

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ HALOVÉHO OBJEKTU

**Diplomová práce**

Technická zpráva a přílohy

Vypracoval:

Bc. Martin Šťástka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2021/2022

## Obsah

<b>1.</b>	<b>IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ZÁKLADNÍ ÚDAJE</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>VÝROBNÍ + SKLADOVÁ HALA A ADMINISTRATIVNÍ ČÁST</b>	<b>3</b>
3.1	Popis zdroje tepla	3
3.2	Popis napojení topných větví	4
3.3	Topný rozvod pro VZT jednotku a dveřní clonu (V1)	5
3.4	Sálavé panely (V2)	5
3.5	Otopná soustava pro administrativní část – otopná tělesa (V3)	5
<b>4.</b>	<b>REGULACE</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>IZOLACE A NÁTĚRY</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE</b>	<b>6</b>
<b>7.</b>	<b>OSTATNÍ</b>	<b>7</b>
7.1	Ochrana zdraví a ochrana proti hluku a vibracím	7
7.2	Vliv na životní prostředí	7
7.3	Související normy a předpisy	7
<b>8.</b>	<b>ZKOUŠKY</b>	<b>8</b>
<b>9.</b>	<b>BEZPEČNOST PRÁCE</b>	<b>8</b>
9.1	Předpisy a normy	8
9.2	BOZP při montáži	9
<b>10.</b>	<b>OBEČNÉ</b>	<b>9</b>
<b>11.</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>10</b>
<b>12.</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>10</b>

# 1. Identifikační údaje

Jedná se novostavbu určenou pro skladování a prodej nábytku. Objekt se nachází v Praze. Celková plocha objektu je 5230 m<sup>2</sup>. Objekt je navržen jako dvou podlažní. Celkový počet pracovníků je 30. Předpokládá se jednosměnný provoz.

Jedná se o tvarově jednoduchou halovou stavbu. Objekt má rozměry 110 m x 50 m se zaoblenými nárožími, výška atiky je 10,55 m. Objekt je staticky nezávislý. Obvodový plášť je tvořen sendvičovými lakovanými panely v šedé barvě, střední část čelní fasády je tvořena prosklenou stěnou se sloupko-příčnickovou konstrukcí. Hlavní vstup pro zákazníky je překryt portálem obloženým hliníkovými panely červené barvy.

Navrhovaný objekt prodejny je navržen jako jednopodlažní halový objekt s dvoupodlažními vestavky pro administrativu, sociální zázemí, sklady, výstavní prostory a prodejnu. Hlavní vstup pro zákazníky je z východní strany objektu. Vstup pro zásobování je ze západní strany objektu. Ostatní vstupy v objektu jsou součástí požárních únikových cest nebo jsou to vstupy do technických místností objektu.

# 2. Základní údaje

Tepelné ztráty byly stanoveny na základě výpočtu dle EN 12831 „Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu“ pro venkovní výpočtovou teplotu  $t_e = -12$  °C a normální krajinu, pro objekt samostatně stojící v nechráněné krajině.

# 3. Výrobní + skladová hala a administrativní část

Celková tepelná ztráta objektu	$Q_z = 144,1$ kW
Tepelný výkon pro větrání objektu VZT jednotkami bez skladu	$Q = 23,0$ kW
Topný spád pro vytápění	$\Delta t = 55/45$ °C
Roční spotřeba energie pro vytápění + ohřivače VZT + ohřev TV	$E_r = 311,1$ MWh

## 3.1 Popis zdroje tepla

Jako zdroj tepla pro prodejní plochy a administrativní část je osazeno 2 ks tepelných čerpadel vzduchu/voda PZP HEATING HP3AW 40 SBR o jmenovitém výkonu jedné jednotky 40,6 kW (A2/W35). Uvedené tepelné čerpadlo je konstruováno ve splitovém provedení. Jako doplňkový a záložní zdroj tepla bude použit multielektrokotel KOPŘIVA 72 kW typ 2 (včetně OČ) instalovaný v technické místnosti.

Vnitřní jednotky tepelných čerpadel jsou umístěny v technické místnosti v 1.NP. Výparníkové venkovní jednotky budou umístěny na nosné ocelové konstrukci nad střechou nad vnitřními jednotkami. Výstupy otopné vody z tepelných čerpadel budou sloučeny do sběrných potrubí a stoupačkami svedeny do technické místnosti v 1.NP. Kaskáda tepelných čerpadel bude nabíjet akumulární nádobu o objemu 1000 l, která bude sloužit pro hydraulické oddělení okruhu tepelných čerpadel a jednotlivých otopných okruhů.

Zdroj tepla bude pracovat v ekvitermní režimu přípravy otopné vody. V letním režimu bude kaskáda tepelných čerpadel zajišťovat výrobu chladicí vody. Topná/chladicí voda je vedena do kombinovaného rozdělovače a sběrače topné vody, na který jsou napojeny tři topných větví V1 až V3, pro vytápění a větrání prostorů hal a administrativní vestavby. Příprava teplé vody je řešena pomocí nepřímotopného ohřivače teplé vody RBC 1000HP. Ten bude připojen na okruh tepelných čerpadel pomocí třicestných přepínacích ventilů.

Skladová hala je vytápěna pomocí stropních větracích jednotek tří RoofVent RP-6, každá o jmenovitém topném výkonu 25 kW. Součástí dodávky střešních jednotek jsou i tři tepelná čerpadla Hoval Belaria twin 32 AR. Tepelná čerpadla budou umístěna na střeše v blízkosti větracích jednotek.

