



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

125DPM DIPLOMOVÁ PRÁCE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Projekt vytápění

Administrativní budova v Českých Budějovicích

Vypracoval: Jakub Čedík

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

ZS 2016/2017

OBSAH PRÁCE

1	Technická zpráva	1
1.1	Úvod.....	1
1.1.1	Umístění objektu.....	1
1.1.2	Popis objektu.....	2
1.1.3	Popis provozu v objektu	2
1.1.4	Rozsah projekčních prací.....	3
1.1.5	Základní údaje nového projektovaného zařízení	3
1.2	Přehled výchozích podkladů	4
1.3	Základní technické údaje	5
1.3.1	Klimatické údaje	5
1.3.2	Tepelné ztráty	5
1.3.3	Potřeba tepla	6
1.4	Technická místnost	7
1.4.1	Popis zdroje a ostatních zařízení.....	7
1.4.2	Odvod spalin	8
1.4.3	Přívod vzduchu, větrání prostoru.....	8
1.4.4	Stavební požadavky	8
1.4.5	Bezpečnost	9
1.5	Otopná soustava.....	9
1.5.1	Typ soustavy	9
1.5.2	Vedení rozvodů.....	10
1.5.3	Materiál, spojování	11
1.5.4	Izolace, kotvení.....	11
1.5.5	Vypouštění, odvodušnění.....	12
1.6	Otopné plochy	12
1.6.1	Popis.....	12
1.6.2	Umístění.....	12
1.6.3	Uchycení	13
1.7	Armatury, regulace	13
1.7.1	Popis regulace soustavy	13
1.7.2	Použité regulační armatury	14
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	20
2.3	Výpočet efektivní účinnosti sálavého stropu	21
2.4	Potřebná výměna vzduchu	23
2.5	Tlaková ztráta okruhů	33
2.6	Potřeba tepla pro vytápění	39

2.7	Výpočet potřeby TV a příkonu pro ohřev TV	40
2.8	Návrh zásobníku TUV	42
2.9	Roční spotřeba tepla.....	44
2.10	Stanovení výkonu a počtu tepelných čerpadel.....	44
2.11	Návrh akumulčního zásobníku topné vody.....	45
2.12	Návrh expanzní nádoby	45
3	Přílohy.....	47
3.1	Příloha 1: Výpočet teplovodní dvoutrubkové otopné soustavy	47
3.2	Příloha 2: Návrh oběhového čerpadla.....	47
3.3	Příloha 3: Průkaz energetické náročnosti budovy.....	47

1 Technická zpráva

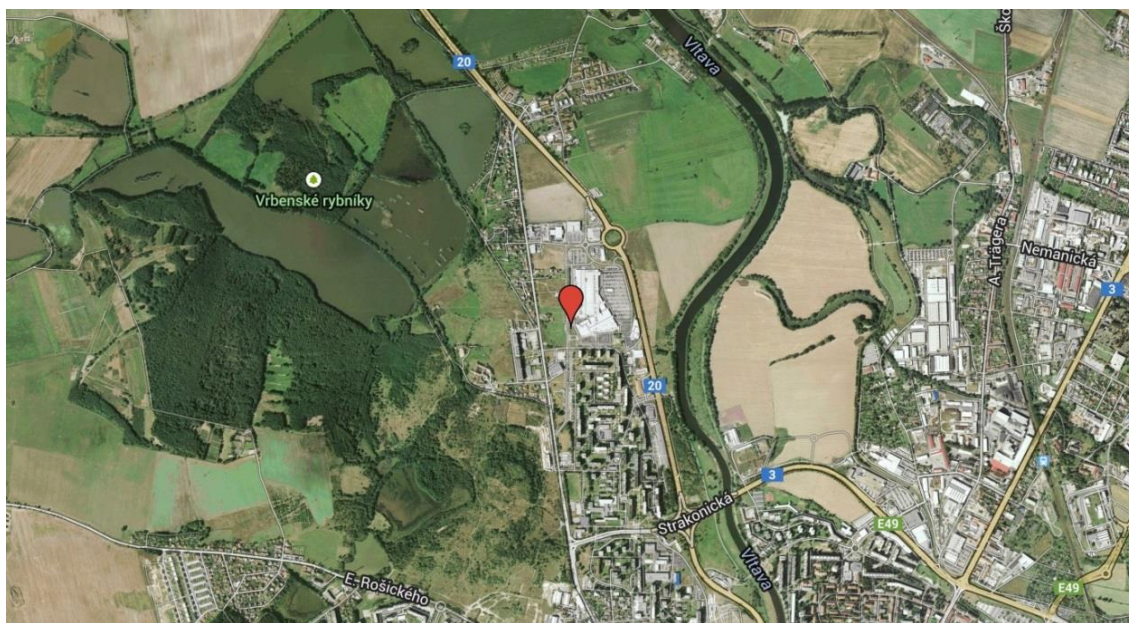
1.1 Úvod

Projekt se zabývá návrhem vytápění administrativní budovy, která se nachází v Českých Budějovicích. Je rozdělen do dvou částí - textové a výkresové.

Textová část projektu vytápění je zaměřena na popis systému vytápění a jeho návrh, včetně výpočtů jako například efektivní výkonnost sálavého stropu, potřebná násobnost výměny vzduchu, potřeba tepla pro vytápění a přípravu teplé vody, roční spotřeba tepla, stanovení výkonu a počtu tepelných čerpadel, návrh pojistného zabezpečovacího zařízení (expanzní nádoba), návrh zásobníku pro topnou vodu či návrh oběhového čerpadla.

Výkresová část projektu vytápění obsahuje výkresy půdorysů všech podlaží administrativní budovy a střechy, kde jsou umístěny venkovní jednotky tepelného čerpadla, v měřítku 1:50. Dále obsahuje svislý řez v měřítku 1:50 se zakreslením všech důležitých prvků otopné soustavy, detail technické místnosti v měřítku 1:20 a také funkční schéma.

1.1.1 Umístění objektu



Obrázek 1: Mapa - České Budějovice (<https://www.google.cz/maps>)

- Adresa: Otavská, České Budějovice, 370 11
- GPS: +48°59'59.4", +14°26'59.6"
- Katastrální území: České Vrbné 622729

- Číslo parcely: 180/1, 180/29
- Plocha staveniště: 570,8 m²

Objekt má obdélníkový tvar a podélně je orientován severojižním směrem. Nachází se v západní části pozemku nákupního centra Géčko České Budějovice, podél komunikace ulice Otavská. V blízkosti pozemku se také nachází z jihu sídliště Vltava, západním směrem Vrbenské rybníky a na severu obec České Vrbné. Pozemek je v téměř rovinném terénu v úrovni $\pm 0,000 = 382,620$ m n. m.

1.1.2 Popis objektu

V území je administrativní budova řešena jako samostatně stojící objekt obdélníkového tvaru o čtyřech nadzemních podlažích, určený ke komerčnímu využití jako nájemní prostory pro obchody a kanceláře. Půdorysné rozměry stavby jsou 40,2 x 14,2 m, výška je 15,7 m a zastavěná plocha má cca 570,8 m².

Objekt má 4 nadzemní podlaží a je zastřešen plochou nepochozí střechou, přístupnou pouze pro údržbu výlezem v nejvyšším podlaží. V 1.NP se nachází zádveří, vstupní hala a vertikální komunikace (trojramenné schodiště s výtahem v samonosné šachtě) a technická místnost, určená pro umístění zdrojů tepla pro vytápění. Dále jsou zde umístěny dvě obchodní jednotky o ploše 180,30 m² a 252,64 m².

2. až 4. nadzemní podlaží je určeno čistě pro administrativní činnost. V 2.NP je navrženo 13 buňkových kanceláří. 2. - 3.NP je řešeno jako kombinace buňkových a velkoprostorových kanceláří. V každém podlaží je 6 buňkových a jedna openspace kancelář o ploše 332,51 m². Jejich součástí je technická místnost, oddělené sociální zázemí a kuchyňka s prostorem pro stravování zaměstnanců a úklidovou místností.

1.1.3 Popis provozu v objektu

Hlavní vstup do administrativních prostorů, stejně tak jako vstupy do obchodních jednotek v přízemí, se nachází na západní straně z ulice Otavská. Vedlejší vstupy, určené pro zásobování objektu jsou na východní straně. Pohyb mezi jednotlivými podlažími je umožněn pomocí trojramenného schodiště a lanového výtahu s rozměry kabiny 1400 x 1100 mm. Vstup na plochou střechu je zajištěn výlezem nad podestou ve 4. nadzemním podlaží.

Přístup k objektu je řešen jako bezbariérový. Všechny sekce mají zajištěn bezbariérový přístup z chodníku přímo v souladu s požadavky Vyhl. 369/2001 Sb. Všechna podlaží objektu jsou bezbariérově přístupná pomocí výtahu. Kabina má rozměr 1100x1400 mm, nosnost 630 kg a kapacitu 8 osob. Jmenovitá rychlost bude 1,0 m/s, dveře šachetní a kabinové budou automatické posuvné šířky 800 mm.

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
 - Efektivní výkonnost sálavého stropu
 - Potřebná násobnost výměny vzduchu
 - Potřeba tepla pro vytápění
 - Potřeba tepla pro přípravu teplé vody
 - Roční spotřeba tepla
 - Stanovení výkonu a počtu tepelných čerpadel
 - Návrh akumulčního zásobníku pro topnou vodu
 - Návrh pojistného zabezpečovacího zařízení (expanzní nádoby)
 - Návrh oběhového čerpadla
- Zpracování průkazu energetické náročnosti budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

1.1.5 Základní údaje nového projektovaného zařízení

- Otopné plochy:
 - Otopná desková tělesa KORADO RADIK VK
 - Otopná trubková tělesa KORALUX LINEAR MAX
 - Sálavé stropní panely GIACOKLIMA GKC
- Otopná soustava:
 - Dvourubková teplovodní otopná soustava s nízkoteplotním spádem topné vody 38 – 35 °C

- Materiál potrubí: Měď
- Technická místnost:
 - 3x tepelné čerpadlo vzduch/voda, zapojeno v kaskádě:
 - Tepelné čerpadlo: MasterTherm EasyMaster EM75Z
 - Topný výkon: 23,187 kW v bodu bivalence (při teplotě vzduchu cca - 4 °C)
 - Rozměry:
 - Venkovní jednotka: 132x101x82 mm (VxŠxD)
 - Vnitřní jednotka: 120x53x72 mm (VxŠxD)
 - Hmotnost:
 - Venkovní jednotka: 80 kg
 - Vnitřní jednotka: 200 kg
 - Stacionární zásobník TUV MAXiG1000/1-65MAX o objemu 1000 l
 - Akumulační zásobník topné vody s integrovaným rozdělovačem a sběračem G400/3-ACU o objemu 400 l
 - Expanzní nádoba: REFLEX NG 100/6
 - objem: 100 l
 - rozměry: 480x660 mm (ØDxH)

1.2 Přehled výchozích podkladů

- Architektonická studie řešené administrativní budovy, vypracovaná projekčním ateliérem FACT, spol. s.r.o. v roce 2013.
- Bakalářská práce, zaměřená na vypracování dokumentace pro stavební řízení, obalové konstrukce, stavebně fyzikální a tepelně technický návrh administrativní budovy, kterou jsem vypracoval na ČVUT FSv, Katedře konstrukcí pozemních staveb v akademickém 2014/2015.
- Projekt „Vytápění objektu Jindřišská 16“, vypracovaný v rámci Specializovaného projektu 2 (125SPJ2) na ČVUT FSv v akademickém roce 2015/2016.
- Vyřešené úlohy zaměřené na vytápění objektu z předmětu Technická zařízení budov 2 (125TBA1), absolvovaném v rámci bakalářského studia ČVUT FSv v akademickém roce 2013/2014.

- Produktové listy navrženého tepelného čerpadla, expanzní nádoby, otopných ploch a pracovní charakteristika systémového čerpadla.
- Technické normy ČSN, uvedené v části 1.8.2 Předpisy a normy

1.3 Základní technické údaje

1.3.1 Klimatické údaje

Administrativní budova se nachází v Českých Budějovicích, kde je venkovní teplota v mrazivém období stanovena normou na -15 °C . Počet dní v otopném období je pro teplotu zahájení vytápění $t_e=13\text{ °C}$ stanoven na 244 dní. V jednotlivých místnostech se teplota liší – pro vedlejší místnosti, chodby a hygienická zařízení je dána převažující teplota 15 °C a pro obchodní a kancelářské plochy teplota 20 °C . Relativní vlhkost vzduchu v exteriéru je 80%, pro interiér je dána vlhkost 50%.

