

125BP BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**TECHNICKÁ ZPRÁVA**

**Projekt vytápění**

**Bytový dům v Liberci**

Vypracoval: Jan Jeřábek

LS 2019/2020

# Obsah

1	Technická zpráva.....	5
1.1	Úvod.....	5
1.1.1	Umístění objektu .....	5
1.1.2	Popis objektu .....	5
1.1.3	Popis provozu v objektu.....	5
1.1.4	Rozsah projekčních prací .....	6
1.1.5	Základní údaje nového projektovaného zařízení.....	6
1.2	Přehled výchozích podkladů .....	7
1.3	Základní technické údaje.....	7
1.3.1	Klimatické údaje .....	7
1.3.2	Tepelné ztráty.....	8
1.3.3	Potřeba tepla.....	9
1.4	Technická místnost.....	10
1.4.1	Popis zdroje tepla .....	10
1.4.2	Zásobník TV.....	10
1.4.3	Expanzní nádoba .....	11
1.4.4	Odvod spalin .....	11
1.4.5	Přívod vzduchu, větrání prostoru .....	11
1.4.6	Stavební požadavky.....	11
1.4.7	Bezpečnost .....	12
1.5	Otopná soustava .....	12
1.5.1	Typ soustavy .....	12
1.5.2	Vedení rozvodů .....	12
1.5.3	Materiál potrubí a spojování, rozdělovač/sběrač.....	13
1.5.4	Izolace, kotvení .....	13
1.5.5	Vypouštění, odvzdušnění .....	14
1.6	Otopné plochy .....	14
1.6.1	Popis.....	14
1.6.2	Umístění .....	14
1.6.3	Uchycení.....	14
1.7	Armatury, regulace.....	14
1.7.1	Popis regulace soustavy .....	14

1.7.2	Měření spotřeby tepla.....	15
1.7.3	Použité armatury .....	15
1.8	Závěr.....	15
1.8.1	Podmínky uvedení do provozu.....	15
1.8.2	Předpisy a normy.....	16
2	Výpočty .....	17
2.1	Výpočet tepelných ztrát.....	17
2.2	Návrh dimenzí rozvodů.....	18
2.3	Tlaková ztráta okruhů.....	18
2.3.1	Návrh oběhového čerpadla.....	19
2.4	Výpočet přípravy TV - zásobníkový ohřev.....	20
2.4.1	Potřeba TV za časovou periodu $V_{2p}$ .....	20
2.4.2	Potřeba tepla odebraného z ohřivače $E_{2p}$ .....	20
2.4.3	Návrh zásobníku TV .....	20
2.5	Tepelná roční bilance .....	22
2.5.1	Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody .....	22
2.5.2	Roční potřeba tepla na vytápění - denostupňová metoda.....	22
2.5.3	Celková roční potřeba tepla.....	23
2.5.4	Roční potřeba paliva.....	23
2.5.5	Roční náklady na vytápění a přípravu TV .....	23
2.7	Stanovení výkonu a počtu plynových kotlů pro ohřev TV a vytápění.....	24
2.7.1	Návrh výkonu kotlů pomocí tzv. přípojné metody $Q_{PŘÍP}$ .....	24
2.7.2	Výkon potřebný pro vytápění.....	24
2.7.3	Výkon potřebný pro přípravu TV (kontinuální ohřev).....	24
2.7.4	Výkon potřebný pro úpravu vzduchu ve VZT .....	24
2.8	Větrání kotelny.....	24
2.8.1	Přívod vzduchu pro spalování .....	24
2.8.2	Minimální množství vzduchu $V_i$ na odvod škodlivin.....	25
2.8.3	Množství vzduchu na odvod tepelných zisků - výpočet pro letní a zimní období ..	25
2.8.4	Velikost přívodního otvoru pro větrání kotelny .....	26
2.9	Předběžný návrh odvodu spalin - komínu.....	26
2.10	Předběžný návrh expanzní nádoby.....	27
3	Seznam příloh technické zprávy.....	28

4 Seznam výkresové dokumentace .....	28
--------------------------------------	----

# 1 Technická zpráva

## 1.1 Úvod

Projekt vytápění bytového domu se zabývá návrhem otopné soustavy budovy. Budova se nachází v Libereckém kraji a jedná se o novostavbu. Projekt je standardně rozdělen na část textovou a výkresovou.

V textové části jsou řešeny výpočty tepelných ztrát objektu, návrh otopných ploch, potřeba tepla, paliva a roční spotřeba paliva, návrh zásobníku teplé vody, počet kotlů a typ, návrh pojistného zabezpečovacího zařízení (expanzní nádoby), základní energetické výpočty, větrání technické místnosti, odvod škodlivin a další.

Výkresová část projektu vytápění obsahuje výkresy půdorysů všech podlaží v měřítku 1:50 a výkres suterénu s plynovou kotelnou. Dále obsahu je svislý řez objektem v měřítku 1:50 a detail plynové kotelny v měřítku 1:20 se zakreslením technologie a dle funkčního schématu.

### 1.1.1 Umístění objektu

Objekt se nachází v Libereckém kraji, ve městě Liberec, má tvar písmene T a je orientovaný podélnou stranou směrem k jižnímu pólu. Pozemek je v mírně svažitém terénu, v nadmořské výšce  $+0,000 = 372,6$  m.n.m. Maximální sklon pozemku není víc než 1,2m. Okolní terén bude upraven dle projektové dokumentace sadových úprav.

### 1.1.2 Popis objektu

Budova je na pozemek umístěna jako samostatně stojící objekt o téměř obdélníkovém tvaru, obsahuje jedno podzemní a tři nadzemní podlaží, včetně podkroví. Půdorysné rozměry stavby jsou 11,8 x 14,8 m, výška je 11,5 m, a zastavěná plocha činí 158,68 m<sup>2</sup>. Objekt je využíván k bydlení.

Objekt má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží a je zastřešen sedlovou a pultovou nepochozí střechou přístupnou pouze pro obsluhu výlezem v nejvyšším podlaží. Objekt obsahuje šest bytových jednotek. Na každém patře se nachází dvě bytové jednotky typu 2+1 a 3+KK. Vertikální komunikace je zajištěna dvouramenným schodištěm uprostřed objektu, které vede ze společné chodby a zádveří. Schodiště je samonosné, železobetonové. V suterénu se nachází šest sklepních kójí, pro každou bytovou jednotku jedna. Dále je zde umístěna plynová kotelna.

### 1.1.3 Popis provozu v objektu

Vstup do objektu je ze severní strany objektu. Objekt nemá další vedlejší nebo boční vstupy. Objekt má před vstupem navržené závětrí, jako ochranu před nepříznivými vlivy počasí obyvatelům objektu. Komunikaci mezi jednotlivými podlažími zajišťuje dvouramenné schodiště s podestami a mezipodestami. Výlez na střechu je zajištěn systémovým střešním výlezem v nejvyšším podlaží nad úrovní haly. Přístup do objektu a objekt není řešen jako bezbariérový. V 1.NP je umožněn výstup do venkovního prostředí pomocí terasy a terasových oken.

### **1.1.4 Rozsah projekčních prací**

Provedení kompletního výpočtu tepelných ztrát dle ČSN EN 12831

Návrh trasy soustavy vytápění

Návrh dimenzí rozvodů

Výpočet tlakových ztrát

Základní energetické výpočty

Potřeba tepla pro vytápění

Potřeba tepla pro přípravu teplé vody

Roční spotřeba tepla

Stanovení výkonu a počtu plynových kotlů

Návrh akumulčního zásobníku pro teplou vodu

Návrh pojistného zabezpečovacího zařízení (expanzní nádoby)

Návrh oběhového čerpadla

### **1.1.5 Základní údaje nového projektovaného zařízení**

Otopné plochy:

Otopná desková tělesa KORADO RADIK VK

Otopná trubková tělesa KORALUX LINEAR MAX

Otopná soustava:

Dvoutrubková teplovodní otopná soustava s teplotním spádem otopné vody 60/50°C

Materiál potrubí:

Trubka RAUTITAN STABIL, tyč, (PE-Xa/Al/PE) vícevrstvá trubka s hliníkovou vložkou.

Fitinky:

RUTITAN SX (nerezové)

Technická místnost:

Plynový kondenzační kotel

Plynový kondenzační kotel PROTHERM Panther Condens 25 KKO, závěsný s možností přípravy TV ve stacionárním externím nepřímoohřívaném zásobníku

Účinnost 97,7%

Topný výkon OV/TV: 6,1-30,6 KW \*TV v externím zásobníku

Rozměry: 740×418×344 mm (V×Š×D)

Hmotnost: bez vody 37,7 Kg

Zásobník TV:

Stacionární zásobník TV OKC 500 NTR/BP Dražice

Objem 447 l

Rozdělovač a sběrač topné vody:

ETL EKOTHERM - vyroben dle projektové specifikace

Expanzní nádoba:

Reflex expanzní nádoba NG 35/6

Objem: 30 l

Tlak: 6 bar

## ***1.2 Přehled výchozích podkladů***

Projektová dokumentace bytového domu

Doporučená literatura

Technické normy ČSN

Vyřešené úlohy zaměřené na vytápění objektu z předmětu Technická zařízení budov 1 (TZ01), absolvovaném v rámci bakalářského studia ČVUT FSv v akademickém roce 2018/2019.

