddělí. Teplosměnnou plochu tvoří povrch částic pevné fáze.



Obr. 6 Schéma kontaktního výměníku [5]

Označení výměníků na obr.:

$t$  – teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ];

$m$  – hmotnostní tok pracovního média [ $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ];

indexy 1 – ohřívací médium, 2 – ohřívané médium,

11 – počáteční teplota ohřívacího média,

12 – konečná teplota ohřívacího média

21 - počáteční teplota ohřívajícího média

22 – konečná teplota ohřívajícího média

### **A. 3.3.2 Rozdělení podle účelu**

**Ohříváky** – ohřívané médium v nich zvyšuje svou teplotu, ale nedochází ke změně fáze.

**Chladiče** – snižování teploty ochlazovaného média bez změny fáze.

**Výparníky a odparky** - ohřívané kapalně médium se mění v páru.

**Kondenzátory** – teplejší médium v parní fázi mění fázi na kapalnou – kondenzát.

**Přehříváky a mezipřehříváky** – slouží k vysoušení mokré a zvyšování teploty syté, nebo přehřáté páry.

**Sušárny** – přívodem tepla se dosahuje snížení vlhkosti látky v pevné fázi.

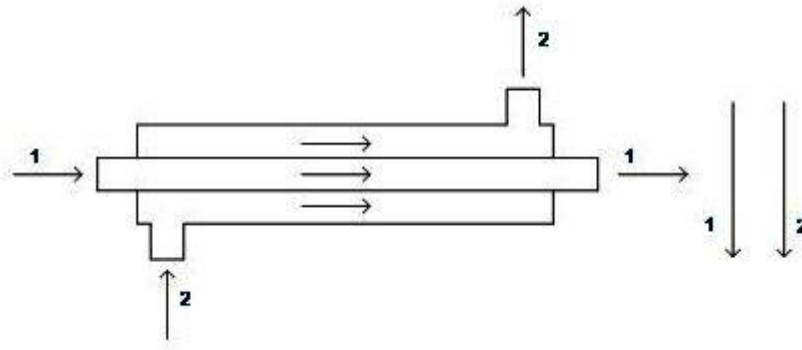
**Termické odplyňovány vody** – ohřevem vody k bodu varu dochází k vylučování pohlcených plynů.

**Otopná tělesa ústředního vytápění** – topné médium ohřívá okolní vzduch.

**Barbotážní** – probublávání plynů nebo par vodou. [1]

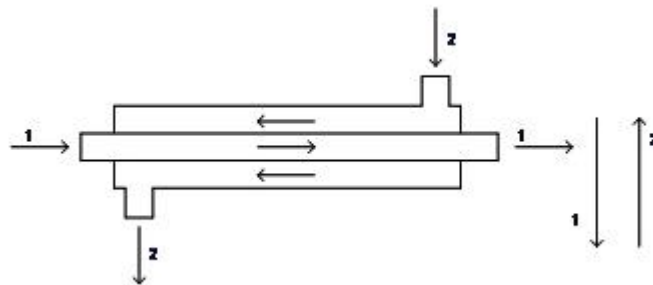
### A. 3.3.3 Rozdělení podle vzájemného směru a smyslu proudění obou teponosných médií

**Souproudé** – směry os proudů ohřivaného a ohřivacího média jsou rovnoběžné a rychlostní vektory mají stejný smysl.



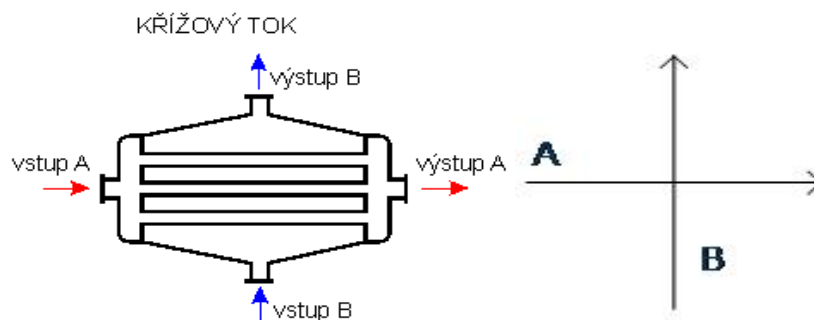
Obr. 7 Směr proudění v souproudém výměníku [1]

**Protiproudé** – směry os proudů jsou rovnoběžné a rychlostní vektory mají opačný smysl.



Obr. 8 Směr proudění v protiproudém výměníku [1]

**Křížové** – osy proudů jsou různoběžné a v kolmém průmětu svírají úhel 90°. [1]



Obr. 9 Směry proudění v křížovém výměníku [5]

### **A. 3.3.4 Rozdělení podle přenosu tepla**

**Konvekční** – předávání tepla ovlivňuje zejména proudící médium

**Sálavé** – většina tepla se předává sáláním

**Kombinované** - přenos tepla zprostředkován konvekcí i sáláním

### **A. 3.3.5 Rozdělení z hlediska skupenství pracovních médií**

Bez změny skupenství teplotnosných látek

Se změnou skupenství jedné teplotnosné látky

Se změnou skupenství obou teplotnosných látek [5]

## **A. 3.4 Provoz výměníků tepla**

Provoz výměníků je spojen s řadou mechanických poruch, které ovlivňují funkčnost výměníku a zkracují jeho životnost. Jedná se o:

- zanášení
- korozi
- abrazi

### **A. 3.4.1 Zanášení**

Zanášení je způsobeno usazováním různých materiálů (zejména solí, korozních produktů a dalších látek) na teplotnosných plochách. Usazeniny způsobují zvýšení tepelného odporu a díky tomu dochází ke snížení přenosu tepla. Dále tyto usazeniny vytváří korozní prostředí a také zužují průtočný průřez, a tím zvyšují rychlost proudícího média, která následně zvedne tlakovou ztrátu soustavy. Při úplném zanesení může dojít i k prsknutí trubek či svaru. Příklad zanesení potrubí je na obrázku č. 10. [5]

Zanášení lze ovlivnit:

- konstrukčními opatřeními
- mechanickým či chemickým čištěním
- snížením koncentrace solí a popílku ve spalínách či jiném médiu.



*Obr. 10 Zanesení parního potrubí [13]*

### **A. 3.4.2 Koroze**

Vznik koroze je způsoben kvalitou teplosměnných látek nebo teplotních medií. Tato porucha materiálu způsobuje oslabení stěny trubky a ve spojení s vrstvou nánosů způsobuje poruchy soustavy. Korozi ze strany vody nejčastěji způsobuje špatný pH faktor vody a špatně odplyněná voda. Zvláštní případ koroze nastává u spalínových výměníků (spaliny-vzduch, spaliny-voda) v případě že spaliny obsahují  $\text{SO}_2$  (spalování sirnatých paliv), Cl nebo F (spalování plastů). Tyto látky způsobují vznik kyselin, které při překročení rosného bodu způsobují nízkoteplotní korozi ze strany spalin. Koroze se nejvíce projeví při odstávkách výměníku. [5]



*Obr. 12 Koroze na trubkovnici výměníku [13]*

### **A. 3.4.3 Abraze**

Abraze neboli otěr vzniká, pokud teplotní látka obsahuje tuhé částice (většinou jako součást spalin). Tyto částice otírají materiál a způsobují úbytek teplosměnných ploch a jiných součástí konstrukce výměníku tzv. popílkovým otěrem. Abrazí lze předcházet snížením rychlosti spalin (úbytek materiálu je závislý na rychlosti) nebo pasivními ochranami (instalování ochranných plechů).[5]

Další možnosti poruch:

- špatné svary
- netěsnosti v zaválcování
- trhliny
- poškození kavitací.

## A. 3.5 Základy návrhu výměníku

Návrh výměníku tepla se ve většině případů stanovuje z výpočtu velikosti teplosměnné plochy a následným určením předávacího výkonu. Základními vztahy pro výpočet výměníku jsou bilanční (kalorimetrická) rovnice a rovnice prostupu tepla. Z porovnání těchto rovnic vychází velikost teplosměnné plochy a parametry pracovních látek při kontrolním výpočtu. [1]

Rovnice tepelné bilance

$$M_1 * c_1 * (t_{11} - t_{12}) * \eta = M_2 * c_2 * (t_{21} - t_{22})$$

kde  $t_{11}; t_{12}$  – teplota ohřívací látky na vstupu a výstupu (°C)

$t_{21}; t_{22}$  – teplota ohřívané látky na vstupu a výstupu (°C)

$M_1; M_2$  – hmotnostní tok ohřívací a ohřívané látky (kg/s)

$c_1; c_2$  – střední tepelná kapacita při konstantním tlaku obou látek (kJ/kg.K)

$\eta$  – tepelná účinnost výměníku, v bilanční rovnici na straně ohřívací látky (v praktických výpočtech tuto veličinu neuvažujeme)

Rovnice prostupu tepla

$$Q_{\tau,U} = U * \Delta t * S \Rightarrow$$

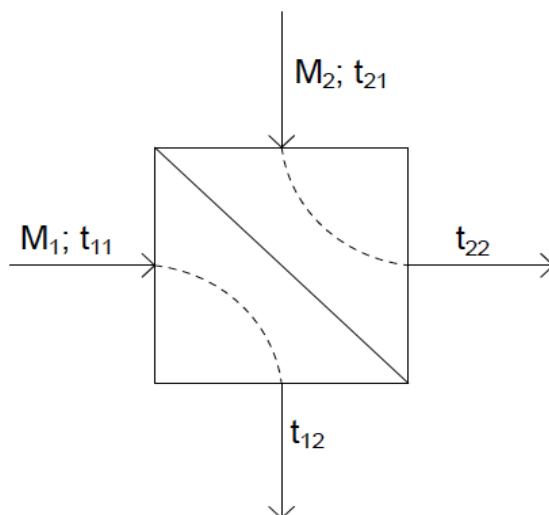
Velikost teplosměnné plochy

$$S = \frac{Q_{\tau,U}}{U * \Delta t}$$

kde  $U$  – součinitel prostupu tepla (W/m<sup>2</sup>\*K)

$\Delta t$  – střední teplotní spád

$S$  – velikost teplosměnné plochy (m<sup>2</sup>)



Obr. 13 Výpočtové schéma výměníku [1]

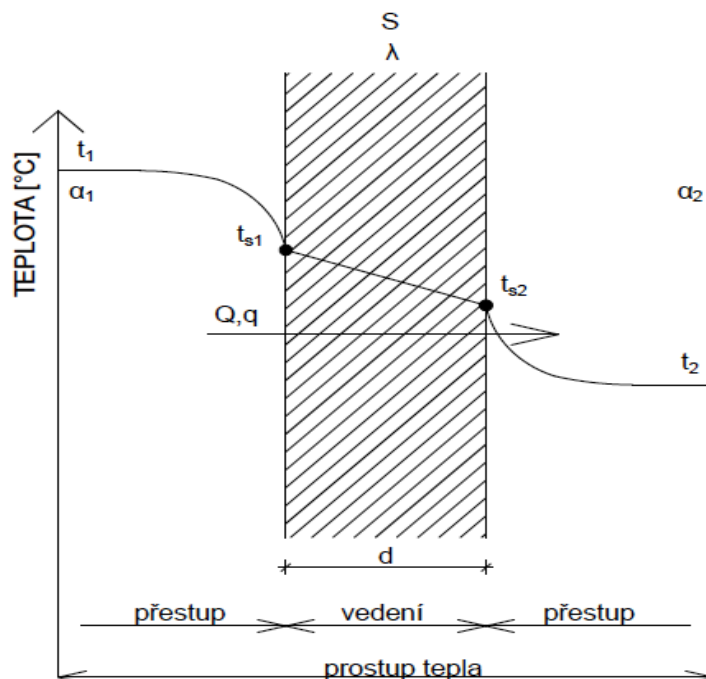
Na obrázku č. je znázorněn výměník tepla, kde první index označuje, jestli je látka ohřívána (2), respektive ohřívající (1). Druhý index směr proudění látky – vstup (1) a výstup (2). [1]

### A. 3.5.1 Prostup tepla

Prostup tepla je fyzikální děj, při kterém se tepelná energie první tekutiny v prostoru přenáší přes dělicí stěnu do druhého prostoru vyplněného druhou tekutinou. Nejzákladnějšími prostupy tepla jsou - prostup rovinou stěnou a prostup válcovou stěnou.

Základní veličinou charakterizující prostup tepla je součinitel prostupu tepla  $U$ . Jde o převrácenou hodnotu tepelného odporu  $R$ . Součinitel prostupu  $U$  zohledňuje vliv všech možností přenosu tepla (vedení, proudění, sálání).

Prostup tepla jednoduchou rovinou stěnou je schematicky vyjádřen na obrázku č. 14. Prostup je složen z přestupu tepla z prostoru 1, vedení tepla stěnou a přestupu tepla do prostoru 2.



Obr. 14 Průběh teploty při prostupu tepla rovinnou stěnou [3]

Pro rovinou stěnu je pak součinitel prostupu tepla  $U$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

kde  $\alpha_1$  – součinitel přestupu tepla ohřívací látky ( $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ )

$\alpha_2$  – součinitel přestupu tepla ohřívané látky ( $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ )

$\lambda$  - tepelná vodivost ( $\text{W/m}\cdot\text{K}$ )

$d$  – tloušťka stěny (m)

Prostup tepla válcovou stěnou je lépe, s ohledem na proměnnost teplosměnné plochy ve směru tepelného toku, vztáhnout na 1m délky.

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}$$

Index 1 značí vnitřní parametry trubky (plochu, průměr trubky, součinitel přestupu tepla) a index 2 vnější

Postup výpočtu výměníku je ovlivněn jeho druhem a druhem pracovních látek.

Nejrozšířenějšími metodami návrhu výměníku jsou metody:

- LMDT – střední teplotní spád
- $\epsilon$ - NTU – (Number of transfer units) založena na efektivnosti výměnku při přenosu určitého množství tepla

Návrh výměníku tepla je náročnou problematikou, kterou řeší odborné firmy. Tepelné výměníky se vždy navrhují pro konkrétní aplikace a podmínky provozu na základě specializovaného posudku. [5]

## **A. 3.6 Využívání odpadního tepla**

### **A.3.6.1 Druhy odpadní energie**

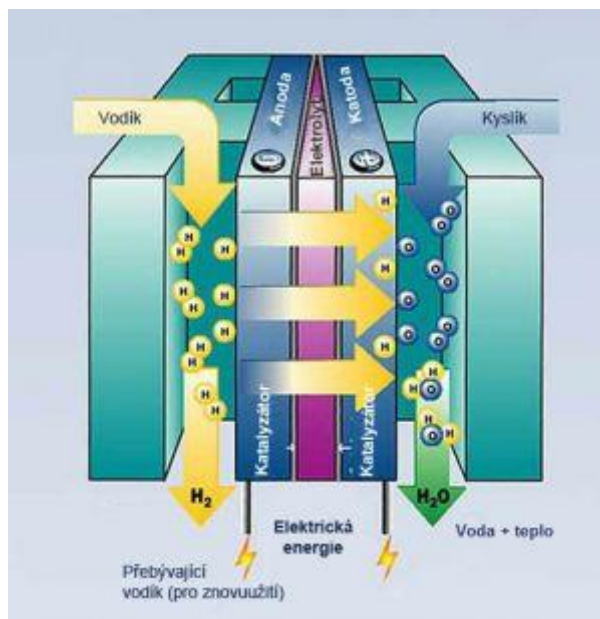
Stále rostoucí ceny energií a zákony podporující ekologii, nutí spotřebitele ke zpracování druhotných zdrojů energií, které vznikají jako vedlejší produkt výroby. Zachování konkurenceschopnosti firmy souvisí se snižováním spotřeby energie, a tím pádem s větším využíváním odpadní energie.

Základní rozdělení zdroje odpadní energie podle druhu látky, která nese energii je:

- chemická energie
- tepelná energie
- kinetická a potenciální energie plyných případně kapalných látek

#### **Chemická energie**

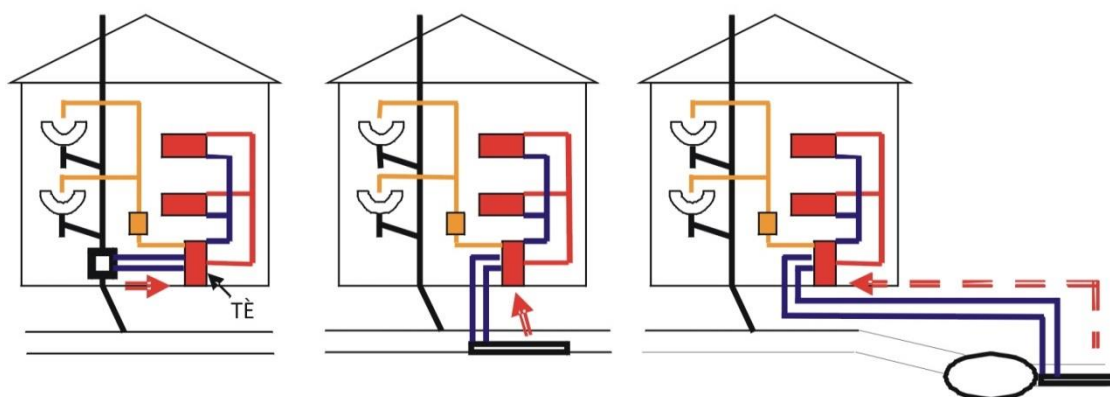
Jedná se o energii vázanou v odpadních palivech a odpadech z technologických procesů. Energie je vázaná na pevnou, plynou nebo kapalnou fázi odpadní látky. Příkladem využití chemického tepla jsou koksovny (koksárenský plyn), vysoké pece (vysokopecní plyn), či zpracování odpadních plynů, vznikajících v chemickém průmyslu. Chemická energie je většinou doprovázena energií tepelnou. Příklad přeměny chemické energie na energii elektrickou, je znázorněn na obrázku č. 15. [8]



Obr. 14 Řez galvanickým článkem [8]

## Tepelná energie

Tepelná energie je asi nejčastějším využitím zpracování odpadní energie. Tato energie vázaná na pevnou, kapalnou nebo plynou látku, je prostřednictvím výměníku tepla předávána ohřívané látce, ze které se teplo dále využívá například k přípravě TUV, výrobě elektrické energie, vytápění, chlazení atd. Tepelnou energii lze získávat z celé řady průmyslových odvětví. Zejména v hutním průmyslu je její využití velmi přínosné. Jednou z možností je recyklace tepelné energie z odpadních vod, odváděných do kanalizační stoky. Na obrázku č. 15 je znázorněna lokalizace míst pro odběr tepelné energie ze splaškových odpadních vod. [9]



Obr. 15 Odtok z budovy

Kanalizační stoka

Odtok z ČOV [9]

Odpadní teplo lze dle teploty rozdělit do tří skupin:

### **Odpadní teplo pod 100 °C**

Využití je pro výrobu elektrické energie, vytápění atd.

### **Odpadní teplo mezi 100 °C až 400°C**

Například v potravinářském průmyslu. Výměníky tepla slouží k výrobě páry, vytápění, příprava TUV, chlazení.

### **Odpadní teplo nad 400°C**

Tento druh tepla je typický pro hutnictví, sklárny, chemický průmysl atd. Využití tohoto tepla je zejména pro predehřev, výrobu elektřiny i vytápění. Zdrojem tohoto tepla je obvykle horký plyn. [8]

### **Kinetická a potenciální energie plynných případně kapalných látek**

Vznik těchto energií souvisí se zvyšováním tlaku tekutin, což se děje v kompresorech nebo čerpadlech. Pro stlačení je nutné dodat mechanickou práci elektromotorem či turbínou. Plynu nebo kapalině se dodá potenciální (tlaková) energie, která se ale v průběhu pracovního procesu nevyužije celá a pak se jako nepotřebná maří škrcením, takže vystupuje z technologického procesu jako ztrátová energie. Příkladem nevyužití je výroba surového železa ve vysokých pecích, kdy dmýchaný vzduch na vstupu do pece má tlak 0,25 až 0,3 MPa. Vystupující vysokopeční plyn na sazebně má ještě přebytečný přetlak 0,1 až 0,15 MPa, který se před napojením na plynovodní síť závodu škrtí v regulační stanici na přetlak 5 až 10 kPa. Tato odpadní energie se tak bez užitku přemění na tepelnou energii. Dalším využitím této energie je například využití tlakové energie spádu vodní páry pro parní turbíny a výrobu elektrické energie. [8]

## **A.3.7 Využívání odpadního tepla v pekárenských provozech**

Využíváním odpadního tepla z pekárenských provozů se zabývá celá řada firem. Já jsem si pro svůj případ vybral řešení firmy Kornfeil s.r.o.. Firma nabízí zpracování odpadního tepla z pečících pecí prostřednictvím soustavy Ekoblok Bypass. Celý, automaticky řízený systém, lze instalovat na jakýkoli druh pece, ať už na termoolejové, cyklotermické, nebo vozíkové či etážové. Ovšem ve spojení s automatickými moderními linkami dokáže snížit spotřebu energie v rozmezí 20 – 30%.