1.3.2 Tepelné ztráty

Pro návrh výkonu otopných ploch a tepelného čerpadla vzduch/voda byl proveden kontrolní výpočet tepelných ztrát (resp. návrhového tepelného výkonu) objektů po místnostech dle ČSN EN 12831. Podrobný postup výpočtů je uveden v části 2.1 Výpočet tepelných ztrát.

- **Základní údaje pro výpočet:**
 - Oblastní venkovní výpočtová teplota (České Budějovice – 382,64 m n.m. Bpv) $t_e = -15\text{ °C}$
 - Vnitřní výpočtové teploty místností - viz výkresová část
 - Zátopový součinitel $f_{RH} = 0\text{ W/m}^2$
- **Součinitele prostupu tepla základních stavebních konstrukcí:**
 - Podlaha na terénu – $U = 0,256\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Strop - $U = 0,160\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Střecha – $U = 0,163\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Obvodová stěna zděná – $U = 0,154\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Obvodová stěna železobetonová – $U = 0,186\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Okna – $U_w = 1,000\text{ W/m}^2\text{K}$
 - LOP – $U_w = 0,920\text{ W/m}^2\text{K}$

- Pro výplně otvorů je uvažováno se zasklením izolačním trojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla okna $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, pro vstupní dveře uvažováno $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.
 - Součinitele prostupu tepla obálkou řešené budovy vyhovují požadovaným i doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla pro posuzované konstrukce dle ČSN 730540-2:2011.
- **Výměna vzduchu, nucené větrání:**
 - Tepelné ztráty výměnou vzduchu jsou vypočteny pro:
 - Intenzitu výměny vzduchu pro celou budovu (stupeň těsnosti budovy – střední) - $n_{50} = 4,5/\text{hod}$
 - Min. hygienickou výměnu vzduchu místností:
 - Obchody, chodby, technické místnosti: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$.
 - Kancelářské plochy: $n = 1 \text{ h}^{-1}$.
 - Zasedací místnosti: $n = 2 \text{ h}^{-1}$.
 - Hygienická zařízení, kuchyně: $n = 1,5 \text{ h}^{-1}$.
 - Minimální hygienická výměna vzduchu v řešené budově je zajištěna nuceným větráním s rekuperací tepla.
 - **Tepelná ztráta objektu**
 - Celková tepelná ztráta (návrhová tepelná ztráta prostupem tepla Q_{Tm} + návrhová tepelná ztráta větráním Q_{Vm}) – $Q_{Cm} = 58702 \text{ W} = 58,7 \text{ kW}$
 - Podrobný výpočet byl proveden v programu ProTech, modulu Tepelný výkon (TV 4.4.2) - norma ČSN EN 12831. Výstup výsledků viz část 2.1 Výpočet tepelných ztrát.

1.3.3 Potřeba tepla

- Hodinová potřeba tepla na vytápění: $Q_{VYT,h} = Q_c = 58,7 \text{ kW}$
- Denní potřeba tepla na vytápění: $Q_{VYT,d} = 1408,8 \text{ kWh/den}$
- Roční potřeba tepla na vytápění (denostupňová metoda):
 $Q_{VYT,R} = Q_{VYT,R} = 105,169 \text{ MWh/rok}$
- Hodinová potřeba tepla na přípravu teplé vody: $Q_{TV,h} = 10,860 \text{ kWh/h}$
- Denní potřeba tepla na přípravu teplé vody: $Q_{TV,d} = 260,643 \text{ kWh}$

- Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody (denostupňová metoda):
 $Q_{TV,r} = 85097,043 \text{ kWh/rok} = 85,097 \text{ MWh/rok}$
- Roční spotřeba tepla: $Q_R = 105,169 + 85,097 = 190,266 \text{ MWh/rok}$

1.4 Technická místnost

1.4.1 Popis zdroje a ostatních zařízení

- **Tepelné čerpadlo:**

Zdrojem pro vytápění objektu je kaskáda třech tepelných čerpadel vzduch/voda MasterTherm EasyMaster EM75Z. Topný výkon jednoho tepelného čerpadla je 23,187 kW v bodu bivalence (při teplotě vzduchu cca -4 °C). Vnější jednotka má rozměry 132x101x82 mm (VxŠxD) a hmotnost 80 kg. Vnitřní má pak rozměry 120x53x72 mm (VxŠxD) a hmotnost 200 kg.

Jedná se o tepelné čerpadlo s dělenou (splitovou) konstrukcí, což přináší výhody v podobě tiché vnější jednotky a ochranou hlavních částí tepelného čerpadla uvnitř objektu. Je vybaveno kompresorem Scroll Sanyo a nabízí vyspělou technologii, včetně elektronického řízení vstřikování chladiva a ekvitermní regulace. Dále je sestava tepelných čerpadel vybavena desuperheaterem pro vysokou účinnost ohřevu TUV a také elektrokotlem, který by v případě příliš nízké teploty venkovního vzduchu zastal výkon tepelného čerpadla.

- **Zásobník TUV**

Stacionární smaltovaný zásobník MAXiG1000/1-65MAX o objemu 1000 l a rozměrech 1055 x 2050 mm (ØDxH) je určen pro ohřev teplé vody (TUV) nepřímotopným způsobem. Je opatřen silnou nesnímatelnou izolací z polyuretanu a opláštěn koženkou v červené barvě. Pod plastovým krytem na boku ohříváče se nachází čistící a revizní otvor zakončený přírubou. V těle zásobníku je obsažena TUV a výměník, kterým proudí topná voda, napojená na zdroj tepla. Speciální konstrukce o velké teplosměnné ploše je schopná přenášet velký tepelný výkon.

Při zapojení do okruhu tepelných čerpadel je ohřev TUV řešen nabíjecím způsobem ze zásobníku topné vody nebo přepínacím způsobem přímo z

tepelného čerpadla. Plocha výměníku musí mít velikost minimálně $2,0 \text{ m}^2 / 10 \text{ kW}$ výkonu tepelného čerpadla.

- **Zásobník topné vody s integrovaným rozdělovačem**

V systému je zapojen ocelový akumulční zásobník topné vody s integrovaným rozdělovačem a sběračem G400/3-ACU o objemu 400 l a rozměrech 700x1650 mm (ØDxH). Na rozdělovač / sběrač je možné připojení až pěti topných okruhů z horního čela zásobníku. Je určen pro kombinaci s čerpacími jednotkami.

- **Expanzní nádoba**

V technické místnosti je navržena expanzní nádoba Reflex NG 100/6 s rozměry 480x660 mm (ØDxH) a objemem 100 l, která je dimenzována na maximální přípustnou tlakovou ztrátu 6 bar. Konstrukce má pevně vestavěnou membránu, která díky rovnoměrnému symetrickému zatížení vykazuje velkou spolehlivost.

1.4.2 Odvod spalin

V technické místnosti není instalováno zařízení, které by produkovalo nebezpečné plynné látky či toxické zplodiny a tudíž není potřeba navrhovat zařízení pro jejich odvod mimo technickou místnost.

1.4.3 Přívod vzduchu, větrání prostoru

V technické místnosti je řešen nucený přívod vzduchu, aby zde byla zajištěna minimální hygienická výměna vzduchu $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

1.4.4 Stavební požadavky

Kolem tepelného čerpadla je nutno ponechat volný prostor pro přívody topné vody, nemrzoucí směsi, chladiva a elektrické připojení. Minimální servisní vzdálenosti kolem tepelného čerpadla jsou 400 mm od čela a stran zařízení a 150 mm od jeho zadní části.

Je nutné prověřit nosnost podlahy vzhledem k hmotnosti jednotky. Případně je potřeba vybudovat betonový základ. Rozhodně neumisťovat jednotky na lehké

konstrukce, jako je podlahové vytápění apod. Jednotky mají stavitelné nožičky, které umožňují vyrovnání drobných nerovností podlahy a sklonu podlahy (do 20 mm).

Venkovní jednotky je nutné umístit do volného venkovního prostoru, do výšky alespoň 300 mm nad úroveň povrchu. K tomu slouží stojiny z potrubí PVC, které jsou dodávány spolu s venkovní jednotkou. Instalace se provede v souladu s montážním manuálem výrobku.

1.4.5 Bezpečnost

V souladu s ČSN 06 0830 je navrženo zabezpečovací zařízení otopné soustavy, které sestává z pojistného zařízení a expanzního zařízení. Před předáním zařízení do provozu je nutné provést zkoušku zabezpečovacího zařízení (t.j. 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 zařízení.

1.5 Otopná soustava

1.5.1 Typ soustavy

Otopná soustava je řešena jako teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody s nízkoteplotním spádem 38 – 35 °C. K rozvodu topné vody po objektu slouží měděné potrubí o rozměrech 12x1 mm až 54x2 mm, vedené volně pod stropem, nad povrchem či v podlaze. Pro vytápění většiny prostorů je zvolen systém sálavých stropních panelů, které při změně cyklu v tepelném čerpadle umožňují také chlazení prostorů. V místnostech, kde se s letním chlazením nepočítá, jsou použita desková či trubková otopná tělesa.

Soustava je řešena jako uzavřená a je zabezpečena tlakovou expanzní nádobou s membránou. Tato expanzní nádoba zajišťuje vyplnění celé soustavy vodou s požadovaným přetlakem a zároveň vyrovnává změny objemu vody. Proti nepřijatelnému překročení tlaku je do soustavy instalován pojistný ventil.

1.5.2 Vedení rozvodů

Potrubí je od rozdělovače / sběrače vedeno pod stropem ke svislým rozvodům. K jednotlivým otopným tělesům je pak potrubí vedeno v podhledu v případě stropních panelů a v podlaze v případě otopných těles.

V technické místnosti o ploše 35,95 m², která se nachází v 1.NP, je umístěn zdroj tepla – tepelné čerpadlo vzduch/voda MasterTherm EasyMaster EM75Z. To má splitovou konstrukci, přičemž vnitřní jednotka je umístěna v technické místnosti a venkovní na střeše budovy. Obě části jsou propojeny měděným potrubím parním Cu28x1 IZ a kapalinovým Cu12x1 IZ, které je v technické místnosti vedeno po stěně a poté stoupá svisle instalační šachtou na střechu, kde je nad povrchem vedeno až k venkovním jednotkám.

Vnitřní jednotky jsou hydraulicky propojeny v kaskádě a poté vedou k akumulárnímu zásobníku TUV nebo k akumulárnímu zásobníku topné vody, který je kombinován s rozdělovačem / sběračem. Potrubí okruhu s kaskádou tepelných čerpadel je měděné a vede pod stropem. Od rozdělovače vedou čtyři topné okruhy přes soustavu armatur pod stropem.

Jeden okruh napojuje desková a trubková tělesa, umístěná v 1.NP ve schodišťovém prostoru a v hale, ve vyšších podlažích pak ve schodišťovém prostoru a v hygienickém zázemí. Okruh vede nejdříve pod stropem technické místnosti a napojuje se na svislé potrubí. Přívodní potrubí k tělesům v jednotlivých podlažích je vedeno v podlaze.

Další tři topné okruhy zajišťují cirkulaci topné vody mezi podstropními sálavými jednotkami, které jsou umístěné v sádkartonových podhledech v jednotlivých místnostech. Od rozdělovače je potrubí vedeno pod stropem ke svislému rozvodu v instalační šachtě a poté je v každém podlaží vedeno horizontálně v podhledu k podstropním modulovým rozdělovačům. V 1.NP je umístěn jeden podstropní rozdělovač a ve vyšších podlažích po dvou. Sálavé panely jsou sériově propojeny trubkami PB 16x1,5 mm tak, aby v žádném z okruhů tlaková ztráta nepřesahovala hodnotu 25 kPa.

Podrobné rozkreslení trasování soustavy vytápění je ve výkresech ve výkresové části tohoto projektu.

1.5.3 Materiál, spojování

Rozvody jsou tvořeny měděnými trubkami. Materiál trubek je fosforem dezoxidovaná měď, která má podle normy ČSN EN 1057+A1 kvalitu Cu DHP. Trubka se zhotovuje z mědi o čistotě větší než 99,9 %, bod tání je 1083 °C, tepelná vodivost je 339 W/mK a hustota 8900 kg/m³. Třída tvrdosti trubek je polotvrdá – R250. Měděné trubky jsou k sobě připojeny lisováním.