## ***1.3 Základní technické údaje***

### **1.3.1 Klimatické údaje**

Bytový dům se nachází v Liberci, kde je venkovní výpočtová teplota pro otopné období stanovena normou na  $-18^{\circ}\text{C}$ . Počet dní v otopném období je pro teplotu zahájení vytápění, (dále zvanou  $t_c$ ),  $t_c = 13^{\circ}\text{C}$  stanoven na 256 dní. V jednotlivých místnostech se výpočtová teplota liší - pro obytné místnosti, pokoje, předsíně, kuchyně, ložnice a WC je dána teplota

20°C, pro koupelny 24°C, pro zádveří, chodbu a schodiště 5°C a pro sklepní prostory 7°C. Relativní vlhkost vzduch v exteriéru je 80%, pro interiér je dána vlhkost 50%.

### 1.3.2 Tepelné ztráty

Pro návrh výkonu otopných ploch a plynového kondenzačního kotle byl proveden výpočet tepelných ztrát objektu pomocí programu RAUCAD TechCon, vymodelováním objektu a nastavením zadaných parametrů stavebním konstrukcím. Výčet tepelných ztrát je uveden v části 2.1 Výpočet tepelných ztrát. Podrobný seznam tepelných ztrát skrz jednotlivé konstrukce je zahrnut v přílohách viz příloha č.1 - Tepelné ztráty.

-Základní údaje pro výpočet:

Oblastní venkovní výpočtová teplota (Liberec - 372,6 m n.m.)  $t_e = -18^\circ\text{C}$

Vnitřní výpočtové teploty místností: viz výkresová část

Součinitele prostupu tepla základních stavebních konstrukcí:

Podrobně viz příloha č.2 - Parametry stavebních konstrukcí

Podlaha suterén  $U = 0,940 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Strop nad suterénem  $U = 0,225 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Strop v běžném podlaží  $U = 3,125 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Střecha  $U = 0,123 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Obvodová stěna zděná, s kontaktním zat. systémem  $U = 0,167 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Okna, vchodové dveře

Výplně otvorů jsou uvažována se zasklením izolačním trojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla okna  $U_w = 0,74 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ , pro vstupní dveře uvažováno  $U_w = 0,74 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Součinitele prostupu tepla vyhovují požadovaným i doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla pro posuzované konstrukce dle ČSN 730540-2:2011

-Výměna vzduchu, nucené větrání

Nucené větrání není v projektu navrženo. Uvažuje se s větráním přirozeným o intenzitě  $0,5\text{h}^{-1}$  pro bytové jednotky i společné prostory chodby.



-Tepelná ztráta objektu

Celková tepelná ztráta objektu činí  $Q_c = 17\,987\text{W} \doteq 18\text{ kW}$

Z toho návrhová tepelná ztráta prostupem tepla  $Q_t = 10\,236\text{ W}$

Tepelná ztráta větráním  $Q_v = 7\,751\text{ W}$

Podrobný výpočet byl proveden v programu RAUCAD TechCon. Výčet tepelných ztrát viz část 2.1 Výpočet tepelných ztrát. Podrobné tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi viz příloha č.1 Tepelné ztráty.

### **1.3.3 Potřeba tepla**

Hodinová potřeba tepla na vytápění:  $Q_{\text{VYT,h}} = Q_c = 18\text{ kWh}$

Denní potřeba tepla na vytápění:  $Q_{\text{VYT,d}} = 432\text{ kWh/den}$

Roční potřeba tepla na vytápění (denostupňová metoda):

$Q_{\text{VYT,r}} \doteq 36\,250\text{ kWh/rok} = 36,25\text{ MWh/rok}$

Hodinová potřeba tepla na přípravu teplé vody:  $Q_{\text{TV,h}} = 2,96\text{ kWh}$

Denní potřeba tepla na přípravu teplé vody:  $Q_{\text{TV,d}} = 71,04\text{ kWh}$

Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody (denostupňová metoda)

$Q_{\text{TV,r}} = 23\,128,96\text{ kWh/rok} = 23,13\text{ MWh/rok}$

Roční spotřeba tepla:  $Q_R = 36\,250 + 23\,130 = 59\,380\text{ kWh/rok}$

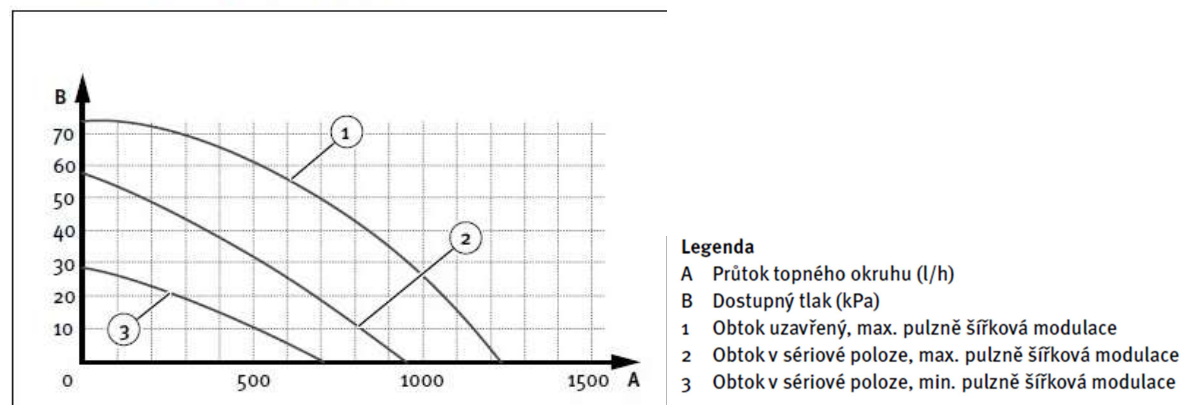
## 1.4 Technická místnost

### 1.4.1 Popis zdroje tepla

Zdrojem pro vytápění a přípravu TV v objektu je plynový kondenzační kotel PROTHERM Panther Condens 25 KKO o rozměrech 740×418×344 mm (V×Š×D). Topný výkon tohoto kotle je až 25 kW nezávisle na venkovních podmínkách. Kotel využívá latentního tepla z kondenzace vodní páry ze spalin a proto má až 109% účinnost, které ale však není v našem případě dosaženo, protože je deklarována pro menší teplotní spád, než je navržen. Pro teplotní spád 60/50 dosáhneme účinnosti cca 97,7% (deklarovaná účinnost pro spád 80/60°C). Hlavní princip vysoké účinnosti kondenzačních kotlů spočívá v konstrukci výměníku tepla spaliny/voda. K maximální kondenzaci dochází tehdy, když je teplota topné vody pod hodnotou rosného bodu (cca 50-55°C). Kotel je vybaven expanzní nádobou o objemu 8l, pojišťovacím ventilem s přetlakem 300kPa a oběhovým čerpadlem pro cirkulaci otopné vody. Toto čerpadlo bude sloužit pro dopravu OV z kotle do rozdělovače a zpět. Pro každou větev bude navrženo samostatné oběhové čerpadlo. Bude navrženo pro nejnepříznivější trasu větve. Podrobněji viz kapitola tlakové ztráty 2.3. Technický list kotle s podrobnými parametry viz příloha č. 3.

Výkon čerpadla v kotli viz následující graf:

Platnost: 25 KKO -A nebo 30 KKO -A



Obr. 1. - Graf oběhového čerpadla v kotli

### 1.4.2 Zásobník TV

Stacionární zásobník teplé vody OKC 500 NTR/BP Dražice, o objemu 500l a rozměrech 1924×860 (válec - V×D) je určen pro nepřímotopný ohřev teplé vody (TV). Nádoba zásobníku je svařena z ocelového plechu, výměník z ocelové trubky a jako celek je posmaltována smaltem odolávajícím teplé vodě. Jako dodatečná ochrana před korozi a prorezavěním nádoby je integrována hořčíková anoda, která upravuje elektrický potenciál v nádobě. Do nádoby jsou přivařeny vývody teplé, studené a cirkulační vody. Na boku zásobníku se nachází revizní a čistící otvor. Do zásobníku lze dodatečně vložit topná spirála pro dohřev teplé vody. Zásobník je koncipovaný jako stacionární, pro umístění v blízkosti zdroje topné vody. Izolaci nádoby tvoří 50 mm polyuretanové pěny, na kterou je nasazen vrchní ochranný plášť z tvrzeného polystyrenu.

Výkon výměníku tepla v zásobníku je při teplotě TV 80°C 58 kW. Trvalý výkon teplé vody výměníku tepla je při teplotě TV 45°C 1448l/h. Doba dohřevu TV z 10°C na 60°C je 26 minut. Podrobné technické parametry viz příloha č.4.

### **1.4.3 Expanzní nádoba**

Do soustavy je navržena expanzní nádoba Reflex NG 35/6 o rozměrech 354×460 mm (ØD×H), hmotnosti 5,1kg a objemu 35 l. Je dimenzována na maximální přípustnou tlakovou ztrátu 6 bar. Vnější obálka je tvořena ocelovým plechem a vnitřní gumová membrána je pevně spojena s pláštěm. Konstrukce má pevně vestavěnou membránou, která díky rovnoměrnému symetrickému zatížení vykazuje velkou spolehlivost. Podrobné technické parametry viz příloha č.5.