### **A.3.7.1 Možnosti využití odpadního tepla dle druhu pekárny**

Pekárny jsou energeticky velmi náročné provozy, kde kromě nákladů na běžný provoz, existují také vysoké náklady související s výrobou pekařských produktů. Jedná se zejména o náklady na ohřev kynáren, chlazení výrobků připravených k expedici, zpracování potravin a mytí nástrojů, přepravek a strojních součástí. Pro tyto účely je ideální zřízení soustav na zpracování odpadní energie.

Dle velikosti pekárny můžeme rozdělit tyto soustavy na dvě kategorie:

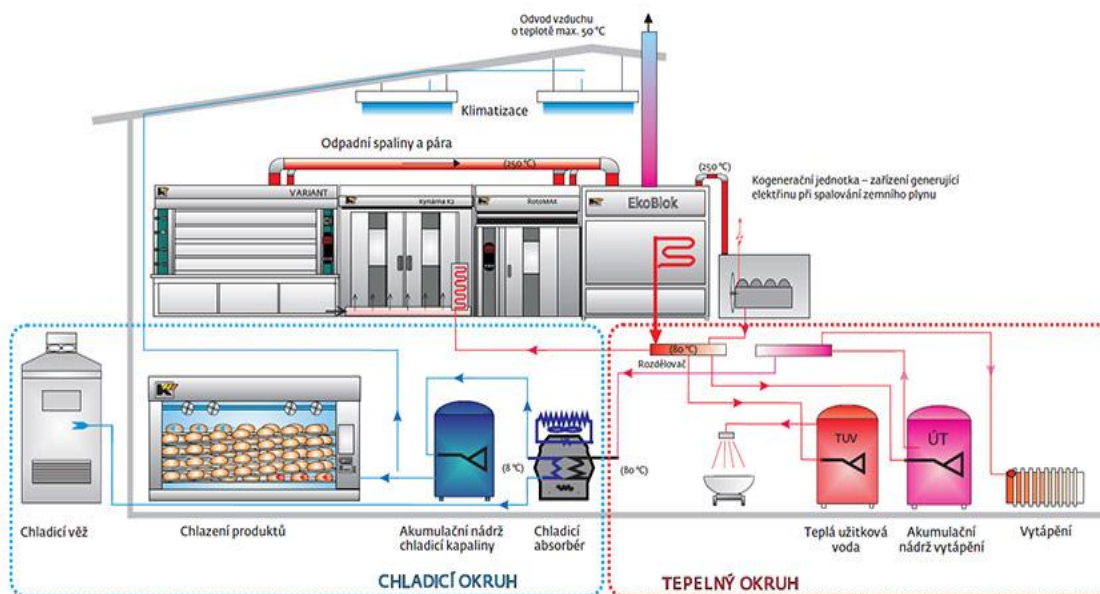
#### **Soustava s výměníky**

Jedná se o řešení pro malé řemeslné pekárny s jednou nebo dvěma pecemi, kde použitím výměníků získáme zpátky 6 – 8% vložené energie.

#### **Soustava EkoBlok Bypass**

Ekoblok je zařízení pro účinné získávání odpadní energie ze spalin a páry z plynových a termoolejových pekařských pecí. Dále zajišťuje redukci škodlivin ze spalin s tím i emisí CO<sub>2</sub>.

Energie, získaná ze spalin a páry, je převedena do horké vody a dále využívána pro potřeby pekárenského provozu. Případně jsou energetické špičky akumulovány do zásobníků horké vody. Systém BYPASS u Ekobloku poskytuje zcela bezpečný provoz i při přebytku energie a přepouští spaliny i páru z pecí mimo výměníky Ekobloku.



Obr. 16 Schéma pekárny s využitím soustavy Ekoblok Bypass [10]

Odpadní energie k topným účelům se využívá na:

- ohřev technologické a teplé vody
- vytápění kynáren a stopkynáren
- předehřev pro výrobu páry (v případě parních pecí)
- vytápění zázemí pekárny
- provoz myčky.

Odpadní energie k chladícím účelům se využívá na:

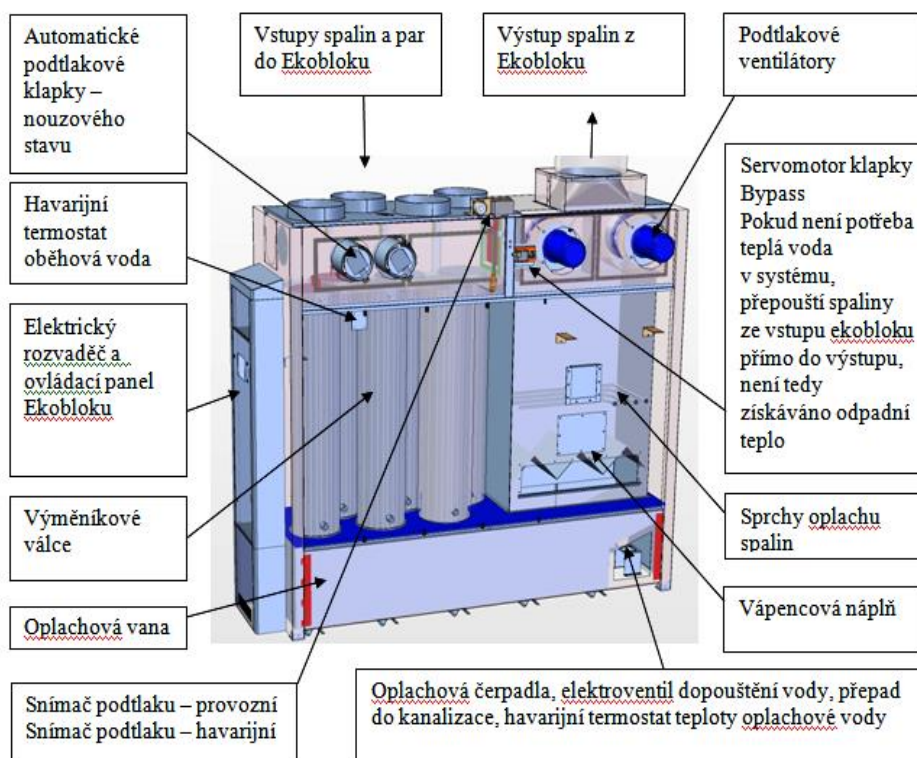
- chlazení expedice pekárny
- klimatizace pracovních prostor
- chlazení pekařských výrobků

### A.3.7.2 Pracovní pochody Ekobloku

Spaliny z pekařských pecí, o teplotě cca 250 °C, jsou přiváděny do výměňkových válců, ve kterých se převedou do formy horké vody cca 80°C. Spaliny jsou dále přes spalínové sprchy, kde se zbaví škodlivých sirnatých, siřičitých látek a zároveň se sníží emise CO<sub>2</sub>, odváděny do exteriéru. Teplota vystupujících spalin je redukována na 50 až 60°C. Vystupující voda se přes kombinovaný rozdělovač a sběrač rozdělí na topný a chladící okruh. Výměníky Ekobloku fungují na principu regeneračních protiproudých výměníků typu

vzduch voda. Systém Bypass zajišťuje bezpečnost provozu zařízení a také při přebytku energie zajistí přepouštění spalin z pecí mimo výměníky Ekobloku. Vnitřní schéma Ekobloku je znázorněno na obrázku č. 17.

EKOBLOK BYPASS VI



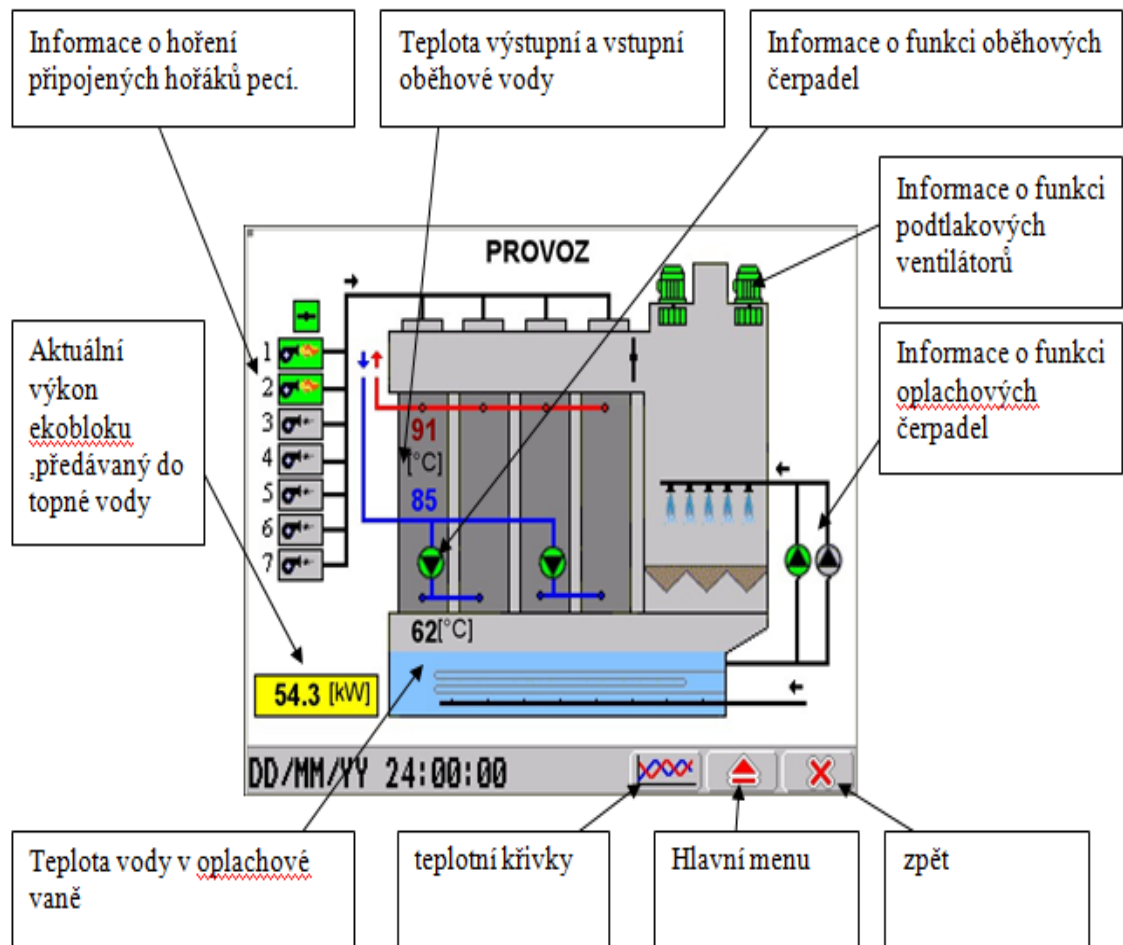
Obr. 17 Vnitřní schéma Ekobloku s popisem [10]

Řízení Ekobloku se provádí prostřednictvím elektronického vizualizačního systému systému, kde jsou na ovládacím panelu znázorněny nejdůležitější parametry systému (teploty, tlaky atd.), a také informace o funkci jednotlivých součástí systému. Řídící jednotka umožňuje nastavení těchto funkcí:

- regulace topné vody
- měření a vyhodnocování odpadního tepla
- grafické znázornění teplot a výkonu zařízení
- provozní stavy zařízení
- bezpečnost provozu

Obsluhu provádí zaškolení zaměstnanci pekárny, přičemž aktuální informace jsou v případě potřeby odeslány do centrály firmy Kornfeil s.r.o. Na níže

uvedeném obrázku č. je znázorněn ovládací panel Ekobloku, který je součástí řídicí jednotky tohoto zařízení.



Obr. 18 Obrazovka řídicí jednotky [10]

### A.3.7.3 Ekonomická návratnost

Ekonomická návratnost je jedním ze základních parametrů při investování do systému Ekoblok. Rozpětí ekonomické návratnosti se pohybuje v rozmezí 3 až 6 let v závislosti na počtu provozních hodin týdně. U malých a středních pekáren návratnost mezi 4 až 6 lety. V případě průmyslových pekáren lze předpokládat návratnost 3 až 4 roky. Pořizovací cena Ekobloku se pohybuje, v závislosti na druhu Ekobloku mezi 600 000 – 940 000Kč. Návratnost souvisí nejen se správným návrhem Ekobloku ale i se správným provozem dle odborných školení a pravidelnou kontrolou měřených hodnot zařízení. [9]

## **A. 3.8 Závěr**

Řešení přenosu, výměny a zpracování tepelné energie je stále jedním z nejdůležitějších úkolů v oblasti technických zařízení budov. Ke správné aplikaci na dané budově je třeba přihlédnout k celé řadě faktorů, a to jak technologickým, tak ekonomickým. Výsledkem musí být optimální kompromis mezi oběma faktory, se zachováním správné funkčnosti. Návrh samotný je o spolupráci mnoho odvětví, proto je toto téma z hlediska řešení velmi náročné a vyžaduje vzájemnou spolupráci všech oborů, které do návrhu vstupují. S aplikací zařízení na předávání a zpracování odpadní energie jsem se seznámil při návštěvě pekárenských provozů v Blansku a Benešově, kde jsem se zajímal o fungování soustav související se zdravotní technikou.

## Seznam použité literatury

[1] BALÁŠ, Marek. Kotle a výměníky tepla. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-802-1447-707.

[2] PAVELEK, Milan. Termomechanika. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 192 s. ISBN 978-80-214-4300-6.

[8] KYSELA, Ladislav. VYUŽITÍ DRUHOTNÝCH ZDROJU ENERGIE: Poznámky k přednáškám. 1. vyd. Ostrava: Katedra energetiky Fakulty strojní VŠB, 2008.

## Seznam internetových zdrojů

[3] Konvekce. [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/termo/17\\_Konvekce.pdf](http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/termo/17_Konvekce.pdf).

[4] Konvekce. [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/termo/19\\_Zareni.pdf](http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/termo/19_Zareni.pdf).

[5] Výměníky tepla [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125yatm/prednasky/125yatm-06.pdf>.

[6] Regulus. [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/vymeniky-tepla>.

[7] Regenerace. [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.qpro.cz/ZZT-rekuperace-regenerace>

[9] ASIO. [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/222.energie-a-voda-aneb-vyuziti-odpadniho-tepla-z-vodohospodarskych-i-jinych-procesu>

[10] Kornfeil. Pekařské pece- Bakery ovens. [online]. 2011. vyd. [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://www.kornfeil.cz/>

[11] Alfalaval [online]. [cit. 2015-01-16]. Dostupné z: <http://local.alfalaval.com/cs-cz/Pages/default.aspx>

[12] Novar. [online]. [cit. 2015-01-16]. Dostupné z:  
[http://www.novar.pl/files/lib\\_doc/realisation-heaters.php?Lang=cz](http://www.novar.pl/files/lib_doc/realisation-heaters.php?Lang=cz)

[13] Termont. [online]. [cit. 2015-01-16]. Dostupné z:  
<http://www.termomont.cz/cistení-tepelnych-vymeniku/>

## A.4 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI

Pro zpracování této práce jsem se snažil získat možnost návštěvy v obdobně velké pekárně jako v zadání. Ovšem u všech dotázaných pekáren jsem narazil na problém se striktními interními předpisy, reflektující s regulativy mezinárodní certifikace IFS, jejichž držitelem jsou všechny větší pekárny.

Kontaktované pekárny:

UNITED BAKERIES a.s. (Delta Pekárny a Odkolek)

ADÉLKA a.s.

Domita a.s.

PENAM a.s.

OPEKO a.s.

BENEA a.s.

Nakonec jsem se prostřednictvím firmy Kornfeil s.r.o., zajišťující pekařské technologie, dostal do provozu pekáren DOPES v Benešově a do Blanenských pekáren.

Pekárna DOPES vznikla v roce 1997 je spíše menšího rozsahu (10 pracovníků na směně + 5 administrativních). Provoz pekárny je dvousměnný, a to v časech 04:00 - 13:00 a 13:00 – 22:00. Zázemí firmy je umístěno v bývalém kulturním domě na náměstí Benešova u Boskovic. Vzhledem k tomu není řešení provozu firmy zrovna ideální. V první, nadzemní podlaží se nachází administrativní zázemí pekárny a kotelna s termoolejovým kotlem a Ekoblokem. Zásobníky TUV se nacházejí vzhledem k omezenému prostoru nevhodně, po obou stranách spojovací chodby. Dále je v prvním patře umístěn sklad přepravek starých strojních součástí a mouky.



*Obr. 19 Termoolejový kotel*



*Obr. 20 Zařízení na zpracování odpadního tepla Ekoblok*



*Obr. 21 Nevhodné umístění zásobníků TUV na chodbě*

V přízemí objektu se nachází samotná pekárna se třemi automatickými etážovými pecemi na chleba, boxovými pecemi na pečivo, zařízeními na smažení koblih a balící a krájecí linka. Dále je zde umístěna myčka přepravek s přívodem studené vody a míchací stroj s přívodem teplé i studené vody, se zařízením na přesné nastavení teploty vody. Pro místnost s myčkou přepravek byla instalována podlahová vpust'. Rozvody vody jsou převážně zrekonstruovány.



*Obr. 22 Míchací zařízení se zázemím*



*Obr. 23 Myčka přepravek*

Blanenská pekárna je průmyslový pekárenský provoz se 120 zaměstnanci. Provoz je opět dvousměnný od 03:00 do 12:00 první směna a od 12:00 do 22:00 druhá směna. Pekárna je právě rekonstruována, ovšem provoz pekárny to nenarušuje. Hlavní budovu pekárny tvoří jednopodlažní halová konstrukce, ve které se nachází moderní termoolejové pásové etážové pece ThermoRoll, které jsou zobrazeny na obrázku č. 24



*Obr. 24 Pásové pece Thermoroll*

Pekárnu lze z hlediska používaných pracovních látek rozdělit na část termoolejovou a na část parní. Každá část má vlastní kotelnu, které už prošly rekonstrukcí. Parní kotelna je vybavena zařízením na úpravu vody Aquaterm, které je instalováno společně s parním plynovým kotlem Viesmann. Rozvod pracovních látek pro vytápění a provoz zajišťuje hydraulický rozdělovač a sběrač. Pro zajištění dodávky tepla a teplé vody mimo pečící období pekárny je zde také instalován záložní plynový teplovodní kotel.



*Obr. 25 Zařízení na úpravu vody Aquaterm*



*Obr. 26 Parní plynový kotel Viessmann*

Zásobníky teplé vody a zásobníky horké vody jsou společně se zařízením Ekoblok VI umístěny v 1. nadzemním podlaží nad provozem pekárny, odkud jsou přiváděny spaliny a pára do Ekobloku nerezovým potrubím. Zapojení zásobníků a umístění Ekobloku je zřejmé z obrázku č. 27. Zásobníky TUV Agrostar jsou dva, o objemu 2000l. U každého zásobníku je osazena expanzní nádoba na přívodu studené vody.



*Obr. 27 Zapojení zásobníků TUV*



*Obr. 20 Ekoblok VI*

## **B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ**

## B.1 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ V ZADANÉ SPECIALIZACI

Kapitola B obsahuje variantní možnosti technického řešení zadané specializace. Protože se jedná o zdravotně technické instalace pekárenských provozů, vybral jsem porovnání způsobu ohřevu teplé vody pro variantní řešení vodovodu. Pro variantní řešení kanalizace jsem si vybral porovnání způsobu odvádění dešťových vod ze zpevněných ploch areálu.

### B.1.1 Návrh technického řešení vodovodu

Objekt je napojen vodovodní přípojkou na vodovodní síť vedenou v ulici Tyršova. Vstup vodovodu do objektu je proveden prostřednictvím vstupní šachty v místnosti č. 143 sklad surovin. Potrubí vnitřního vodovodu je vedeno převážně pod stropem, kde je dostatek místa. Dimenzování provedeno dle ČSN 75 5455. Výpočtový průtok vody byl stanoven v závislosti na druhu části objektu. Podrobný popis řešení je v kapitole C.

#### Bilance potřeby teplé vody

Vstupní hodnoty:

Ve výrobě pracuje 26 osob při první směně a 26 při druhé směně. V administrativní části budovy pracuje 8 pracovníků. Jedná se o špinavý provoz, proto je potřeba vody na osobu pracovníků na směně přenásobit součinitelem prodloužení doby dodávky  $p_d = 1,5$ .

1. směna 26 pracovníků výroba	0,06 m <sup>3</sup> /osoba/směna
2. směna 26 pracovníků výroba	0,06 m <sup>3</sup> /osoba/směna
8 administrativních pracovníků	0,02 m <sup>3</sup> /osoba/směna
Úklid 295,81 m <sup>2</sup>	0,02 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup>
Výdej jídel	0,001 m <sup>3</sup> / 1 jídlo
Potřeba teplé vody pro výrobu	4 m <sup>3</sup> / den po obě směny (odhad)

$$Q_t = 52 \cdot 0,06 + 8 \cdot 0,02 + 0,02 \cdot 2,9581 + 60 \cdot 0,001 + 4 = 7,39 \text{ m}^3/\text{den}$$

Návrh velikosti zásobníků byl proveden dle činností, přičemž hodnoty pro mytí osob byly přenásobeny součinitelem prodloužení doby dodávky  $p_d = 1,5$ . Hodnoty pro výrobu byly rovnoměrně rozpočítány z odhadované celkové potřeby teplé vody pro výrobu a mytí, kdy na konci směny bude spotřeba vzhledem k mytí dvojnásobná. V tabulce jsou uvedeny použité hodnoty potřeby teplé vody a tepla.