## **3.2 Popis napojení topných větví**

Pro daný objekt jsou vyvedeny tři topné větve pro vytápění a větrání.

Topná větev V1 – na topnou větev jsou napojeny VZT jednotky umístěné ve strojovně vzduchotechniky v 2.NP, které slouží k větrání prostoru prodejních ploch a administrativní části objektu a dveřní clona umístěná v zádveři v 1.NP. Napojení topné větve na zdroj tepla je provedeno bez směšování a oběh topné vody v soustavě je zajištěn pomocí oběhového čerpadla s elektronicky řízenými otáčkami. Regulace teploty topné vody probíhá pomocí směšovacích uzlů umístěných u VZT jednotek.

Topná větev V2 – na topnou větev jsou napojeny podstropní sálavé panely na prodejní ploše. Napojení topné větve na rozdělovač a sběrač je provedeno se směšováním pomocí třicestného regulačního ventilu a oběhového čerpadla s elektronicky řízenými otáčkami. Regulace topné vody je prováděna pomocí ekvitermní regulace. Venkovní čidlo ekvitermní regulace bude umístěno na vhodné místo tak, aby nebylo ovlivňováno žádným zdrojem tepla nebo chladu a ani slunečním zářením.

Topná větev V3 – na topnou větev jsou napojena otopná tělesa v administrativní části objektu. Napojení topné větve na zdroj tepla je provedeno se směšováním pomocí třicestného směšovacího ventilu a oběhového čerpadla s elektronicky řízenými otáčkami. Regulace topné vody je prováděna pomocí ekvitermní regulace. Venkovní čidlo ekvitermní regulace bude umístěno na vhodné místo tak, aby nebylo ovlivňováno žádným zdrojem tepla nebo chladu a ani slunečním zářením.

### **3.3 Topný rozvod pro VZT jednotku a dveřní clonu (V1)**

Topná větev je pro VZT jednotku osazenou ve strojovně vzduchotechniky v 2.NP, které jsou určeny pro větrání prostoru prodejních ploch a vestavby. Topný rozvod je veden z technické místnosti až k osazené VZT jednotce, před VZT jednotkou je umístěn směšovací uzel, kterým je zajištěna potřebná teplota topné vody pro VZT jednotku. Směšovací uzel je součástí dodávky VZT jednotky a bude vyspecifikován dodavatelem VZT jednotek. Topný rozvod pro VZT jednotky je proveden z ocelového lisovaného potrubí a je vyspádován tak, aby jej bylo možné odvodušnit a vypustit, proto v nejvyšších místech topného rozvodu jsou osazeny odvodušňovací ventily a v nejnižších místech vypouštěcí kohouty.

### **3.4 Sálavé panely (V2)**

Vytápění prodejních ploch je zajištěno teplovodními podstropními sálavými panely. Jednotlivé sálavé panely jsou napojeny přes kulový uzávěr a ruční vyvažovací ventil TA STAD. Napojení panelů na potrubí je provedeno přes přípojovací hadice. Topný rozvod pro vytápěcí jednotky je veden pod stropem prodejních ploch ve spádu tak, aby bylo možné potrubí odvodušnit přes odvodušňovací ventily, které jsou osazeny na výstupu ze strojovny, viz PD. Topný rozvod pro sálavé panely je zapojen systémem Tichelmann. Rozvod pro sálavé panely v halové části slouží v letních měsících i pro rozvod chladicí vody.

### **3.5 Otopná soustava pro administrativní část – otopná tělesa (V3)**

Vytápění vestaveb je zabezpečeno novými ocelovými deskovými tělesy VK – ventil compact. Veškerá otopná tělesa jsou vybavena odvodušňovacím ventilem. Desková otopná tělesa jsou napojena na topný rozvod pomocí rohového regulačního šroubení. V místnostech se sprchou je dále osazeno trubkové otopné těleso jako doplňková otopná plocha. Trubková tělesa jsou napojena na topný rozvod pomocí regulačního ventilu pro koupelnová tělesa Korado HM. Na termostatických ventilech integrovaných v otopných tělesech a regulačních ventilech pro trubková tělesa jsou osazeny termostatické hlavice. Termostatické hlavice nesmějí být zakryty zákrytem nebo deskou stolu atd. a nesmějí být ovlivňovány jinými zdroji tepla nebo chladu.

Trasa veškerých topných rozvodů je patrná z výkresové dokumentace.

Topný rozvod v objektu je proveden z ocelového lisovaného potrubí nebo vícevrstvého plastového potrubí. Páteční ležatý rozvod v administrativní části je veden po stěně vestavby ve skladu a v podhledu 1.NP. Z ležatého rozvodu jsou napojeny jednotlivé odbočky pro napojení skupiny otopných těles. Svislé topné rozvody jsou vedeny v sádrokartonech kolem sloupů nebo v sádrokartonových příčkách. Topný rozvod je veden ve spádu tak, aby ho bylo možné odvodušnit přes odvodušňovací ventily osazené v nejvyšším místě topného rozvodu a vypustit přes vypouštěcí kohouty v nejnižším místě topného rozvodu.