### **1.4.4 Odvod spalin**

V plynové kotelně je umístěn plynový kondenzační kotel závěsný, který spadá do kategorie plynových spotřebičů C a produkuje tedy spaliny, které je nutno odvádět. Spaliny budou odváděny kouřovodem do komínového tělesa, které je předběžně navrženo dle nomogramů výrobce. Předběžně byl navržen komín EKO TURBO Ø 120mm s tělesem 320×320mm. Těleso je umístěno uvnitř objektu a výška tělesa je předběžně odhadnuta na 13,5m. Podrobnější technické parametry viz příloha č.6.

### **1.4.5 Přívod vzduchu, větrání prostoru**

Větrání plynové kotelny je řešeno jako přirozené. Byly navrženy dva otvory, pro příčné provětrávání prostoru kotelny, o rozměrech 200×200 mm. Musí být umístěny tak, aby docházelo k přirozenému vztlaku a výměně vzduchu v prostoru, tj. na protějších stěnách, jeden u podlahy a druhý u stropu.

### **1.4.6 Stavební požadavky**

Plynový kondenzační kotel musí být umístěn tak, aby bylo vyhověno požadavkům na manipulační prostor kolem něj. Výrobce předepisuje více než 50 mm od okolních stěn a volný prostor před kotlem větší než 1000 mm. Kotel musí být více než 300 mm nad podlahou. Dále musí umístění kotle umožňovat připojení k elektrické energii, přívodu plynu, napojení na komínové těleso a otopnou soustavu. Podrobnější umístění viz výkresová dokumentace - půdorys a řez kotelny.

Vzhledem k tomu, že se kotelna nachází v suterénu budovy, tak není potřeba připravovat žádná speciální statická opatření pro ostatní technologická zařízení - zásobník TV, expanzní nádobu a jiné. Požadavek je kladen pouze na vyztužení betonové podlahy v plynové kotelně a to dvěma vrstvami sítě KARI oka 100×100mm Ø8mm.

Jako povrchová úprava stěn se předpokládá jádrová omítka se štukem, nebo tenkovrstvá omítka s nátěrem. Rovinatost povrchu minimálně třídy 3, 5mm na 2m lati, dle ČSN EN 13914-2 Navrhování, příprava a provádění vnějších a vnitřních omítek – Část 2: Příprava návrhu a základní postupy pro vnitřní omítky.

### **1.4.7 Bezpečnost**

V souladu s ČSN 06 0830 je navrženo v kotelně zabezpečovací zařízení otopné soustavy, které sestává z pojistného zařízení a expanzního zařízení. Před předáním zařízení a uvedením do provozu je nutné provést tlakovou zkoušku a zkoušku zabezpečovacího zařízení (pojistného ventilu) za příslušných provozních podmínek a o této zkoušce musí být vyhotoven protokol.

Instalaci použitých zařízení a jejich uvedení do provozu musí provádět autorizovaná odborná montážní firma. Stavební dozor dohlédne na zhotovení dle platných norem a předpisů výrobců.

## **1.5 Otopná soustava**

### **1.5.1 Typ soustavy**

Otopná soustava v objektu je řešena jako teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 60/50°C. Rozvody topné vody jsou realizovány z vícevrstvé trubky (PE-Xa/Al/PE) RAUTITAN Stabil s hliníkovou vložkou o rozměrech 20×2,9 - 40×6,0 mm, vedené volně pod stropem v suterénu, volně za předstěnou jako stoupací potrubí, v podlaze k otopným tělesům a pod omítkou k přípojovacímu šroubení VK. Pro vytápění většiny prostor jsou zvoleny deskové otopné plochy KORADO RADIK VK a trubková otopná tělesa KORADO KORALUX MAX M. Soustava je uzavřená a je zabezpečena tlakovou expanzní nádobou. Tato expanzní nádoba zajišťuje stálé vyplnění soustavy vodou s dostatečným přetlakem a zároveň vyrovnává změny tlaku způsobené ohřátím otopné vody. Proti nepřipustnému překročení tlaku je do soustavy vložen pojistný ventil.

### **1.5.2 Vedení rozvodů**

Potrubí je vedeno od rozdělovače/sběrače volně na stěně a pod stropem ke svislým rozvodům. Svislé rozvody jsou umístěné do předstěn v koupelnách, svislé rozvody jsou volně umístěny. K jednotlivým otopným tělesům je pak potrubí vedeno v podlaze a stěně až k přípojovacím armaturám.

V plynové kotelně o ploše 21,6 m<sup>2</sup>, která se nachází v suterénu, je umístěn zdroj tepla - plynový kotel PROTHERM Panther Condens 25 KKO. Kotel je napojen na přívod elektrické energie 230V, přívod plynu, studenou vodu a komínové těleso, které se nachází uvnitř objektu v kotelně.

Zásobník na TV je volně postaven na podlahu kotelny. Vzájemně je propojen přes rozdělovač/sběrač s kotlem na otopnou vodu. Ze zásobníku TV vede potrubí ke stoupacímu a cirkulačnímu potrubí teplé vody.

Propojovací potrubí otopné vody mezi kotlem, rozdělovačem/sběračem a zásobníkem je měděné, dimenze dle přípojovacích poměrů nádob a kotle. Potrubí teplé vody ze zásobníku je PPR, svařované. Návrh dimenzí tohoto potrubí není předmětem řešení tohoto projektu.

Okruhy otopné vody jsou navrženy celkem čtyři. První okruh je pro zásobník TV, druhý okruh napojuje otopná tělesa v suterénu a třetí + čtvrtý okruh napojují otopná tělesa v celém

objektu. Objekt je rozdělen na dva celky - byty 1;3;5 a 2;4;6. Pro tyto celky je třetí a čtvrtý okruh (větev). Okruhy nejsou vzájemně nijak propojeny s výjimkou rozdělovače/sběrače. Druhý okruh pro otopná tělesa v suterénu je veden v podlaze suterénu a napojení otopných těles je provedeno klasickým způsobem z podlahy.

Podrobné rozkreslení a popsání tras soustavy vytápění je zaneseno ve výkresové dokumentaci tohoto projektu.

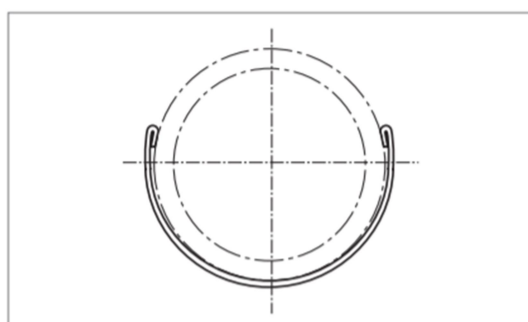
### 1.5.3 Materiál potrubí a spojování, rozdělovač/sběrač

Rozvody jsou realizovány z vícevrstvé trubky (PE-Xa/Al/PE) RAUTITAN STABIL (Peroxidově zesítný polyetylénu (PE-Xa) podle ČSN EN ISO 15875 a DIN 16892 - S kyslíkovou bariérou - Odolná vůči kyslíku podle DIN 4726), veškeré fitinky, kolena a odbočky jsou systémové REHAU, nerezové a spojují se lisováním za studena. Propojky mezi technologickým zařízením v kotelně je provedeno z měděného potrubí. Materiál těchto trubek je fosforem dezoxidovaná měď, která má dle ČSN EN 1057+A1 kvalitu Cu DHP. Trubka se zhotovuje z mědi o čistotě větší než 99,9%. Třída tvrdosti trubek je polotvrdá R250. Spoje jsou provedeny technologií měkkého pájení. Rozdělovač/sběrač bude vyroben na zakázku od společnosti ETL - Ekotherm a.s, konstrukce bude Ocelová samonosná. Specifikace viz příloha č.7 - rozdělovač/sběrač.

### 1.5.4 Izolace, kotvení

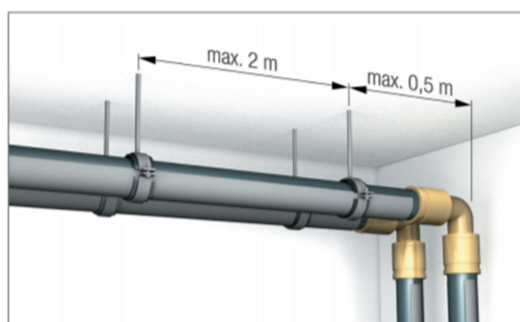
Veškeré rozvody otopné vody budou opatřeny tepelnou izolací v souladu s požadavky Vyhl. 193/2007. Potrubí topných okruhů je izolováno izolací tepelnou izolací Armaflex ACE plus. Materiál izolace je vysoce pružný izolační materiál s uzavřenou strukturou buněk vyznačující se vysokou odolností proti difúzi vodních par a nízkou tepelnou vodivostí. Materiál izolace je elastomerní pěna na bázi syntetického kaučuku. Prefabrikovaná pružná elastomerní pěna (flexible elastomeric foam, FEF) podle EN 14304. Tepelná izolace má samolepicí povrch krytý PE folií, lepidlo je aktivováno tlakem při kontaktu s potrubím.