	Činnost	Objem dávky $V_d$ (m <sup>3</sup> )	Teplo v dávce $Q_2$ (kWh)
Mytí osob	mytí rukou	0,002	0,10
	mytí těla	0,015	0,52
	sprcha	0,0375	1,32
Mytí nádobí	pouze výdej jídel	0,001	0,05
Výroba	výroba + mytí strojů	0,18	9,42
Úklid	mytí podlahy + úklid	0,020	1,05

### B.1.1.1 Varianta č. 1

První variantu jsem zvolil jako neúspornou porovnávací variantu, na které bych chtěl ukázat možnost ušetření energie potřebné pro přípravu teplé vody. V této variantě bude ohřev teplé vody zajištěn elektrickými zásobníkovými ohříváči. Výpočet potřeby teplé vody a objemu zásobníku byl stanoven dle ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.

Doba nízkého tarifu dle dodavatele je od 4:00 do 8:00 a od 15:00 do 19:00.

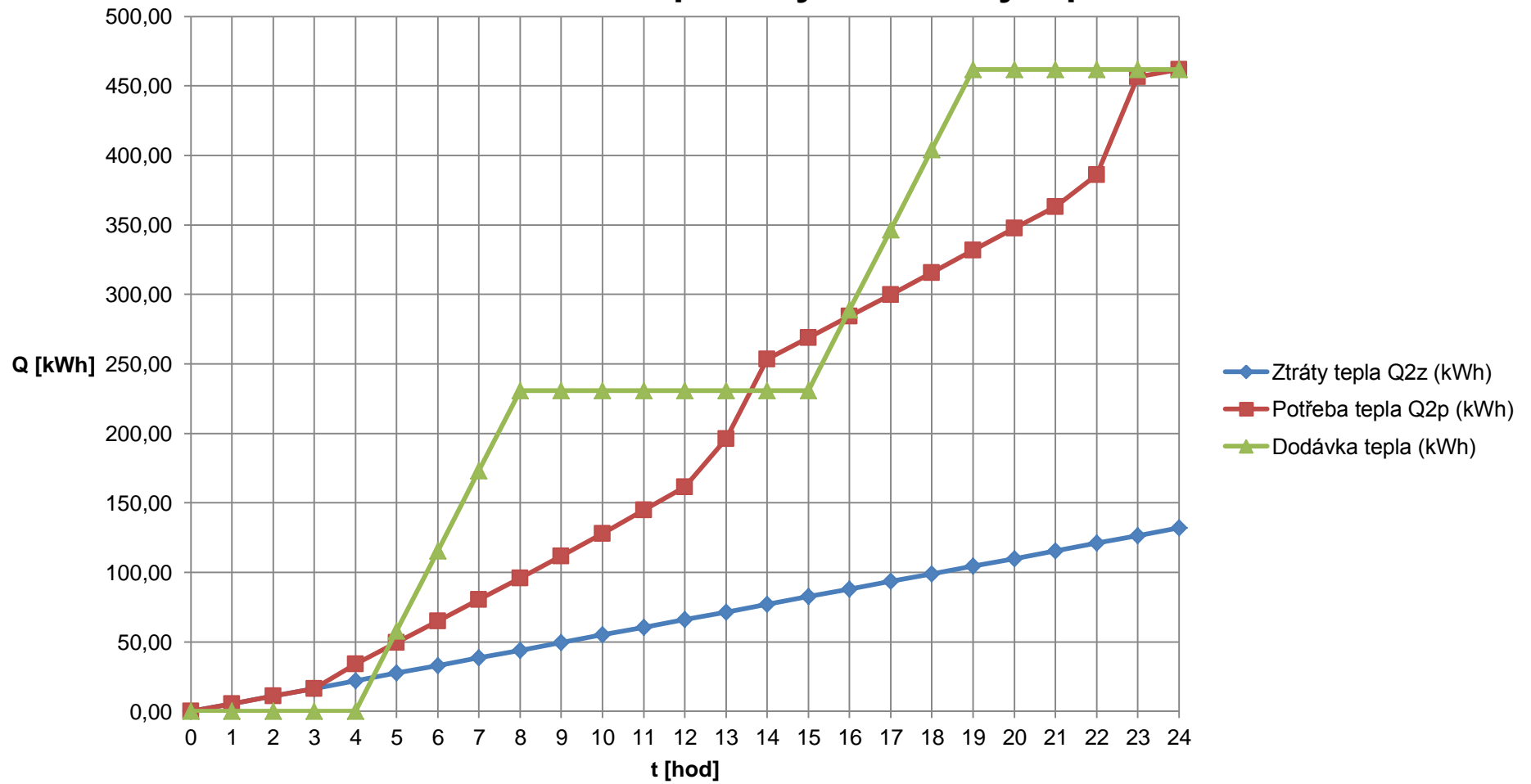
Zásobníkové ohříváče budou umístěny v kotelně ve výrobní části objektu. Budou zde navrženy dva elektrické zásobníkové ohříváče Dražice OKCE 2000 S/1MPa. Na přívodu studené vody bude osazen pojistný ventil.

#### Návrh velikosti zásobníku

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c \cdot (\Theta_2 - \Theta_1)) = 172,99 / (1,163 \cdot (55 - 10)) = 3,31 \text{ m}^3$$

Hodina	Mytí osob			Mytí nádobí	Výroba	mytí podlahy + úklid	Dílčí potřeba teplé vody $V_{2p}$ (m <sup>3</sup> )	Dílčí potřeba tepla $Q_{2t}$ (kWh)	Ztráty tepla $Q_{2z}$ (kWh)	Potřeba tepla $Q_{2p}$ (kWh)	Dodávka tepla (kWh)	Rozdíl křivek (kWh)
	mytí rukou	mytí těla	Sprcha	pouze výdej jídel	výroba + mytí strojů							
0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	5,50	5,50	0,00	-5,50
2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	11,00	11,00	0,00	-11,00
3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	16,50	16,50	0,00	-16,50
4	26	0	0	0	1	0	0,23	12,02	22,00	34,02	0,00	-34,02
5	5	0	0	0	1	0	0,19	9,92	27,49	49,44	57,74	8,30
6	7	0	0	0	1	0	0,19	10,12	32,99	65,05	115,48	50,43
7	6	0	0	0	1	0	0,19	10,02	38,49	80,57	173,22	92,65
8	3	0	0	0	1	0	0,19	9,72	43,99	95,79	230,96	135,17
9	10	0	0	0	1	0	0,20	10,42	49,49	111,71	230,96	119,25
10	12	0	0	0	1	0	0,20	10,62	54,99	127,83	230,96	103,13
11	13	0	0	17	1	0	0,22	11,57	60,49	144,90	230,96	86,06
12	8	0	0	17	1	0	0,21	11,07	65,99	161,47	230,96	69,49
13	34	13	0	0	2	0	0,62	29,00	71,48	195,97	230,96	34,99
14	15	13	26	0	1	0	1,38	52,00	76,98	253,46	230,96	-22,50
15	4	0	0	0	1	0	0,19	9,82	82,48	268,78	230,96	-37,82
16	5	0	0	0	1	0	0,19	9,92	87,98	284,20	288,70	4,50
17	7	0	0	0	1	0	0,19	10,12	93,48	299,82	346,44	46,62
18	8	0	0	0	1	0	0,20	10,22	98,98	315,54	404,18	88,64
19	6	0	0	13	1	0	0,21	10,67	104,48	331,71	461,92	130,21
20	5	0	0	13	1	0	0,20	10,57	109,98	347,78	461,92	114,14
21	3	0	0	0	1	0	0,19	9,72	115,47	363,00	461,92	98,92
22	12	13	0	0	1	0	0,40	17,38	120,97	385,87	461,92	76,05
23	20	13	26	0	2	2,9581	1,63	65,03	126,47	456,40	461,92	5,52
24	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	131,97	461,90	461,92	0,00

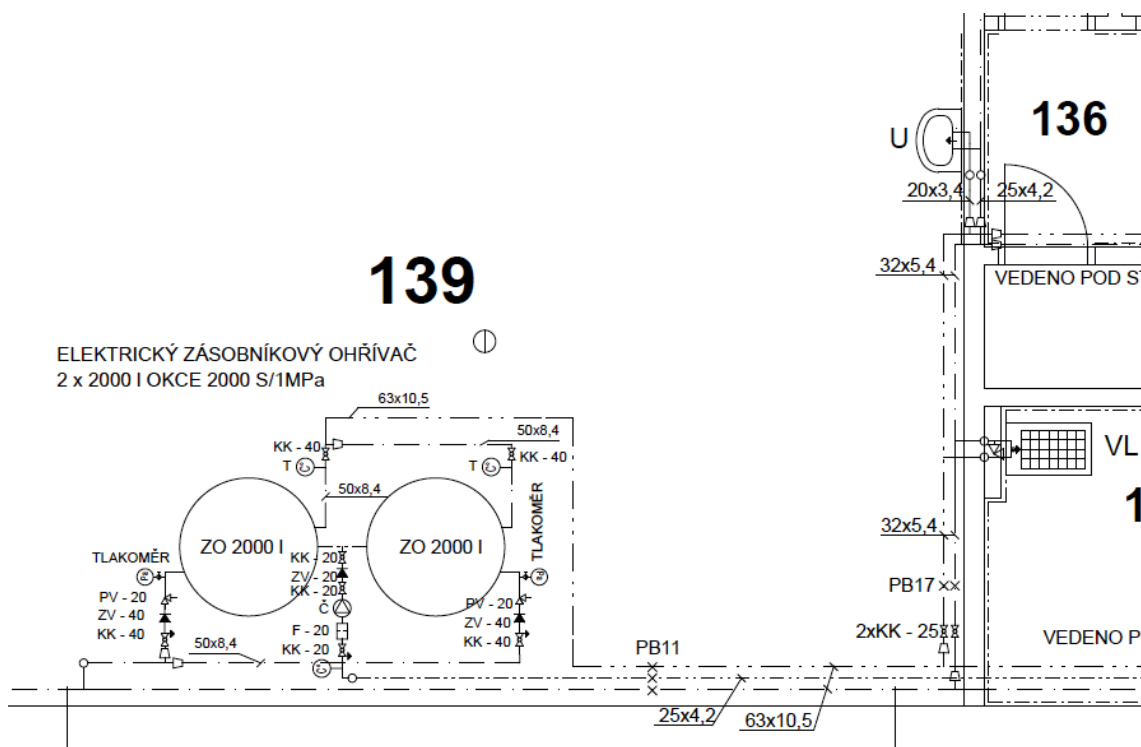
### Graf závislosti potřeby a dodávky tepla



## Volba zabezpečovacího zařízení a expanzní nádoby

Pro ohřivač o objemu 2000 l volím dimenzi pojistného ventilu 25. Volba velikosti je na základě ČSN 06 0830. Otevírací přetlak pojistného ventilu nastaven, na 0,6 MPa, nesmí být víc jak nejvyšší provozní přetlak ohřivače (MOP), který je 1,0 MPa.

## Schéma zapojení zásobníků první varianta



## Finanční náklady první varianty

Uvažujeme 300 pracovních dnů

Ohřev vody pouze v nízkém tarifu

Spotřeba energie ročně  $Q_{2R} = Q_{2D} \cdot 300 = 461,90 \cdot 300 = 138,570$  MWh/rok

Cena 1MWh

1870 Kč

Náklady na ohřev ročně

$138,570 \cdot 1870 = \mathbf{259126 \text{ Kč}}$

Pořizovací cena zásobníků

$2 \cdot 220000 = 440000 \text{ Kč}$

Topná příruba TPK 210-12 cena za 2 Ks

13000 Kč

Celková Investice

**453000Kč**

### B.1.1.2 Varianta č. 2

V druhé variantě je jako zdroj tepla použito zařízení na zpracování odpadního tepla Ekoblok. Ekoblok bude instalován jako součást termoolejové etážové pásové pečící linky na rohlíky. Energie ze spalín a vodní páry bude odebírána i z druhé pečící linky na chleba. Teplota vstupujících spalín bude cca 250 °C, teplota vystupující vody bude 80 °C a teplota vystupujících spalín bude po odsíření 55-60 °C. Voda je do Ekobloku dopouštěna přes Elektromagnetický ventil. Na přívodu studené vody do Ekobloku bude instalována kontrolovaná zpětná armatura EA. Přebytečná voda z oplachové nádrže bude odváděna do splaškové kanalizace s min průměrem potrubí DN 50.

#### Návrh Ekobloku

Ekoblok byl navržen na základě velikosti pekárny a konzultací s firmou Kornfeil s.r.o.. Zjednodušeně lze stanovit typ Ekobloku z pečící plochy. Pečící plocha byla stanovena na 120 m<sup>2</sup>. Díky tomu jsem po konzultaci zvolil Ekoblok VI. Samotný výpočet Ekobloku (výměníků Ekobloku) je velice složitá problematika, která se neobjede bez specializovaných výpočetních programů. Návrh probíhá dle individuálních podmínek, které se zjistí ze zkušeností s navrhováním pekárenských provozů.

Zjednodušený návrh Ekobloku dle výkonu

Max výkon Ekobloku VI je	180 kWh = 0,05 kW <sub>s</sub>
T1 = teplota na vstupu - teplá strana (spaliny)	250 °C
T2 = teplota na výstupu - teplá strana (spaliny)	60 °C
T3 = teplota na vstupu - chladná strana (voda)	40 °C
T4 = teplota na výstupu - chladná strana (voda)	80 °C
Hmotnostní průtok spalín	0,0022 m <sup>3</sup> /s
Účinnost výměníku	80 %

Výpočet výkonu výměníku

$$Q = V_{sp} * c_{sp} * (t_{sp1} - t_{sp2}) * \eta = 0,0022 * 0,140 * (250 - 60) * 0,8 = 169 \text{ kWh}$$

## Technické údaje Ekobloku IV

Max. výkon hořáků [kW]	800
Min. objem zásobníků vody [l]	8000
Teplota výstupního vzduchu [°C]	55-60
Max. teplota vody – primární okruh [°C]	95
Max. teplota vody – sekundární okruh [°C]	40
Průměr vstupního potrubí [mm]	180, 250, 350, 400
Průměr výstupního potrubí [mm]	400
Připojení vody	DN 15
Odpadní voda	>DN50
Výstup pro vytápění – primární okruh	G2“
Připojení tlakové vody – sekundární okruh	G1“
Elektropřípojka [kW]	3,5
Jištění 3 × 400 V / 50 Hz	C20A
Vodní objem [l]	830
Hmotnost bez náplně [kg]	1600

Návrh velikosti zásobníků byl proveden opět dle činností s hodnotami z tabulky č. 3. Zásobníkové ohřívače, jsou umístěny v kotelně ve výrobní části objektu. Jsou zde navrženy dva stacionární nepřímotopné ohřívače Dražice OKC 1000 NTR/1 MPa. Na přívodu studené vody bude osazen pojistný ventil.

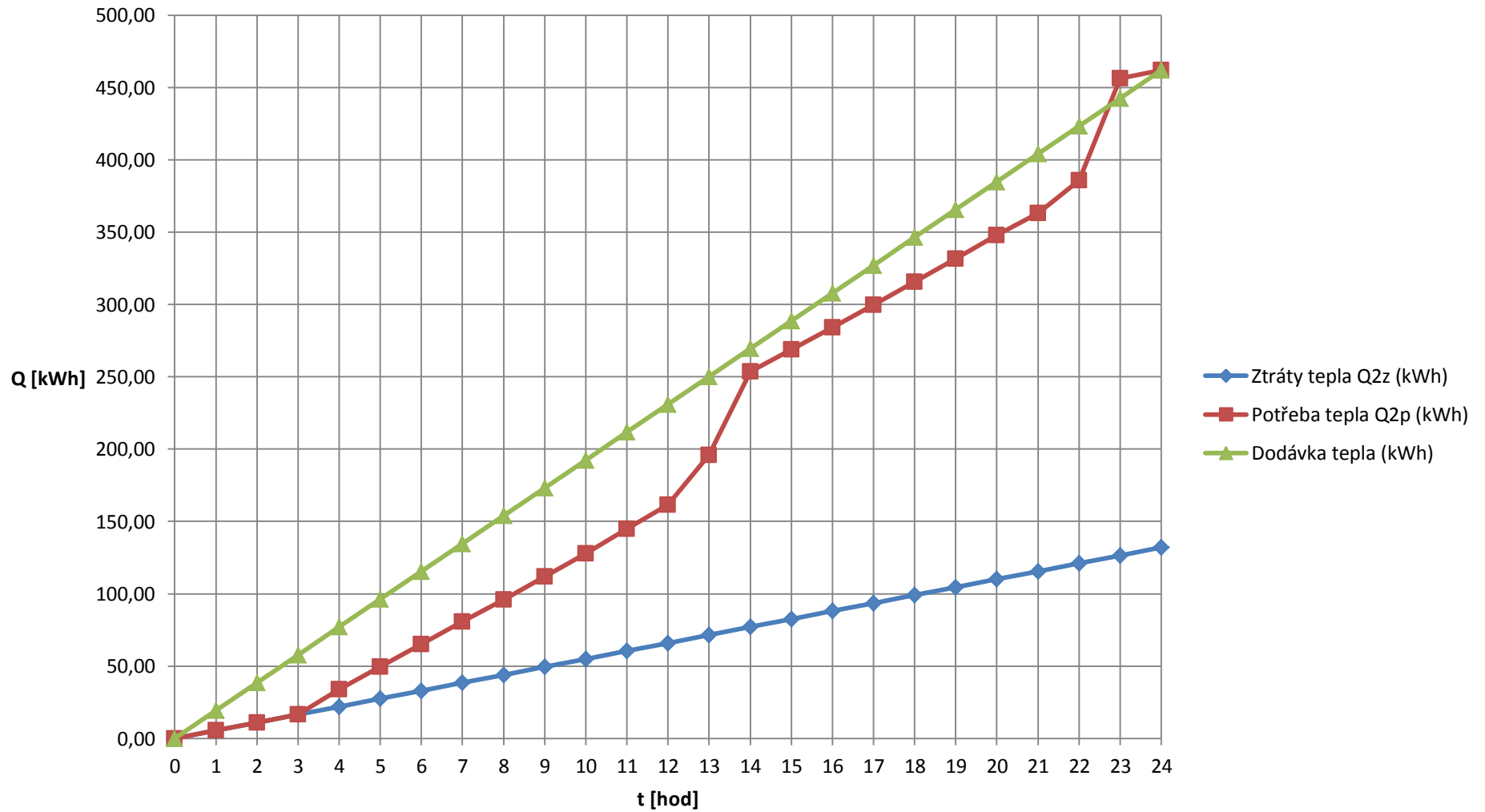
### Návrh velikosti zásobníku

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c \cdot (\Theta_2 - \Theta_1)) = 83,23 / (1,163 \cdot (55 - 10)) = 1,59 \text{ m}^3$$

V kotelně bude dále osazen termoolejový kotel pro vytápění pečících linek. Zázemí kotelny bude zřízeno specializovanou firmou na pekařské technologie.