## 4. Regulace

Tepelné čerpadlo bude provozováno v ekvitermním režimu jak v topné sezóně, tak i při výrobě chladicí vody. Jednotlivé otopné okruhy budou spínány a provozovány dle nastaveného časového režimu. Kaskádní řadič tepelných čerpadel bude vyhodnocovat počty provozních hodin jednotlivých tepelných čerpadel a na základě této informace bude spínat tepelná čerpadla tak, aby v rámci kaskády byla rovnoměrně vytěžována. Při tuhých mrazech, kdy výkon samotných tepelných čerpadel bude nedostatečný, regulace začne připínat až čtyři stupně elektrokotle o maximálním součtovém výkonu 72 kW. Jakmile se dosáhne požadované teploty vody v akumulaci, tepelné čerpadlo chod bivalentního zdroje tepla zablokuje.

Regulace tepelného čerpadla reguluje teplotu topné vody na základě změn venkovní teploty, která je snímána čidlem venkovní teploty vzduchu umístěné na severní fasádě ve výšce 2 m nad terénem.

Ovládání kaskády tepelných čerpadel a celého otopného systému bude zprostředkováno přes displej na rozváděči otopné soustavy umístěného v kotelně. Ovládání bude možné i přes vzdálenou zprávu prostřednictvím datového připojení.

Zdroj tepla bude pracovat s ekvitermní regulací. Požadavek na provoz jednotlivých otopných okruhů bude vycházet z požadavků prostorových termostatů umístěných v referenčních prostorech, nebo dle přednastavených časových programů jednotlivých otopných okruhů.

## 5. Izolace a nátěry

Veškeré topné rozvody jsou opatřeny izolací dle výkresové dokumentace v souladu s platnými předpisy vyhl. 193/2007 Sb.

Topné rozvody, které jsou určeny v létě i pro chlazení jsou izolovány kaučukovou izolací. Rozvody, které jsou určeny pouze pro vytápění jsou izolovány tepelnou izolací z minerální vlny s hliníkovou folií.

## 6. Požadavky na ostatní profese

- Zdravoinstalace:
  - napojení odfuku pojistných ventilů na kanalizaci
  - povrch střechy pod výparníkovými jednotkami opatřit elektrickou topnou rohoží pro zajištění odtoku kondenzátu do střešní dešťové vpusti.
- Elektroinstalace a MaR:
  - připojení oběhových čerpadel
  - ekvitermní regulace pro směřované větve
  - osazení termostatů pro řízení vytápění jednotlivých prostorů v objektu
  - zajištění přívodů napájení multielektrokotle 72 kW v rámci kotelny

- zajištění datového propojení vnitřních jednotek tepelných čerpadel HP3AW 40 SBR s rozváděčem otopné soustavy v kotelně
- zajištění přívodů napájení vnitřních jednotek tepelných čerpadel HP3AW 40 SBR z rozváděče v kotelně
- Stavba a statika
  - návrh a realizace nosné konstrukce výparníkových jednotek tepelných čerpadel a její ukotvení v rámci střešní konstrukce. Hmotnost jedné výparníkové jednotky činí 220 kg – celkový počet výparníkových jednotek - 4 ks
  - návrh a realizace prostupu střešní konstrukcí pro vstup chladivových potrubí a kabeláže
  - zajistit prostupy stavební konstrukcí mezi kotelnou a výrobní halou pro průchod topenářského potrubí a kabeláže

## 7. Ostatní

### 7.1 Ochrana zdraví a ochrana proti hluku a vibracím

Hodnoty hluku a vibrací u zdroje a termostatických ventilů nepřekročí povolené hodnoty (Nařízení 502/2000 Sb.).

### 7.2 Vliv na životní prostředí

Osazením modernější technologie, regulace topných větví a hydraulickým vyregulování otopné soustavy dojde ke snížení spotřeby energie a tím i ke zlepšení vlivu na životního prostředí.

### 7.3 Související normy a předpisy

Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody	ČSN 060830
Kotelny se zařízením na plynná paliva	ČSN 070703
Ústřední vytápění – Projektování a montáž	ČSN 060310
Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech	ČSN EN 1717
Prováděcí vyhlášky k zákonu č.406/2000 o hospodaření energií	č.78/2013
	č.193/2007
	č.194/2007

## 8. Zkoušky

Všechny prováděné práce a funkční zkoušky musí být v souladu s příslušnými ČSN a souvisejícími předpisy. Zkoušky zařízení tepla jsou předepsány ČSN 06 0310.

Před vyzkoušením a uvedením do provozu se provede propláchnutí systému s otevřenými regulačními armaturami a systém se odkaluje do čistého stavu. Po instalaci systému a jeho propláchnutí se provede zkouška těsnosti s překročením tlaku tak, aby otevřel pojistný ventil při projektovaném otevíracím tlaku. Po tlakové zkoušce se provedou zkoušky provozní, které se dělí na dilatační a topné.

Dilatační zkouška se provádí před zazděním drážek, prostupů a provedením tepelných izolací. Topná zkouška se provádí v zimním období za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení systému tepla. Zkouška trvá 72 hodin bez delších provozních přestávek. Během zkoušky se zaškolí obsluha zařízení. V rámci zkoušky se provedou i zkoušky komplexní, kdy se prověří funkčnost zařízení při simulaci provozních stavů komplexně se všemi navazujícími profesemi. O provedených zkouškách se provedou příslušné zápisy a protokoly, účast zástupců dodavatele, projektanta, investora a uživatele je dle jednotlivých zkoušek předepsána ČSN 06 0310.