Pojovací potrubí sálavých stropních panelů je polybutylenové, předizolované s kyslíkovou bariérou. Spojování trubek se provádí výhradně plnopřítokovými narážecími rychlospojkami RC102, RC122 a RC900, poskytovanými výrobcem.

1.5.4 Izolace, kotvení

Veškeré odkryté rozvody topné vody budou opatřeny tepelnou izolací v souladu s požadavky Vyhl. 193/2007. Potrubí topných okruhů Cu54x1,5; Cu42x1,5 a Cu28x1,5 je izolováno izolací na bázi PUR Armaflex SH o tloušťce 35 mm (dle Vyhlášky č.193/2007 Sb.). Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0,038$ W/mK.

U tepelného čerpadla je kapalinové potrubí Cu15x1 i parní potrubí Cu28x1 izolováno PUR Armaflex SH o tloušťce 9 mm (dle doporučení výrobce tepelných čerpadel MasterTherm). Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0,038$ W/mK.

Potrubí se připevňuje ocelovými úchytkami se zvukovou izolační vložkou, aby bylo zabráněno šíření hluku stavební konstrukcí. Lze je použít jak na holé, tak i opláštěné a tepelně izolované měděné trubky. Měděná potrubí vedoucí vodu se připevňují ve vzdálenostech:

- 1,25 m pro Cu12x1 a Cu15x1
- 1,5 m pro Cu18x1
- 2 m pro Cu22x1
- 2,25 m pro Cu28x1,5
- 2,75 m pro Cu35x1,5
- 3 m pro Cu42x1,5
- 3,5 m pro Cu54x2

1.5.5 Vypouštění, odvzdušnění

Celá otopná soustava je odvzdušněna pomocí odvzdušňovacích ventilů na nejvýše položených otopných tělesech a vypouštěna pomocí vypouštěcích kohoutů na nejnižších místech soustavy (u tepelného čerpadla a na stoupačkách).

1.6 Otopné plochy

1.6.1 Popis

Jako otopné plochy jsou použity stropní sálavé panely GIACOKLIMA GKC o rozměrech 1200x2000 mm nebo 1200x1000 mm, umístěné v podhledech. Jednotlivé panely jsou mezi sebou propojeny sériovým způsobem. Skládají se ze sádkartonové desky o tl. 10 mm, na kterou je umístěna hliníková fólie. Ta slouží jako parozábrana a zároveň napomáhá rozvedení tepla do plochy. Následují hliníkové zářiče o tloušťce 100 mm, do kterých je nalisován meandr z měděné trubky 16x1 mm. Jako tepelná a akustická izolace slouží expandovaná polyuretanová pěna tl. 40 mm, která zároveň chrání rozvod před vznikem kondenzace.

V místnostech, kde není potřeba chladit, ale pouze vytápět, byla navržena otopná desková tělesa KORADO Radik VK se spodním připojením na otopnou soustavu. Jsou typu 22VK (tl. 100 mm) o rozměrech 600x700 mm nebo 600x800 mm. V místnostech hygienického zázemí byla navržena otopná trubková tělesa KORADO Linear Max se spodním připojením o rozměrech 1220x750 mm a 700x750 mm. Dle návrhového programu na webových stránkách společnosti KORADO, a.s. byl pro tepelnou ztrátu každé místnosti vybrán optimální typ otopného tělesa.

1.6.2 Umístění

Stropní sálavé panely GIACOKLIMA GKC jsou umístěny v sádkartonových podhledech jednotlivých místností ve výšce 3 m nad podlahou. Jsou řazené za sebou v pruzích, mezi kterými je minimálně 600 mm volného místa, aby zde bylo možné umístit například vyústky VZT nebo osvětlovací LED panely.

Desková otopná tělesa KORADO Radik VK jsou umístěna ve vstupní hale a ve schodišťovém prostoru ve všech podlažích. Jsou pokaždé připevněna ve výšce 110 mm nad podlahou a ve vzdálenosti 50 mm od povrchu stěny.

Trubková tělesa se nachází v místnostech hygienického zázemí a jsou umístěna na stěně, ve výšce minimálně 600 mm nad úrovní podlahy. Kromě 1.NP jsou instalována ve všech podlažích.

1.6.3 Uchytení

Montáž sálavých stropních panelů GIACOKLIMA GKC probíhá obdobně, jako u klasických sádrokartonových podhledů. Postupuje se od montáže obvodového ukončovacího profilu. Druhou operací je instalace závěsů průměru 4 mm v rastru 90x90 cm. Následuje instalace primárních nosníků s roztečí 90 cm. Potom se nainstalují sekundární nosníky ve tvaru C ve vzdálenostech 40 cm. Upevnění desek se provádí pomocí samořezných šroubů s křížovým zářezem a kuželovou hlavou.

Již během montáže se provádí vzájemné hydraulické propojení panelů do okruhů a zároveň připojení těchto okruhů k rozdělovači. Po připojení každého okruhu k rozdělovači je nezbytné provést tlakovou zkoušku daného okruhu. Nakonec se provede povrchová úprava stejně jako u klasického sádrokartonového podhledu.

Při projekci i montáži panelů se musí dodržovat základní pravidla pro sádrokartonové podhledy, to znamená mimo jiné i to, že sousední řady panelů se musí klást vedle sebe se vzájemnými přesahy cca 40 cm. U stropu z panelů GKC a GKCS je možno instalovat, tam kde je to třeba, inspekční otvory, které umožní provádění případné údržby hydraulického, elektrického rozvodu nebo ostatních technologií.

Pro montáž deskových otopných těles KORADO Radik VK jsou použity montážní šablony KORADO.

Otopná tělesa Koralux Linear Max jsou upevněna sadou Ø24/35 – MAX v bílé barvě, která je vhodná pro montáž těles s přímou trubkou. Trubkové těleso je upevněno na stěně ve čtyřech bodech. Konzolu je třeba umístit mezi 2. a 3. trubku odshora a odspoda, poté utáhnout šroub tak, aby nedošlo k deformaci přítlačné části konzoly a krytka přesně dosedla na přítlačnou část konzoly.

1.7 Armatury, regulace

1.7.1 Popis regulace soustavy

V okruhu je trojice tepelných čerpadel zapojena hydraulicky do kaskády pomocí dvou okruhů, z nichž jeden je vybaven čerpadlovou skupinou desuperheateru. V jednom okruhu je topná voda vedena od tepelných čerpadel přes zpětnou klapku a uzavírací kohout do akumulární nádoby topné vody se zabudovaným rozdělovačem / sběračem.

Ze sběrače voda putuje přes uzavírací kohout s filtrem zpět do tepelného čerpadla. V druhém okruhu je topná voda vedena přes oběhové čerpadlo, zpětnou klapku, kulový kohout s teploměrem do rozdělovače / sběrače či do akumulčního zásobníku, kde ohřívá TUV.

Z rozdělovače je topná voda rozváděna do jednotlivých okruhů. Při tom prochází přes trojcestný ventil s manometrem, oběhové čerpadlo, zpětnou klapku, uzavírací kohout s teploměrem dále k otopným tělesům. Zpět se voda dostává vratným potrubím přes uzavírací kohout s teploměrem zpět do sběrače. Akumulační zásobník pro topnou vodu, zásobník TUV a vratné potrubí od zásobníku TUV jsou vybaveny kulovým kohoutem s vypouštěcím ventilem. Všechny tyto armatury jsou umístěny v prostoru technické místnosti.

Sálavé stropní panely bude kromě vytápění sloužit i k letnímu chlazení prostoru, je třeba zabránit možnému vzniku kondenzace na chladném povrchu. Proto bude použita regulace s měřením relativní vlhkosti, aby regulace při nárůstu relativní vlhkosti vzduchu zvýšila teplotu vstupní vody a bylo tak zabráněno vzniku kondenzace. Zároveň ovšem poklesne chladicí výkon stropu.

Desková otopná tělesa jsou regulována přímým regulačním šroubením a termoregulačními hlavicemi. V případě trubkových otopných těles je regulace zajištěna regulačním radiátorovým ventilem.

Celý systém pak bude řízen nadřazenou ekvitermní regulací (Siemens RVS 63.243/109). Regulace bude řídit spouštění tepelných čerpadel pro vytápění, spouštění oběhových čerpadel a řízení směšovacích ventilů jednotlivých okruhů otopné soustavy. Venkovní čidlo bude osazeno na severní neosluněné fasádě.

V místech osazení armatur je nutno dbát na to, aby byl zajištěn volný přístup k měřicím vývodům. Před vyvážením bude provedeno základní nastavení hydraulických odporů nastavení předregulace regulačních radiátorových armatur otopných těles – na ventilových vložkách otopných těles a radiátorových ventilech.

1.7.2 Použité regulační armatury

- OV – odvodušňovací ventil
- PŠ – připojovací šroubení
- KT – kulový kohout s teploměrem
- ZK – zpětná klapka
- OČ – oběhové čerpadlo

- KK – kulový kohout
- ZK – zpětná klapka
- PV – pojišťovací ventil
- TVM – trojcestný ventil s manometrem
- KV – vypouštěcí kohout
- KF – filtrball
- M – manometr
- T – teploměr
- F – filtr
- PRŠ – přímé regulační šroubení
- TRH – termoregulační hlavice
- RRV – regulační radiátorový ventil

1.8 Závěr

1.8.1 Podmínky uvedení do provozu

Otopná soustava bude po montáži řádně propláchnuta. Při proplachu budou demontovány měřiče tepla a předregulace ventilů bude nastavena na maximální otevření. Po propláchnutí budou jednotlivé okruhy otopné soustavy napuštěny vodou z vodovodního řádu a následně bude provedeno důkladné odvzdušnění otopné soustavy. Před uvedením systému do provozu je nutné provedení následujících zkoušek dle ČSN 06 0310:

- Zkouška těsnosti: Ta bude prováděna přetlakem 0,3 MPa po dobu alespoň 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 se tento postup se 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 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 budov

2 Výpočty

2.1 Výpočet tepelných ztrát

Pro návrh výkonu otopných ploch a tepelného čerpadla vzduch/voda byl proveden kontrolní výpočet tepelných ztrát objektu po místnostech dle ČSN EN 12831 v programu ProTech, modulu TV - norma ČSN EN 12831.

Tabulka 1: Výpočet tepelných ztrát (ProTech)

Podl	Číslo	Účel	Úsek	ti °C	np	Vnp m3/h	Vn50 m3/h	Vmech m3/h	fRH
1	101	ZÁDVEŘÍ	1	15	0,5	16,732485	0	17	0
1	102	HALA	1	15	0,5	44,982135	0	45	0
1	103	OBCHODNÍ PLOCHA	1	20	0,5	297,49055	0	900	0
1	104	ODPAD	1	15	0,5	5,78985	0,92638	6	0
1	105	SCHODIŠTĚ	1	15	0,5	147,01013	35,2824	147	0
1	107	TECHNICKÁ MÍSTNOST	1	15	0,5	32,6205	0	33	0
1	108	OBCHODNÍ PLOCHA	1	20	0,5	419,265	0	900	0
2	201	CHODBA	2	15	0,5	116,8695	28,0487	117	0
2	202	KANCELÁŘ	2	20	1	101,8875	12,2265	120	0
2	203	KANCELÁŘ	2	20	1	49,37625	3,9501	60	0
2	204	KANCELÁŘ	2	20	1	49,37625	3,9501	60	0
2	207	TECHNICKÁ MÍSTNOST	2	15	0,5	9,5139	0	9,5139	0
2	208	WC ŽENY	2	15	1,5	65,835	0	66	0
2	209	WC MUŽI	2	15	1,5	43,758	0	43,758	0
2	210	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	2	15	1,5	7,425	0	7	0
2	211	KUCHYŇKA	2	15	1,5	76,415625	4,0755	76	0
2	212	KANCELÁŘ	2	20	1	50,94375	4,0755	60	0
2	213	ZASEDACÍ MÍSTNOST	2	20	2	203,775	12,2265	204	0
2	214	KANCELÁŘ	2	20	1	139,425	16,731	180	0
2	215	KANCELÁŘ	2	20	1	70,356	5,62848	90	0
2	216	KANCELÁŘ	2	20	1	70,356	5,62848	90	0
2	217	KANCELÁŘ	2	20	1	131,9175	15,8301	180	0
2	218	KANCELÁŘ	2	20	1	142,6425	17,1171	180	0
2	219	KANCELÁŘ	2	20	1	67,5675	5,4054	90	0
2	220	KANCELÁŘ	2	20	1	67,5675	5,4054	90	0
2	221	KANCELÁŘ	2	20	1	139,425	16,731	180	0
3	301	KANCELÁŘ	3	20	1	50,16	4,0128	60	0
3	302	KANCELÁŘ	3	20	1	55,44	4,4352	60	0
3	303	KANCELÁŘ	3	20	1	49,37625	3,9501	60	0
3	304	KANCELÁŘ	3	20	1	49,37625	3,9501	60	0
3	307	TECHNICKÁ MÍSTNOST	3	15	0,5	9,5139	0	10	0
3	308	WC ŽENY	3	15	1,5	65,835	0	66	0
3	309	WC MUŽI	3	15	1,5	43,758	0	44	0