Mytí osob			Mytí nádobí	Výroba	mytí podlahy + úklid	Dílčí potřeba teplé vody $V_{2p}$ (m <sup>3</sup> )	Dílčí potřeba tepla $Q_{2t}$ (kWh)	Ztráty tepla $Q_{2z}$ (kWh)	Potřeba tepla $Q_{2p}$ (kWh)	Dodávka tepla (kWh)	Rozdíl křivek (kWh)
mytí rukou	mytí těla	Sprcha	pouze výdej jídel	výroba + mytí strojů							
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	5,50	5,50	19,25	13,75
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	11,00	11,00	38,49	27,49
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	16,50	16,50	57,74	41,24
26	0	0	0	1	0	0,23	12,02	22,00	34,02	76,98	42,96
5	0	0	0	1	0	0,19	9,92	27,49	49,44	96,23	46,79
7	0	0	0	1	0	0,19	10,12	32,99	65,05	115,47	50,42
6	0	0	0	1	0	0,19	10,02	38,49	80,57	134,72	54,14
3	0	0	0	1	0	0,19	9,72	43,99	95,79	153,96	58,17
10	0	0	0	1	0	0,20	10,42	49,49	111,71	173,21	61,49
12	0	0	0	1	0	0,20	10,62	54,99	127,83	192,45	64,62
13	0	0	17	1	0	0,22	11,57	60,49	144,90	211,70	66,80
8	0	0	17	1	0	0,21	11,07	65,99	161,47	230,94	69,47
34	13	0	0	2	0	0,62	29,00	71,48	195,97	250,19	54,22
15	13	26	0	1	0	1,38	52,00	76,98	253,46	269,43	15,97
4	0	0	0	1	0	0,19	9,82	82,48	268,78	288,68	19,89
5	0	0	0	1	0	0,19	9,92	87,98	284,20	307,92	23,72
7	0	0	0	1	0	0,19	10,12	93,48	299,82	327,17	27,34
8	0	0	0	1	0	0,20	10,22	98,98	315,54	346,41	30,87
6	0	0	13	1	0	0,21	10,67	104,48	331,71	365,66	33,95
5	0	0	13	1	0	0,20	10,57	109,98	347,78	384,90	37,12
3	0	0	0	1	0	0,19	9,72	115,47	363,00	404,15	41,15
12	13	0	0	1	0	0,40	17,38	120,97	385,87	423,39	37,52
20	13	26	0	2	2,9581	1,63	65,03	126,47	456,40	442,64	-13,76
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	131,97	461,90	461,88	0,00

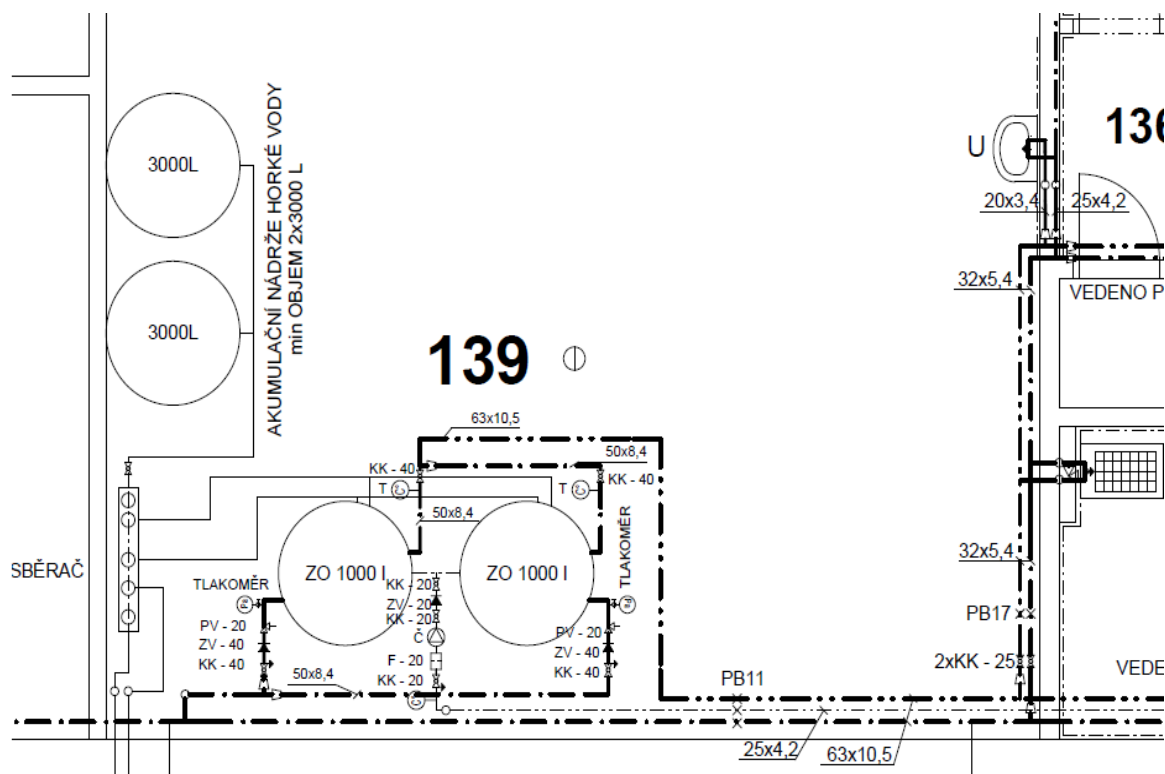
### Graf závislosti potřeby a dodávky tepla



## Volba zabezpečovacího zařízení

Pro ohřivač o objemu 1000 l volím dimenzi pojistného ventilu 20. Volba velikosti je na základě ČSN 06 0830. Otevírací přetlak pojistného ventilu bude nastaven na 0,6 Mpa, nesmí být víc jak nejvyšší provozní přetlak ohřivače (MOP), který je 1,0 Mpa.

## Schéma zapojení zásobníků druhá varianta



## Finanční náklady druhé varianty

Roční provozní náklady (čištění, údržba)	3000 Kč
Náklady na elektřinu ročně (odhad dle Kornfeil)	<u>15000 Kč</u>
Náklady na ohřev ročně	<b>18000 Kč</b>
Pořizovací cena zásobníků	2 . 66000 = 132000 Kč
Pořizovací cena Ekobloku	<u>940000 Kč</u>
Celkové Investice	<b>1072000 Kč</b>

## B.1.2 Návrh technického řešení kanalizace

Kanalizace bude provedena jako oddílná. Splaškové odpadní vody budou odváděny přes odpadní do svodného potrubí. Odpadní vody z výrobní části budovy budou odváděny přes lapák tuků umístěným před halou, který bude nutné pravidelně čistit. Ostatní splaškové vody budou od zařizovacích předmětů odváděny přes, revizní a čistící šachty, kde se spojí se splaškovými vodami zbavených tuků, do kanalizační přípojky.

Dešťové vody ze střech (relativně čisté vody) budou odváděny do vnější požární nádrže, která bude sloužit jako zásoba pro protipožární zásah. Ze zpevněných ploch areálu jsou dešťové odpadní vody odváděny přes dvorní a žlabové vpusti.

Pro řešení dešťové kanalizace jsem vybral dvě varianty. Dle ČSN 269/2009 Sb. se mají dešťové vody ze zpevněných ploch přednostně vsakovat, proto jsem jako jednu z těchto metod zvolil vsakování a pro druhou variantu odváděním jednotnou kanalizací (dešťová není v dané lokalitě dostupná). Dešťové vody budou odváděny v první variantě přes odlučovač ropných látek do retenční nádrže a regulovaným odtokem odpouštěny do jednotné kanalizace. V druhé variantě budou dešťové vody zasakovány prostřednictvím vsakovacích šachet. Porovnáním variant ověřím, která možnost je z ekologického a hydrogeologického hlediska.

### Bilance odtoku dešťových vod

	Typ odvodňované plochy	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod $\psi$	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Red. Plocha [m <sup>2</sup> ]
a)	Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	2391,81	2391,81
b)	Dlažby s pískovými spárami	0,6	3202,54	1921,52

Redukovaná plocha celkem 4313,33 m<sup>2</sup>

Dlouhodobý srážkový úhrn Brno: 522 mm/rok = 0,522 m/rok

Roční množství odváděných srážkových vod:  $0,522 \cdot 4313,33 = 2251,55 \text{ m}^3$

Průměrné denní množství srážkových vod:  $2251,55/365 = 6,16 \text{ m}^3$

### B.1.2.1 Varianta č. 1

V této variantě jsou dešťové vody ze zpevněných ploch zadržovány podpovrchovou retenční nádrží a regulovaným odtokem odpouštěny do jednotné kanalizace.

#### Návrh retenční nádrže

dle ČSN 75 6760

Retenční objem nádrže se stanoví dle následujícího vztahu

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60$$

kde  $h_d$  – návrhový úhrn srážky (mm)

$w$  – součinitel stoletých srážek (uvažujeme  $w = 1$ )

$A_{red}$  – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy ( $m^2$ )

$A_r$  – plocha hladiny retenční dešťové nádrže ( $m^2$ ) (uvažuje se jen u povrchových retenčních dešťových nádrží)

$Q_o$  – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže (l/s)

$t_c$  – doba trvání srážky (min) stanovené návrhové periodicity  $p$  (uvažujeme  $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ )

Stanovený odtok srážkových vod z nemovitosti (ze standart města Brna)

$$Q_{st} = 10 \text{ l/s/ha}$$

Výměra nemovitosti bez plochy střechy objektu (pro dešťové vody ze střech je navržena druhá retenční nádrž)

$$A = 6696 - 2391,81 = 4304,19 \text{ m}^2$$

Regulovaný odtok srážkových vod

$$Q_o = Q_0 = A \cdot Q_{st}/10000 = 4304,19 \cdot 10/10000 = 4,3 \text{ l/s}$$

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

$$A_{red} = 1921,52 \text{ m}^2$$

Výpočet retenční nádrže jsem provedl pro všechny úhrny srážek s dobou trvání 5 min až 4 320 min (72 h). Návrhový objem retenční nádrže je největší retenční objem uvedený v níže uvedené tabulce.

## Retenční objem nádrže

doba trvání srážky (min) při p = 0,2	h <sub>d</sub> - návrhový srážkový úhrn (mm)	V <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )
5	9,5	16,96
10	13,5	23,36
15	16,5	27,83
20	18,5	30,38
30	21,3	33,18
<b>40</b>	<b>23,9</b>	<b>35,59</b>
60	26,2	34,85
120	33,1	32,61
240	37,1	9,31
360	38,7	-18,60
480	39,4	-48,25
600	40,1	-77,89
720	40,7	-107,73
1 080	42,7	-196,85
1 440	44,2	-286,93
2 880	53,9	-640,16
4 320	60,2	-999,92

Doba prázdnění retenčního zařízení

$$T_{pr} = V_{vz}/Q_0 = 35,59/0,0043 = 12663,96 \text{ s} = 2,29 \text{ hod} < 72 \text{ hod} \text{ vyhoví}$$

Nádrž bude provedena jako betonová jímka.

Vnitřní rozměry nádrže budou

7000x3400x2000mm; výška hladiny 1600 mm

Objem nádrže

$$7,0 \cdot 3,4 \cdot 1,6 = 38,08$$

Nádrž bude složena ze dvou segmentů o rozměrech 3,6x3,6x2m. Před nádrží bude umístěn odlučovač ropných látek. Za RN bude osazena podzemní šachta s regulovaným odtokem. Nádrž bude odvětrána prostřednictvím větrací hlavice DN 100. Retenční nádrž bude opatřena havarijním přepadem DN 300 do jednotné kanalizace na základě povolení od správce vodohospodářské sítě.

### B.1.2.2 Varianta č. 2

V této variantě budou navrženy 2 vsakovací šachty pro dešťové vody ze zpevněných ploch. Než budou vody zasakovány, projdou odlučovačem ropných látek, kde budou zbaveny toxických látek a následně budou zasakovány. Z hydrogeologického hlediska je vsakování v dané lokalitě jen málo proveditelné, jelikož podloží tvoří spraše, proto bude vsakování probíhat prostřednictvím hlubinných vsakovacích šachet. Vsakovací šachty budou mít průměr 2500, přičemž poslední díly o souhrnné výšce 1,9 m budou mít otvory ve stěnách ke vsakování. Hloubka vrtu bude cca 15 m (přesnější údaj se stanoví dle průzkumných vrtů a podrobného geologického průzkumu pro vsakování).

#### Návrh vsakovacího zařízení

Dle ČSN 75 9010

Retenční objem vsakovacího zařízení

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

kde  $h_d$  – návrhový úhrn srážky (mm)

$A_{red}$  – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m<sup>2</sup>)

$A_{vsak}$  – plocha propustného dna vsakovacího zařízení (m<sup>2</sup>)

$A_{vz}$  – plocha hladiny vsakovacího zařízení dešťové nádrže (m<sup>2</sup>)

$f$  – koeficient bezpečnosti vsaku ( $f \geq 2$ )

$k_v$  – koeficient vsaku (l/s)

$t_c$  – doba trvání srážky (min) stanovené návrhové periodicity  $p$  (uvažujeme  $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ )

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

$$A_{red} = 1921,52 \text{ m}^2$$

Koeficient vsaku

$$k_v = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

Koeficient bezpečnosti

$$f = 2$$

Vsakovací plocha 2 šachet

$$A_{\text{vsak}} = 2 \cdot \pi \cdot (R + h_{\text{vz}}/4)^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot (1,25 + 1,9/4)^2 = 18,68 \text{ m}^2$$

### Retenční objem vsakovacího zařízení

doba trvání srážky (min) při p = 0,2	$h_d$ - návrhový srážkový úhrn (mm)	$V_r$ (m <sup>3</sup> )
5	9,5	18,20
10	13,5	25,91
15	16,5	31,66
20	18,5	35,49
30	21,3	40,84
40	23,9	45,81
60	26,2	50,18
120	33,1	63,27
240	37,1	70,62
360	38,7	73,35
480	39,4	74,36
600	40,1	75,37
720	40,7	76,19
1 080	42,7	79,02
1 440	44,2	80,90
2 880	53,9	95,50
<b>4 320</b>	<b>60,2</b>	<b>103,57</b>

Vsakovaný odtok  $Q_{\text{vsak}}$  (m<sup>3</sup>/s)

$$Q_{\text{vsak}} = 1/f \cdot k_v \cdot A_{\text{vsak}} = 1/2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 18,68 = 0,00005 \text{ m}^3/\text{s}$$

Doba prázdnění retenčního zařízení

$$T_{\text{pr}} = V_{\text{vz}}/Q_{\text{vsak}} = 103,57/0,00005 = 575,4 \text{ hod} > 72 \text{ hod} \text{ Nevyhoví}$$

Vsakovací zařízení nevyhoví na požadovanou dobu prázdnění, proto je nutné zvětšit vsakovací plochu (na cca 165 m<sup>2</sup>) nebo zřídít regulovaný odtok do jednotné kanalizace. Zvýšení hloubky vsakovacího vrtu není vhodné vzhledem k ochraně podzemní vody, protože úroveň vsakovací spáry by měla být alespoň 1 m nad maximální hladinou podzemní vody dle TNV 75 9011.

## B.2 HODNOCENÍ VARIANT

### B.2.1 Hodnocení variant vodovodu

Zhodnocení variant provedu podle finančního a ekologického hlediska. Následující porovnání zohledňuje finanční náklady a dobu návratnosti jednotlivých variant. První je uvedena neúspěšná varianta, která slouží jako porovnávací.

#### Finanční náklady první varianty

Uvažujeme 300 pracovních dnů

Ohřev vody pouze v nízkém tarifu

Spotřeba energie ročně  $Q_{2R} = Q_{2D} \cdot 300 = 461,90 \cdot 300 = 138,570$  MWh/rok

Cena 1MWh 1870 Kč

Náklady na ohřev ročně  $138,570 \cdot 1870 =$  **259126 Kč**

Pořizovací cena zásobníků  $2 \cdot 220000 =$  440000 Kč

Topná příruba TPK 210-12 cena za 2 Ks 13000 Kč

Celková Investice **453000Kč**

#### Finanční náklady druhé varianty

Roční provozní náklady (čištění, údržba) 3000 Kč

Náklady na elektřinu ročně (odhad dle Kornfeil) 15000 Kč

Náklady na ohřev ročně **18000 Kč**

Pořizovací cena zásobníků  $2 \cdot 66000 =$  132000 Kč

Pořizovací cena Ekobloku 940000 Kč

Celkové Investice **1072000 Kč**

#### Určení návratnosti

Výrobce Ekobloku garantuje návratnost pro průmyslové pekárny 3 – 4 roky.

Roční provozní náklady 1. Varianty 259126 Kč

Roční provozní náklady 2. Varianty 18000 Kč

Úspora **241126 Kč**

Investice  $1072000 - 440000 =$  **632000Kč**

Návratnost (Investice/Úspora) **2,62 = 3 roky**

## **B.2.1 Hodnocení variant kanalizace**

Zhodnocení variant odvádění dešťových vod ze zpevněných ploch v tomto případě postačí z hydrogeologického hlediska. V první variantě jsou vody zadržovány v retenční nádrži a následně regulovaným odtokem odpouštěny do jednotné stoky (dešťová kanalizace není dostupná). Tuto variantu lze realizovat a je pro zadaný objekt vhodná. Varianta se vsakovacími šachtami není z hydrogeologického hlediska vhodná, protože podmínky pro vsakování nejsou ideální (sprašové podloží). Hloubka vrtů by narušila hladinu balastních podzemních vod, proto tuto variantu nedoporučuji. Dešťové vody budou tedy odváděny regulovaným odtokem do jednotné stoky dle podmínek správce stokové sítě.

## **B.3 IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ**

### **B.3.1 Vytápění**

Vytápění bude v zimním období zajištěno soustavou Ekoblok VI bypass. Voda o teplotě cca 80 °C ohřátá v Ekobloku rozváděna k otopným tělesům ve výrobních prostorách pekárny i k otopným tělesům v administrativní části. Dále bude voda používána pro teplovodní podlahové vytápění kynáren. Pro období, kdy nebude v provozu Ekoblok bude v kotelně instalován plynový teplovodní kotel Viesmann Vitoplex. Ekoblok bude napojen přes kombinovaný rozdělovač a sběrač kde se „horká“ voda rozdělí do jednotlivých okruhů pro vytápění, nebo pro ohřev teplé vody.

### **B.3.1 Vzduchotechnika**

Část vystupující vody z Ekobloku bude využívána k chladícím účelům. Voda o teplotě 80 °C, slouží jako zdroj energie pro chladící absorpční jednotku, která zajišťuje chlazení expedice pekárny, chlazení pracovních prostor (zejména v letním období) a k chlazení pekařských výrobků ve skladech.

Vzduchotechnika bude vedena pod stropem výroby, a proto je nutné zkoordinovat její vedení s ostatními profesemi.

## **C. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY**

## C.1 BILANCE ODTOKU ODAPNÍCH VOD

### C.1.1 Splaškové vody

Předpokládá se, že objem odtoku splaškových vod je stejný jako potřeba vody. Hodnoty převzaty z části C.2.

Průměrné denní množství splaškové vody	$Q_p = 8945,2 \text{ l/den}$
Maximální denní množství splaškové vody	$Q_m = 13417,8 \text{ l/den}$
Maximální hodinové množství splaškové vody	$Q_h = 3019,005 \text{ l/h}$
Roční množství splaškových vod	$Q_r = 2683,56 \text{ m}^3/\text{rok}$

### C.1.1 Dešťové vody

	Typ odvodňované plochy	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod $\psi$	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Red. Plocha [m <sup>2</sup> ]
a)	Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	2391,81	2391,81
b)	Dlažby s pískovými spárami	0,6	3202,54	1921,52

Redukovaná plocha celkem		4313,33 m <sup>2</sup>
Dlouhodobý srážkový úhrn Brno:	522 mm/rok =	0,522 m/rok
Roční množství odváděných srážkových vod:	$0,522 \cdot 4313,33 =$	2251,55 m <sup>3</sup>
Průměrné denní množství srážkových vod:	$2251,55/365 =$	6,16 m <sup>3</sup>

## C.2 BILANCE POTŘEBY VODY

Vstupní údaje:

Potravinářská výroba místního významu

(Pekárna) počet pracovníků:

- Výroba	<b>1. Směna</b>	<b>n = 26osob</b>
	<b>2. směna</b>	<b>n = 26 osob</b>
- Administrativa		<b>n = 8 osob</b>

Směrná čísla pro potřebu vody jsou určena z přílohy č.12 Vyhlášky č. 120/2011Sb. Pitná voda bude využívána pro hygienické technologické a výrobní účely.

Směrná čísla roční potřeby vody. Předpoklad provozu pekárny je 300 dní v roce.

Veřejné budovy – kancelářské budovy (bez stravování)

(na jednu osobu při průměru 250 pracovních dnů / rok)

- WC, umyvadla a tekoucí teplá **14 m<sup>3</sup>/rok**

Prodejny – potravinářské výroby místního významu

(na jednoho pracovníka v jedné směně za rok)

- WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování **26 m<sup>3</sup>/rok**

Hotely, ubytovny, internáty – stravování – kuchyně, jídelna (bezobslužné)

(na 1 strážníka a 1 pracovníka na jednu směnu za rok)

- Dovoz jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla **3 m<sup>3</sup>/rok**

Spotřeba vody pro výrobu:

- běžné pečivo 350 t / rok (30% vody)	$350 \cdot 0,30 = 49 \text{ m}^3/\text{rok}$
- chlebové pečivo 1100 t / rok (30% vody)	$1100 \cdot 0,30 = 154 \text{ m}^3/\text{rok}$
- jemné pečivo 70 t / rok (30% vody)	$70 \cdot 0,30 = 7,7 \text{ m}^3/\text{rok}$
- lahůdkářské výrobky 25 t / rok (30% vody)	<u><math>25 \cdot 0,30 = 2,75 \text{ m}^3/\text{rok}</math></u>

Celkem: **463,5 m<sup>3</sup>/rok**

Mytí přepravek

Myčka přepravek FORCHEM MP 150 S

Spotřeba oplachové vody (l/hod): 5

Objem mycí nádrže 135 l dopouštěna 2 krát denně

Počet mytých přepravek 1500 denně

Myčka v provozu cca 10 hodin denně

Denní spotřeba vody  $10 \cdot 5 + 135 \cdot 2 =$  **320l/den**

Mytí pracovních pomůcek a strojů cca **500l/den**

Mytí podlahy ve výrobních halách

KÄRCHER B 40 C Ep D 43 podlahový mycí stroj

Počet mytí 1 týdně

- Spotřeba vody **40l/1800m<sup>2</sup>**

Plocha podlahy **1306 m<sup>2</sup>**

## C.2.1 Výpočet

### Specifická potřeba vody

- 1 Pracovník ve výrobě

$$\frac{26}{250} = 0,104 \text{ m}^3/\text{den} = 104 \text{ l/den}$$

- 1 Pracovník v administrativě

$$\frac{14}{250} = 0,056 \text{ m}^3/\text{den} = 56 \text{ l/den}$$

- 1 Pracovník (stravování)

$$\frac{3}{250} = 0,012 \text{ m}^3/\text{den} = 12 \text{ l/den}$$

- Výroba

$$\frac{463,5}{300} = 1,545 \text{ m}^3/\text{den} = 1545 \text{ l/den}$$

- Myčka přepravek

$$320 \text{ l/den}$$

- Mytí podlah

$$\frac{1306}{1800} \cdot 0,04 = 0,029 \text{ m}^3/\text{týdně} = 4,2 \text{ l/den}$$

- Mytí pracovních pomůcek a strojů cca

500l/den

Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = \sum n_i \cdot q_i$$

$$Q_p = 104 \cdot 52 + 56 \cdot 8 + 12 \cdot 60 + 1545 + 320 + 4,2 + 500 = \mathbf{8945,2 \text{ l/den}}$$

Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p \cdot k_d = 8945,2 \cdot 1,5 = \mathbf{13417,8 \text{ l/den}}$$

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = 1/8 \cdot Q_p \cdot k_d \cdot k_h = 8945,2/8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = \mathbf{3019,005 \text{ l/h}}$$

Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p \cdot 300 = 8945,2 \cdot 300 = \mathbf{2683,56 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

## C.3 BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY

Vstupní hodnoty:

Ve výrobě pracuje 26 osob při první směně a 26 při druhé směně. V administrativní části budovy pracuje 8 pracovníků. Jedná se o špinavý provoz, proto je potřeba vody pro pracovníků na směně přenásobit součinitelem prodloužení doby dodávky  $p_d = 1,5$ .