Potrubí se připevňuje ocelovými úchytkami se zvukovou izolační vložkou, aby bylo zabráněno přenosu hluku stavební konstrukcí. Ležaté potrubí například pod stropem suterénu se ukládá do ocelových korýtek, která jsou kotvena maximálně 0,5 m od přechodu na svislé potrubí a maximálně po 2 m v délce. Viz nákres níže.



Obr. 13-1 Průřez klipového korýtka

Vzdálenosti trubkových objímek



Obr. 13-3 Maximální vzdálenosti trubkových objímek

Obr. 4 - kotvení potrubí se žlábkou

### **1.5.5 Vypouštění, odvzdušnění**

Celá otopná soustava je odvzdušňována pomocí odvzdušňovacích ventilů na otopných tělesech. Vypouštění je zajištěno vypouštěcími ventily umístěnými v plynové kotelně na nejnižších místech stoupacích potrubí a u plynového kotle.

## **1.6 Otopné plochy**

### **1.6.1 Popis**

Jako otopné plochy jsou použity otopná desková tělesa KORADO Radik VK se spodním připojením na otopnou soustavu. Napojení otopných těles je navrženo ze stěny pomocí montážního bloku RAUTITAN STABIL. Tělesa jsou typu 10VK o rozměrech 600×400 mm nebo 500×400 mm, 20VK o rozměrech 600×600 mm, 21VK o rozměrech 600×600;700;800;1000;1100;1400 mm, 22VK o rozměrech 600×1400;1600 mm v běžných místnostech. V místnostech hygienického zázemí jsou navržena otopná trubková tělesa KORALUX Linear MAX se spodním připojením na středu tělesa o rozměrech 1810×450;600 mm. Otopná tělesa byla navržena pomocí vypočtené tepelné ztráty v místnosti programem RAUCAD TechCon, který umožňuje i optimální návrh těles.

### **1.6.2 Umístění**

Desková otopná tělesa KORADO Radik VK jsou umístěna ve všech místnostech bytů a v suterénních kójičkách. Ve společných prostorách nejsou žádná otopná tělesa. Všechna tělesa jsou připevněna 200 mm nad čistou podlahou bytu/suterénu a 50 mm od povrchu stěny. Trubková otopná tělesa jsou umístěna 250 mm nad čistou podlahou místnosti a 50 mm od povrchu stěny.

### **1.6.3 Uchycení**

Pro montáž deskových otopných těles jsou použity kotevní prvky KORADO, konkrétně kompaktní konzola plus. Pro tělesa delší než 1800 mm musí být využito třech těchto konzol. Pro montáž trubkových otopných těles KORALUX Linear MAX bude využito standardní upevňovací sady MAX Ø24/35 v bílé barvě. Trubkové těleso je upevněno ve čtyřech bodech, vždy mezi 2. a 3. trubkou odshora a odspona.

## **1.7 Armatury, regulace**

### **1.7.1 Popis regulace soustavy**

Regulace teploty v obytných místnostech je zajištěna termostatickými hlavicemi na otopných tělesech KORADO Radik VK. Regulace celé soustavy zajišťuje ekvitermní regulace plynového kotle. Kotel snímá teplotu v exteriéru pomocí teplotního čidla umístěného na povrchu fasády objektu a po vyhodnocení teploty z exteriéru a teploty vratné vody nastaví teplotu přívodní vody a rychlost oběhového čerpadla. Oběhové čerpadlo je plynule regulovatelné a velmi pružně přizpůsobitelné změnám. Akumulační nádoba na ohřev TV má instalované teplotní čidlo propojené s kotlem, který při poklesu teploty TV pod 15°C automaticky nahřeje TV na 35°C a chrání tak soustavu před zamrznutím. Soustava je chráněna i před přehřátím a případnou havárií. Pokud tedy kotel zaznamená teplotu vratné

vody vyšší než povolenou, přestane vodu ohřívat a spustí oběhové čerpadlo. Čerpadlo poběží do té doby, než klesne teplota na přípustné hodnoty. Na každém okruhu na rozdělovači/sběrači je umístěn trojcestný ventil, který reguluje množství míchání vratné a přívodní otopné vody. Šetří se tím tak množství energie na ohřev vody.

### **1.7.2 Měření spotřeby tepla**

Spotřeba tepla bude měřena lokálně pro každou bytovou jednotu. Měřicí zařízení bude umístěno v revizním otvoru v instalační předstěně v hygienických zázemích. K měření tepla bude použita měřicí armatura Enbra Sontex SUPERCAL 739 s příslušným DN. Umisťuje se na přívodní i vratné potrubí dle montážního návodu. Specifikace zařízení viz technický list, jako příloha č. 10.

### **1.7.3 Použité armatury**

OV - odvzdušňovací ventil

PŠ - přípojovací šroubení

KK(V) - kulový kohout, (s vypouštěním)

KV - vypouštěcí kohout

ZK - zpětná klapka

OČ oběhové čerpadlo

PV - pojišťovací ventil

TVM - trojcestný ventil s manometrem

M - manometr

T - teploměr

TE - exteriérové teplotní čidlo

F - filtr

PRŠ - přímé regulační šroubení

TRH - termoregulační hlavice

RRV - regulační radiátorový ventil

MT - měřič tepla

## **1.8 Závěr**

### **1.8.1 Podmínky uvedení do provozu**

Před uvedením do provozu bude otopná soustava řádně propláchnuta. Při proplachu budou demontovány měřiče tepla a regulace ventilů bude nastavena na maximální otevření. Po

propláchnutí budou jednotlivé okruhy otopné soustavy napuštěny vodou z vodovodního řádu a následně řádně odvzdušněny. Před uvedením do provozu je nutné provedení následujících zkoušek dle ČSN 06 0310:

**Zkouška těsnosti:** Bude provedena přetlakem 0,3 MPa po dobu 6 hodin. Pokud se neobjeví netěsnosti a nedojde ke snížení přetlaku, lze zkoušku považovat za úspěšnou.

**Zkouška dilatace:** Při zkoušce se teplotnosné médium ohřeje na nejvyšší možnou teplotu a následně se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté e tento postup několikrát opakuje.

**Zkouška topná:** Při této zkoušce bude zkontrolována správná funkce všech armatur, přednastavení regulačních ventilů, rovnoměrné ohřívání otopných ploch, správná funkce měřících a regulačních prvků.

V případě splnění podmínek dle ČSN 06 0310 bude zprovozněna technická místnost. Dojde k odbornému zaškolení obsluhy a zpracování provozního řádu technické místnosti - plynové kotelny dle příslušných norem a předpisů.

### **1.8.2 Předpisy a normy**

ČSN EN 12 831 – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách - projektování a montáž

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách - příprava teplé vody – navrhování a projektování

ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení

ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov - funkční požadavky

Vyhláška 193/2007 Sb. - Stanovení účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie

ČSN EN 1057+A1 - Měď a slitiny mědi – Trubky bezešvé kruhové z mědi pro vodu a plyn pro sanitární instalace a vytápěcí zařízení

ČSN 73 0818 - Požární bezpečnost staveb. Obsazení objektů osobami

Vyhláška 78/2013 Sb. - O energetické náročnosti

ČSN EN 13914-2 Navrhování, příprava a provádění vnějších a vnitřních omítek – Část 2: Příprava návrhu a základní postupy pro vnitřní omítky



## 2 Výpočty

### 2.1 Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát objektu byl proveden pomocí programu RAUCAD TechCon. Hodnoty byly dále použity pro návrh otopných ploch a návrh výkonu plynového kondenzačního kotle. Podrobný výčet tepelných ztrát místností skrz jednotlivé konstrukce viz přílohy projektu - příloha č.1 Tepelné ztráty.