Komplexním vyzkoušením se prokazuje bezpečnost provozu, jistota a bezporuchovost zařízení, hospodárnost provozu, hygienické zájmy, ochrana životního prostředí a ochrana proti hluku a vibracím. Osvědčuje se tím i způsobilost dodávky k přejímacímu řízení.

Komplexní vyzkoušení se uskutečňuje za součinnosti všech souvisejících profesí a s dodávkou jejich energií a médií (zejména měření a regulace, elektro nebo vzduchotechnika). Komplexní vyzkoušení se provádí za účasti všech povinných (smluvních) účastníků, případně přizvaných expertů. Dokončí se předepsané nebo dohodnuté zkoušky, pokud nebyly uskutečněny dříve.

## 9. Bezpečnost práce

### 9.1 Předpisy a normy

Při výstavbě, montáži a provozu zařízení musí být respektovány platné právní předpisy, vyhlášky a normy ČSN k zajištění BOZP, které se týkají projektovaného zařízení:

Zákoník práce 262/2006 Sb., část V - Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Nařízení vlády č. 201/2010 Sb. o způsobu evidence úrazů, hlášení a zasílání záznamu o úrazu

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Stavební zákon č. 183/2006 Sb. vč. pozdějších změn

Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí

ČSN 060310 Ústřední vytápění. Projektování a montáž.



ČSN 060830 Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody.

Předpisy k zajištění BOZP dodavatele

Předpisy k zajištění BOP provozovatele

Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Vyhláška č. 91/1993 Sb. - Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce k zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách

Výčet předpisů BOZP pro projektované zařízení není taxativní – jedná se o hlavní předpisy BOZP dotčeného oboru činnosti. Jejich seznam doplní o další související předpisy, vyhlášky a nařízení BOZP pro konkrétní činnosti dodavatel a provozovatel zařízení.

## 9.2 BOZP při montáži

Při montážních pracích i při provozu zařízení je nutno dbát na zajištění bezpečnosti práce. Je nutno se řídit všemi platnými bezpečnostními předpisy, vyhláškami, hygienickými předpisy, požárními předpisy, předpisy o bezpečnosti práce na stavbách, při dopravě a manipulaci.

Pro vlastní montáž a údržbu platí příslušné provozní předpisy a pokyny pro montáž, jež jsou součástí dodávky zařízení. Součástí dodávky je i doprava všech zařízení na stavbě.

Obsluhující personál musí být zaškolen a musí znát a dodržovat všechny základní a bezpečnostní předpisy, které se na dané zařízení vztahují.

## 10. Obecné

Otopná voda pro napouštění otopné soustavy a pro doplňování otopné soustavy musí splňovat požadavky ČSN 07 7401.

Hodnota pH otopné vody v případě použití zařízení (otopná tělesa, části kotlů apod.) z hliníku musí být max. 8,0 (měřeno při 25°C).

V případě použití různých druhů materiálů v jedné otopné soustavě (např. ocel, měď, hliník apod. a jejich slitin) musí být zabezpečena ochrana proti vzniku elektrického článku i dalších chemických reakcí vedoucích k nefunkčnosti, zanášení případně i poškození otopné soustavy.

Musí být provedeny zkoušky, revize a prohlídky, které je nutné provést a jejich výsledek doložit zápisem před zahájením provozu kotelny viz. §16 v.č. 91/1993 Sb, ČSN 386405, ČSN 690012, ČSN 060310, ČSN 060830.

Musí být dodána dokumentace k jednotlivým zařízením i v kotelně, pasporty TNS, revizní kniha plynového spotřebiče dle §4 odst. 3 v.č. 91/1993 Sb.

## 11. Závěr

Návrh vytápění je zpracován v souladu s platnými ČSN, směrnicemi a vyhláškami.

Při montážních pracích musí dodavatel zajistit odborné vedení a dohled nad dodržováním montážních a bezpečnostních předpisů a návodů výrobců jednotlivých zařízení ÚT, nad dodržováním všech bezpečnostních předpisů, ustanovení příslušných norem ČSN a podmínek z hlediska BOZ a PO.

## 12. Seznam příloh

Příloha	Název přílohy
Příloha č. I	Výpočet tepelných ztrát
Příloha č. II	Návrh oběhového čerpadla
Příloha č. III	Příprava teplé vody
Příloha č. IV	Návrh pojistného zařízení
Příloha č. V	Technické listy
	Ocelové potrubí – IVAR.C – STEEL
	Tepelné čerpadlo PZP – HP3AW 40 SBR
	Zásobník – RBC HP 1000
	Rozdělovač a sběrač – ETL EKOTHERM – MODUL 200
	Multielektrokotel – KOPŘIVA 72 kW, TYP II
	Sálavé panely – Sabina
	Dveřní clona – MULTIVAC FINESSE VCF-B- 250-V
	Desková otopná tělesa – Radik VK
	Oběhové čerpadlo – Wilo Stratos Maxo 25/0,5-12
	Oběhové čerpadlo – Wilo Stratos Maxo 25/0,5-8
	Oběhové čerpadlo – Grundfos MAGNA3 32–80 F 220

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ HALOVÉHO OBJEKTU

**Diplomová práce**

Příloha č. I – Výpočet tepelných ztrát

Vypracoval:

Bc. Martin Šťástka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2021/2022

Tepelná ztráta  $Q$  je tvořena součtem tepelné ztráty prostupem a větráním (12.1).

$$Q = Q_p + Q_v \text{ [W]} \quad (12.1)$$

Kde:  $Q_p$  [W] je tepelná ztráta prostupem

$Q_v$  [W] je tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta prostupem  $Q_p$  se počítá podle (12.2).

$$Q_p = \Delta T * (\sum U_i * A_i * b_i + A * U_{tbn}) \text{ [W]} \quad (12.2)$$

Kde:  $\Delta T$  [K] je rozdíl teplot před a za konstrukcí

$U_i$  [W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>] je součinitel prostupu tepla konstrukce

$A_i$  [m<sup>2</sup>] je plocha posuzované konstrukce

$b_i$  [-] je činitel teplotní redukce pro i-tou konstrukci

$A$  [m<sup>2</sup>] je plocha všech obalových konstrukcí budovy

$U_{tbn}$  [W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>] je vliv tepelných vazeb

Tepelná ztráta větráním  $Q_v$  se počítá podle (12.3).

$$Q_v = \frac{V_A * \rho_A * C_A * \Delta T}{3600} \text{ [W]} \quad (12.3)$$

Kde:  $\Delta T$  [K] je rozdíl teplot

$\rho_A$  [kg.m<sup>-3</sup>] je hustota vzduchu

$C_A$  [J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>] je měrná tepelná kapacita vzduchu

$V_A$  [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>] je množství větraného vzduchu

Po dosazení vychází tepelné ztráty v jednotlivých místnostech následovně (tabulka 1):

Tabulka 1 – Tepelná ztráta místností

Č.M.	Místnost	Návrhová teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]
101	Kotelna	15	353
107	Kancelář	20	1174
108	Expedice	15	627
109	Chodba	15	170
112	Hygienické zázemí	18	-211
114	Vedoucí prodejny	20	654
115	Kancelář	20	594
116	Kancelář	20	651
117	Chodba	15	34
119	Pokladna	20	864
121	Prodejní plocha	20	26212
201	Šatna M	22	1886
202	Sprcha M	24	1009
203	WC M	18	339
204	WC Ž	20	508
205	Šatna Ž	22	1565
206	Sprchy Ž	24	783
207	Uklízečímístnost	15	6
208	Denní místnost	20	919
212	Prodejní plocha	20	36921

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ HALOVÉHO OBJEKTU

**Diplomová práce**

Příloha č. II – Návrh oběhového čerpadla

Vypracoval:

Bc. Martin Šťástka

Vedoucí diplomové práce:

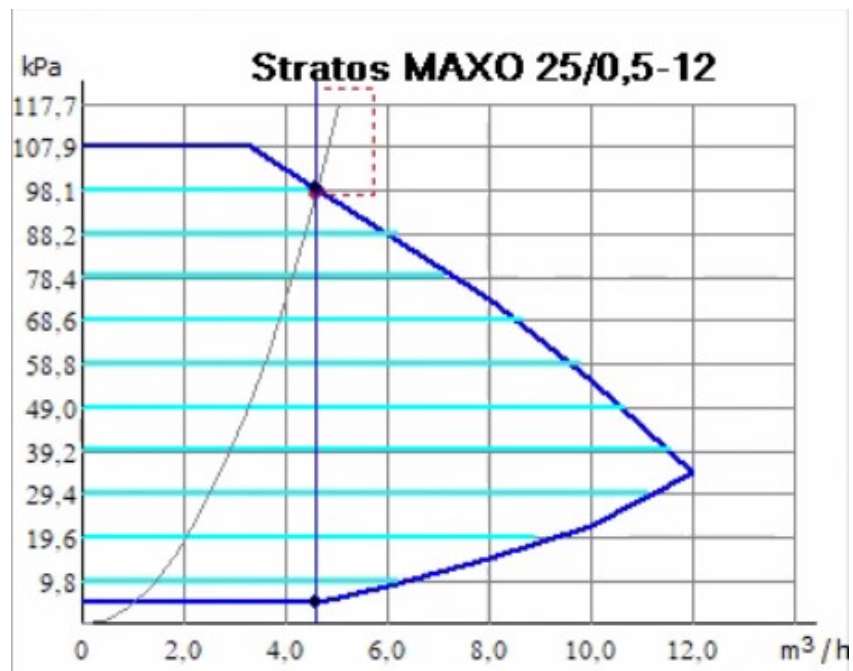
Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2021/2022