1. směna 26 pracovníků výroba	0,06 m <sup>3</sup> /osoba/směna
2. směna 26 pracovníků výroba	0,06 m <sup>3</sup> /osoba/směna
8 administrativních pracovníků	0,02 m <sup>3</sup> /osoba/směna
Úklid 295,81 m <sup>2</sup>	0,02 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup>
Výdej jídel	0,001 m <sup>3</sup> / 1 jídlo
Potřeba teplé vody pro výrobu	4 m <sup>3</sup> / den po obě směny (odhad)

$$Q_t = 52 \cdot 0,06 + 8 \cdot 0,02 + 0,02 \cdot 2,9581 + 60 \cdot 0,001 + 4 = \mathbf{7,39 \text{ m}^3/\text{den}}$$

## C.4 VÝPOČTOVÉ ŘEŠENÍ JEDNOTLIVÝCH INSTALACÍ - KANALIZACE

Materiálem přípojovacího odpadního a větracího potrubí je PP-HT a potrubí svodné je z PVC KG.

### C.4.1 Dimenzování potrubí splaškové kanalizace

Dimenzování potrubí vnitřní splaškové kanalizace je provedeno podle ČSN EN 12056-2 a 3 a ČSN 75 6760.

Průtok od zařizovacích předmětů v potrubí je stanoven ve výrobní části objektu a administrativní části dle:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

kde  $K$  – součinitel odtoku (uvažováno 0,7)  
 $\sum DU$  – součet výpočtových odtoků v (l/s)

Průtok od zařizovacích předmětů v potrubí je stanoven v hygienickém zázemí šaten:

$$Q_c = z \cdot \sum DU$$

kde  $z$  – součinitel teoretického zdržení odtoku v zařizovacích předmětech (uvažováno 0,5)

## Připojovací potrubí

podlaží	č. odpadního potrubí	zařizovací předmět v úseku	K	DU [l/s]	max DU[l/s]	ΣDU [l/s]	Q <sub>ww</sub> [l/s]	Q <sub>c</sub>	Q <sub>tot,max</sub>	DN
1. NP	1	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110
	2	VL	0,7	2,5	2,5	2,5	1,11	0	2,5	110
	3	U	0,7	0,5	0,5	0,5	0,49	0	0,5	50
		U+PM	0,7	0,5	0,5	1	0,70	0	0,7	50
		U+PM+WC	0,7	2,5	2,5	3,5	1,31	0	2,5	110
		2xU	0,7	0,5	0,5	1	0,70	0	0,7	50
		3xU+PM+WC	0,7	0,5x2	2,5	4,5	1,48	0	2,5	110
		WC	0,7	2,5	2,5	2,5	1,11	0	2,5	110
		2xWC	0,7	2,5	2,5	5	1,57	0	2,5	110
	4	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110
	5	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110
	7	EKOBLOK	0,7	0,5	0,5	0,5	0,49	0	0,5	50
	10	U	0,7	0,5	0,5	0,5	0,49	0	0,5	50
	12	VL	0,7	2,5	2,5	2,5	1,11	0	2,5	110
	13	U	0,7	0,5	0,5	0,5	0,49	0	0,5	50
		WC	0,7	2,5	2,5	2,5	1,11	0	2,5	110
	14	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110
	15	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110
	16	DJ	0,7	0,8	0,8	0,8	0,63	0	0,8	50
DJ+VD		0,7	0,9	0,9	1,7	0,91	0	0,91	75	
17	VD	0,7	0,9	0,9	0,9	0,66	0	0,9	75	
18	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110	
19	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110	

podlaží	č. odpadního potrubí	zařizovací předmět v úseku	K	DU [l/s]	max DU[l/s]	ΣDU [l/s]	Q <sub>ww</sub> [l/s]	Q <sub>c</sub>	Q <sub>tot,max</sub>	DN
<b>1. NP</b>	20	U	0,7	0,5	0,5	0,5	0,49	0	0,5	50
	21	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110
	22	VP DN 100	0,7	2,0	2,0	2,0	0,99	0	2,0	110
	23	DJ	0,7	0,8	0,8	0,8	0,63	0	0,8	50
		2xDJ	0,7	0,8	0,8	1,6	0,89	0	0,89	75
	24	DJ	0,7	0,8	0,8	0,8	0,63	0	0,8	50
DJ+U		0,7	0,8	0,8	1,3	0,80	0	0,8	50	
<b>2. NP</b>	6	DJ	0,7	0,8	0,8	0,8	0,63	0	0,8	50
	8,9	U	0,7	0,5	0,5	0,5	0,00	0,25	0,5	50
		2xU	0,7	0,5	0,5	1	0,00	0,5	0,5	50
		2xU+SM	0,7	0,6	0,5	1,6	0,00	0,8	0,8	75
		2xU+SM+WC	0,7	2,5	2,5	4,1	0,00	2,05	2,5	110
		VP	0,7	1,5	1,5	1,5	0,86	0	1,5	110
	11	VL	0,7	2,5	2,5	2,5	1,11	0	2,5	110
	13	U	0,7	0,5	0,5	0,5	0,49	0	0,5	50
WC		0,7	2,5	2,5	2,5	1,11	0	2,5	110	

## Odpadní potrubí

č. odpadního potrubí	zařizovací předměty na potrubí	K	max DU[l/s]	ΣDU [l/s]	Q <sub>ww</sub> [l/s]	Q <sub>c</sub>	Q <sub>tot,max</sub>	DN
2	VL	0,7	2,5	2,5	1,11	0	2,50	110
3	3xU+PM+3xWC	0,7	2,5	9,5	2,16	0	2,50	110
6	DJ	0,7	0,8	0,8	0,63	0	0,80	110
8	2xU+SM+WC+VP DN 70	0,7	2,5	5,6	0,00	2,8	2,80	110
9	2xU+SM+WC+VP DN 70	0,7	2,5	5,6	0,00	2,8	2,80	110/125
10	U	0,7	0,5	0,5	0,49	0	0,50	75
11	VL	0,7	2,5	2,5	1,11	0	2,50	110
12	VL	0,7	2,5	2,5	1,11	0	2,00	110
13	2xU+2xWC	0,7	2,5	6,0	1,71	0	2,50	110
16	DJ+VD	0,7	0,9	1,7	0,91	0	0,91	110
17	VD+VD	0,7	0,9	1,8	0,94	0	0,94	110
20	U	0,7	0,5	0,5	0,49	0	0,50	75
23	2xDJ	0,7	0,8	1,6	0,89	0	0,89	110
24	2xDJ+U	0,7	0,8	2,1	1,01	0	2,50	110

## Svodné potrubí – větev bez lapáku tuků

úsek	zařizovací předměty na potrubí	K	spád	max DU[l/s]	ΣDU [l/s]	Q <sub>ww</sub> [l/s]	Q <sub>c</sub>	Q <sub>tot,max</sub>	DN
1-2'	VP DN 100	0,7	3°	2,0	2	0,99	0	2	110
2-2'	VL	0,7	5°	2,5	2,5	1,11	0	2,50	125
2'-3'	VL+VP DN 100	0,7	3°	2,5	4,5	1,48	0	2,50	125
3-3'	3xU+PM+3xWC	0,7	3°	2,5	9,5	2,16	0	2,50	125
3'-4'	VL+ VP DN 100+3xU+PM+3xWC	0,7	3°	2,5	14,0	2,62	0	2,62	125
4-4'	VP DN 100	0,7	5°	2,0	2,0	0,99	0	2,00	110
4'-5'	VL+3xU+PM+3xWC+2xVP DN 100	0,7	3°	2,5	16,0	2,80	0	2,80	125
5-5'	VP DN 100	0,7	5°	2,0	2,0	0,99	0	2,50	110
5'-6'	VL+3xU+PM+3xWC+3xVP DN 100	0,7	3°	2,5	18,0	2,97	0	2,97	125
6-6'	DJ	0,7	5°	0,8	0,8	0,63	0	0,80	110
6'-7'	VL+3xU+PM+3xWC+3xVP DN 100+DJ	0,7	3°	2,5	18,8	3,04	0	3,04	125
7-7'	EKOBLOK (EB)	0,7	4°	0,5	0,5	0,49	0	0,50	110
7'-8'	VL+3xU+PM+3xWC+3xVP DN 100+DJ+EB	0,7	3°	2,5	19,3	3,08	0	3,08	125
8-8'	2xU+SM+WC+VP DN 70	0,7	5°	2,5	5,6	0,00	2,8	2,80	125
8'-9'	VL+5xU+PM+4xWC+3xVP DN 100+VP DN 70+DJ+EB	0,7	3°	2,5	19,3	3,08	2,8	5,88	125
9-9'	2xU+SM+WC+VP DN 70	0,7	5°	2,5	5,6	0,00	2,8	2,80	125
9'-10'	VL+7xU+PM+5xWC+3xVP DN 100+2xVP DN 70+DJ+EB	0,7	3°	2,5	19,3	3,08	5,6	8,68	125
10-10'	U	0,7	5°	0,5	0,5	0,49	0	0,50	110
10-11'	VL+8xU+PM+5xWC+3xVP DN 100+2xVP DN 70+DJ+EB	0,7	3°	2,5	19,8	3,11	5,6	8,71	125
11-11'	VL	0,7	5°	2,5	2,5	1,11	0	2,50	125
11'-12'	2xVL+8xU+PM+5xWC+3xVP DN 100+2xVP DN 70+DJ+EB	0,7	3°	2,5	22,3	3,31	5,6	8,91	125
12-12'	VL	0,7	5°	2,5	2,5	1,11	0	2,50	125
12-13'	3xVL+8xU+PM+5xWC+3xVP DN 100+2xVP DN 70+DJ+EB	0,7	3°	2,5	24,8	3,49	5,6	9,09	125
13-13'	2xU+2xWC	0,7	5°	2,5	6,0	1,71	0	2,50	125
13'-14'	3xVL+10xU+PM+7xWC+3xVP DN 100+2xVP DN 70+DJ+EB	0,7	9°	2,0	30,8	3,88	5,6	9,48	125

## Svodné potrubí – větev s lapákem tuků

úsek	zařizovací předměty na potrubí	K	spád	max DU[l/s]	ΣDU [l/s]	Q <sub>ww</sub> [l/s]	Q <sub>c</sub>	Q <sub>tot,max</sub>	DN
14-15'	VP DN 100	0,7	2°	2,0	2,0	0,99	0	2,00	110
15-16'	VP DN 100	0,7	5°	2,0	2,0	0,99	0	2,00	110
16-16'	DJ+VD	0,7	5°	0,9	1,7	0,91	0	0,91	110
16'-15'	DJ+VD+VP DN 100	0,7	5°	0,9	1,7	0,91	0	0,91	110
16'-17'	VD+DJ+2xVP DN 100	0,7	2°	2,0	5,7	1,67	0	2,00	110
17-18'	VD+VD	0,7	15°	0,9	1,8	0,94	0	0,94	110
18-18'	VP DN 100	0,7	7°	2,0	2,0	0,99	0	2,00	110
18'-19'	2xVD+VP DN 100	0,7	15°	2,0	3,8	1,36	0	2,00	110
19-19'	VP DN 100	0,7	5°	2,0	2,0	0,99	0	2,00	110
19'-20'	2xVD+2xVP DN 100	0,7	15°	2,0	5,8	1,69	0	2,00	110
20-20'	U	0,7	5°	0,5	0,5	0,49	0	0,50	110
20'-17'	2xVD+2xVP DN 100+U	0,7	15°	2,0	6,3	1,76	0	2,00	110
17'-21'	3xVD+DJ+4xVP DN 100+U	0,7	2°	2,0	12,0	2,42	0	2,42	110
21-21'	VP DN 100	0,7	5°	2,0	2,0	0,99	0	2,00	110
21'-22'	3xVD+DJ+5xVP DN 100+U	0,7	4°	2,0	14,0	2,62	0	2,62	110
22-22'	VP DN 100	0,7	5°	2,0	2,0	0,99	0	2,00	110
22'-23'	3xVD+DJ+6xVP DN 100+U	0,7	2°	2,0	16,0	2,80	0	2,80	110
23-23'	2xDJ	0,7	5°	0,8	1,6	0,89	0	0,89	110
23'-24'	3xVD+3xDJ+6xVP DN 100+U	0,7	4°	2,0	17,6	2,94	0	2,94	110
24-24'	2xDJ+U	0,7	5°	0,8	2,1	1,01	0	2,00	110
24'-14'	3xVD+5xDJ+6xVP DN 100+2xU	0,7	2°	2	19,7	3,11	0	3,11	110
14'-HVŠ	3xVL+12xU+PM+7xWC+9xVP DN 100+2xVP DN 70+6xDJ+EB+3xVD	0,7	3°	2,5	50,5	4,97	5,6	10,57	125

## C.4.2 Dimenzování potrubí dešťové kanalizace

Průtok srážkových vod  $Q_r$  v l/s se určí ze vztahu:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde  $i$  - intenzita deště, v l/(s.m<sup>2</sup>), podle tabulky

$c$  - součinitel odtoku srážkových vod

$A$  - půdorysný průmět odvodňované plochy v m<sup>2</sup>.

Navrženy bodové vpusti Kasi se vtokovou mříží 750x750, odtok z vpusti min DN 150. Pro DV6 je navrženo liniové odvodnění ACO MultiDrain E 600, odtok min DN 150.

### Odpadní potrubí - dešťové vody ze střech

č. odpadního potrubí	$i$ [l/(s.m <sup>2</sup> )]	$A$ [m <sup>2</sup> ]	$c$	$Q_r$ [l/s]	DN
D1	0,03	194,9	1,0	5,85	125
D2	0,03	194,9	1,0	5,85	125
D3	0,03	194,9	1,0	5,85	125
D4	0,03	194,9	1,0	5,85	125
D5	0,03	194,9	1,0	5,85	125
D6	0,03	103,7	1,0	3,11	110
D7	0,03	103,7	1,0	3,11	110
D8	0,03	167,2	1,0	5,02	125
D9	0,03	167,2	1,0	5,02	125
D10	0,03	167,2	1,0	5,02	125
D11	0,03	167,2	1,0	5,02	125
D12	0,03	167,2	1,0	5,02	125
D13	0,03	167,2	1,0	5,02	125
D14	0,03	103,7	1,0	3,11	110
D15	0,03	103,7	1,0	3,11	110

### Svodné potrubí - dešťové vody ze střech

č. úseku potrubí	sklon [%]	Qr[l/s]	DN
D1-D2'	1,0	5,85	125
D2-D2'	5,0	5,85	125
D2'-D3'	1,0	11,70	160
D3-D3'	5,0	5,85	125
D3'-D4'	1,0	17,55	200
D4-D4'	5,0	5,85	125
D4'-D5'	1,0	23,40	200
D5-D5'	5,0	5,85	125
D5'-D6'	1,0	29,25	250
D6-D6'	5,0	3,11	110
D6'-D7'	1,0	32,36	250
D7-D7'	5,0	3,11	110
D7'-D8'	1,0	35,47	250
D8-D9'	1,5	5,02	125
D9-D9'	5,0	5,02	125
D9'-D10'	1,5	10,04	160
D10-D10'	5,0	5,02	125
D10'-D11'	1,5	15,42	160
D11-D11'	5,0	5,02	125
D11'-D12'	1,5	20,44	200
D12-D12'	5,0	5,02	125
D12'-D13'	1,5	25,46	200
D13-D13'	5,0	5,02	125
D13'-D14'	1,5	30,48	250
D14-D14'	5,0	3,11	110
D14'-D15'	1,5	33,59	250
D15-D15'	5,0	3,11	110
D15'-D8'	1,5	36,70	250
D8'-D1'	5,0	72,17	300

## Svodné potrubí - dešťové vody ze zpevněných ploch

č. VPUSTI	i [l/(s.m <sup>2</sup> )]	A[m <sup>2</sup> ]	c	Qr[l/s]	DN
DV1	0,03	140,0	0,6	2,52	160
DV2	0,03	168,0	0,6	3,02	160
DV3	0,03	296,2	0,6	5,33	160
DV4	0,03	344,0	0,6	6,19	160
DV5	0,03	392,0	0,6	7,06	160
DV6	0,03	237,7	0,6	4,28	160
DV7	0,03	137,1	0,6	2,47	160
DV8	0,03	183,2	0,6	3,30	160
DV9	0,03	164,8	0,6	2,97	160
DV10	0,03	117,2	0,6	2,11	160
DV11	0,03	128,5	0,6	2,31	160
DV12	0,03	138,2	0,6	2,49	160
DV13	0,03	182,7	0,6	3,29	160
DV14	0,03	159,9	0,6	2,88	160
DV15	0,03	197,3	0,6	3,55	160
DV16	0,03	149,1	0,6	2,68	160
DV17	0,03	103,7	0,6	1,87	160
DV18	0,03	87,7	0,6	1,58	160

č. úseku potrubí	Qr[l/s]	DN
DV1-DV2'	2,52	160
DV2-DV2'	3,02	160
DV2'-DV3'	5,54	160
DV3-DV3'	5,33	160
DV3'-DV4'	10,87	160
DV4-DV4'	6,19	160
DV4'-D5'	17,06	200
DV5-DV5'	7,06	160
DV5'-DV6'	24,12	250
DV6-DV6'	4,28	160
DV6'-DV7'	28,40	250
DV7'-DV8'	2,47	160
DV8-DV8'	3,30	160
DV8'-DV9'	5,77	160
DV9-DV9'	2,97	160
DV9'-D10'	8,74	160
DV10-DV10'	2,11	160
DV10'-DV11'	10,85	160
DV11-DV11'	2,31	160
DV11'-DV7'	13,16	200

č. úseku potrubí	Qr[l/s]	DN
DV12-DV13'	2,49	160
DV13-DV13'	3,29	160
DV13'-DV14'	5,78	160
DV14-DV14'	2,88	160
DV14'-DV15'	8,66	160
DV15-DV15'	3,55	160
DV15'-DV16'	12,21	160
DV16-DV16'	2,68	160
DV16'-DV17'	14,89	200
DV17-DV17'	1,87	160
DV17'-DV18'	16,76	200
DV18-DV18'	1,58	160
DV18'-DV12'	18,34	200
DV7'-DV12'	41,56	250
DV12'-DV1'	59,90	300
RN-ŠD15	3,202	300
ŠD15-HVŠ	3,202	300

### C.4.3 Dimenzování jednotné kanalizační přípojky

Při regulovaném odtoku z retenčních nádrží

HVŠ-1'	$Q_{rw} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_o$	spád	$Q_{ww}$	$Q_c$	$Q_p$	$Q_o$	$Q_{rw}$	DN
		3°	4,97	5,6	0,00	6,69	17,26	160

Při neregulovaném odtoku z retenčních nádrží (havarijním přepadem)

HVŠ-1'	$Q_{rw} = 0,33 \cdot Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$	spád	$0,33 \cdot Q_{ww}$	$Q_c$	$Q_p$	$Q_r$	$Q_{rw}$	DN
		3°	1,64	5,6	0,00	132,07	139,94	300

Dimenze přípojky musí být pro havarijní případ DN 300

## C.4.4 Návrh lapáku tuků

Pro splaškové vody z výroby je navrhnut lapák tuků, neboť se jedná o potravinářskou výrobu. Lapák tuků je navržen dle ČSN EN 1825-2. Pro návrh je nejdůležitější stanovit velikost jmenovitého rozměru lapáku NS uvedeného v dokumentaci výrobce lapáku. Navržený jmenovitý rozměr nesmí být větší než jmenovitý rozměr uvedený výrobcem lapáku.

$$NS = QS \cdot fd \cdot ft \cdot fr$$

kde  $Q_s$  - maximální odtok odpadních vod (l/s)  
 $fd$  - součinitel hustoty tuků a olejů  
 $ft$  - součinitel teploty odpadních vod na přítoku do lapáku  
 $fr$  - součinitel vlivu čisticích a oplachových prostředků

Stanovení maximálního odtoku odpadních vod do lapáku tuků  $Q_s$  l/s

$$a) Q_s = (V \cdot F) / (3600 \cdot t) = (856 \cdot 20) / (3600 \cdot 2) = 0,95 \text{ l/s}$$

kde  $V$  - průměrný denní objem odpadních vod (l) (bráno z potřeby vody pro výrobu)  
 $F$  - součinitel nárazového zatížení podle druhu provozu  
 $t$  - průměrná denní provozní doba (h)

$$b) Q_s = \sum n \cdot q \cdot Z = 8 \cdot 1,5 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 2,625 \text{ l/s}$$

kde  $n$  - počet kuchyňských zařízení stejného druhu  
 $q$  - maximální odtok odpadních vod ze zařízení (l/s)  
 $Z$  - součinitel současnosti použití zařízení

Stanovení jmenovitého rozměru

$$NS = Q_s \cdot fd \cdot ft \cdot fr = 2,625 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = \mathbf{3,41 \text{ l/s}}$$

Dle hodnoty NS byl navržen lapák podle katalogu výrobce: **Asio AS-FAKU 4EO/PB.**

## C.4.5 Návrh odlučovače lehkých kapalin

Návrh odlučovače lehkých kapalin se provádí dle ČSN EN 858-2. Základem je stanovení jmenovité velikosti odlučovače NS, která nesmí být větší než jmenovitá světlost udaná výrobcem daného odlučovače.