3	310	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	3	15	1,5	7,425	0	7	0
3	311	KUCHYŇKA	3	15	1,5	76,415625	4,0755	76	0
3	312	KANCELÁŘ	3	20	1	50,94375	4,0755	60	0
3	313	ZASEDACÍ MÍSTNOST	3	20	2	203,775	12,2265	204	0
3	314	VELKOPROST. KANCELÁŘ	3	20	1	1097,2748	131,673	1097,27	0
4	401	KANCELÁŘ	4	20	1	50,16	4,0128	60	0
4	402	KANCELÁŘ	4	20	1	55,44	4,4352	60	0
4	403	KANCELÁŘ	4	20	1	49,37625	3,9501	60	0
4	404	KANCELÁŘ	4	20	1	49,37625	3,9501	60	0
4	407	TECHNICKÁ MÍSTNOST	4	15	0,5	9,5139	0	10	0
4	408	WC ŽENY	4	15	1,5	65,835	0	66	0
4	409	WC MUŽI	4	15	1,5	43,758	0	44	0
4	410	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	4	15	1,5	7,425	0	7	0
4	411	KUCHYŇKA	4	15	1,5	76,415625	4,0755	90	0
4	412	KANCELÁŘ	4	20	1	50,94375	4,0755	60	0
4	413	ZASEDACÍ MÍSTNOST	4	20	2	203,775	12,2265	204	0
4	414	VELKOPROST. KANCELÁŘ	4	20	1	1097,2748	131,673	1097	0

LEGENDA:

Podl		Podlaží místnosti
Číslo		Číslo místnosti
Účel		Účel místnosti
Úsek		Číslo úseku vytápění
ti	°C	Výpočtová vnitřní teplota
np		Požadovaná intenzita výměny vzduchu
Vnp	m3/h	Výměna vzduchu
Vn50	m3/h	Infiltrace pláštěm
Vmech	m3/h	Nucené větrání
fRH		Zátopový součinitel

Tabulka 2: Výpočet tepelných ztrát (ProTech)

Číslo	Vmi	Api	HTm	HVm	FiTm	FiVm	+FIV djm	- FIVzj m	FíRH m	FíHLm	Qcm	Qz
	m3	m2	W/K	W/K	W	W	W	W	W	W	W	W
101	33,46497	10,1409	12,7	1,16	381,2	34,68	0	0	0	415,881	415,881	0
102	89,96427	27,2619	-7,9	3,06	-235,9	91,8	0	0	0	0	0	0
103	594,98109	180,297	160	61,2	5612,3	2142	0	0	0	7754,26	7754,26	0
104	11,5797	3,509	1,01	0,72	30,18	21,689	0	0	0	51,8691	51,8691	0
105	294,02025	20,633	26,8	22	803,11	659,761	0	0	0	1462,87	1462,87	0
107	65,241	19,77	4,08	2,24	122,47	67,32	0	0	0	189,789	189,789	0
108	838,53	254,1	200	61,2	6991,2	2142	0	0	0	9133,19	9133,19	0
201	233,739	70,83	-23	17,5	-682,4	524,777	0	0	0	0	0	0
202	101,8875	30,875	17,6	12,3	616,39	431,095	0	0	0	1047,49	1047,49	0

203	49,37625	14,9625	7,16	5,42	250,47	189,806	0	0	0	440,272	440,272	0
204	49,37625	14,9625	9,09	5,42	318,15	189,806	0	0	0	507,953	507,953	0
207	19,0278	5,766	2,26	0,65	67,723	19,4084	0	0	0	87,1316	87,1316	0
208	43,89	13,3	3,34	5,24	100,11	157,08	0	0	0	257,188	257,188	0
209	29,172	8,84	1,88	3,47	56,491	104,144	0	0	0	160,635	160,635	0
210	4,95	1,5	0,76	0,56	22,765	16,66	0	0	0	39,4251	39,4251	0
211	50,94375	15,4375	3,71	6,55	111,41	196,61	0	0	0	308,025	308,025	0
212	50,94375	15,4375	8,93	5,47	312,38	191,298	0	0	0	503,683	503,683	0
213	101,8875	30,875	17,6	18	616,49	631,015	0	0	0	1247,51	1247,51	0
214	139,425	42,25	27,2	17,9	951,19	627,499	0	0	0	1578,69	1578,69	0
215	70,356	21,32	7,25	8,03	253,73	281,179	0	0	0	534,909	534,909	0
216	70,356	21,32	7,31	8,03	255,73	281,179	0	0	0	536,904	536,904	0
217	131,9175	39,975	14,1	17,6	494,4	616,778	0	0	0	1111,18	1111,18	0
218	142,6425	43,225	16,3	18,1	569,95	632,093	0	0	0	1202,04	1202,04	0
219	67,5675	20,475	7,16	7,96	250,47	278,524	0	0	0	528,99	528,99	0
220	67,5675	20,475	7,09	7,96	248,21	278,524	0	0	0	526,735	526,735	0
221	139,425	42,25	27,2	17,9	951,29	627,499	0	0	0	1578,78	1578,78	0
301	50,16	15,2	9,28	5,44	324,72	190,552	0	0	0	515,274	515,274	0
302	55,44	16,8	6,12	5,59	214,16	195,579	0	0	0	409,736	409,736	0
303	49,37625	14,9625	6,09	5,42	213,17	189,806	0	0	0	402,979	402,979	0
304	49,37625	14,9625	7,99	5,42	279,55	189,806	0	0	0	469,356	469,356	0
307	19,0278	5,766	0,94	0,68	28,178	20,4	0	0	0	48,5778	48,5778	0
308	43,89	13,3	2,22	5,24	66,505	157,08	0	0	0	223,585	223,585	0
309	29,172	8,84	-0,1	3,49	-2,166	104,72	0	0	0	102,554	102,554	0
310	4,95	1,5	0,76	0,48	22,765	14,28	0	0	0	37,0451	37,0451	0
311	50,94375	15,4375	2,91	6,55	87,422	196,61	0	0	0	284,033	284,033	0
312	50,94375	15,4375	7,84	5,47	274,45	191,298	0	0	0	465,747	465,747	0
313	101,8875	30,875	15,4	18	538,88	631,015	0	0	0	1169,89	1169,89	0
314	1097,2748	332,508	113	119	3952,1	4178,42	0	0	0	8130,51	8130,51	0
401	50,16	15,2	12,4	5,44	434,64	190,552	0	0	0	625,195	625,195	0
402	55,44	16,8	8,67	5,59	303,58	195,579	0	0	0	499,162	499,162	0
403	49,37625	14,9625	8,87	5,42	310,51	189,806	0	0	0	500,321	500,321	0
404	49,37625	14,9625	10,8	5,42	376,89	189,806	0	0	0	566,697	566,697	0
407	19,0278	5,766	2,03	0,68	60,916	20,4	0	0	0	81,3163	81,3163	0
408	43,89	13,3	4,76	5,24	142,88	157,08	0	0	0	299,961	299,961	0
409	29,172	8,84	1,65	3,49	49,607	104,72	0	0	0	154,327	154,327	0
410	4,95	1,5	1,14	0,48	34,285	14,28	0	0	0	48,5647	48,5647	0
411	50,94375	15,4375	5,8	7,51	174,07	225,17	0	0	0	399,237	399,237	0
412	50,94375	15,4375	10,7	5,47	374,79	191,298	0	0	0	566,084	566,084	0
413	101,8875	30,875	21,4	18	747,64	631,015	0	0	0	1378,65	1378,65	0
414	1097,2748	332,508	170	119	5940,3	4177,77	0	0	0	10118,1	10118,1	0

LEGENDA:

Číslo		Číslo místnosti
Vmi	m3	Vnitřní objem místnosti
Api	m2	Podlahová plocha místnosti

HTm	W/K	Měrná ztráta prostupem
HVm	W/K	Měrná ztráta výměnou vzduchu
FíTm	W	Tepelná ztráta prostupem
FíVm	W	Tepelná ztráta výměnou vzduchu
+FíVdj m	W	Tepelný tok dodávaný do jiné místnosti
- FíVzjm	W	Tepelný tok přijímaný z jiné místnosti
FíRHm	W	Zátopový výkon
FíHLm	W	Celková tepelná ztráta
Qcm	W	Celková tepelná ztráta
Qz	W	Tepelné zisky

Tabulka 3: Výpočet tepelných ztrát (ProTech)

Vmi	Api	HTm	HVm	FíTm	FíVm	FíRHm	FíHLm	Qcm	Qz
m3	m2	W/K	W/K	W	W	W	W	W	W
6697,1	1961	990,27	699,03	34419,3	23981,3	0	58702,296	58702,296	0

LEGENDA:

Vmi	m3	Součet objemu místností úseků
Api	m2	Součet podlahové plochy místností úseků
HTm	W/K	Součet měrných ztrát prostupem
HVm	W/K	Součet měrných ztrát výměnou vzduchu
FíTm	W	Součet tepelných ztrát prostupem
FíVm	W	Součet Tepelných ztrát výměnou vzduchu
FíRHm	W	Součet zátopových výkonů
FíHLm	W	Součet celkových tepelných ztrát
Qcm	W	Celková tepelná ztráta
Qz	W	Součet tepelných zisků

2.2 Návrh dimenzí rozvodů

Dimenze potrubí, které sériově propojuje jednotlivé sálavé stropní panely je vždy polybutylenová trubka o rozměrech 16x1,5 mm, předizolovaná s kyslíkovou bariérou (dle montážního manuálu panelů Giacoklima GKC).

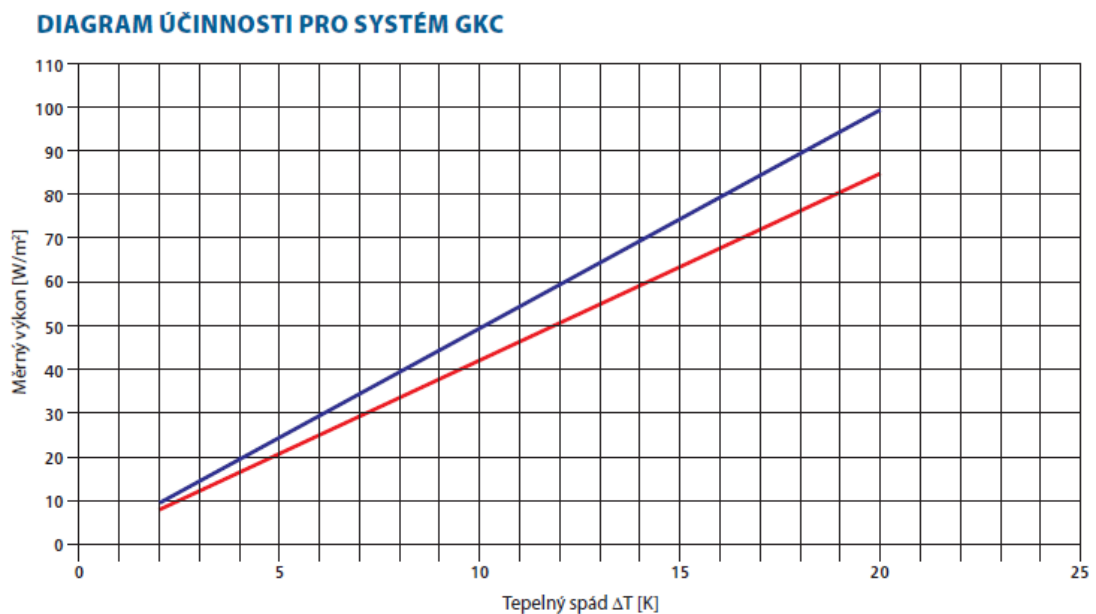
Dvoutrubková otopná soustava je tvořena měděným potrubím o rozměrech od 12x1 mm do 54x2 mm.