## Větev 1

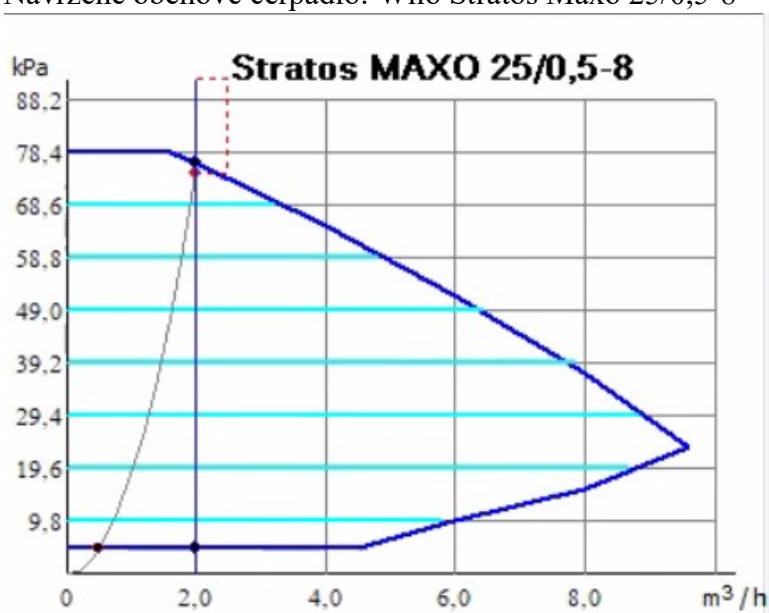
### Čerpadlo větve

- Objemový průtok  $V=4,61\text{m}^3/\text{h}$
- Dopravní výška  $H=97,1\text{ kPa}$
- Navržené oběhové čerpadlo: Wilo Stratos Maxo 25/0,5-12



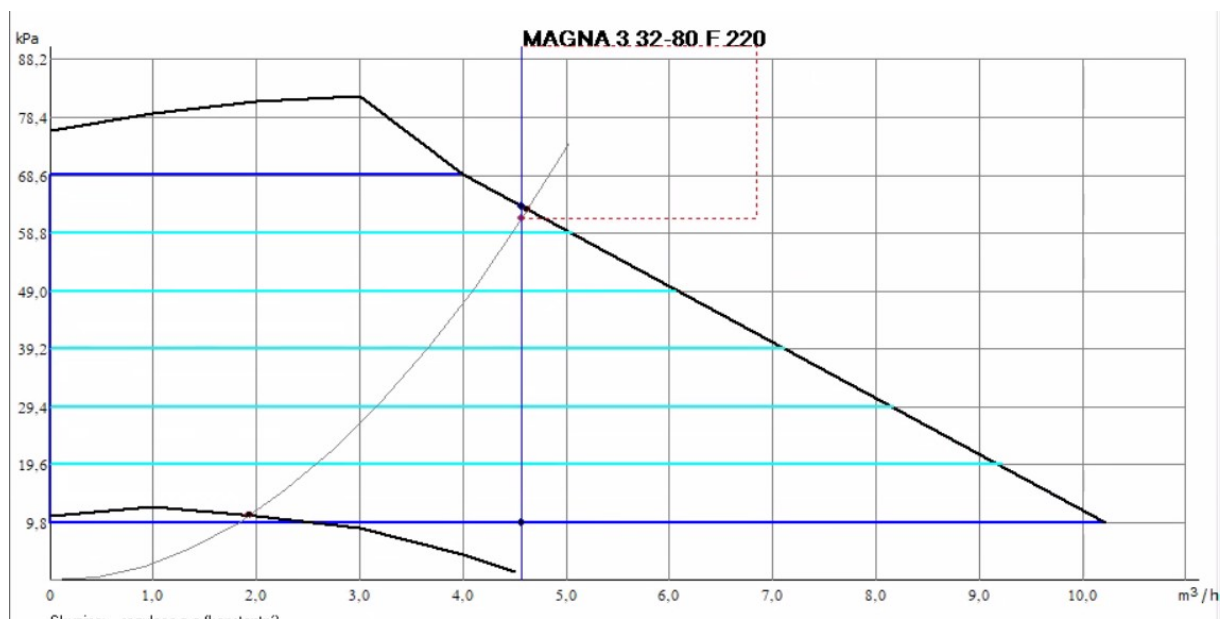
### Čerpadlo VZT jednotky

- Objemový průtok  $V=2,0\text{m}^3/\text{h}$
- Dopravní výška  $H=74,6\text{ kPa}$
- Navržené oběhové čerpadlo: Wilo Stratos Maxo 25/0,5-8