Výpočet NS:

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d$$

kde  $Q_r$  - maximální odtok dešťových vod (l/s)  
 $Q_s$  – maximální odtok odpadních vod (l/s) dle ČSN EN 858 – 2  
 $f_x$  – přitěžující součinitel v závislosti na druhu odtoku vod dle ČSN EN 858 – 2  
 $f_d$  – součinitel hustoty pro příslušnou lehkou kapalinu dle ČSN EN 858 – 2

$$Q_r = i \cdot A \cdot c = 0,129 \cdot 3202,54 \cdot 0,6 = 24,7 \text{ l/s}$$

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d = Q_r \cdot f_d = 24,7 \cdot 1 = \mathbf{24,7 \text{ l/s}}$$

Navržen odlučovač lehkých kapalin **Asio AS-TOP 30 EO/PB**

## C.4.6 Návrh retenčních nádrží

dle ČSN 75 6760

Retenční objem nádrže se stanoví dle následujícího vztahu

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60$$

kde  $h_d$  – návrhový úhrn srážky (mm)  
 $w$  – součinitel stoletých srážek (uvažujeme  $w = 1$ )  
 $A_{red}$  – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m<sup>2</sup>)  
 $A_r$  – plocha hladiny retenční dešťové nádrže (m<sup>2</sup>) (uvažuje se jen u povrchových retenčních dešťových nádrží)  
 $Q_o$  – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže (l/s)  
 $t_c$  – doba trvání srážky (min) stanovené návrhové periodicity  $p$  (uvažujeme  $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ )

Stanovený odtok srážkových vod z nemovitosti (ze standart města Brna)

$$Q_{st} = 10 \text{ l/s/ha}$$

### C.4.6.1 Návrh retenční nádrže pro dešťové vody ze zpevněných ploch

Výměra nemovitosti bez plochy střechy objektu (pro dešťové vody ze střech je navržena druhá retenční nádrž)

$$A = 6696 - 2391,81 = 4304,19 \text{ m}^2$$

Regulovaný odtok srážkových vod

$$Q_0 = Q_o = A \cdot Q_{st}/10000 = 4304,19 \cdot 10/10000 = 4,3 \text{ l/s}$$

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

$$A_{red} = 1921,52 \text{ m}^2$$

Výpočet retenční nádrže jsem provedl pro všechny úhrny srážek s dobou trvání 5 min až 4 320 min (72 h). Návrhový objem retenční nádrže je největší retenční objem uvedený v níže uvedené tabulce.

#### Retenční objem nádrže

doba trvání srážky (min) při $p = 0,2$	$h_d$ - návrhový srážkový úhrn (mm)	$V_r$ (m <sup>3</sup> )
5	9,5	16,96
10	13,5	23,36
15	16,5	27,83
20	18,5	30,38
30	21,3	33,18
<b>40</b>	<b>23,9</b>	<b>35,59</b>
60	26,2	34,85
120	33,1	32,61
240	37,1	9,31
360	38,7	-18,60
480	39,4	-48,25
600	40,1	-77,89
720	40,7	-107,73
1 080	42,7	-196,85
1 440	44,2	-286,93
2 880	53,9	-640,16
4 320	60,2	-999,92

Doba prázdnění retenčního zařízení

$$T_{pr} = V_{vz}/Q_0 = 35,59/0,0043 = 12663,96 \text{ s} = 2,29 \text{ hod} < 72 \text{ hod} \text{ vyhoví}$$

Nádrž bude provedena jako betonová jámka.

Vnitřní rozměry nádrže budou

7000x3400x2000mm; výška hladiny 1600 mm

Objem nádrže

$$7,0 \cdot 3,4 \cdot 1,6 = 38,08$$

Nádrž bude složena ze dvou segmentů o rozměrech 3,6x3,6x2m. Před nádrží bude umístěn odlučovač ropných látek. Za RN bude osazena podzemní šachta s regulovaným odtokem. Nádrž bude odvětrána prostřednictvím větrací hlavice DN 100. Retenční nádrž bude opatřena havarijním přepadem DN 300 do jednotné kanalizace na základě povolení od správce vodohospodářské sítě.

#### **C.4.6.2 Návrh retenční nádrže pro dešťové vody ze střech**

Výměra plochy střechy objektu

$$A = 2391,81 \text{ m}^2$$

Regulovaný odtok srážkových vod

$$Q_0 = Q_o = A \cdot Q_{st}/10000 = 2391,81 \cdot 10/10000 = 2,4 \text{ l/s}$$

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

$$A_{red} = 2391,81 \text{ m}^2$$

Výpočet retenční nádrže jsem provedl pro všechny úhrny srážek s dobou trvání 5 min až 4 320 min (72 h). Návrhový objem retenční nádrže je největší retenční objem uvedený v níže uvedené tabulce.

doba trvání srážky (min) při p = 0,2	$h_d$ - návrhový srážkový úhrn (mm)	$V_r$ (m <sup>3</sup> )
5	9,5	22,00
10	13,5	30,85
15	16,5	37,31
20	18,5	41,38
30	21,3	46,64
40	23,9	51,43
60	26,2	54,06
<b>120</b>	<b>33,1</b>	<b>61,35</b>
240	37,1	54,31
360	38,7	40,92
480	39,4	25,38
600	40,1	9,84
720	40,7	-5,94
1 080	42,7	-52,81
1 440	44,2	-100,86
2 880	53,9	-284,25
4 320	60,2	-475,76

Doba prázdnění retenčního zařízení

$$T_{pr} = V_{vz}/Q_0 = 61,35/0,0024 = 25562,5 \text{ s} = 7,2 \text{ hod} < 72 \text{ hod} \text{ vyhoví}$$

Nádrž bude provedena jako betonová jímka. Nádrž bude zároveň sloužit jako vnější odběrné místo požární vody. Proto objem nádrže je nutné navýšit o 35 m<sup>3</sup> dle požadavku ČSN 73 0873.

Vnitřní rozměry nádrže budou

10400x5800x2000mm; výška hladiny 1600 mm

Objem nádrže

$$10,4 \cdot 5,8 \cdot 1,6 = 96,512 \text{ m}^3$$

Nádrž bude složena ze čtyř segmentů o rozměrech 5,8x2,6x2m. Před nádrží bude umístěna filtrační šachta. Za RN bude osazena podzemní šachta s regulovaným odtokem. Nádrž bude odvětrána prostřednictvím větrací hlavice DN 100. Retenční nádrž bude opatřena havarijním přepadem DN 300 do jednotné kanalizace na základě povolení od správce vodohospodářské sítě.

### **C.4.6.3 Návrh požární nádrže pro dešťové vody ze střech**

Dle požadavku ČSN 73 0873 Zásobování požární vodou pro výrobní objekty s plochou požárního úseku do 1500 m<sup>2</sup> byl určen objem a min. dimenze požární nádrže.

DN 125 mm

Objem 35 m<sup>3</sup>

Před nádrží bude umístěna filtrační šachta k zachycení nečistot. Za nádrží budou umístěny dvě šachty zajišťující bezpečnostní přeliv.

## C.5 VÝPOČTOVÉ ŘEŠENÍ JEDNOTLIVÝCH INSTALACÍ - VODOVOD

### C.5.1 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu

Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu a vodovodní přípojky bylo provedeno dle ČSN 75 5455.

Materiály:

Vnitřní rozvod – PPR S 2,5 (PN 20)

Přípojka – HDPE 100 SDR 11

Použité vzorce pro výpočtový průtok  $Q_D$  (l/s)

Pro části objektu s rovnoměrným odběrem (hyg. zázemí výroby a administrativy, úklid)

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)}$$

Pro části objektu s převážně rovnoměrným odběrem (v části objektu s velkokuchyňskými dřezy)

$$Q_D = \sum_{i=1}^m Q_{Ai} \cdot \sqrt{n_i}$$

Pro skupiny zařizovacích předmětů, u kterých se předpokládá hromadné a nárazové používání (hygienické zázemí šaten)

$$Q_D = \sum_{i=1}^m \varphi_i \cdot Q_{Ai} \cdot n_i$$

kde  $Q_A$  – jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst (l/s)

$\varphi$  – součinitel současnosti odběru vody u stejných odběrných míst

$n$  – počet míst stejného druhu

$m$  – počet druhů odběrných míst

### Výpočet tlakových ztrát k nejbližší výtokové armatuře v přírodním potrubí studené vody a vodovodní přípojce

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK $Q_A$ (l/s)														Qd (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)	l (m)	R (kPa/m)	l*R (kPa)	$\Sigma \zeta$	$\Delta p$ (kPa)	l*R + $\Delta p$ (kPa)
od	do	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2		0,2										
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem									
S1	S2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50	0,94	2,414	2,27	3,5	3,93	6,20
S2	S3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40	19,40	1,650	32,01	7,6	7,44	39,45
S3	S4	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	32x5,4	1,40	0,40	1,264	0,51	0,6	0,59	1,09
S4	S5	0	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	32x5,4	1,70	5,35	1,752	9,37	7,6	10,97	20,34
S5	S6	0	0	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,65	40x6,7	1,30	2,07	0,773	1,60	0,6	0,51	2,11
S6	S7	0	0	3	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,85	40x6,7	1,60	5,43	1,211	6,57	1,6	2,05	8,62
S7	S8	2	2	0	8	2	4	0	0	0	0	0	0	2	2	1,29	50x8,4	1,40	0,87	0,696	0,61	3,0	2,94	3,54
S8	S9	0	2	0	8	1	5	0	0	0	0	0	0	0	2	1,33	50x8,4	1,60	6,34	0,917	5,81	1,6	2,05	7,86
S9	S10	2	4	0	8	4	9	2	2	0	0	0	0	0	2	2,43	63x10,5	1,70	7,53	0,775	5,84	6,6	9,53	15,36
S10	S11	0	4	1	9	0	9	0	2	0	0	0	0	0	2	2,47	63x10,5	1,70	9,96	0,775	7,72	2,1	3,03	10,75
S11	S12	0	4	0	9	0	9	0	2	0	0	1	1	0	2	2,51	63x10,5	1,75	14,43	0,775	11,18	7,6	11,63	22,81
S12	S13	3	7	0	9	3	12	0	2	1	1	0	1	1	3	2,64	63x10,5	1,90	6,66	0,894	5,95	0,6	1,08	7,04
S13	S14	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	1	0	3	2,64	63x10,5	1,90	1,69	0,894	1,51	0,6	1,08	2,59
S14	S15	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	1	2	0	3	2,68	63x10,5	1,95	27,13	0,894	24,25	0,6	1,14	25,39
S15	S16	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	2	0	3	2,68	63x10,5	1,95	0,50	0,894	0,45	0,6	1,14	1,59
S16	VŠ1	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	1	3	0	3	2,72	63x10,5	1,95	9,27	0,894	8,28	2,6	4,94	13,22
VŠ1	VŠ2	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	3	0	3	2,72	SDR 63x5,8	1,30	69,95	0,390	27,28	2,6	2,19	29,48
VŠ2	PŘ	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	3	0	3	2,72	SDR 63x5,8	1,30	8,40	0,390	3,28	5	4,22	7,50

**$\Sigma$  224,95 kPa**

**Dimenze vodovodního potrubí studené vody na základě rychlosti v administrativní části budovy**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK Q <sub>A</sub> (l/s)						Q <sub>d</sub> (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,1		0,2		0,2				
		NÁDRŽKOVÝ SPLACHOVAČ		SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)		SMĚŠOVACÍ BATERIE - VÝLEVKA				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
S25	S26	1	1	0	0	0	0	0,10	16x2,7	1,10
S26	S27	0	1	1	1	0	0	0,22	20x3,4	1,50
S27	S28	1	2	0	1	1	1	0,32	25x4,2	1,40
S28	S29	1	2	1	2	0	1	0,37	25x4,2	1,80
S29	S7	1	3	0	2	1	2	<b>0,44</b>	25x4,2	1,80
S30	S27	1	1	0	0	1	1	0,22	20x3,4	1,50
S31	S32	1	1	0	0	0	0	0,10	16x2,7	1,10
S32	S28	0	1	1	1	0	0	0,22	20x3,4	1,50
S33	S29	1	1	0	0	1	1	0,22	20x3,4	1,50

**Dimenze vodovodního potrubí studené vody na základě rychlosti v hygienickém zázemí šaten**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK Q <sub>A</sub> (l/s)						Q <sub>d</sub> (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,1		0,2		0,2				
		NÁDRŽKOVÝ SPLACHOVAČ		SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)		SMĚŠOVACÍ BATERIE - SPRCHA				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
Ø		0,3		0,8		1				
S35	S36	0	0	1	1	0	0	0,16	16x2,7	1,80
S36	S37	0	0	0	1	1	1	0,36	25x4,2	1,80
S37	S38	0	0	1	2	0	1	0,52	32x5,4	1,40
S38	S39	1	1	0	2	0	1	0,55	32x5,4	1,70
S39	S9	1	2	2	4	1	2	<b>1,10</b>	50x8,4	1,30

### Dimenze vodovodního potrubí studené vody na základě rychlosti v hygienickém zázemí výroby a administrativy

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK $Q_A$ (l/s)												Qd (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2				
		NÁDRŽKOVÝ SPLACHOVAČ	SMĚŠOVACÍ BATERIE - DŘEZ JEDNODUCHÝ, VELKOKUCHYŇSKÝ	SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)	SMĚŠOVACÍ BATERIE - VÝLEVKA	PISOÁROVÁ MÍSA	VÝTOKOVÝ VENTIL DN 15 A EL. VENTIL DN 15									
Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
S25	S26	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	16x2,7	1,10
S26	S27	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,22	20x3,4	1,5
S27	S28	1	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0,32	25x4,2	1,4
S28	S29	1	2	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0,37	25x4,2	1,8
S29	S7	1	3	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0,44	25x4,2	1,8
S30	S27	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,22	20x3,4	1,5
S31	S32	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	16x2,7	1,1
S32	S28	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,22	20x3,4	1,5
S33	S29	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,22	20x3,4	1,5
S34	S8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,5
S40	S10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S41	S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,50
S42	S43	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	16x2,7	1,10
S43	S44	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	16x2,7	1,60
S44	S45	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	20x3,4	1,30
S45	S46	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,35	25x4,2	1,80
S46	S47	0	3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0,40	25x4,2	1,80
S47	S48	0	3	0	0	2	3	0	0	0	1	0	0	0,49	32x5,4	1,40
S48	S12	1	4	0	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0,54	32x5,4	1,40
S50	S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,50
S52	S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,50

**Dimenze vodovodního potrubí studené vody na základě rychlosti v místnostech na zpracování surovin (s VD)**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK Q <sub>A</sub> (l/s)				Q <sub>d</sub> (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,2		0,2				
		SMĚŠOVACÍ BATERIE - DŘEZ JEDNODUCHÝ, VELKOKUCHYŇSKÝ		SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
S17	S3	0	0	1	1	<b>0,13</b>	16x2,7	1,40
S18	S19	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S19	S4	1	2	0	0	<b>0,28</b>	25x4,2	1,40
S20	S5	1	1	0	0	<b>0,20</b>	20x3,4	1,50
S21	S22	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S22	S23	1	2	0	0	0,28	25x4,2	1,40
S23	S24	1	3	0	0	0,35	25x4,2	1,80
S24	S6	0	3	1	1	<b>0,55</b>	32x5,4	1,40

**Dimenzování požárního vodovodu dle rychlosti (ocelové pozinkované potrubí)**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK Q <sub>A</sub> (l/s)		Q <sub>d</sub> (l/s)	DN	v (m/s)
od	do	0,77				
		Vnitřní hadicový systém s tvarově stálou hadicí DN 25 průměr hubice 9 mm				
		Přibývá	Celkem			
P3	P2	1	1	0,77	32	0,8
P2	P1	1	2	1,54	40	1,0
P1	S14	1	3	2,31	50	1,0

### Výpočet tlakových ztrát k nejbližší výtokové armatuře v přírodním potrubí teplé vody a vodovodní přípojce

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK Qd (l/s)														Qd (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)	l (m)	R (kPa/m)	l*R (kPa)	Σζ	Δp (kPa)	l*R + Δp (kPa)
od	do	0,1		0,2		0,2		0,3		0,2		0,2		0,2										
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem									
T1	T2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50	0,94	2,033	1,91	3,5	3,93	5,84
T2	T3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40	19,35	1,388	26,86	11,6	11,36	38,21
T3	T4	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	32x5,4	1,40	0,63	1,065	0,67	0,6	0,59	1,26
T4	T5	0	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	32x5,4	1,70	6,34	1,486	9,42	7,6	10,97	20,39
T5	T6	0	0	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,65	40x6,7	1,30	2,08	0,649	1,35	0,6	0,51	1,86
T6	T7	0	0	3	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,85	40x6,7	1,60	5,76	1,027	5,92	1,6	2,05	7,96
T7	T8	0	0	0	8	2	4	0	0	0	0	0	0	2	2	1,25	50x8,4	1,40	0,93	0,696	0,65	3,0	2,94	3,58
T8	T9	0	0	0	8	1	5	0	0	0	0	0	0	2	2	1,30	50x8,4	1,60	6,34	0,917	5,81	1,6	2,05	7,86
T9	T10	0	0	0	8	4	9	0	0	0	0	2	2	0	2	2,34	63x10,5	1,70	8,37	0,660	5,52	6,6	9,53	15,05
T10	T11	0	0	1	9	0	9	0	0	0	0	0	2	0	2	2,38	63x10,5	1,70	25,85	0,660	17,06	9,1	13,14	30,20
T11	S51	0	0	0	9	3	12	0	0	0	0	0	2	1	3	2,46	63x10,5	1,75	7,91	0,670	5,30	6	9,18	14,48
S51	S13	0	0	0	9	0	12	0	0	0	0	0	2	0	3	2,46	63x10,5	1,75	2,88	0,670	1,93	10,6	16,22	18,14
S13	S14	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	1	0	3	2,64	63x10,5	1,90	1,69	0,385	0,65	0,6	1,08	1,73
S14	S15	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	1	2	0	3	2,68	63x10,5	1,90	27,13	0,413	11,20	0,6	1,08	12,29
S15	S16	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	2	0	3	2,68	63x10,5	1,90	0,50	0,413	0,21	0,6	1,08	1,29
S16	VŠ1	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	1	3	0	3	2,72	63x10,5	1,94	9,27	0,413	3,83	2,6	4,89	8,71
VŠ1	VŠ2	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	3	0	3	2,72	SDR 63x5,8	1,30	69,95	0,390	27,28	2,6	2,19	29,48
VŠ2	PŘ	0	7	0	9	0	12	0	2	0	1	0	3	0	3	2,72	SDR 63x5,8	1,30	8,40	0,390	3,28	5	4,22	7,50

Σ 225,84 kPa

**Dimenze vodovodního potrubí teplé vody na základě rychlosti v administrativní části budovy**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK QA (l/s)				Qd (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,2		0,2				
		SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)		SMĚŠOVACÍ BATERIE - VÝLEVKA				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
T21	T22	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T22	T23	0	1	1	1	0,28	25x4,2	1,40
T23	T24	1	2	0	1	0,35	25x4,2	1,80
T24	T7	0	2	1	2	<b>0,40</b>	25x4,2	1,80
T25	T22	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,50
T26	T23	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T27	T24	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,50

**Dimenze vodovodního potrubí teplé vody na základě rychlosti v hygienickém zázemí šaten**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK QA (l/s)				Qd (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,2		0,2				
		SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)		SMĚŠOVACÍ BATERIE - SPRCHA				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
φ		0,8		1				
T29	T30	1	1	0	0	0,16	16x2,7	1,80
T30	T31	0	1	1	1	0,36	25x4,2	1,80
T31	T32	1	2	0	1	0,52	32x5,4	1,40
T32	T9	2	4	1	2	<b>1,04</b>	50x8,4	1,30

**Dimenze vodovodního potrubí teplé vody na základě rychlosti v hygienickém zázemí výroby a administrativy**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK QA (l/s)						Qd (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,2		0,2		0,2				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
		SMĚŠOVACÍ BATERIE - DŘEZ JEDNODUCHÝ, VELKOKUCHYŇSKÝ		SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)		SMĚŠOVACÍ BATERIE - VÝLEVKA				
T21	T22	0	0	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,5
T22	T23	0	0	0	1	1	1	0,28	25x4,2	1,4
T23	T24	0	0	1	2	0	1	0,35	25x4,2	1,8
T24	T7	0	0	0	2	1	2	0,40	25x4,2	1,8
T25	T22	0	0	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,5
T26	T23	0	0	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,5
T27	T24	0	0	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,5
T28	T8	0	0	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,5
T33	T10	1	1	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T34	T35	0	0	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T35	T36	0	0	2	3	0	0	0,35	32x5,4	1,40
T36	T11	0	0	0	3	1	1	0,40	32x5,4	1,40

**Dimenze vodovodního potrubí studené vody na základě rychlosti v místnostech na zpracování surovin (s VD)**

ÚSEK		JMENOVIVÝ VÝTOK QA (l/s)				Qd (l/s)	da x s (mm) - DN	v (m/s)
od	do	0,2		0,2				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			
		SMĚŠOVACÍ BATERIE - DŘEZ JEDNODUCHÝ, VELKOKUCHYŇSKÝ		SMĚŠOVACÍ BATERIE - UMYVADLO (UMÝVÁTKO)				
T16	S3	0	0	1	1	<b>0,13</b>	16x2,7	1,40
T17	T18	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T18	T4	1	2	0	0	<b>0,28</b>	25x4,2	1,40
T19	T5	1	1	0	0	<b>0,20</b>	20x3,4	1,50
T20	T21	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T21	T22	1	2	0	0	0,28	25x4,2	1,40
T22	T23	1	3	0	0	0,35	25x4,2	1,80
T23	T24	0	3	1	1	<b>0,55</b>	32x5,4	1,40

**Ověření hydrostatické podmínky – studená voda**

$$p_{dis} \geq p_{optFI} + h \cdot \rho \cdot g / 1000 + \Delta p_{wm} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

Posouzení pro nejnepříznivěji položenou výtakovou armaturu:

$$450 \geq 100 + 7,35 \cdot 9,81 + 0,4 + (3,0 + 5,5) + 224,95$$

$$450 \geq 405,95 \text{ kPa}$$

V místě posuzované armatury je dostatečný přetlak.