Dimenze rozvodů byly navrženy pomocí tabulek na webových stránkách <http://tzb.fsv.cvut.cz> s názvem „Výpočet měrných tlakových ztrát třením R [Pa/m]“ a tabulek pro výpočet teplovodní dvoutrubkové otopné soustavy. Podrobný výpočet

jednotlivých větví otopné soustavy s navrženou dimenzí potrubí v daném úseku je v části 3.1 Příloha 1: Výpočet teplovodní dvoutrubkové otopné soustavy a popis dimenzí v jednotlivých úsecích je ve výkresové části projektu vytápění

2.3 Výpočet efektivní účinnosti sálavého stropu

Nominální účinnost uvedená v grafu je účinnost naměřená ve zkušební komoře DIN a nebere v úvahu faktory, které skutečný výkon sálavého stropu ovlivňují.



Obrázek 2: Diagram účinnosti pro systém GKC (Technický manuál Giacoklima GKC)

Parametry pro vytápění:

$$T_m = 38 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_r = 35 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 16,5 \text{ K}$$

$$Q_H = 69,7 \text{ W/m}^2$$

T_m ... vstupní teplota vody do panelu [$^\circ\text{C}$]

T_r ... teplota zpátečky z panelu [$^\circ\text{C}$]

T_a ... teplota prostředí (místnosti) [$^\circ\text{C}$]

ΔT ... tepelný spád (teplota prostředí minus střední teplota vody v panelu) [K]

Q_H ... měrný výkon panelu [W/m^2]

Pro vnitřní teplotu $T_a = 20^\circ\text{C}$ je tepelný spád $\Delta T = (38 + 35)/2 - 20 = 16,5 \text{ K}$

Pro vnitřní teplotu $T_a = 15^\circ\text{C}$ je tepelný spád $\Delta T = (38 + 35)/2 - 15 = 21,5 \text{ K}$

Součin korekčních faktorů výkonu

$$K = F_a \cdot F_v \cdot F_f = 0,9685 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 1,225$$

Pokud bude $K=1$, nominální účinnost bude odpovídat grafu účinnosti

- F_a – korekční faktor výšky místnosti

$$F_a = a - b \cdot H$$

$$F_a = 1,117 - 0,045 \cdot 3,3 = 0,9685$$

a, b ... experimentálně zjištěné koeficienty

H ... světlá výška místnosti [m]

Pro světlou výšku místností v rozsahu 2,5 až 5m platí že $a = 1,117$, $b = 0,045$.

- F_v – korekční faktor ventilace

Pokud použijeme nucenou výměnu vzduchu v místnosti, pohyb vzduchu v blízkosti chladného stropu zlepšuje konvekční část výměny tepla.

V případě, že bude použita vzduchotechnika, použijeme $F_v = 1,15$

Bez použití vzduchotechniky bude $F_v = 1$

- F_f – korekční faktor vnějšího tepelného zatížení

Obvykle se používá hodnota tohoto korekčního faktoru $F_f = 1,1$ až $1,2$

Koeficient C_H a n_H

Pro stropní panel typu GKC - C100:

$$C_H = 3,470$$

$$n_H = 1,070$$

Efektivní účinnost sálavého stropu:

$$Q_H = K \cdot C_H \cdot \Delta T^{n_H} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$\text{Pro vnitřní teplotu } 20 \text{ }^\circ\text{C} \dots Q_{H,20} = 1,225 \cdot 3,470 \cdot \Delta 16,5^{1,070} = 85,344 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Pro vnitřní teplotu } 15 \text{ }^\circ\text{C} \dots Q_{H,15} = 1,225 \cdot 3,470 \cdot \Delta 21,5^{1,070} = 130,279 \text{ W/m}^2$$

Panel 1200 x 2000 mm (2,4 m²)

$$Q_1 = Q_{H,20} \cdot 2,4 = 204 \text{ W} \dots \text{ pro teplotu } 20^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = Q_{H,15} \cdot 2,4 = 312 \text{ W} \dots \text{ pro teplotu } 15^\circ\text{C}$$

Panel 1200 x 1000 mm a panel 600 x 2000 mm (1,2 m²)

$$Q_1 = Q_{H,20} \cdot 1,2 = 102 \text{ W} \dots \text{ pro teplotu } 20^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = Q_{H,15} \cdot 1,2 = 156 \text{ W} \dots \text{ pro teplotu } 15^\circ\text{C}$$

Q_H ... efektivní výkon stropu pro vytápění

$K = F_a \cdot F_v \cdot F_f$... součin korekčních faktorů výkonu – výšky, ventilace a vnějšího tepelného zatížení

C_H ... koeficient pro topení; jeho velikost je dána použitou konstrukcí stropu

$\Delta T = T_a - (T_r + T_m) / 2$... tepelný spád – teplota v místnosti / střední teplota vody v panelu

n_H ... koeficient pro topení

2.4 Potřebná výměna vzduchu

Uvažována je doporučená intenzita výměny vzduchu podle typu místnosti – v kancelářích $n_p = 1,0 \text{ h}^{-1}$, v kuchyňkách a hygienických zařízeních $n_p = 1,5 \text{ h}^{-1}$, v zasedacích místnostech $n_p = 2,0 \text{ h}^{-1}$, ve všech ostatních místnostech $n_p = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

V místnostech, kde se uvažuje s dlouhodobějším pobytem lidí byl nejdříve určen počet lidí tak, aby nebyl překročen limit počtu osob dle normy ČSN 73 0818 - O počtu osob a půdorysné ploše v m²/os. v požárních úsecích. Následně byla vypočtena potřebná výměna vzduchu podle počtu osob. Pokud je takto vypočtená hodnota vyšší, je upřednostněna před doporučenou normovou hodnotou. Objem větracího vzduchu je uvažován 30 m³/h na osobu.

Počet osob dle ČSN 73 0818:

- kanceláře ... 5 m²/os.
- variabilní kancelářská plocha ... 10 m²/os.
- prodejní plocha ... prvních 50m² – 1,5 m²/os., dalších 50-500 m² – 3 m²/os.

Objem větracího vzduchu:

- Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}}$$

- Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}}$$

V_{mech} ... objem větracího vzduchu [m³/h]

p ... počet osob [-]

V_{pos} ... množství přiváděného vzduchu na osobu [m³/h/os.]

n_p ... doporučená intenzita výměny vzduchu [h⁻¹]

V_{mi} ... vnitřní objem místnosti [m³]

101 ZÁDVEŘÍ

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 33,46 = \mathbf{17 \text{ m}^3/\text{h}}$$

102 HALA

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 89,96 = \mathbf{45 \text{ m}^3/\text{h}}$$

103 OBCHODNÍ PLOCHA

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 30 \cdot 30 = \mathbf{900 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 594,98 = \mathbf{297,49 \text{ m}^3/\text{h}}$$

104 ODPAD

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 11,58 = \mathbf{6 \text{ m}^3/\text{h}}$$

105 SCHODIŠTĚ

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 294,02 = \mathbf{147 \text{ m}^3/\text{h}}$$

107 TECHNICKÁ MÍSTNOST

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 65,24 = \mathbf{33 \text{ m}^3/\text{h}}$$

108 OBCHODNÍ PLOCHA

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 30 \cdot 30 = \mathbf{900 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 838,53 = \mathbf{419 \text{ m}^3/\text{h}}$$

201 CHODBA

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 233,74 = \mathbf{117 \text{ m}^3/\text{h}}$$

202 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 4 \cdot 30 = \mathbf{120 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 101,89 = \mathbf{102 \text{ m}^3/\text{h}}$$

203 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 49,38 = 49 \text{ m}^3/\text{h}$$

204 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 49,38 = 49 \text{ m}^3/\text{h}$$

207 TECHNICKÁ MÍSTNOST

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 19,03 = \mathbf{10 \text{ m}^3/\text{h}}$$

208 WC ŽENY

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 43,89 = \mathbf{66 \text{ m}^3/\text{h}}$$

209 WC MUŽI

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 29,17 = \mathbf{44 \text{ m}^3/\text{h}}$$

210 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 4,95 = \mathbf{7 \text{ m}^3/\text{h}}$$

211 KUCHYŇKA

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 50,94 = \mathbf{76 \text{ m}^3/\text{h}}$$

212 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 50,94 = 51 \text{ m}^3/\text{h}$$

213 ZASEDACÍ MÍSTNOST

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 4 \cdot 30 = 120 \text{ m}^3/\text{h}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 2,0 \cdot 101,89 = \mathbf{204 \text{ m}^3/\text{h}}$$

214 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 6 \cdot 30 = \mathbf{180 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 139,42 = 139 \text{ m}^3/\text{h}$$

215 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 3 \cdot 30 = \mathbf{90 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 70,36 = 70 \text{ m}^3/\text{h}$$

216 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 3 \cdot 30 = \mathbf{90 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 70,36 = 70 \text{ m}^3/\text{h}$$

217 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 6 \cdot 30 = \mathbf{180 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 131,92 = 132 \text{ m}^3/\text{h}$$

218 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 6 \cdot 30 = \mathbf{180 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 142,64 = 143 \text{ m}^3/\text{h}$$

219 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 3 \cdot 30 = \mathbf{90 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 67,57 = 68 \text{ m}^3/\text{h}$$

220 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 3 \cdot 30 = \mathbf{90 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 67,57 = 68 \text{ m}^3/\text{h}$$

221 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 6 \cdot 30 = \mathbf{180 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 139,42 = 139 \text{ m}^3/\text{h}$$

301 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 50,16 = 50 \text{ m}^3/\text{h}$$

302 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 55,44 = 56 \text{ m}^3/\text{h}$$

303 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 49,38 = 49 \text{ m}^3/\text{h}$$

304 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 49,38 = 49 \text{ m}^3/\text{h}$$

307 TECHNICKÁ MÍSTNOST

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 19,03 = \mathbf{10 \text{ m}^3/\text{h}}$$

308 WC ŽENY

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 43,89 = \mathbf{66 \text{ m}^3/\text{h}}$$

309 WC MUŽI

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 29,17 = \mathbf{44 \text{ m}^3/\text{h}}$$

310 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 4,95 = \mathbf{7 \text{ m}^3/\text{h}}$$

311 KUCHYŇKA

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 50,94 = \mathbf{76 \text{ m}^3/\text{h}}$$

312 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 50,94 = \mathbf{51 \text{ m}^3/\text{h}}$$

313 ZASEDACÍ MÍSTNOST

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 4 \cdot 30 = \mathbf{120 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 2,0 \cdot 101,89 = \mathbf{204 \text{ m}^3/\text{h}}$$

314 VELKOPROSTOROVÁ KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 26 \cdot 30 = \mathbf{780 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 1097,27 = \mathbf{1097 \text{ m}^3/\text{h}}$$

401 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 50,16 = 50 \text{ m}^3/\text{h}$$

402 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 55,44 = 56 \text{ m}^3/\text{h}$$

403 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 49,38 = 49 \text{ m}^3/\text{h}$$

404 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 49,38 = 49 \text{ m}^3/\text{h}$$

407 TECHNICKÁ MÍSTNOST

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 0,5 \cdot 19,03 = \mathbf{10 \text{ m}^3/\text{h}}$$

408 WC ŽENY

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 43,89 = \mathbf{66 \text{ m}^3/\text{h}}$$

409 WC MUŽI

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 29,17 = \mathbf{44 \text{ m}^3/\text{h}}$$

410 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 4,95 = \mathbf{7 \text{ m}^3/\text{h}}$$

411 KUCHYŇKA

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,5 \cdot 50,94 = \mathbf{76 \text{ m}^3/\text{h}}$$

412 KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 2 \cdot 30 = \mathbf{60 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 50,94 = \mathbf{51 \text{ m}^3/\text{h}}$$

413 ZASEDACÍ MÍSTNOST

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 4 \cdot 30 = \mathbf{120 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 2,0 \cdot 101,89 = \mathbf{204 \text{ m}^3/\text{h}}$$

414 VELKOPROSTOROVÁ KANCELÁŘ

Podle počtu osob:

$$V_{\text{mech}} = p \cdot V_{\text{pos}} = 26 \cdot 30 = \mathbf{780 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Podle n_p :

$$V_{\text{mech}} = n_p \cdot V_{\text{mi}} = 1,0 \cdot 1097,27 = \mathbf{1097 \text{ m}^3/\text{h}}$$

2.5 Tlaková ztráta okruhů

Jednotlivé panely systému GKC se zapojují do série vždy v takovém počtu, abychom nepřekročili tlakovou ztrátu okruhu 25 kPa. Minimální hmotnostní průtok pro každý z okruhů je 160 kg/h. Je to z toho důvodu, abychom se pohybovali v oblasti turbulentního proudění, které zajišťuje optimální předávání tepla a zároveň zajistí vyplavení vzduchových bublin ze systému. Spojování se vždy provádí plnoprůtokovými narážecími rychlospojkami RC.