Výpočet budovy																						
$\theta_e = -18\text{ °C}$ $\theta_{m,e} = 4\text{ °C}$																						
č.m.	Účel místnosti	$\theta_{int}$ [°C]	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$V_i$ [m <sup>3</sup> ]	$\epsilon_i$ [-]	$V_{int}$ [m <sup>3</sup> /h]	$V_{su}$ [m <sup>3</sup> /h]	$\theta_{su}$ [°C]	$V_{ex}$ [m <sup>3</sup> /h]	$V_{mech,int}$ [m <sup>3</sup> /h]	$V_{su,sm}$ [m <sup>3</sup> /h]	$V_i$ [m <sup>3</sup> /h]	$n$ [1/h]	$n_{min}$ [1/h]	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]	$V_{lv}$ [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{\Phi}_{Vj}$ [W]	$\dot{\Phi}_{Tj}$ [W]	$f_{nj}$ [-]	$\dot{\Phi}_{RHj}$ [W]	$\dot{\Phi}_{HLj}$ [W]	
S.0.P1	Plynová kotelna	7.0	21.67	54.78	1.00	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	27.4	27.4	233	79	1.0	0	312	
S.0.S1	Společné pros	5.0	26.77	66.96	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	33.5	33.5	262	-284	1.0	0	-22
S.1.01	Sklep	7.0	13.77	34.81	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	17.4	17.4	148	44	1.0	0	192
S.2.01	Sklep	7.0	11.90	30.08	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	15.0	15.0	128	15	1.0	0	143
S.3.01	Sklep	7.0	12.95	32.74	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	16.4	16.4	139	32	1.0	0	171
S.4.01	Sklep	7.0	7.53	19.02	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	9.5	9.5	81	26	1.0	0	107
S.5.01	Sklep	7.0	12.10	30.60	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	15.3	15.3	130	54	1.0	0	184
S.6.01	Sklep	7.0	16.60	41.96	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	21.0	21.0	178	47	1.0	0	225
1.0.01	Zádvěří	5.0	3.91	10.69	1.00	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.5	5.3	5.3	42	-115	1.0	0	-73
1.0.02	Chodba	5.0	12.07	32.24	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	16.1	16.1	126	-370	1.0	0	-244
1.1.01	Předsín	20.0	4.03	11.02	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	5.5	5.5	71	95	1.0	0	166
1.1.02	Koupelna	24.0	4.42	12.09	1.00	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.5	6.0	6.0	86	419	1.0	0	505
1.1.03	Kuchyně	20.0	9.35	25.57	1.00	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	1.5	38.4	38.4	496	461	1.0	0	957
1.1.04	Obývací pokoj	20.0	18.70	51.14	1.00	0.6	-	-	-	-	-	-	0.6	0.0	0.5	25.6	25.6	330	739	1.0	0	1089
1.1.05	Pokoj	20.0	11.90	32.55	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	16.3	16.3	210	642	1.0	0	852
1.2.01	Předsín	20.0	9.96	27.24	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	13.6	13.6	176	322	1.0	0	498
1.2.02	WC	20.0	1.53	4.18	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	2.1	2.1	27	101	1.0	0	128
1.2.03	Koupelna	24.0	3.40	9.30	1.00	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.5	4.6	4.6	66	308	1.0	0	374
1.2.04	Pokoj	20.0	9.07	24.80	1.00	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	0.5	12.4	12.4	160	422	1.0	0	582
1.2.05	Dětský pokoj	20.0	12.07	33.01	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	16.5	16.5	213	540	1.0	0	753
1.2.06	Obývací pokoj	20.0	21.00	57.43	1.00	0.7	-	-	-	-	-	-	0.7	0.0	0.5	28.7	28.7	371	1095	1.0	0	1486
2.0.01	Chodba	5.0	16.33	43.88	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	21.9	21.9	172	-626	1.0	0	-454
2.3.01	Předsín	20.0	4.03	11.02	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	5.5	5.5	71	42	1.0	0	113
2.3.02	Koupelna	24.0	4.42	12.09	1.00	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.5	6.0	6.0	86	352	1.0	0	438
2.3.03	Kuchyně	20.0	9.35	25.57	1.00	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	0.5	12.8	12.8	165	324	1.0	0	489
2.3.04	Obývací pokoj	20.0	18.70	51.14	1.00	0.6	-	-	-	-	-	-	0.6	0.0	0.5	25.6	25.6	330	465	1.0	0	795
2.3.05	Pokoj	20.0	11.90	32.55	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	16.3	16.3	210	467	1.0	0	677
2.4.01	Předsín	20.0	9.96	27.24	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	13.6	13.6	176	191	1.0	0	367
2.4.02	WC	20.0	1.53	4.18	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	2.1	2.1	27	79	1.0	0	106
2.4.03	Koupelna	24.0	3.40	9.30	1.00	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.5	4.6	4.6	66	362	1.0	0	428
2.4.04	Pokoj	20.0	9.07	24.80	1.00	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	0.5	12.4	12.4	160	289	1.0	0	449
2.4.05	Dětský pokoj	20.0	12.07	33.01	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	16.5	16.5	213	363	1.0	0	576
2.4.06	Jídelna s kuch	20.0	21.00	57.43	1.00	0.7	-	-	-	-	-	-	0.7	0.0	0.5	28.7	28.7	371	787	1.0	0	1158
3.0.01	Chodba	5.0	16.33	46.05	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	23.0	23.0	180	-237	1.0	0	-57
3.5.01	Předsín	20.0	4.03	12.94	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	6.5	6.5	84	75	1.0	0	159
3.5.02	Koupelna	24.0	4.42	9.71	1.00	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.5	4.9	4.9	69	291	1.0	0	360
3.5.03	Kuchyně	20.0	9.35	25.16	1.00	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	0.5	12.6	12.6	163	353	1.0	0	516
3.5.04	Obývací pokoj	20.0	18.70	54.61	1.00	0.7	-	-	-	-	-	-	0.7	0.0	0.5	27.3	27.3	353	668	1.0	0	1021
3.5.05	Pokoj	20.0	11.90	29.25	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	14.6	14.6	189	578	1.0	0	767
3.6.01	Předsín	20.0	9.96	30.09	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	15.0	15.0	194	269	1.0	0	463
3.6.02	WC	20.0	1.53	3.36	1.00	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	1.7	1.7	22	95	1.0	0	117
3.6.03	Koupelna	24.0	3.40	7.47	1.00	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.5	3.7	3.7	53	223	1.0	0	276
3.6.04	Pokoj	20.0	9.07	24.76	1.00	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	0.5	12.4	12.4	160	326	1.0	0	486
3.6.05	Ložnice	20.0	12.07	35.25	1.00	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.5	17.6	17.6	228	446	1.0	0	674
3.6.06	Jídelna s kuch	20.0	21.00	51.61	1.00	0.6	-	-	-	-	-	-	0.6	0.0	0.5	25.8	25.8	333	856	1.0	0	1189
Spolu :			488.21	1304.69			0.00		0.00	0.00												

$\dot{\Phi}_T$  - Součet tepelných ztrát přechodem tepla všech vytápěných prostorů (mimo tepla šířícího se uvnitř budovy - např. tepelné ztráty mezi jednotlivými byty)       $\dot{\Phi}_T = 10236\text{ W}$   
 $\dot{\Phi}_V$  - Tepelné ztráty větráním všech vytápěných prostorů ( $\Sigma V_i = 0.5 \cdot \Sigma V_{int} + \Sigma V_{su} \cdot f_{vj} + \Sigma V_{su,sm} \cdot f_{s,sm} + \Sigma V_{mech,int}$ )       $\dot{\Phi}_V = 7751\text{ W}$   
 $\dot{\Phi}_{RH}$  - Součet tepelných příkonů na zátáp všech vytápěných prostorů potřebný na vyrovnání vlivu přerušovaného vytápění       $\dot{\Phi}_{RH} = 0\text{ W}$   
 $\dot{\Phi}_{HL}$  - Projektovaný tepelný příkon pro celou budovu       $\dot{\Phi}_{HL} = 17987\text{ W}$

Obr. 5 - Tepelné ztráty místností objektu

## 2.2 Návrh dimenzí rozvodů

Dimenze rozvodů otopné soustavy objektu byly navrženy programem RAUCAD TechCon dle zadaných vstupních dat. Dimenze jsou od 20×2,9 do 40×6,0 mm. Podrobná specifikace dimenzí je uvedena v projektové dokumentaci.

## 2.3 Tlaková ztráta okruhů

Tlaková ztráta nejnepříznivějšího okruhu byla stanovena pomocí hydraulického výpočtu programem RAUCAD TechCon. Největší tlaková ztráta se nachází na větvi č. 2, okruhu č. 2. Tlakové ztráty okruhu č. 2 byly shrnuty po úsecích do přehledné tabulky pro návrh oběhového čerpadla větve. Na okruhu č. 2 se nachází celkem 8 úseků a jejich celková délka činí 55,8m. Návrhová rezerva neboli ztráta od škrcení u otopných těles byla stanovena na 3000 Pa. Tlakové ztráty vřazenými odpory od použitých fitinek, pro změnu směru anebo rozdělení potrubí, jsou již započteny v jednotlivých úsecích programem.

### Ventilové vložky

Program stanovil nastavení ventilových vložek v otopných tělesech a tyto hodnoty jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci v popisku otopného tělesa. Dále bude každé stoupačící potrubí opatřeno vyvažovacím ventilem pro nastavení požadované tlakové ztráty, aby nedocházelo k příliš rychlému oběhu otopné vody.