**Ověření hydrostatické podmínky – teplá voda**

$$p_{dis} \geq p_{optFI} + h \cdot \rho \cdot g / 1000 + \Delta p_{wm} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

Posouzení pro nejnepříznivěji položenou výtakovou armaturu:

$$450 \geq 100 + 7,35 \cdot 9,81 + 0,4 + (3,0 + 5,5) + 225,84$$

$$450 \geq 405,95 \text{ kPa}$$

V místě posuzované armatury je dostatečný přetlak.

## C.5.2 Návrh cirkulace teplé vody

Výpočtový průtok cirkulace teplé vody musí vyrovnat tepelné ztráty všech úseků přívodního potrubí. Výpočtový průtok cirkulace teplé vody ( $Q_c$ ) v místě cirkulačního čerpadla, v l/s, se stanoví za předpokladu nulového odběru vody v odběrných místech podle tepelných ztrát přívodního potrubí podle vztahu.

$$Q_c = q_c / (4127 \cdot \Delta t)$$

kde  $q_c$  - tepelná ztráta celého přívodního potrubí (W)

$\Delta t$  - rozdíl teplot mezi výstupem teplé vody z ohřivače a spojením přívodního a cirkulačního potrubí (2 K)

Tepelná ztráta všech úseků se stanoví jako součet ztrát všech úseků přívodního potrubí (W)

$$q_c = \sum q$$

Tepelné ztráty jednotlivých úseků se stanoví

$$q = l \cdot q_t$$

kde  $l$  - délka úseku včetně přírážek (m)

$q_t$  - délková tepelná ztráta přívodního potrubí (W)

### Výpočet tlakových ztrát v přívodním a cirkulačním potrubí při cirkulaci teplé vody

ÚSEK		da x s (mm) - DN	tl. izolace (mm)	délková tepelná ztráta úseku $q_t$ (W/m)	l + přírážky (m)	tepelná ztráta (W)	$Q_c$ (l/s)	v (m/s)	l	R (kPa/m)	l*R (kPa)	$\Sigma \zeta$	$\Delta p$ (kPa)	l*R + $\Delta p$ (kPa)	
od	do														
S51	T11	63x10,5	20	14	9,588	134,232	0,14	0,10	7,99	0,004	0,03	6,0	0,03	0,06	
T11	T10	63x10,5	20	14	31,02	434,28	0,14	0,10	25,85	0,004	0,10	9,1	0,05	0,15	
T10	T9	63x10,5	20	14	10,038	140,532	0,14	0,10	8,37	0,004	0,03	6,6	0,03	0,07	
T9	T8	50x8,4	20	11,9	8,07	96,033	0,14	0,20	6,73	0,013	0,09	1,6	0,03	0,12	
T8	T7	50x8,4	20	11,9	1,1124	13,2376	0,14	0,20	0,93	0,013	0,01	3,0	0,06	0,07	
T7	T6	40x6,7	20	10,1	6,912	69,8112	0,14	0,30	5,76	0,037	0,21	1,6	0,07	0,29	
T6	T5	40x6,7	20	10,1	2,496	25,2096	0,14	0,30	2,08	0,037	0,08	0,6	0,03	0,10	
T5	T4	32x5,4	20	9	7,608	68,472	0,14	0,40	6,34	0,108	0,68	7,6	0,61	1,29	
T4	T3	32x5,4	20	9	0,756	6,804	0,14	0,40	0,63	0,108	0,07	0,6	0,05	0,12	
T3	C2	25x4,2	20	8	16,7892	134,314	0,14	0,60	13,99	0,351	4,91	8,0	1,44	6,35	
C2	C1	25x4,2	20	-	93,156	-	0,14	0,60	77,63	0,108	8,38	33,9	6,10	14,48	
					ztráta celkem(W)	1122,92									<b><math>\Sigma</math> 23,10 kPa</b>

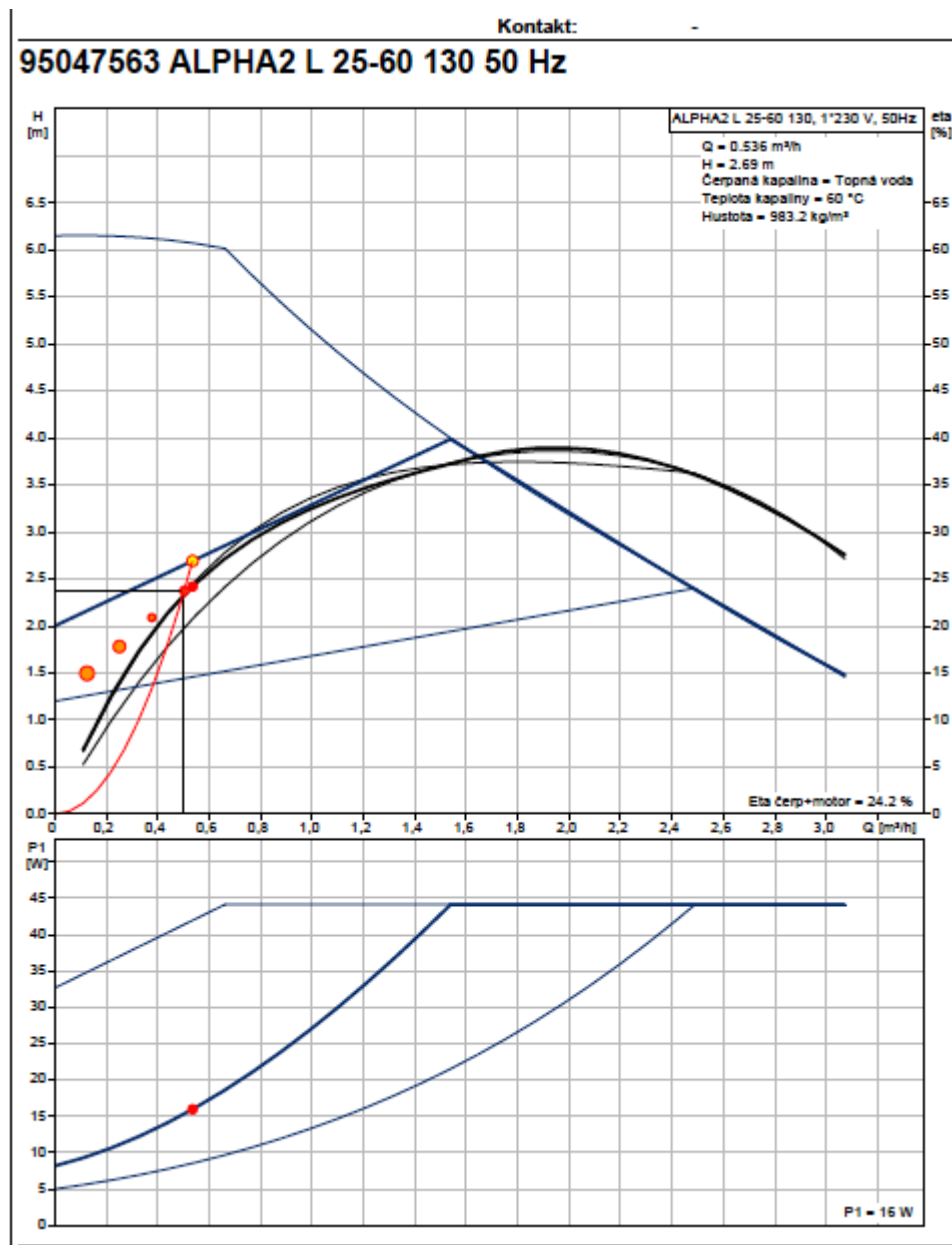
## Výpočtový průtoku cirkulace TV

$$Q_c = q_c / (4127 \cdot \Delta t) = 1122,92 / (4127 \cdot 2) = 0,14 \text{ l/s} = 0,504 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Nejmenší potřebná dopravní výška cirkulačního čerpadla

$$H = 0,1033 \cdot \Delta p_{RF} = 0,1033 \cdot 23,10 = 2,39 \text{ m}$$

Navrženo d čerpadlo **Grundfos ALPHA2 25-60 N 130**



### C.5.3 Tepelná roztažnost potrubí

Délková změna potrubí se stanoví dle vztahu:

$$\Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

kde  $\Delta t$  – rozdíl teplot při montáži a při provozu potrubí (K)

$\alpha$  – součinitel tepelné roztažnosti (mm/m.K)

L – délka trubky (m)

Délková ohybového ramene potrubí se stanoví dle vztahu:

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)}$$

kde c – materiálová konstanta (K)

$\alpha$  – součinitel tepelné roztažnosti (mm/m.K)

L – délka trubky (m)

#### Pro potrubí teplé vody a cirkulace

ÚSEK		da (mm)	L (m)	$\alpha$ (mm/m°C)	$\Delta t$ (K)	$\Delta L$ (mm)	C	Ls (mm)
od	do							
PB1	PB2	25	3,56	0,12	40	17,09	20	413,38
PB2	PB3	25	3,12	0,12	40	14,98	20	386,99
PB3	PB4	32	4,50	0,12	40	21,60	20	525,81
PB4	PB5	40	4,50	0,12	40	21,60	20	587,88
PB5	PB6	50	3,39	0,12	40	16,27	20	570,47
PB6	PB7	63	6,55	0,12	40	31,44	20	890,11
PB7	PB8	63	6,55	0,12	40	31,44	20	890,11
PB8	PB9	63	2,24	0,12	40	10,75	20	520,53
PB9	PB10	63	9,31	0,12	40	44,69	20	1061,20
PB10	PB11	63	9,31	0,12	40	44,69	20	1061,20
PB4	PB12	32	3,61	0,12	40	17,35	20	471,22
PB5	PB13	40	7,05	0,12	40	33,84	20	735,83
PB7	PB14	50	2,73	0,12	40	13,10	20	511,94
PB14	PB15	50	0,44	0,12	40	2,11	20	205,52
PB15	PB16	50	0,50	0,12	40	2,40	20	219,09
PB11	PB17	63	2,12	0,12	40	10,18	20	506,39

### Pro potrubí studené vody

ÚSEK		da (mm)	L (m)	$\alpha$ (mm/m°C)	$\Delta t$ (K)	$\Delta L$ (mm)	C	Ls (mm)
od	do							
PB1	PB2	25	3,56	0,12	10	4,27	20	206,69
PB2	PB3	25	3,12	0,12	10	3,74	20	193,49
PB3	PB4	32	4,50	0,12	10	5,40	20	262,91
PB4	PB5	40	4,50	0,12	10	5,40	20	293,94
PB5	PB6	50	3,39	0,12	10	4,07	20	285,24
PB6	PB7	63	6,55	0,12	10	7,86	20	445,05
PB7	PB8	63	6,55	0,12	10	7,86	20	445,05
PB8	PB9	63	2,24	0,12	10	2,69	20	260,26
PB9	PB10	63	9,31	0,12	10	11,17	20	530,60
PB10	PB11	63	9,31	0,12	10	11,17	20	530,60
PB4	PB12	32	3,61	0,12	10	4,34	20	235,61
PB5	PB13	40	7,05	0,12	10	8,46	20	367,91
PB7	PB14	50	2,73	0,12	10	3,28	20	255,97
PB14	PB15	50	0,44	0,12	10	0,53	20	102,76
PB15	PB16	50	0,50	0,12	10	0,60	20	109,54
PB11	PB17	63	2,12	0,12	10	2,54	20	253,20

### C.5.4 Návrh přípravy teplé vody

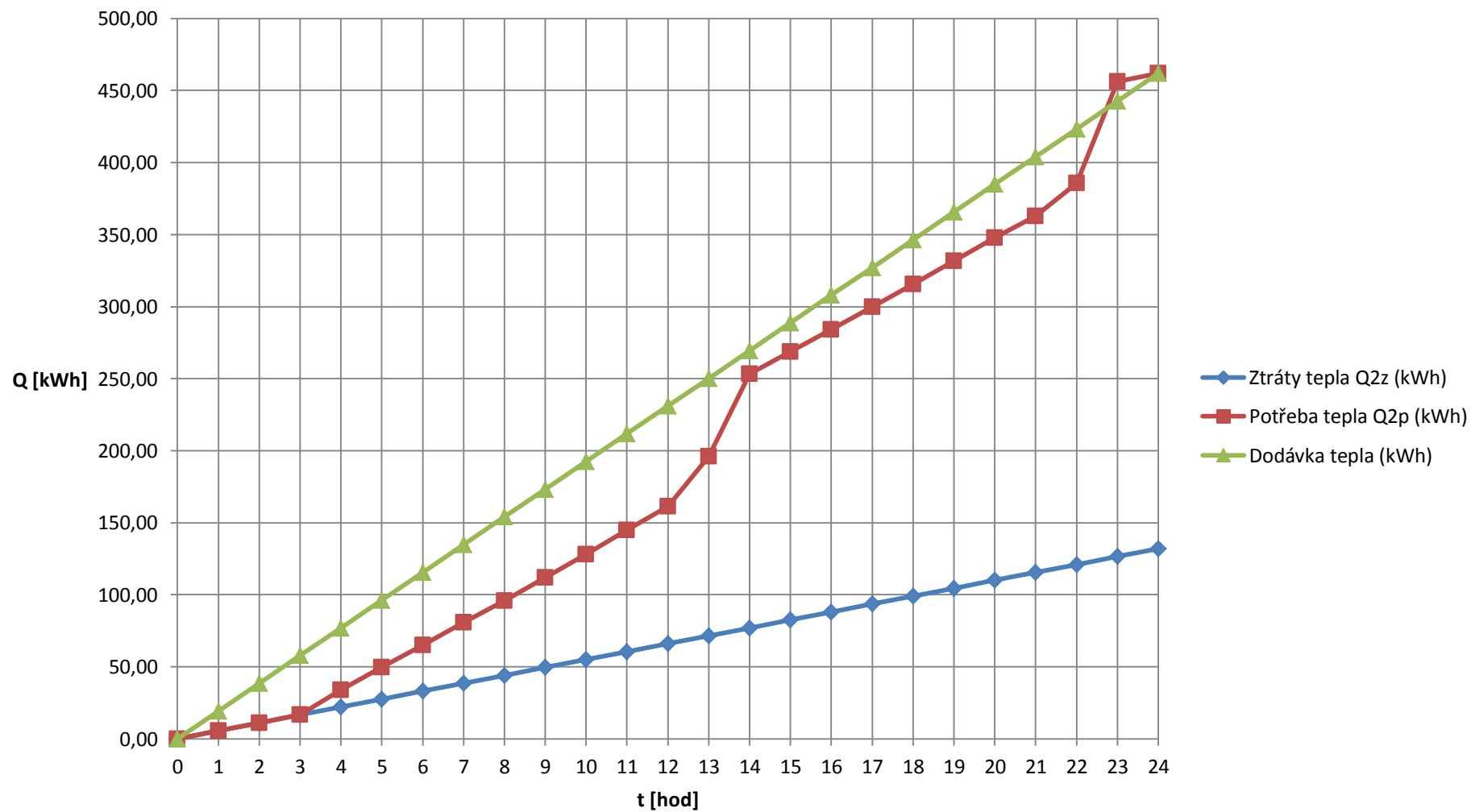
Návrh velikosti zásobníků bude proveden dle činností, přičemž hodnoty pro mytí osob byly přenásobeny součinitelem prodloužení doby dodávky  $p_d = 1,5$ . Hodnoty pro výrobu byly rovnoměrně rozpočítány z odhadované celkové potřeby teplé vody pro výrobu a mytí, kdy na konci směny bude spotřeba vzhledem k mytí dvojnásobná. V tabulce jsou uvedeny použité hodnoty potřeby teplé vody a tepla.

	Činnost	Objem dávky $V_d$ (m <sup>3</sup> )	Teplota v dávce $Q_2$ (kWh)
Mytí osob	mytí rukou	0,002	0,10
	mytí těla	0,015	0,52
	sprcha	0,0375	1,32
Mytí nádobí	pouze výdej jídel	0,001	0,05
Výroba	výroba + mytí strojů	0,18	9,42
Úklid	mytí podlahy + úklid	0,020	1,05

## Výpočet velikosti zásobníkových ohřivačů

Mytí osob			Mytí nádobí	Výroba	mytí podlahy + úklid	Dílčí potřeba teplé vody $V_{2p}$ (m <sup>3</sup> )	Dílčí potřeba tepla $Q_{2t}$ (kWh)	Ztráty tepla $Q_{2z}$ (kWh)	Potřeba tepla $Q_{2p}$ (kWh)	Dodávka tepla (kWh)	Rozdíl křivek (kWh)
mytí rukou	mytí těla	Sprcha	pouze výdej jídel	výroba + mytí strojů							
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	5,50	5,50	19,25	13,75
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	11,00	11,00	38,49	27,49
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	16,50	16,50	57,74	41,24
26	0	0	0	1	0	0,23	12,02	22,00	34,02	76,98	42,96
5	0	0	0	1	0	0,19	9,92	27,49	49,44	96,23	46,79
7	0	0	0	1	0	0,19	10,12	32,99	65,05	115,47	50,42
6	0	0	0	1	0	0,19	10,02	38,49	80,57	134,72	54,14
3	0	0	0	1	0	0,19	9,72	43,99	95,79	153,96	58,17
10	0	0	0	1	0	0,20	10,42	49,49	111,71	173,21	61,49
12	0	0	0	1	0	0,20	10,62	54,99	127,83	192,45	64,62
13	0	0	17	1	0	0,22	11,57	60,49	144,90	211,70	66,80
8	0	0	17	1	0	0,21	11,07	65,99	161,47	230,94	69,47
34	13	0	0	2	0	0,62	29,00	71,48	195,97	250,19	54,22
15	13	26	0	1	0	1,38	52,00	76,98	253,46	269,43	15,97
4	0	0	0	1	0	0,19	9,82	82,48	268,78	288,68	19,89
5	0	0	0	1	0	0,19	9,92	87,98	284,20	307,92	23,72
7	0	0	0	1	0	0,19	10,12	93,48	299,82	327,17	27,34
8	0	0	0	1	0	0,20	10,22	98,98	315,54	346,41	30,87
6	0	0	13	1	0	0,21	10,67	104,48	331,71	365,66	33,95
5	0	0	13	1	0	0,20	10,57	109,98	347,78	384,90	37,12
3	0	0	0	1	0	0,19	9,72	115,47	363,00	404,15	41,15
12	13	0	0	1	0	0,40	17,38	120,97	385,87	423,39	37,52
20	13	26	0	2	2,9581	1,63	65,03	126,47	456,40	442,64	-13,76
0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	131,97	461,90	461,88	0,00

### Graf závislosti potřeby a dodávky tepla



### Návrh velikosti zásobníku

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c \cdot (\Theta_2 - \Theta_1)) = 83,23 / (1,163 \cdot (55 - 10)) = 1,59 \text{ m}^3$$

Zásobníkové ohřivače, jsou umístěny v kotelně ve výrobní části objektu. Jsou zde navrženy dva stacionární nepřímotopné ohřivače Dražice OKC 1000 NTR/1 MPa. Na přívodu studené vody bude osazen pojistný ventil. Ohřev zásobníku zajistí soustava Ekoblok Bypass podrobněji popsána v kapitole B.