Pro přehlednost je výpočet tlakových ztrát jednotlivých okruhů řazen podle názvu modulových rozdělovačů (označených zkratkou RS1 – RS8), na které jsou v otopném systému připojeny. Toto označení rozdělovačů lze nalézt ve výkresech.

$$\Delta p \text{ [mm H}_2\text{O]} = (G/K_{v1})^2 \cdot n_1/100 + (G/K_{v2})^2 \cdot n_2/100 + (G/K_{v3})^2 \cdot n_3/100 + (G/K_{vt})^2 \cdot m_t/100$$

G ... hmotnostní průtok [kg/h]

n1 ... počet panelů 1200 x 2000 mm

n2 ... počet panelů 1200 x 1000 mm

n3 ... počet panelů 600 x 2000 mm

mt ... celková délka propojovací trubky (vždy používáme trubku 16x1,5 mm)

Hodnoty K_v pro systém GKC:

$$K_{v1} = 1,42$$

$$K_{v2} = 1,97$$

$$K_{v3} = 2,7$$

$$K_{vt} = 3,71$$

$$\Delta p \text{ [mm H}_2\text{O]} = (160/1,42)^2 \cdot n_1/100 + (160/1,97)^2 \cdot n_2/100 + (160/2,7)^2 \cdot n_3/100 + (160/3,71)^2 \cdot m_t/100$$

ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ RS2:

103 OBCHODNÍ PLOCHA

1. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 1/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 35,225/100 = 2244,625 \text{ mm H}_2\text{O} = 22012,252 \text{ Pa} = \mathbf{22,012 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

2. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 2/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 36,876/100 = 2341,296 \text{ mm H}_2\text{O} = 22960,270 \text{ Pa} = \mathbf{22,960 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

3. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 1/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 41,625/100 = 2363,659 \text{ mm H}_2\text{O} = 23179,577 \text{ Pa} = \mathbf{23,180 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

108 OBCHODNÍ PLOCHA

1. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 10/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 45/100 = 2106,549 \text{ mm H}_2\text{O} = 20658,189 \text{ Pa} = \mathbf{20,658 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

2. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 10/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 42/100 = 2050,752 \text{ mm H}_2\text{O} = 20111,007 \text{ Pa} = \mathbf{20,111 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

3. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 10/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 39/100 = 1994,955 \text{ mm H}_2\text{O} = 19563,825 \text{ Pa} = \mathbf{19,564 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

4. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 10/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 44,1/100 = 2089,810 \text{ mm H}_2\text{O} = 20494,035 \text{ Pa} = \mathbf{20,494 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

5. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 5/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 48/100 = 1527,552 \text{ mm H}_2\text{O} = 14980,168 \text{ Pa} = \mathbf{14,980 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ RS3:

202 KANCELÁŘ

$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 6/100 + (160/1,97)^2 \cdot 3/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 21,832/100 = 1365,702 \text{ mm H}_2\text{O} = 13392,962 \text{ Pa} = \mathbf{13,393 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

203 KANCELÁŘ

$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 10,406/100 = 701,378 \text{ mm H}_2\text{O} = 6878,169 \text{ Pa} = \mathbf{6,878 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

204 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 8/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 14,396/100 = 775,589 \text{ mm H}_2\text{O} = 7605,930 \text{ Pa} = \mathbf{7,606 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

218 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 8/100 + (160/1,97)^2 \cdot 4/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 33,491/100 = 1902,431 \text{ mm H}_2\text{O} = 18656,475 \text{ Pa} = \mathbf{18,656 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

219 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 5/100 + (160/1,97)^2 \cdot 1/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 14,476/100 = 969,999 \text{ mm H}_2\text{O} = 9512,441 \text{ Pa} = \mathbf{9,512 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

220 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 5/100 + (160/1,97)^2 \cdot 1/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 14,031/100 = 961,723 \text{ mm H}_2\text{O} = 9431,281 \text{ Pa} = \mathbf{9,432 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

221 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 9/100 + (160/1,97)^2 \cdot 4/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 32,464/100 = 2010,288 \text{ mm H}_2\text{O} = 19714,191 \text{ Pa} = \mathbf{19,714 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ RS4:

211 KUCHYŇKA

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 2/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 9,146/100 = 424,025 \text{ mm H}_2\text{O} = 4158,265 \text{ Pa} = \mathbf{4,158 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

212 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 10,05/100 = 694,757 \text{ mm H}_2\text{O} = 6813,239 \text{ Pa} = \mathbf{6,813 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

213 ZASEDACÍ MÍSTNOST

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 6/100 + (160/1,97)^2 \cdot 3/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 21,838/100 = 1006,351 \text{ mm H}_2\text{O} = 9868,932 \text{ Pa} = \mathbf{9,869 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

214 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 10/100 + (160/1,97)^2 \cdot 3/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 33,429/100 = 2089,231 \text{ mm H}_2\text{O} = 20488,357 \text{ Pa} = \mathbf{20,488 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

215 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 5/100 + (160/1,97)^2 \cdot 1/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 14,33/100 = 967,284 \text{ mm H}_2\text{O} = 9485,816 \text{ Pa} = \mathbf{9,486 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

216 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 5/100 + (160/1,97)^2 \cdot 1/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 14,85/100 = 976,956 \text{ mm H}_2\text{O} = 9580,666 \text{ Pa} = \mathbf{9,581 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

217 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 8/100 + (160/1,97)^2 \cdot 4/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 32,892/100 = 1891,290 \text{ mm H}_2\text{O} = 18547,219 \text{ Pa} = \mathbf{18,547 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ RS5:

301 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 20,956/100 = 897,599 \text{ mm H}_2\text{O} = 8802,439 \text{ Pa} = \mathbf{8,802 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

302 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 13,456/100 = 758,105 \text{ mm H}_2\text{O} = 7434,470 \text{ Pa} = \mathbf{7,434 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

303 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 9,306/100 = 680,919 \text{ mm H}_2\text{O} = 6677,534 \text{ Pa} = \mathbf{6,677 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

304 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 12,096/100 = 732,811 \text{ mm H}_2\text{O} = 7186,421 \text{ Pa} = \mathbf{7,186 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

314 VELKOPROSTOROVÁ KANCELÁŘ

1. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 23,326/100 = 1957,350 \text{ mm H}_2\text{O} = 19195,046 \text{ Pa} = \mathbf{19,195 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

2. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 27,304/100 = 2158,296 \text{ mm H}_2\text{O} = 21165,653 \text{ Pa} = \mathbf{21,166 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

3. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 6/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 31,146/100 = 1341,041 \text{ mm H}_2\text{O} = 13151,120 \text{ Pa} = \mathbf{13,151 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ RS6:

311 KUCHYŇKA

$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 2/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 7,496/100 = 393,337 \text{ mm H}_2\text{O} = 3857,318 \text{ Pa} = \mathbf{3,857 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

312 KANCELÁŘ

$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 8,206/100 = 660,460 \text{ mm H}_2\text{O} = 6476,9 \text{ Pa} = \mathbf{6,477 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

313 ZASEDACÍ MÍSTNOST

$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 6/100 + (160/1,97)^2 \cdot 3/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 21,138/100 = 1352,794 \text{ mm H}_2\text{O} = 13266,377 \text{ Pa} = \mathbf{13,266 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

314 VELKOPROSTOROVÁ KANCELÁŘ

1. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 26,556/100 = 2017,425 \text{ mm H}_2\text{O} = 19784,181 \text{ Pa} = \mathbf{19,784 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

2. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 23,944/100 = 1968,844 \text{ mm H}_2\text{O} = 19307,764 \text{ Pa} = \mathbf{19,308 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ RS7:

401 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 20,956/100 = 897,599 \text{ mm H}_2\text{O} = 8802,439 \text{ Pa} = \mathbf{8,802 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

402 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 13,456/100 = 758,105 \text{ mm H}_2\text{O} = 7434,470 \text{ Pa} = \mathbf{7,434 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

403 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 9,306/100 = 680,919 \text{ mm H}_2\text{O} = 6677,534 \text{ Pa} = \mathbf{6,677 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

404 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 12,096/100 = 732,811 \text{ mm H}_2\text{O} = 7186,421 \text{ Pa} = \mathbf{7,186 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

414 VELKOPROSTOROVÁ KANCELÁŘ

1. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 2/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 31,3/100 = 2237,588 \text{ mm H}_2\text{O} = 21943,242 \text{ Pa} = \mathbf{21,943 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

2. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 27,304/100 = 2158,296 \text{ mm H}_2\text{O} = 21165,653 \text{ Pa} = \mathbf{21,166 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

3. $\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 6/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 31,146/100 = 1341,041 \text{ mm H}_2\text{O} = 13151,120 \text{ Pa} = \mathbf{13,151 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$

ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ RS8:

411 KUCHYŇKA

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 2/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 7,496/100 = 393,337 \text{ mm H}_2\text{O} = 3857,318 \text{ Pa} = \mathbf{3,857 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

412 KANCELÁŘ

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 4/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 8,206/100 = 660,460 \text{ mm H}_2\text{O} = 6476,9 \text{ Pa} = \mathbf{6,477 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

413 ZASEDACÍ MÍSTNOST

$$\Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 7/100 + (160/1,97)^2 \cdot 2/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 21,138/100 = 1413,789 \text{ mm H}_2\text{O} = 13864,534 \text{ Pa} = \mathbf{13,865 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

414 VELKOPROSTOROVÁ KANCELÁŘ

$$1. \quad \Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 2/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 35,756/100 = 2320,465 \text{ mm H}_2\text{O} = 19784,181 \text{ Pa} = \mathbf{19,784 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

$$2. \quad \Delta p = (160/1,42)^2 \cdot 12/100 + (160/1,97)^2 \cdot 0/100 + (160/2,7)^2 \cdot 0/100 + (160/3,71)^2 \cdot 23,944/100 = 1968,844 \text{ mm H}_2\text{O} = 22755,988 \text{ Pa} = \mathbf{22,756 \text{ kPa}} < 25 \text{ kPa}$$

2.6 Potřeba tepla pro vytápění

I. Hodinová potřeba tepla

$Q_{\text{VYT,h}}$ – hodinová potřeba tepla na vytápění [kW]

Q_c – tepelná ztráta objektu [kW]

$$Q_{\text{VYT,h}} = Q_c = \mathbf{58,7 \text{ kW}}$$

II. Denní potřeba

$Q_{\text{VYT,d}}$ - denní potřeba tepla na vytápění [kW]

$Q_{\text{VYT,h}}$ - hodinová potřeba tepla na vytápění [kW]

T - interval času

$$Q_{\text{VYT,d}} = Q_{\text{VYT,h}} \cdot T$$

$$Q_{\text{VYT,d}} = 58,7 \cdot 24$$

$$Q_{\text{VYT,d}} = \mathbf{1408,8 \text{ kWh/den}}$$

III. Roční potřeba tepla (denostupňová metoda)

$Q_{VYT,r}$ – roční potřeba tepla na vytápění [Wh]

$Q_{VYT,h}$ – hodinová potřeba tepla na vytápění [W]

D – počet denostupňů [K/den]

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es})$$

$$D = 244 \cdot (20 - 3,8)$$

$$\mathbf{D = 3952,8 \text{ K/den}}$$

d – počet dní v otopném období (objekt je umístěn v Českých Budějovicích, kde je otopné období (pro teplotu 13°C) 244 dní)