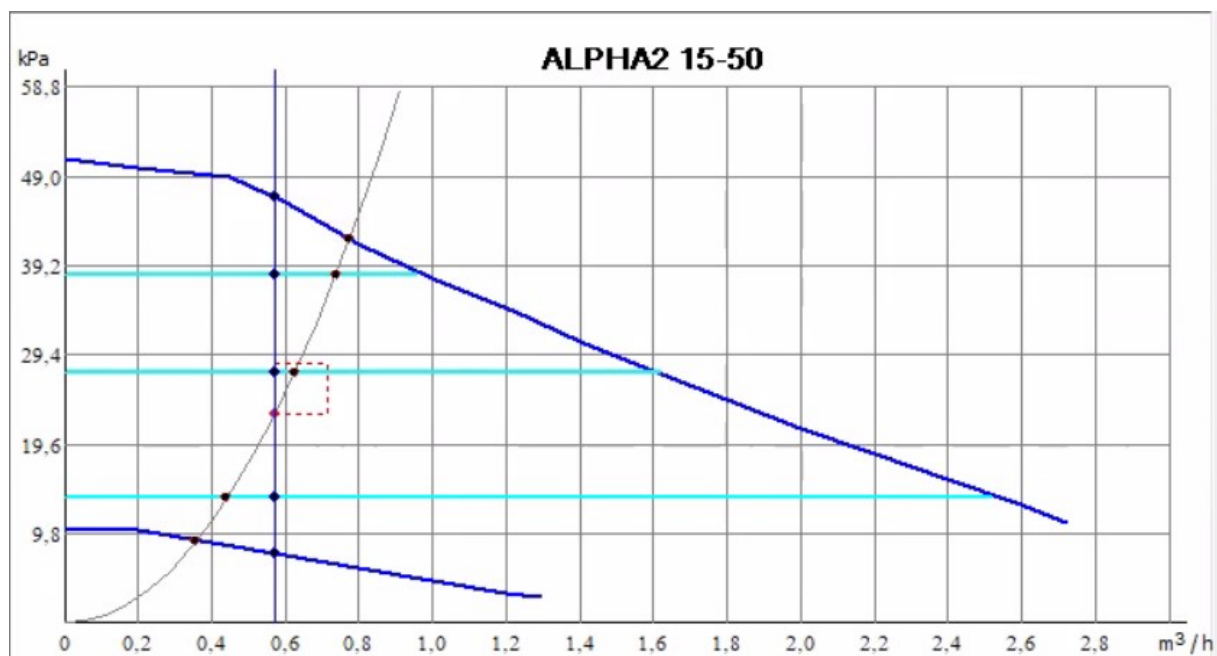
## Větev 2

- Objemový průtok  $V=4,57\text{m}^3/\text{h}$
- Dopravní výška  $H=63,4\text{ kPa}$
- Navržené oběhové čerpadlo: Grundfos MAGNA3 32-80 F 220



## Větev 3

- Objemový průtok  $V=0,57\text{m}^3/\text{h}$
- Dopravní výška  $H=22,9\text{ kPa}$
- Navržené oběhové čerpadlo: Grundfos ALPHA2 15-50





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ HALOVÉHO OBJEKTU

**Diplomová práce**

Příloha č. III – Příprava teplé vody

Vypracoval:

Bc. Martin Šťástka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2021/2022

Celková potřeba teplé vody  $V_{2p}$  v dané periodě [m<sup>3</sup>/perioda, např.m<sup>3</sup>/den] se stanoví ze vztahu (12.4)

$$V_{2p} = V_o + V_i + V_u \quad (12.4)$$

kde  $V_o$  [m<sup>3</sup>den<sup>-1</sup>] potřeba teplé vody pro mytí osob  
 $V_i$  [m<sup>3</sup>den<sup>-1</sup>] potřeba teplé vody pro mytí nádobí  
 $V_u$  [m<sup>3</sup>den<sup>-1</sup>] potřeba teplé vody pro úklid

Celková potřeba teplé vody je pak 0,925 m<sup>3</sup>.den<sup>-1</sup>.

Výpočet tepla dodaného ohřivačem teplé vody se provádí podle vzorce (12.5).

$$Q_{2p} = \frac{(1+z) \cdot V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600 \cdot 1000} \quad (12.5)$$

kde  $Q_{2p}$  [kWh.den<sup>-1</sup>] teplo dodané ohřivačem TV  
 $z$  [-] poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV  
 $\rho$  [kg.m<sup>-3</sup>] hustota vody při střední teplotě zásobníku  
 $c$  [J.kg<sup>-1</sup>. K<sup>-1</sup>] měrná tepelná kapacita vody  
 $t_2$  [°C] teplota teplé vody  
 $t_1$  [°C] teplota studené vody

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody je pak 72,6 kWh.den<sup>-1</sup>.

### Výpočet zásobníku teplé vody

Potřeba teplé vody za periodu (nejčastěji den)	V =	0,925	m <sup>3</sup>
Výpočtová teplota ohřívání vody (studená)	t1 =	10	°C
Požadovaná teplota teplé vody	t2 =	60	°C
Měrná tepelná kapacita vody	c =	1,163	kW/m <sup>3</sup> .K
Uvažované energetické ztráty systému přípravy TV	z =	0,5	-
Teplo potřebné pro ohřev teplé vody	E1 =	53,8	kW
Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV	E2 =	26,9	kW
Celkové teplo potřebné k ohřevu teplé vody	E =	80,7	kW

## Odběr tepla

Křivka odběru teplé vody (maximálně pět fází)

Fáze jedna  
Fáze dva  
Fáze tři  
Fáze čtyři  
Fáze pět  
Fáze šest

Start [hod]	Konec [hod]	Procenta
0	7	0%
7	9	15%
9	13	15%
13	20	20%
20	21	40%
21	24	10%
		100%

Křivka odběru teplé vody

	Hodin [hod]	Výkon fáze [kW]	Hodinový výkon [kW]	Celkem [kW]
Fáze jedna	7	7,8	1,1	7,8
Fáze dva	2	10,3	5,2	18,2
Fáze tři	4	12,6	3,1	30,7
Fáze čtyři	7	18,6	2,7	49,3
Fáze pět	1	22,6	22,6	71,9
	3	8,7	2,9	80,7
Vpořádku		80,7	80,7	

Výpočet křivky pro odběr TV

Počet hodin, kdy je TV ohřívána	t =	6	hod
Počet hodin, kdy není TV ohřívána	t =	18	hod
Celkem	t =	24	hod
Uložený výkon v zásobníku v 0.00 hod	E =	25	kW
Doporučený uložený výkon v 0.00 hod	E =	3	kW

## Dodávka tepla

Průběh hodin

	Ohřev		Ohřev			
0-1	0	8-9	0	16-17	0	hod
1-2	0	9-10	0	17-18	1	hod
2-3	0	10-11	0	18-19	0	hod
3-4	0	11-12	1	19-20	0	hod
4-5	0	12-13	0	20-21	1	hod
5-6	0	13-14	0	21-22	0	hod
6-7	0	14-15	0	22-23	0	hod
7-8	1	15-16	1	23-24	1	hod