### C.5.5 Návrh hlavního vodoměru

Jako hlavní vodoměr byl zvolen: SENSUS MeiStream DN 40 TL. Vodoměr bude osazen ve vodoměrné šachtě na hranici pozemku.

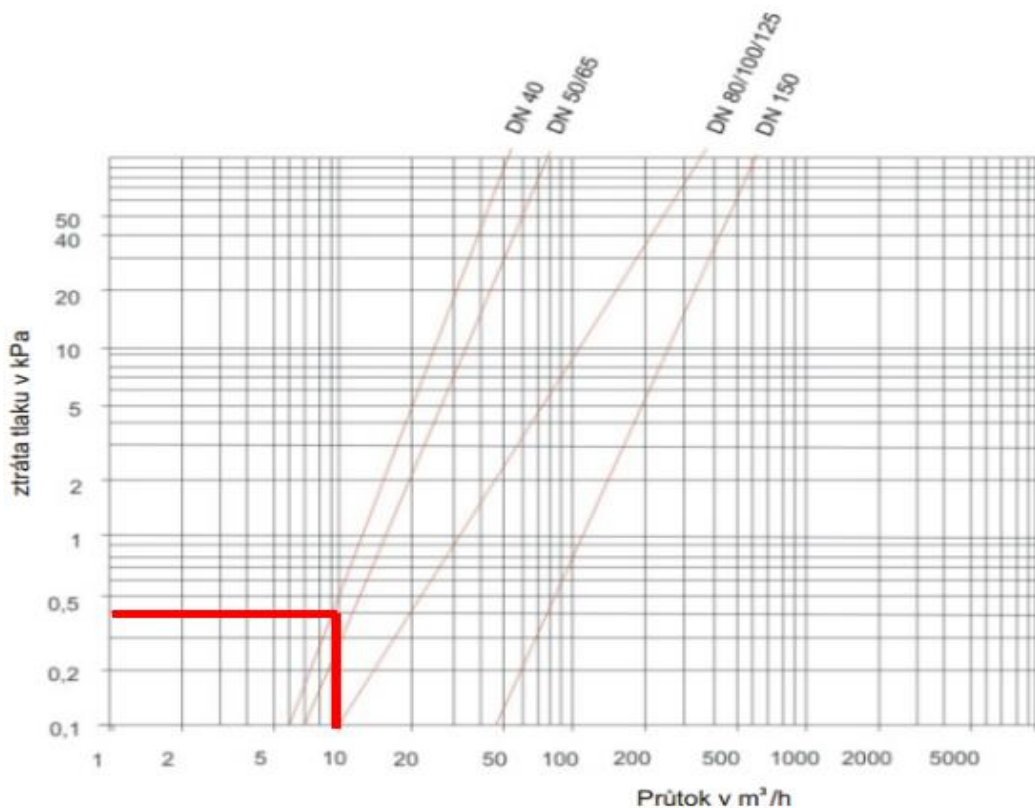
#### Posouzení hlavního vodoměru

Minimální průtok vodoměrem:

0,20 m<sup>3</sup>/h = 0,055 l/s < 0,10 l/s (nádržkový splachovač) -> vyhovuje

Maximální průtok vodoměrem:

60 m<sup>3</sup>/h > 2,72 · 3,6 = 9,792 m<sup>3</sup>/h -> vyhovuje



Tlaková ztráta vodoměru je 0,4 kPa.

## C.6 TECHNICKÁ ZPRÁVA

### Úvod

Projekt řeší vnitřní vodovod, kanalizaci a jejich přípojky novostavby průmyslové pekárny na stávající síti v ulici Tyršova v Modřicích. Řešený objekt je tvořen jednopodlažní halou s výrobním prostorem a dvoupodlažní administrativní budovou se zázemím pro zaměstnance. Podklad pro vypracování tvořila zpracovaná projektová dokumentace objektu, situace s inženýrskými sítěmi a informace od správce vodohospodářské sítě. Při provádění stavby je nutné dodržet podmínky městského úřadu, stavebního úřadu a zásady bezpečnosti práce.

### Potřeba vody

Specifická potřeba vody

- 1 Pracovník ve výrobě

$$\frac{26}{250} = 0,104 \text{ m}^3/\text{den} = 104 \text{ l/den}$$

- 1 Pracovník v administrativě

$$\frac{14}{250} = 0,056 \text{ m}^3/\text{den} = 56 \text{ l/den}$$

- 1 Pracovník (stravování)

$$\frac{3}{250} = 0,012 \text{ m}^3/\text{den} = 12 \text{ l/den}$$

- Výroba

$$\frac{463,5}{300} = 1,545 \text{ m}^3/\text{den} = 1545 \text{ l/den}$$

- Myčka přepravek

$$320 \text{ l/den}$$

- Mytí podlah

$$\frac{1306}{1800} \cdot 0,04 = 0,029 \text{ m}^3/\text{týdně} = 4,2 \text{ l/den}$$

- Mytí pracovních pomůcek a strojů cca

500l/den

Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = \sum n_i \cdot q_i$$

$$Q_p = 104 \cdot 52 + 56 \cdot 8 + 12 \cdot 60 + 1545 + 320 + 4,2 + 500 = \mathbf{8945,2 \text{ l/den}}$$

Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p \cdot k_d = 8945,2 \cdot 1,5 = \mathbf{13417,8 \text{ l/den}}$$

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = 1/8 \cdot Q_p \cdot k_d \cdot k_h = 8945,2/8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = \mathbf{3019,005 \text{ l/h}}$$

Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p \cdot 300 = 8945,2 \cdot 300 = \mathbf{2683,56 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

### Potřeba teplé vody

1. směna 26 pracovníků výroba	0,06 m <sup>3</sup> /osoba/směna
2. směna 26 pracovníků výroba	0,06 m <sup>3</sup> /osoba/směna
8 administrativních pracovníků	0,02 m <sup>3</sup> /osoba/směna
Úklid 295,81 m <sup>2</sup>	0,02 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup>
Výdej jídel	0,001 m <sup>3</sup> / 1 jídlo
Potřeba teplé vody pro výrobu	4 m <sup>3</sup> / den po obě směny (odhad)

$$Q_t = 52 \cdot 0,06 + 8 \cdot 0,02 + 0,02 \cdot 2,9581 + 60 \cdot 0,001 + 4 = \mathbf{7,39 \text{ m}^3/\text{den}}$$

### Kanalizační přípojka

Objekt bude odkanalizován do stávající jednotné stoky DN 400 v Tyršově ulici. Pro odvádění splaškových a dešťových vod bude vybudována kanalizační přípojka PVC KG DN 300. Přípojka bude na stoku napojena betonovou šachtou Ø 1000 mm. Dimenze DN 300 je stanovena na základě průtoku při dosažení maximální hladiny dešťových retenčních nádrží, kdy se díky havarijnímu přepadu průtok zvedne na  $Q_{rw} = 139,94 \text{ l/s}$ . Průtok dešťové a splaškové vody je

při regulovaném odtoku z retenčních nádrží je 17,26 l/s. Hlavní vstupní šachta z betonových skruží Ø 1000 mm s poklopem Ø 600 mm je umístěna na hranici soukromého pozemku

### **Vodovodní přípojka**

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11 Ø 63x 5,8. Přípojka je napojená na vodovodní řad pro veřejnou potřebu v ulici Tyršova. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,450 až 0,50 MPa. Výpočtový průtok určen dle ČSN 75 5455 je 2,72 l/s. Přípojka bude napojena na veřejný litinový vodovodní řád DN 100 navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou s poklopem. Vodoměrová souprava s vodoměrem DN 50 a hlavním uzávěrem vody bude umístěna v typové betonové vodoměrové šachtě o rozměru 900 x 1800 x 1800 mm na pozemku na hranici pozemku. Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie.

### **Vnitřní kanalizace**

Kanalizace odvádějící odpadní vody z nemovitosti bude napojena na kanalizační přípojku vedenou do stoky v ulici Tyršova.

Svodná potrubí povedou v zemi pod podlahou 1. NP a pod terénem vně objektu. V místě napojení hlavního svodného potrubí na přípojku bude zřízena hlavní vstupní šachta z betonových skruží Ø 1000 mm s poklopem Ø 600 mm. Do této šachty budou rovněž napojena redukovaná potrubí dešťové kanalizace pro dešťové vody ze střech a zpevněných ploch. Retenční nádrž pro dešťové vody ze střech bude zároveň sloužit jako zdroj požární vody pro vnější protipožární zásah.

Splaškové odpadní vody z výrobní části pekárny budou vedeny do lapáku tuků Asio AS-FAKU 4EO/PB umístěným před objektem, protože zde hrozí vznik splašků s větším obsahem tuků. Tyto splaškové vody se následně spojí

s ostatními splaškovými vodami ve vstupní šachtě z betonových skruží Ø 1000 mm s poklopem Ø 600 mm a jsou odváděny do jednotné stoky.

Dešťové vody ze střech budou odváděny odpadním potrubím vedeným po vnější fasádě a budou v úrovni terénu opatřena lapači střešních splavenin a následně odváděny do retenční nádrže o objemu 96,5 m<sup>3</sup> (61,5 retenční objem + 35 m<sup>3</sup> objem požární vody) s regulovaným odtokem 2,39 l/s. Vody ze zpevněných ploch a parkoviště objektu budou odváděny přes odlučovač ropných látek Asio AS-TOP 30 EO/PB do druhé retenční nádrže o objemu 38,08 m<sup>3</sup> s regulovaným odtokem 4,30 l/s. Vnitřní kanalizace je navržena a bude provedena a zkoušena podle ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760.

Materiálem potrubí v zemi budou trouby a tvarovky z PVC KG uložené na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Splašková odpadní, větrací a přípojovací potrubí budou z polypropylenu HT a budou upevňována ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou.

### **Vnitřní vodovod**

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody DN 100 litina. Hlavní uzávěr vody pro objekt bude umístěn ve vodoměrné šachtě na hranici pozemku. Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrné šachty do domu povede v hloubce minimálně 1,5 m pod terénem (protože nehrozí odstávky provozu vodovodu, může se snížit i na 1,2 m) vně domu a do šachty v objektu vstoupí plynotěsnou a vodotěsnou ochrannou trubkou. V objektu bude ležaté potrubí vedeno pod stropem.

Stoupací potrubí se nacházejí pouze v administrativní části a jsou vedena po stěně. Podlažní rozvodná a přípojovací potrubí budou vedena v administrativní části pod stropem v podhledu nebo v předstěnových instalacích a po stěnách výrobních prostor.

Teplá voda pro pekárnu bude připravována v kotelně prostřednictvím tlakových zásobníkových ohřivačů o objemu 1000 l. Zásobníky budou ohřívány vodou o teplotě 80 °C ze zařízení Ekoblok VI, který využívá odpadní energii ve formě spalin a páry z pečících ploch. Zařízení bude napojeno přes kontrolovanou zpětnou armaturu EA z důvodu ochrany vnitřního vodovodu proti znečištění.

## Technické údaje Ekobloku IV

Max. výkon hořáků [kW]	800
Min. objem zásobníků vody [l]	8000
Teplota výstupního vzduchu [°C]	55-60
Max. teplota vody – primární okruh [°C]	95
Max. teplota vody – sekundární okruh [°C]	40
Průměr vstupního potrubí [mm]	180, 250, 350, 400
Průměr výstupního potrubí [mm]	400
Připojení vody	DN 15
Odpadní voda	>DN50
Výstup pro vytápění – primární okruh	G2“
Připojení tlakové vody – sekundární okruh	G1“
Elektropřípojka [kW]	3,5
Jištění 3 × 400 V / 50 Hz	C20A
Vodní objem [l]	830
Hmotnost bez náplně [kg]	1600

Na přívodu studené vody do těchto ohříváčů bude kromě uzávěru osazen ještě zpětný ventil a pojistný ventil nastavený na otevírací přetlak 0,6 MPa.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN EN 75 5455. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-5 a ČSN 75 5409.

Součástí vodovodu je také vnitřním požární vodovod, který je oddělen ochranou jednotkou EA z důvodu ochrany vnitřního vodovodu proti znečištění. Rozmístění hydrantů na délce hadic a dostřiků vody z hubic a je patrné z půdorysů objektu. Materiálem potrubí uvnitř domu bude PPR, PN 20. Potrubí vně domu vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Požární voda je vedena v potrubí z pozinkované oceli. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným závitěm. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou. Potrubí vedené v zemi

bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzavírací armatury budou použity kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

Jako tepelná izolace bude použita návleková izolace MIRELON tloušťky 20 mm.

### **Zařizovací předměty**

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy budou závěsné s podomítkovou nádržkou. Pisoárová mísa bude mít automatické splachovací zařízení. U umyvadel a jednoduchých dřezů budou nástěnné směšovací baterie. Velkokuchyňské dřezy budou mít oplachovací sprchy. Sprchové baterie budou nástěnné s ruční sprchou. Nádržka výlevky bude řešena stejně, jako u záchodových mís. Výlevka navíc bude opatřena směšovací pákovou baterií s raménkem. Pro pekárnu je navržena mobilní myčka přepravek FORCHEM MP 150. Myčka bude připojena na splaškovou kanalizaci odtokovým potrubím, které bude vyústěno 40 mm nad podlahovou vpustí DN 100 v místnosti č. 128. Napouštění myčky zajistí obsluha myčky prostřednictvím výtokového ventilu DN 15. Pro provoz myčky postačí přívod studené vody.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

### **Zemní práce**

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce dle velikosti potrubí. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře zhutnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1,3 m je nutno pažit příložným pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s

jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., další příslušné ČSN, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a městského úřadu a zajistit bezpečnost práce.

## LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

Popis sestavy	Počet sestav
Záchodová mísa keramická závěsná bílá s hlubokým splachováním 360X500X400	7
Záchodové sedátko plastové, bílé s poklopem	
Instalační prvek pro záchodovou mísu s armaturou pro boční napouštění	
Ovládací tlačítko splachování	
Umyvadlo keramické bílé - 550x450 mm	12
Umyvadlová zápachová uzávěrka plastová bílá s odpadním ventilem z nerezové oceli	
Umyvadlová směšovací baterie stojánková páková pochromovaná	
2x pochromovaný rohový ventil rohový DN 15	
Výlevka keramická bílá s mřížkou	3
Instalační prvek pro výlevku mísu s armaturou pro boční napouštění	
Nástěnná páková baterie s raménkem, chrom	
Držák ruční sprchy	
Krycí dvířka ocelová 300 x 300 mm	
Dřez z nerezové oceli 780 mm x 475 mm s okapem	2
Dřezová zápachová uzávěrka s odpadním ventilem z nerezové oceli a přípojkou na případnou myčku nádobí	
Dřezová směšovací baterie stojánkové páková	
2x pochromovaný rohový ventil rohový DN 15	
Velkokuchyňský dřez dvoudílný nerezový 1400x700	3
Velkokuchyňská oplachová sprcha, chrom	
Dřezová zápachová uzávěrka pro dvoudílný dřez DN 75	
Dřez z nerezové oceli 780 mm x 475 mm s okapem	4
Dřezová zápachová uzávěrka s odpadním ventilem z nerezové oceli a přípojkou na případnou myčku nádobí	
Dřezová směšovací baterie stojánkové páková 2x pochromovaný rohový ventil rohový DN	
Sprchový kout kruhový posuvný čtyřdílný 900mm, Vanička litý mramor rozměry: 900x900x30, radius: 550 zápachová uzávěrka ke sprchové vaničce	2
Baterie sprchová nástěnná s ruční sprchou; držák ruční sprchy	
Zápachová uzávěrka sprchová plastová bílá;	
Pisoárová mísa keramická bílá	1
Podomítkový modul pro pisoárovou mísu s automatickým ovládním	
Zápachová uzávěrka pro pisoár	
Přípojovací trubička 3/8" x 1/2" délky 300mm	

## ZÁVĚR

Diplomovou práci jsem zpracoval dle vlastního úsudku s použitím platných norem a ustanovení. Pevně věřím, že je práce přehledná a srozumitelná. V první části práce jsem se postupně seznámil s možnostmi řešení zdravotně technických instalací v pekárenském provozu a následně jsem se pokusil tyto znalosti aplikovat na zadaný objekt. V první fázi tvorby práce mě překvapil negativní postoj pekáren vůči mé návštěvě v jejich provozu, ale díky spolupráci s firmou Kornfeil s.r.o. zastoupenou panem Ing. Miroslavem Janovským jsem se přeci jen do provozu dostal, za což mu ještě jednou děkuji. V další části práce jsem se pokusil téma zpracovat teoreticky a navrhnout technicky proveditelné varianty. V poslední části jsem zpracoval projekt pro vybrané varianty. Práce mě obohatila o zajímavé zkušenosti ohledně technologického zázemí pekárenských provozů. Věřím, že mé navržené řešení je pro zadaný objekt proveditelné a vhodné.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## Odborná literatura

VALÁŠEK, Jaroslav. Zdravotně technická zařízení budov: zdravotní technika, vytápění. 2.dopl. vyd. Bratislava: Jaga, 2006, 263 s. ISBN 80-807-6038-1.

VRÁNA, Jakub. Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 331 s. ISBN 978-80-247-1588-9.

ČUPR, Karel, Jakub VRÁNA, Blanka BARTOŠOVÁ a Marcela POČINKOVÁ. Zdravotní technika pro kombinované studium. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2002, 235 s. ISBN 80-214-2221-1.

ŽABIČKA, Zdeněk a Jakub VRÁNA. Zdravotně technické instalace. 1. vyd. Brno: ERA group, 2009, 221 s. ISBN 978-80-7366-139-7.

KORNFEIL. Zařízení na efektivní využití tepla: Ekoblok Bypass.

BALÁŠ, Marek. Kotle a výměníky tepla. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-802-1447-707.

## Internetové zdroje

<http://www.kornfeil.cz>

[www.wavin-osma.cz](http://www.wavin-osma.cz)

[www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

[www.regulus.cz](http://www.regulus.cz)

[www.wilo.cz](http://www.wilo.cz)

[www.grundfos.cz](http://www.grundfos.cz)

[www.topwet.cz](http://www.topwet.cz)

[www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j](http://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j)

[www.ekoplastik.cz](http://www.ekoplastik.cz)

[www.kapka-vodomery.cz](http://www.kapka-vodomery.cz)

[www.jika.cz](http://www.jika.cz)

[www.franke.com](http://www.franke.com)

[www.kanalizacezplastu.cz](http://www.kanalizacezplastu.cz)

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

ZTI – Zdravotně technické instalace

PVC – Polyvinylchlorid

PP - Polypropylen

TV – Teplá voda

SV – Studená voda

TZB – Technická zařízení budov

HDPE – high-density polyethylene (vysoce hustý polyetylén)

SDR - Standard Dimension Ratio

DN – Jmenovitá světlost

Neuvedené zkratky jsou popsány přímo na výkresech nebo v textu.

# SEZNAM PŘÍLOH

- 1 SITUACE 1:200
- 2 SITUACE - AREÁLOVÁ KANALIZACE 1:200
- 3 ROZVINUTÝ ŘEZ – RETENČNÍ NÁDRŽ 1:50
- 4 ROZVINUTÝ ŘEZ – RETENČNÍ A POŽÁRNÍ NÁDRŽ 1:50
- 5 PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY – KANALIZACE 1:50
- 6 PŮDORYS ZÁKLADŮ – KANALIZACE 1:100
- 7 PŮDORYS 1. NP – KANALIZACE 1:70
- 8 PŮDORYS 1. NP – KANALIZACE VÝŘEZ 1 1:50
- 9 PŮDORYS 1. NP – KANALIZACE VÝŘEZ 2 1:60
- 10 PŮDORYS 2. NP – KANALIZACE 1:70
- 11 PŮDORYS 2. NP – KANALIZACE VÝŘEZ 3 1:50
- 12 ROZVINUTÉ ŘEZY – SPLAŠKOVÁ KANALIZACE 1:50
- 13 ROZVINUTÉ ŘEZY – SPLAŠKOVÁ KANALIZACE 1:50
- 14 ROZVINUTÉ ŘEZY – DEŠŤOVÁ KANALIZACE 1:50
- 15 PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY – VODOVOD 1:50
- 16 VODOMĚRNÁ SESTAVA 1:50
- 17 PŮDORYS 1.NP – VNITŘNÍ VODOVOD 1:70
- 18 PŮDORYS 1.NP – VNITŘNÍ VODOVOD VÝŘEZ 1 1:50
- 19 PŮDORYS 1.NP – VNITŘNÍ VODOVOD VÝŘEZ 2 1:60
- 20 PŮDORYS 2.NP – VNITŘNÍ VODOVOD 1:70
- 21 PŮDORYS 2.NP – VNITŘNÍ VODOVOD VÝŘEZ 3 1:50
- 22 AXONOMETRIE – VNITŘNÍ VODOVOD 1:50
- 23 S1 2. VARIANTA PŮDORYS 1.NP – VNITŘNÍ VODOVOD 1:50
- 23 S2 2. SITUACE AREÁLOVÁ KANALIZACE – VNITŘNÍ VODOVOD 1:50