ε – opravný součinitel na snížení teploty

e_i – součinitel nesoučasnosti prostupem a infiltrací

e_t – snížení teploty v místnosti během dne a noci

e_d – součinitel zkrácení doby vytápění

n_R – účinnost rozvodu vytápění

n_O – účinnost regulace vytápění

$$\varepsilon = (e_i \cdot e_t \cdot e_d) / (n_O \cdot n_R)$$

$$\varepsilon = (0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,8) / (0,98 \cdot 1)$$

$$\mathbf{\varepsilon = 0,661}$$

t_{is} = průměrná teplota v objektu = 20°C

t_{es} = průměrná teplota venku = 3,8°C

t_e = teplota venku = -15°C

$$Q_{VYT,R} = (24 \cdot Q_{VYT,h} \cdot \varepsilon \cdot D) / (t_{is} - t_e)$$

$$Q_{VYT,R} = (24 \cdot 58,7 \cdot 10^3 \cdot 0,661 \cdot 3952,8) / (20 - (-15))$$

$$\mathbf{Q_{VYT,R} = 105,169 \text{ MWh/rok}}$$

2.7 Výpočet potřeby TV a příkonu pro ohřev TV

I. Denní potřeba tepla na ohřev TV

$$Q_{TV,d} = (\rho \cdot c \cdot V_{zp} \cdot (t_{tv} - t_{sv})) / 3600 \text{ [kWh]}$$

$$Q_{TV,d} = (1000 \cdot 4,182 \cdot 4,986 \cdot (55 - 10))/3600$$

$$Q_{TV,d} = \mathbf{260,643 \text{ kWh}}$$

$Q_{TV,d}$ – denní potřeba tepla [Wh]

T – interval času

V_{zp} – množství vody potřebné pro objekt [m³]

$$V_{zp} = \text{potřeba vody na osobu} \cdot \text{počet osob} = 14/365 \cdot 130 = 4,986 \text{ m}^3$$

ρ = měrná hmotnost vody = 1000 kg/m³

c = měrná tepelná kapacita = 4,182 kJ/kg.K

t_{tv} = teplota TV = 55°C

t_{sv} = teplota SV = 10°C

II. Výpočet hodinové potřeby tepla na ohřev TV

$$Q_{TV,h} = Q_{TV,d}/T$$

$$Q_{TV,h} = 260,643/24$$

$$Q_{TV,h} = \mathbf{10,860 \text{ kWh/h}}$$

$Q_{TV,h}$ – hodinová potřeba tepla [Wh]

$Q_{TV,d}$ – denní potřeba tepla [Wh]

T – interval času

III. Výpočet příkonu pro ohřev TV

$$P_{TV} = Q_{TV,d}/T = Q_{TV,h}$$

$$P_{TV} = \mathbf{10,860 \text{ kW}}$$

$Q_{TV,h}$ – hodinová potřeba tepla [kWh]

$Q_{TV,d}$ – denní potřeba tepla [Wh]

T – interval času

P_{TV} – příkon pro ohřátí TV [kW]

IV. Roční potřeba tepla pro ohřev TV

$Q_{TV,r}$ – roční potřeba tepla [kWh]

$Q_{TV,d}$ – denní potřeba tepla [kW]

d – počet dní v otopném období (objekt je umístěn v Českých Budějovicích, kde je otopné období (pro teplotu 13°C) 244 dní)

N – počet pracovních dní otopné soustavy ($N = 360$ dní)

$t_{sv,L}$ = teplota studené vody v létě ($t_{sv,L} = 15^\circ\text{C}$)

$t_{sv,Z}$ = teplota studené vody v zimě ($t_{sv,Z} = 10^\circ\text{C}$)

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot (55 - t_{sv,L}) / (55 - t_{sv,Z}) \cdot (N - d)$$

$$Q_{TV,r} = 260,643 \cdot 244 + 0,8 \cdot 260,643 \cdot (55 - 15) / (55 - 10) \cdot (360 - 244)$$

$$Q_{TV,r} = \mathbf{85097,043 \text{ kWh/rok} = 85,097 \text{ MWh/rok}}$$

2.8 Návrh zásobníku TUV

Q_{2P} - Potřeba tepla odebraného z ohřívače během jedné periody

$$Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = \mathbf{260,643 + 130,322 = 390,965 \text{ kWh}}$$

Q_{2t} - teoretické teplo odebrané z ohřívače během periody

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2P} \cdot (t_2 - t_1) = Q_{TV,d}$$

$$Q_{2t} = \mathbf{260,643 \text{ kWh}}$$

V_{2p} ... celková potřeba TV pro všechny osoby (m^3/den)

$Q_{TV,d}$... denní potřeba tepla na ohřev TV

Q_{2z} – teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV během periody

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

$$Q_{2z} = \mathbf{260,643 \cdot 0,5 = 130,322 \text{ kWh}}$$

z ... poměrná ztráta tepla při ohřevu a dopravě TV, závisí na konstrukci zařízení, tepelné izolaci a velikosti zásobníku

$z = 0,5$ při objektovém ohřevu vody

Objem zásobníku

$$V_Z = \Delta Q_{\max} / (c \cdot (t_1 - t_2)) \text{ [m}^3\text{]}$$

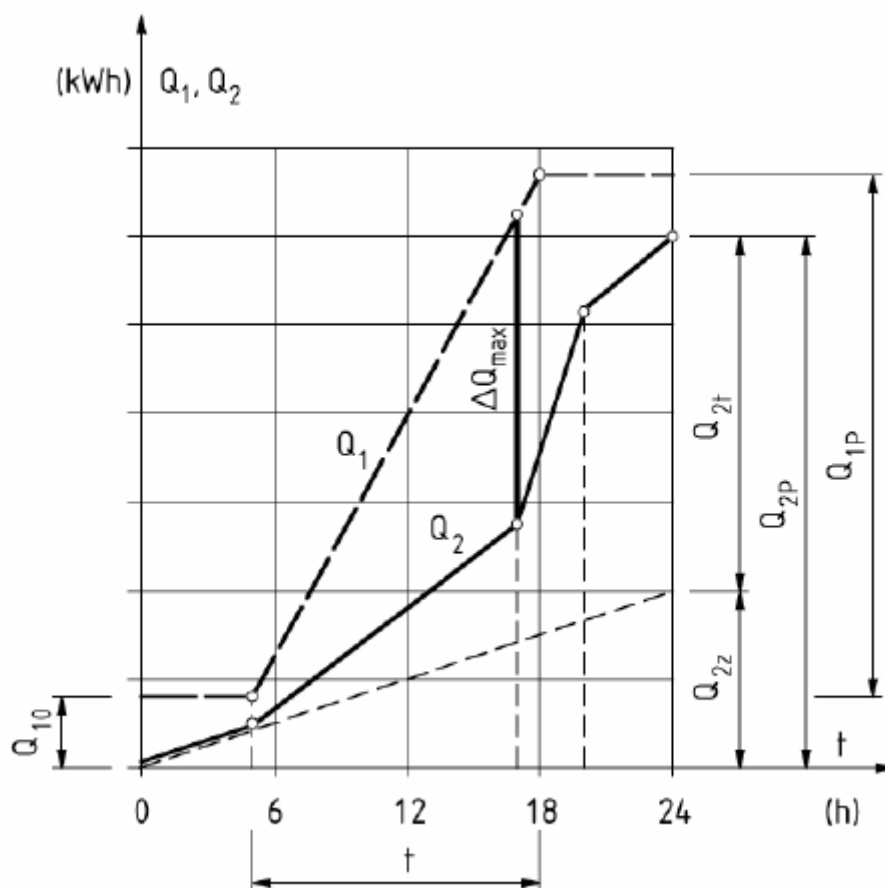
$$V_Z = 150 / (4,182 \cdot (10 - 55)) = 0,797 \text{ m}^3 = 800 \text{ l}$$

Q_{\max} ... maximální rozdíl mezi E1 a E2

c ... měrná tepelná kapacita vody

t_2 ... teplota ohřáté vody

t_1 ... teplota studené vody



Obrázek 3: Křivka dodávky a odběru tepla při ohřevu vody se zásobníkem při dodávce tepla do zásobníku v době od 5 do 18 hodin (ČSN 06 0320).

Q_{2P} ... teplo dodané ohříváčem do TV během periody (kWh);

Q_{2t} ... teoretické teplo odebrané z ohříváče v době periody (kWh);

Q_{1P} ... teplo dodané ohříváčem do TV během periody (kWh);

Q_{2z} ... teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV v době periody (kWh)

Q₁ ... teplo dodané ohřivačem do TV v čase t od počátku periody (kWh)

Navržen stacionární smaltovaný zásobník MAXiG1000/1-65MAX o objemu 1000 l a rozměrech 1055 x 2050 mm (ØDxH).

2.9 Roční spotřeba tepla

Q_R - roční potřeba tepla [MWh]

Q_{VYT,R} - roční potřeba tepla na vytápění [MWh]

Q_{TV,R} – roční potřeba tepla [MWh]

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

$$Q_R = 105,169 + 85,097 = 190,266 \text{ MWh/rok}$$

2.10 Stanovení výkonu a počtu tepelných čerpadel

Q_K – požadovaný výkon tepelného čerpadla [kW]

Q_{VYT,h} – hodinová potřeba tepla na vytápění [kW]

Q_{TV,h} – hodinová potřeba tepla [kW]

$$Q_K = Q_{VYT,h} + Q_{TV,h}$$

$$Q_K = 58,7 + 10,86 = 69,56 \text{ kW}$$

Podle požadovaného výkonu zvolena kaskáda třech tepelných čerpadel MasterTherm Easy Master EM75Z.

MasterTherm Easy Master EM75Z

- Topný výkon: 23,187 kW v bodu bivalence (teplota vzduchu cca -4 °C)
- Rozměry:
 - Venkovní jednotka: 132x101x82 mm (VxŠxD)
 - Vnitřní jednotka: 120x53x72 mm (VxŠxD)
- Hmotnost:
 - Venkovní jednotka: 80 kg
 - Vnitřní jednotka: 200 kg

2.11 Návrh akumulčního zásobníku topné vody

Celkový objem topné vody v soustavě musí odpovídat výkonu tepelného čerpadla – 150-500 litrů na 10 kW výkonu tepelného čerpadla. MasterTherm udává 150-200 litrů/10 kW (při A7W35). Výkon tepelného čerpadla MasterTherm EasyMaster EM75Z při A7W35 je 30,3 kW. Trojice těchto čerpadel, zapojených v kaskádě má pak výkon 90,9 kW.

Stanovení objemu vody:

Stropní vytápění ... 20 l/kW výkonu soustavy

Nucený oběh, desková tělesa ... 10 l/kW výkonu soustavy

$$V_{\text{System}} = 20 \cdot 70,764 + 10 \cdot 3,435 = 1449,63 \text{ l}$$

$$V_1 = Q_n \cdot 0,1 \cdot V_n = 90,9 \cdot 0,1 \cdot 150 = 1363,5 \text{ l}$$

$$V_2 = Q_n \cdot 0,1 \cdot V_n = 90,9 \cdot 0,1 \cdot 200 = 1980 \text{ l}$$

$$V_{z,1} = V_1 - V_{\text{System}} = -86,13 \text{ l}$$

$$V_{z,2} = V_2 - V_{\text{System}} = 530,37 \text{ l}$$

V horní hranici udávané výrobcem (200 l/10 kW výkonu TČ) by byla potřeba akumulční nádoba o objemu 530,37 l. V dolní hranici 150 l/10 kW výkonu TČ by však zásobník nebyl potřeba vůbec. S přihlédnutím k bezpečnosti navrhuji akumulční zásobník s integrovaným rozdělovačem a sběračem G400/3-ACU o objemu 400 l.