## Výsledky:

Maximální rozdíl energií (požadovaná – dodaná)	$\Delta E =$	34,8	kWh
Potřebný výkon kotle (kotlové soustavy)	Q =	13,4	kW
Minimální velikost zásobníku teplé vody	V =	0,60	m <sup>3</sup>

Navržený zásobník: nepřímotopný ohřivač TV RBC 1000HP

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ HALOVÉHO OBJEKTU

**Diplomová práce**

Příloha č. IV – Návrh pojistného zařízení

Vypracoval:

Bc. Martin Šťástka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2021/2022

Návrh pojistného ventilu

Průřez sedla pojistného ventilu  $A_0$  pro vodu se provádí podle rovnice (12.6).

$$A_0 = \frac{2 \cdot \varphi_p}{\alpha_v \cdot \sqrt{p_{sv}}} \quad [\text{mm}^2] \quad (12.6)$$

kde:  $\varphi_p$  [kW] je jmenovitý výkon zdroje

$\alpha_v$  [-] je výtokový součinitel pojistného ventilu

$p_{sv}$  [kPa] je otevírací přetlak pojistného ventilu

Výkon zdroje  $\varphi_p = 81,2$  kW

výtokový součinitel  $\alpha_v = 0,64$

otevírací přetlak pojistného ventilu  $p_{sv} = 250$  kPa

vyjde průřez sedla pojistného ventilu  $A_0 = 23$  mm<sup>2</sup>. Navržený pojistný ventil je pak DN15.

Minimální vnitřní průměr pojistného potrubí  $d_v$  se stanoví pro případ, kdy nemůže dojít k vývinu páry, podle (12.7).

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{\varphi_p} = 10 + 0,16 \cdot \sqrt{81,2} = 15 \text{ mm} \quad (12.7)$$

Dimenze pojistných ventilů jsou patrné z výkresové dokumentace.

Návrh expanzní nádoby

Teplotní spád otopné soustavy je navržen 55/45 °C. Výška vodního sloupce od středu expanzní nádoby do nevyššího místa otopné soustavy  $h = 9,2$  m. Celkový objem vody v otopné soustavě je  $V_{\text{system}} = 2240$  l. Otevírací přetlak pojistného ventilu je  $p_{sv} = 250$  kPa.

součinitel zvětšení objemu  $e = 1,413$ .

Vlastní expanzní objem se pak vypočte podle následující rovnice (12.8).

$$V_{ex} = \frac{V_{\text{system}} \cdot e}{100} = \frac{2240 \cdot 1,413}{100} = 31,65 \text{ l} \quad (12.8)$$

Nejnižší dovolený přetlak  $p_0$  vypočteme jako hydrostatický tlak vodního sloupce nad expanzní tlakovou nádobou zvětšený o 5 až 10 % (12.9).

$$p_0 = \rho \cdot h \cdot g \cdot 1,1 = 990 \cdot 9,2 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 89 \text{ kPa} \quad (12.9)$$

Vzhledem k malé výšce soustavy se volí  $p_0 = 100$  kPa.

Konečný přetlak je navržen jako otevírací přetlak pojistného ventilu snížený o 50 kPa vypočten podle rovnice (12.10).

$$p_{fin} = p_{sv} - 50 \text{ kPa} = 250 - 50 = 200 \text{ kPa} \quad (12.10)$$

Vodní rezerva  $V_{wr}$  se vypočte jako maximum z hodnot 20 % objemu vody v systému pro expanzní nádoby o objemu menším než 15 l a 0,5 % objemu vody v systému pro expanzní nádoby o objemu větším než 15 l a 3 l. Bude navržena expanzní nádoba o objemu větším než 15 l. Výpočet vodní rezervy je proveden podle rovnice (12.11).

$$V_{wr} = \max(V_{system} * 0,005; 3) = \max(2210 * 0,005; 3) = 11,2 \text{ l} \quad (12.11)$$

Nejmenší jmenovitý objem  $V_{N,min}$  se vypočte ze vztahu (12.12).

$$V_{N,min} = (V_{ex} + V_{wr}) * \frac{p_{fin}+1}{p_{fin}-p_0} \text{ [l]} \quad (12.12)$$

Po dosazení vypočtených hodnot vyjde  $V_{N,min} = 129 \text{ l}$ . Objem nejbližší vyšší expanzní nádoby je dle řady výrobce  $V_{EXP} = 140 \text{ l}$ .

Doplňovací přetlak se stanoví z rovnic (12.13) a (12.14).

$$p_{a,min} \geq \frac{V_{EXP} * (p_0 + 100)}{V_{EXP} - V_{wr}} - 100 \text{ [kPa]} \quad (12.13)$$

$$p_{a,min} \leq \frac{(p_{fin} + 100)}{1 + \frac{V_{ex} * (p_{fin} + 100)}{V_{EXP} * (p_0 + 100)}} - 100 \text{ [kPa]} \quad (12.14)$$

Po dosazení získáme  $p_a \in \langle 117; 124 \rangle$ . Počáteční přetlak soustavy je navržen 120 kPa.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ HALOVÉHO OBJEKTU

**Diplomová práce**

Příloha č. V – Technické listy

Vypracoval:

Bc. Martin Šťástka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2021/2022