Tabulka tlakových ztrát okruhu č. 2 - viz příloha č.8

### TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY

1) Výpočet hlavního okruhu otopné soustavy - podklad pro návrh oběhového čerpadla

ZÁKLADNÍ INFORMACE		A) METODA EKONOMICKÉ MERNE TLAKOVÉ ZTRATY		B) METODA OPTIMALNÍ RYCHLOSTI V POTRUBÍ			
Označení větve	Větev 2	Potrubi sít	Rychlost v [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Teplonosná látka	Rozsah rychlostí v [m/s] (MAX)	Průměrná rychlost v [m/s]
Oběh	nucený		0,3 až				
Teplotní spád	60/50 °C	uvnitř obytných budov	0,7	60 až 100	Teplonosná soustava s přirozeným oběhem	0,05 až 0,3 (1,0)	0,2
Materiál	RAUTHERM STABIL	přípojky k OF a stoup.					
ZVOLENÁ METODA	B)	uvnitř obytných budov	0,8 až		Teplonosná soustava s nuceným oběhem	0,2 až 1,0 (3,0)	0,6
návrhová hodnota	v = 0,1 - 0,6 m/s	horizontální potrubí	1,5	110 až 200			

1) Výpočet hlavního okruhu otopné soustavy - OKRUH Č.2, větev č.2

Úsek	Z PROJEKTU		NAVRH Z TABULKY				VÝPOČET				
	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	DN	v [m/s]	R [Pa/m]	$\sum \zeta$ [-]	R . l [Pa]	Z [Pa]	R . l + Z [Pa]	
1	11903	1026	10,1	40×6	0,47	96,7	5,4	973,5	590,4	1564,0	
1'	11903	1026	10,1	40×6	0,47	96,7	5,4	973,5	590,4	690,0	
2	7653	659	3,0	40×6	0,3	44,2	0,7	132,6	30,1	163,0	
2'	7653	659	3,0	40×6	0,3	44,2	1,8	132,6	81,4	214,0	
3	3882	335	4,4	32×4,7	0,23	37,3	4,2	164,5	114,4	279,0	
3'	3882	335	4,7	32×4,7	0,23	37,3	5,2	176,5	141,7	318,0	
4	3430	296	0,8	25×3,7	0,34	99	0,5	73,1	27,2	100,0	
4'	3430	296	0,3	25×3,7	0,34	99	1,2	26,1	68,3	94,0	
5	3301	284	0,2	25×3,7	0,33	92,6	0,5	14,4	26,4	41,0	
5'	3301	284	0,3	25×3,7	0,33	92,6	0,5	24,6	24,4	49,0	
6	2741	236	1,7	25×3,7	0,27	66,9	0,6	116,0	23,1	139,0	
6'	2741	236	1,6	25×3,7	0,27	66,9	1	108,6	35,3	144,0	
7	2261	195	1,0	25×3,7	0,23	47,8	0,6	50,1	15,9	66,0	
7'	2261	195	1,1	25×3,7	0,23	47,8	1	55,4	24,0	79,0	
8	1460	126	6,7	20×2,9	0,22	62	210,4	417,2	5192,8	5610,0	
8'	1460	126	6,8	20×2,9	0,22	62	7,8	420,3	193,2	614,0	
			$\sum l$	55,8						$\sum (R \cdot l + Z)$	10164,0
						Návrhová rezerva (škrcení)			3000		
						Celková tlaková ztráta okruhu CZTo			13164,0		

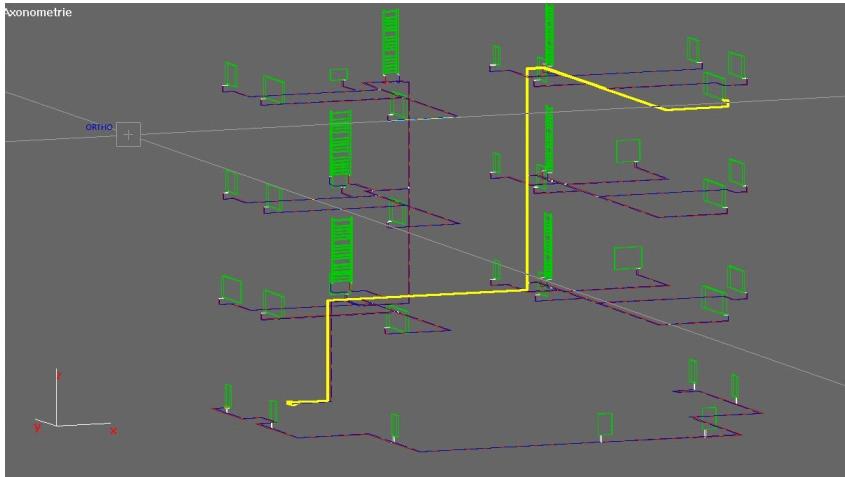
Výpočet tlakové ztráty vřazenými odpory  $\zeta \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$  viz RAUCAD/TechCon

Pa - návrhová hodnota pro tlak čerpadla  
Pozn.. Místní vřazené odpory již započteny

Návrhové hodnoty pro oběhové čerpadlo

MAX. tlak	13164,0	Pa	13,2kPa
MAX. průtok	1026	Kg/h	

Obr. 6 - Tlakové ztráty okruhu č. 2 v tabulce, pro návrh oběhového čerpadla



Obr. 7 - Žlutě vyznačený okruh č. 2, větve 2, v celé otopné soustavě

### 2.3.1 Návrh oběhového čerpadla

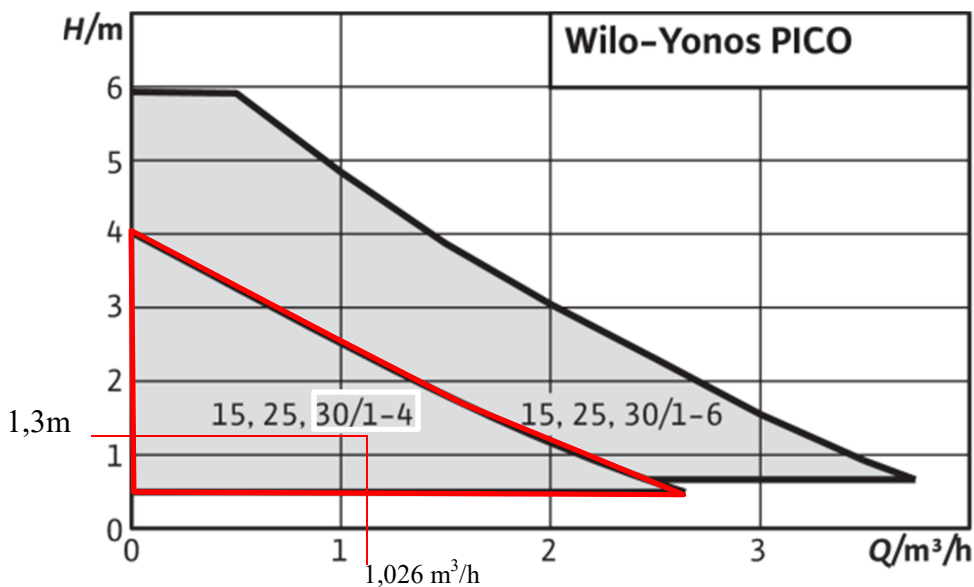
Oběhové čerpadlo je navrženo pro nejnepríznivější okruh s tlakovou ztrátou cca 14kPa. Dopravní výška, do které je potřeba otopnou vodu vyčerpat je 9m a požadovaný objemový průtok otopné vody je 1,026 m<sup>3</sup>/h. Oběhové čerpadlo bude umístěno na vratném potrubí nad rozdělovačem/sběračem pro každou větev.

Těmto parametrům vyhovuje čerpadlo značky WILO YONOS PICO 30/1-4 technické parametry:

Maximální dopravní výška  $H_{MAX} = 4 \text{ m}$

Maximální pracovní tlak  $P_{MAX} \text{ ' } 10 \text{ bar} = 1000 \text{ kPa} > 14 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Podrobnější technická specifikace viz přílohy - Příloha č.9 Technický list oběhového čerpadla.



Obr. 8 - Pracovní graf čerpadla WILO Yonos PICO 30/1-4

## 2.4 Výpočet přípravy TV - zásobníkový ohřev

### 2.4.1 Potřeba TV za časovou periodu $V_{2p}$

Bytové domy:  $V_{2p} = 0,050 \text{ (m}^3\text{/osobu} \times \text{den)} = 50 \text{ (l/osobu} \times \text{den)}$

Předpokládaný maximální počet osob v objektu je 18. (trvale)

Potřeba teplé vody na den je předběžně stanovena na:  $18 \times 50 = 900 \text{ l/den} = 0,9 \text{ m}^3\text{/den}$ .

### 2.4.2 Potřeba tepla odebraného z ohříváče $E_{2p}$

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} \text{ [Wh/den]}$$

$$E_{2p} = 47,102 + 23,551$$

$$E_{2p} \doteq 71 \text{ kWh/den}$$

Teoretické teplo pro ohřátí množství  $V_{2p}$

$$E_{2t} = V_{2p} \times \rho \times c \times (t_2 - t_1)$$

$$E_{2t} = 0,9 \times 1000 \times 1,163 \times (55 - 10)$$

$$E_{2t} = 47\,101,5 \text{ Wh/den} = 47,102 \text{ kWh/den}$$

kde:  $c$  měrná tepelná kapacita vody  $4182 \text{ J/kg K} = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$ )

$t_1$  teplota studené vody ( $10 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$t_2$  teplota teplé vody ( $55 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$\rho$  hustota vody ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV

$$E_{2z} = E_{2t} \times z$$

$$E_{2z} = 47\,101,5 \times 0,5$$

$$E_{2z} = 23\,550,75 \text{ Wh/den} = 23,551 \text{ kWh/den}$$

kde:  $z$ - ztráta tepla při ohřevu = **0,5**

### 2.4.3 Návrh zásobníku TV

$$V_z = \frac{\Delta E_{\text{MAX}}}{\rho \times c \times (t_1 - t_2)} \quad [\text{m}^3]$$

$$V_z = \frac{17660}{1\,000 \times 1,163 \times (55 - 10)}$$

$$V_z = 0,337 \text{ m}^3 = 337 \text{ l}$$

➔ Navrhuji zásobník Dražice OKC 500 (447l) NTR/BP

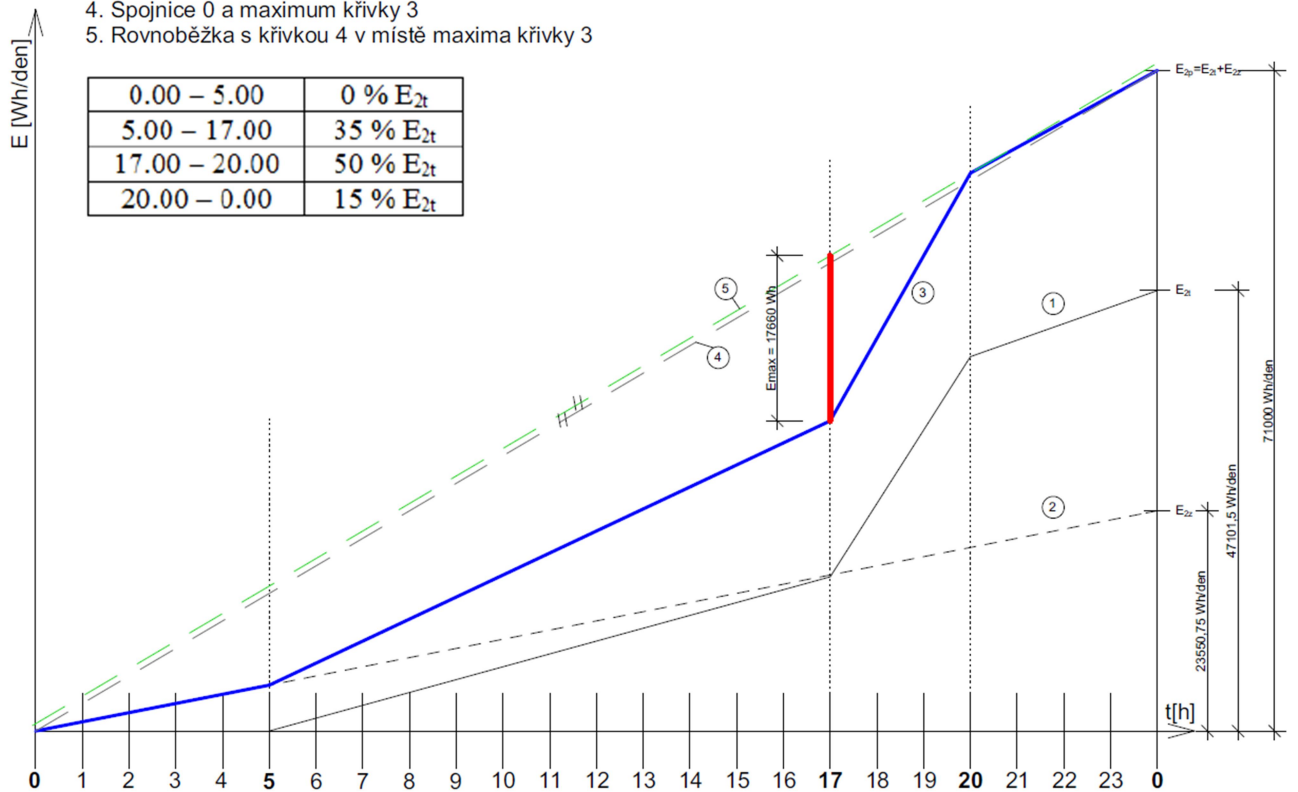
Rozměry: 1920×700 mm (V×d)

$\Delta E_{MAX}$  odečteno z grafu

Sestrojení grafu pro  $\Delta E_{MAX}$

Graf pro odečet  $\Delta E_{max}$

1. Křivka pro  $E_{2t}$
2. Křivka  $E_{2z}$
3. Součet  $E_{2t} + E_{2z}$
4. Spojnice 0 a maximum křivky 3
5. Rovnoběžka s křivkou 4 v místě maxima křivky 3



Obr. 9 - Graf  $\Delta E_{MAX}$

## 2.5 Tepelná roční bilance

### 2.5.1 Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \times d + 0,8 \times Q_{TV,d} \times \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \times (N - d) [Wh/rok]$$

$$Q_{TV,r} = 71\,000 \times 256 + 0,8 \times 71\,000 \times \frac{55 - 15}{55 - 5} \times (365 - 256)$$

$$Q_{TV,r} = 23\,128,960 \text{ kWh/rok} = 23,13 \text{ MWh/rok}$$

Kde:

$Q_{TV,d}$	denní potřeba tepla na přípravu TV = $E_{2p}$ [Wh]
$d$	počet dnů za rok s teplotou $< 13^\circ\text{C}$ , tj. počet dní ot. období – viz <u>tabulka TZB info</u>
$0,8$	součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě
$t_{svl}$	teplota studené vody v létě ( $15^\circ\text{C}$ )
$t_{svz}$	teplota studené vody v zimě (5 až $10^\circ\text{C}$ )
$N$	počet pracovních dní soustavy v roce (350 – 365)

### 2.5.2 Roční potřeba tepla na vytápění - denostupňová metoda

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \times Q_c \times \varepsilon \times D}{t_{is} - t_e} [Wh/rok]$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \times 17\,987 \times 0,788 \times 3942,4}{19 - (-18)}$$

$$Q_{VYT,r} = 36\,245,589 \text{ [kWh/rok]} = 36,25 \text{ [MWh/rok]}$$

kde:

$Q_c$	tepelná ztráta objektu [W] > viz zadání
$t_{is}$	průměrná vnitřní výpočtová teplota [ $^\circ\text{C}$ ] - pro bytové domy uvažujeme $18-19^\circ\text{C}$ ;
$t_e$	vnější výpočtová teplota [ $^\circ\text{C}$ ] - dle oblasti - Liberec $-18^\circ\text{C}$
$D$	počet denostupňů [K.den];
	$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) \times d$
	$D = (19 - 3,6) \times 256$
	$D = 3942,4 \text{ [K.den]}$
$t_{i,s}$	průměrná teplota v budově [ $^\circ\text{C}$ ] $+19^\circ\text{C}$
$t_{e,s}$	průměrná venkovní teplota v otopném období [ $^\circ\text{C}$ ] – pro Liberec $+3,6^\circ\text{C}$
$d$	počet dnů za rok s teplotou $< 13^\circ\text{C}$ , tj. počet dní ot. období – 256 pro Liberec



$\varepsilon$  opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty infiltrací [-] (0,7 – 0,8)

$$\varepsilon = \frac{e_i \times e_t \times e_d}{\eta_o \times \eta_r} = \frac{0,85 \times 0,9 \times 1}{1 \times 0,97} = 0,788 [-]$$

$e_i$  nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem (0,8-0,9)

$e_t$  snížení teploty v místnosti během dne respektive noci (0,8-1,0)

$e_d$  zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu (BD 1,0)

$\eta_o$  účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy (1,0 – kotelna na plyn.)

$\eta_r$  účinnost rozvodu vytápění (0,95 – 0,98 podle provedení)

### 2.5.3 Celková roční potřeba tepla

$$Q_R = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r}$$

$$Q_R = 36,25 + 23,13$$

$$Q_R = 59\,380 \text{ kWh/rok} = 59,4 \text{ [MWh/rok]}$$

### 2.5.4 Roční potřeba paliva

$$B_R = \frac{Q_R \times 3600}{\eta \times H} \quad [m^3/\text{rok}]$$

$$B_R = \frac{59\,400\,000 \times 3600}{0,977 \times 34\,000\,000}$$

$$B_R = 6\,437,5 \text{ [m}^3/\text{rok]}$$

kde:  $Q_R$  roční potřeba tepla celkem (VYT+TV) [Wh/časový úsek] tj. [Wh/rok]

$\eta$  roční účinnost zařízení  $\eta = 0,977$  (dle druhu kotle)

$H$  výhřevnost paliva  $H_{ZP} = 34$  [MJ/m<sup>3</sup>]

### 2.5.5 Roční náklady na vytápění a přípravu TV

Cena zemního plynu dle dostupných informací je 8,97,- Kč/m<sup>3</sup>

Celkové roční náklady na vytápění a přípravu teplé vody tedy činí:

$$6437,5 \times 8,97 = 57\,745,-\text{Kč}$$

Měsíčně 4 812,-Kč

Měsíčně pro jednu bytovou jednotku: 802,-Kč

## ***2.7 Stanovení výkonu a počtu plynových kotlů pro ohřev TV a vytápění***

### **2.7.1 Návrh výkonu kotlů pomocí tzv. přípojných metody $Q_{PRIP}$ .**

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 \times Q_{VYT,h} + 0,7 \times Q_{VET,h} + Q_{TV,h}$$

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 \times 17,99 + 0,7 \times 0 + 2,96$$

$$Q_{PRIP,1} = 15,5 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,2} = Q_{VYT,h} + Q_{VET,h}$$

$$Q_{PRIP,2} = 17,9 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = \max(Q_{PRIP,1}; Q_{PRIP,2})$$

$$Q_{PRIP} = \max(15,5; 17,9)$$

Navrhují 1 kotel o výkonu do 25kW. Kotel Protherm Panther CONDENS 25KKO, maximální výkon 25kW. Bližší specifikace viz příloha č.3.

### **2.7.2 Výkon potřebný pro vytápění**

$$Q_{VYT,h} = Q_c = 17\,987 \text{ W} = 17,9 \text{ kW} = \text{tepelná ztráta objektu}$$

### **2.7.3 Výkon potřebný pro přípravu TV (kontinuální ohřev)**

$$Q_{TV,h} = \frac{E_{2p}}{24} = \frac{71\,000}{24} = 2\,958,33 \text{ W} = 2,9 \text{ kW}$$

### **2.7.4 Výkon potřebný pro úpravu vzduchu ve VZT**

Není v objektu centrální vzduchotechnika.  $Q_{VET,h} = 0 \text{ W}$

## ***2.8 Větrání kotelny***

### **2.8.1 Přívod vzduchu pro spalování**

$$V_s = B_H \times V_{S1} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_s = 4,66 \times 10,33$$

$$V_s = 48 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde:  $B_H$  hodinová spotřeba paliva  $[\text{m}^3/\text{h}]$  4,66  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_{S1}$  skutečné množství vzduchu pro spalování  $V_{S1} = 10,3 \text{ [m}^3/\text{m}^3]$



### 2.8.2 Minimální množství vzduchu $V_i$ na odvod škodlivin

$$V_i = i \times O$$

$$V_i = 0,5 \times 54,78$$

$$V_i = 28 \text{ m}^3/\text{h}$$

- kde:  $V_i$  množství vzduchu pro odvod škodlivin [m<sup>3</sup>/h]  
 $i$  doporučená intenzita větrání kotelny  $i = 0,5$  [1/h]  
 $O$  vnitřní objem větraného prostoru kotelny [m<sup>3</sup>]

### 2.8.3 Množství vzduchu na odvod tepelných zisků - výpočet pro letní a zimní období

$$V_z = 0,0025 \times \frac{Q_K}{\rho \times c \times \Delta t} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_{z,zima} = 0,0025 \times \frac{17\,900}{1,2 \times 0,28 \times 20}$$

$$V_{z,zima} = 6,66 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{z,léto} = 0,0025 \times \frac{2\,958}{1,2 \times 0,28 \times 5}$$

$$V_{z,léto} = 4,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde: 0,0025 kotlová ztráta

$Q_K$  výkon kotlů [W] – pro zimu max. výkon QPRIP, pro léto výkon QTV,h

$\rho$  hustota vzduchu  $\rho = 1,2$  [kg/m<sup>3</sup>]

$c$  měrná tepelná kapacita vzduchu  $c = 1010$  [J/kg.K] = **0,28** [Wh/kg.K]

$\Delta t$  rozdíl teplot vzduchu

- v létě ( $t_i - t_e$ ) = (35°C - 30°C) -> $\Delta t = 5$  K
- v zimě ( $t_i - t_e$ ) = (5°C - (-15°C)) -> $\Delta t = 20$  K

$$V_{MAX} = \max(V_s; V_i; V_{z,zima}; V_{z,léto})$$

$$V_{MAX} = \max(48; 28; 6,66; 4,4)$$

**Maximum je  $V_s$  - množství vzduchu pro spalování, 48 m<sup>3</sup>/h.**

## 2.8.4 Velikost přívodního otvoru pro větrání kotelny

$$S = \frac{V_{max}}{3600 \times v}$$

$$S = \frac{48}{3600 \times 0,5}$$

$$S = 0,026 \text{ m}^2$$

Navrhuji dva otvory, každý o rozměru 0,2×0,2 m.

kde: S plocha větracího otvoru [m<sup>2</sup>]

V<sub>max</sub> maximální množství větracího vzduchu [m<sup>3</sup>/h]

v rychlost větracího vzduchu v = 0,5-1 [m/s]

3600 převod hodin na sekundy

## 2.9 Předběžný návrh odvodu spalin - komínu

Předběžný návrh komínového tělesa. Jako komínové těleso byl zvolen komín zděný s nerezovým průduchem. Jedná se o komín typu EKO KOMÍNY.CZ, konkrétně EKO TURBO 320×320mm, průduch 140mm. Jmenovitý výkon činí max 25kW a účinná výška 15m.

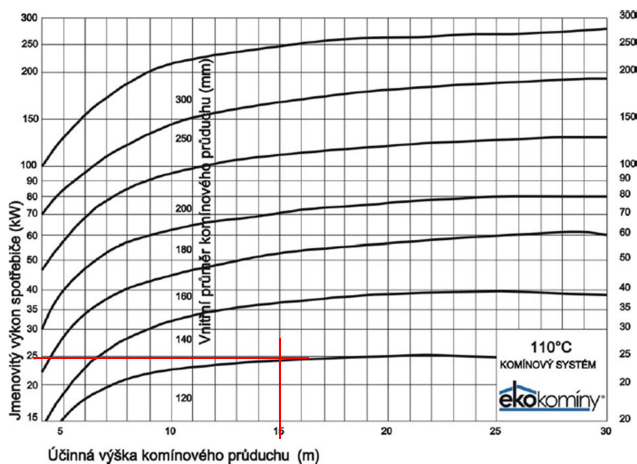
Nomogram pro předběžný návrh:

Diagram pro informativní určení průřezu komínového průduchu komínů 

### DIAGRAM 2

Pro plynové spotřebiče s atmosférickým hořákem a přerušovačem tahu  
Teplota spalin na kouřovém hrdle spotřebiče 110°C

Diagramy slouží pouze k informativnímu určení rozměrů komínů.  
Každou realizaci je nutné ověřit přesným výpočtem zohledňujícím konkrétní technické podmínky



Obr. 10 - nomogram komínového tělesa

## 2.10 Předběžný návrh expanzní nádoby

Předběžný návrh byl proveden dle celkového objemu vody v soustavě. Uvažujeme cca 10l na 1kW. Velikost expanzní nádoby dle tabulky. Předběžně volíme nastavení pojistňovacího ventilu = 3,0 bar a výchozí tlak  $p_0 = 1,0$  bar. Výkon soustavy je 20kW, objem vody je tedy cca 200l. Z tabulky vychází objem nádoby 21,8l -> volíme dle výrobce nejbližší vyšší.

Tabulka pro předběžný návrh expanzní nádoby.

Nastavení pojistného ventilu	3,0 bar			2,5 bar			2,0 bar	
	Výchozí tlak $p_0$	0,5 bar	1,0 bar	1,5 bar	0,5 bar	1,0 bar	1,5 bar	0,5 bar
Celkový objem vodní soustavy	Expanzní objem nádoby							
	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)	(l)
25	2,1	2,7	3,9	2,4	3,4	5,9	2,8	5,0
50	4,2	5,5	7,8	4,7	6,7	11,9	5,7	10,0
75	6,2	8,2	11,7	7,1	10,1	17,8	8,5	15,0
100	8,3	10,9	15,6	9,4	13,4	23,7	11,3	20,0
125	10,4	13,6	19,5	11,8	16,8	29,6	14,1	25,0
150	12,5	16,4	23,4	14,1	20,1	35,6	17,0	30,0
175	14,6	19,1	27,3	16,5	23,5	41,5	19,8	35,0
200	16,7	21,8	31,2	18,8	26,8	47,4	22,6	40,0
225	18,7	24,5	35,1	21,2	30,2	53,3	25,4	45,0
250	20,8	27,3	39,0	23,5	33,5	59,3	28,3	50,0
275	22,9	30,0	42,9	25,9	36,9	65,2	31,1	55,0

Obr. 11 - tabulka pro předběžný návrh expanzní nádoby

### 3 Seznam příloh technické zprávy

- Příloha č. 1 - Tepelné ztráty objektu
- Příloha č. 2 - Parametry stavebních konstrukcí
- Příloha č. 3 - Technický list plynového kotle
- Příloha č. 4 - Technický list zásobníku TV
- Příloha č. 5 - Technický list expanzní nádoby
- Příloha č. 6 - Technický list komínu
- Příloha č. 7 - Specifikace rozdělovače/sběrače
- Příloha č. 8 - Výpočet tlakových ztrát větve č.2
- Příloha č. 9 - Technický list oběhového čerpadla
- Příloha č. 10 - Technický list měřiče tepla

### 4 Seznam výkresové dokumentace

- |   |      |
|---|------|
| • Výkres č.1 - Půdorys 1.PP, rozvod vytápění, OT. tělesa          | 1:50 |
| • Výkres č.2 - Půdorys 1.NP, rozvod vytápění, OT. tělesa          | 1:50 |
| • Výkres č.3 - Půdorys 2.NP, rozvod vytápění, OT. tělesa          | 1:50 |
| • Výkres č.4 - Půdorys 3.NP, rozvod vytápění, OT. tělesa          | 1:50 |
| • Výkres č.5 - Řez - Rozvinutý řez otopnou soustavou              | 1:50 |
| • Výkres č.6 - Půdorys 1.PP, plynová kotelna, koordinační půdorys | 1:25 |
| • Výkres č.7 - Řez - Schéma plynové kotelny                       | 1:25 |
| • Výkres č.8 - Studie - podlahové vytápění, část typického NP     | 1:50 |