2.12 Návrh expanzní nádoby

Stanovení objemu vody:

Stropní vytápění ... 20 l/kW výkonu soustavy

Nucený oběh, desková tělesa ... 10 l/kW výkonu soustavy

Akumulční zásobník topné vody ... 400 l

$$V_{\text{System}} = 20 \cdot 70,764 + 10 \cdot 3,435 + 400 = 1849,63 \text{ l}$$

Expanzní objem V_e [l]

$$V_e = e \cdot V_{\text{System}}/100$$

$$V_e = 0,748 \cdot 1849,63/100 = 13,835 \text{ l}$$

$$e = 1 - \rho_{t,\text{max}}/\rho_{t,\text{min}}$$

$$e = 1 - 992,220/999,701 = 0,00748 = 0,748 \%$$

$\rho_{t,\text{max}}$... hustota vody při nejvyšší teplotě v soustavě (38°C) [kg/m³]

$\rho_{t,\text{min}}$... hustota vody při nejnižší teplotě v soustavě (10°C) [kg/m³]

V_{System} ... objem vody s otopným soustavě [l]

e ... Koeficient objemu vody e [%]

Celkový objem expanzní nádoby $V_{\text{exp,min}}$ [l]

$$V_{\text{WR}} = V_{\text{System}} \cdot 0,005 = 1849,63 \cdot 0,005 = 9,248 \text{ l}$$

$$p_0 = p_{\text{ST}} + p_{\text{D}} + \Delta p_{\text{č}} + \Delta p_{\text{R}}$$

$$p_0 = 142,75 + 0 + 0 + 30 = 172,75 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{ST}} = h_{\text{ST}} \cdot \rho \cdot g$$

$$p_{\text{ST}} = 14,275 \cdot 1000 \cdot 10 = 142750 \text{ Pa} = 142,75 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{SV}} \geq p_0 + 150 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{SV}} = 172,5 + 150 = 322,5 \text{ kPa}$$

$$p_e = p_{\text{SV}} - 50 \text{ kPa}$$

$$p_e = 322,5 - 50 = 272,5 \text{ kPa}$$

$$V_{\text{exp,min}} = (V_e + V_{\text{WR}}) \cdot (p_e + 100)/(p_e - p_0)$$

$$V_{\text{exp,min}} = (13,835 + 9,248) \cdot (272,5 + 100)/(272,5 - 172,75) = 86,2 \text{ l}$$

V_e ... expanzní objem [l]

V_{WR} ... rezerva vodního objemu [l] - pro nádoby s objemem vyšším než 15l minimálně 0,5% z celkového vodního objemu tepelné soustavy, minimálně ale 3l.

p_0 ... výchozí návrhový přetlak v soustavě [Pa]

p_D ... tlak na mezi sytosti média (u vodních soustav se uvažuje pouze v případě teplot nad 100 °C)

Δp_ε ... diferenční tlak oběhového čerpadla – uvažuje se pouze v případě, že expanzní nádoba je připojena na výtlačné straně čerpadla (obvyklé např. u solárních soustav)

Δp_R ... rezerva – doporučuje se 20–30 [kPa] – ke krytí drobných úniků vody, změny teploty vody v expanzní nádobě, tolerance při výrobě a nastavení pojistného ventilu apod.

p_{SV} ... otevírací přetlak pojistného ventilu [Pa]

p_e ... konečný přetlak – přetlak v soustavě při nejvyšší teplotě [Pa]

p_{ST} ... hydrostatický tlak

h_{ST} ... statická výška soustavy

ρ ... hustota kapaliny [kg/m^3]

g ... gravitační konstanta [N/kg]

Navržena expanzní nádoba REFLEX NG 100/6 s objemem 100l a rozměry 480x660mm ($\text{ØD} \times \text{H}$).

3 Přílohy

3.1 Příloha 1: Výpočet teplovodní dvoutrubkové otopné soustavy

3.2 Příloha 2: Návrh oběhového čerpadla

3.3 Příloha 3: Průkaz energetické náročnosti budovy



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE

PŘÍLOHA 1

Výpočet teplovodní dvoutrubkové otopné soustavy

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V1-1
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET		
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R . l [Pa]	Z [Pa]	R . l + z [Pa]
1	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	3	372,12	487,35	859,5
1'	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	2,5	372,12	406,13	778,2
2	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6
2'	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6
3	816	233,88	3,3	18x1	0,380	164,60	0,5	543,18	36,10	579,3
3'	816	233,88	3,3	18x1	0,380	164,60	8	543,18	577,60	1120,8
4	816	233,88	6,154	15x1	0,506	328,60	6	2022,20	768,11	2790,3
4'	816	233,88	6,154	15x1	0,506	328,60	4,5	2022,20	576,08	2598,3
5	435	124,68	6,31	12x1	0,427	342,10	8,5	2158,65	774,90	2933,5
5'	435	124,68	6,31	12x1	0,427	342,10	8	2158,65	729,32	2888,0
6	381	109,20	0,725	12x1	0,356	248,30	8,5	180,02	538,63	718,6
6'	381	109,20	0,725	12x1	0,356	248,30	16,5	180,02	1045,57	1225,6
			Σl						$\Sigma(R \cdot l + z)$	20045,3 Pa
									Trvalá regulace (škrcení)	4000,0 Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	24045,3 Pa

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V1-2
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET				
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R . l [Pa]	Z [Pa]	R . l + z [Pa]		
1	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	3	372,12	487,35	859,5		
1'	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	2,5	372,12	406,13	778,2		
2	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6		
2'	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6		
3	2619	750,64	0,35	28x1,5	0,456	118,80	0,2	41,58	20,79	62,4		
3'	2619	750,64	0,35	28x1,5	0,456	118,80	8	41,58	831,74	873,3		
4	873	250,21	3,7	15x1	0,548	378,90	1,5	1401,93	225,23	1627,2		
4'	873	250,21	3,55	15x1	0,548	378,90	0,5	1345,10	75,08	1420,2		
5	492	141,01	6,947	12x1	0,499	449,20	17	3120,59	2116,51	5237,1		
5'	492	141,01	6,047	12x1	0,499	449,20	25	2716,31	3112,51	5828,8		
6	381	109,20	1,506	12x1	0,356	248,30	8,5	373,94	538,63	912,6		
6'	381	109,20	1,806	12x1	0,356	248,30	16,5	448,43	1045,57	1494,0		
Σl			46,67								$\Sigma(R \cdot l + z)$	22646,4 Pa
										Trvalá regulace (škrcení)	4000,0 Pa	
										návrhová hodnota pro tlak čerpadla	26646,4 Pa	

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V1-3
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET			
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]	
1	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	3	372,12	487,35	859,5	
1'	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	2,5	372,12	406,13	778,2	
2	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6	
2'	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6	
3	2619	750,64	0,35	28x1,5	0,456	118,80	0,2	41,58	20,79	62,4	
3'	2619	750,64	0,35	28x1,5	0,456	118,80	8	41,58	831,74	873,3	
4	1746	500,43	3,65	22x1	0,445	151,00	2	551,15	198,03	749,2	
4'	1746	500,43	3,65	22x1	0,445	151,00	1	551,15	99,01	650,2	
5	873	250,21	3,7	15x1	0,548	378,90	1,5	1401,93	225,23	1627,2	
5'	873	250,21	3,55	15x1	0,548	378,90	0,5	1345,10	75,08	1420,2	
6	492	141,01	6,947	12x1	0,499	449,20	17	3120,59	2116,51	5237,1	
6'	492	141,01	6,047	12x1	0,499	449,20	25	2716,31	3112,51	5828,8	
7	381	109,20	1,506	12x1	0,356	248,30	8,5	373,94	538,63	912,6	
7'	381	109,20	1,806	12x1	0,356	248,30	16,5	448,43	1045,57	1494,0	

Σ

53,97

$\Sigma(R \cdot l + z)$

24045,7 Pa

Trvalá regulace (škrcení)

4000,0 Pa

návrhová hodnota pro tlak čerpadla

28045,7 Pa

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V1-4
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET			
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]	
1	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	3	372,12	487,35	859,5	
1'	3435	984,52	2,1	28x1,5	0,570	177,20	2,5	372,12	406,13	778,2	
2	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6	
2'	3435	984,52	9,109	28x1,5	0,570	177,20	1	1614,11	162,45	1776,6	
3	2619	750,64	0,35	28x1,5	0,456	118,80	0,2	41,58	20,79	62,4	
3'	2619	750,64	0,35	28x1,5	0,456	118,80	8	41,58	831,74	873,3	
4	1746	500,43	3,65	22x1	0,445	151,00	0,2	551,15	19,80	571,0	
4'	1746	500,43	3,65	22x1	0,445	151,00	1	551,15	99,01	650,2	
5	873	250,21	3,65	18x1	0,412	189,70	0,5	692,41	42,44	734,8	
5'	873	250,21	3,65	18x1	0,412	189,70	1	692,41	84,87	777,3	
6	873	250,21	3,7	15x1	0,548	378,90	1,5	1401,93	225,23	1627,2	
6'	873	250,21	3,55	15x1	0,548	378,90	0,5	1345,10	75,08	1420,2	
7	492	141,01	6,947	12x1	0,499	449,20	17	3120,59	2116,51	5237,1	
7'	492	141,01	6,047	12x1	0,499	449,20	25	2716,31	3112,51	5828,8	
8	381	109,20	1,506	12x1	0,356	248,30	8,5	373,94	538,63	912,6	
8'	381	109,20	1,806	12x1	0,356	248,30	16,5	448,43	1045,57	1494,0	
			Σ						$\Sigma(R \cdot l + z)$	25379,6 Pa	
										Trvalá regulace (škrčení)	4000,0 Pa
										návrhová hodnota pro tlak čerpadla	29379,6 Pa

TABULKA PRO VÝPOČET TEPLOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V2
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.	0,7	
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET				
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]		
1	16932	4852,97	2,1	54x1,5	0,657	94,30	3	198,03	647,47	845,5		
1'	16932	4852,97	2,1	54x1,5	0,657	94,30	2,5	198,03	539,56	737,6		
2	16932	4852,97	8,733	42x1,5	1,124	350,60	7	3061,79	4421,82	7483,6		
2'	16932	4852,97	8,733	42x1,5	1,124	350,60	8	3061,79	5053,50	8115,3		
			Σ								17182,0	Pa
											4000,0	Pa
											21182,0	Pa

Trvalá regulace (škrcení)
návrhová hodnota pro tlak čerpadla

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V3
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov přípojky k OT a stoup.	0,3 až 0,7	60 až 100
uvnitř obytných budov horizontální potrubí	0,8 až 1,5	110 až 200

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET		
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]
1	29478	8448,84	2,1	54x1,5	1,164	268,70	3	564,27	2032,34	2596,6
1'	29478	8448,84	2,1	54x1,5	1,164	268,70	2,5	564,27	1693,62	2257,9
2	29478	8448,84	8,769	54x1,5	1,164	268,70	1	2356,23	677,45	3033,7
2'	29478	8448,84	8,769	54x1,5	1,164	268,70	1	2356,23	677,45	3033,7
3	29478	8448,84	3,65	54x1,5	1,164	268,70	2	980,76	1354,90	2335,7
3'	29478	8448,84	3,65	54x1,5	1,164	268,70	0,5	980,76	338,72	1319,5
4	9690	2777,30	13,216	35x1,5	0,974	344,30	6	4550,27	2846,03	7396,3
4'	9690	2777,30	13,216	35x1,5	0,974	344,30	7	4550,27	3320,37	7870,6
Σ			55,47						$\Sigma(R \cdot l + z)$	29843,9 Pa
Trvalá regulace (škrčení)										4000,0 Pa
návrhová hodnota pro tlak čerpadla										33843,9 Pa

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V4
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET			
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]	
1	24354	6980,22	2,1	54x1,5	0,959	187,90	3	394,59	1379,52	1774,1	
1'	24354	6980,22	2,1	54x1,5	0,959	187,90	2,5	394,59	1149,60	1544,2	
2	24354	6980,22	8,367	54x1,5	0,959	187,90	1	1572,16	459,84	2032,0	
2'	24354	6980,22	8,367	54x1,5	0,959	187,90	1	1572,16	459,84	2032,0	
3	24354	6980,22	3,65	54x1,5	0,959	187,90	0,2	685,84	91,97	777,8	
3'	24354	6980,22	3,65	54x1,5	0,959	187,90	0,5	685,84	229,92	915,8	
4	9444	2706,79	15,716	35x1,5	0,974	344,30	6	5411,02	2846,03	8257,0	
4'	9444	2706,79	15,716	35x1,5	0,974	344,30	7	5411,02	3320,37	8731,4	
			Σ 59,67						$\Sigma(R \cdot l + z)$ 26064,3 Pa		
									Trvalá regulace (škrcení) 4000,0 Pa		
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla 30064,3 Pa		

TABULKA PRO VÝPOČET TEPLOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V5
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET		
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]
1	29478	8448,84	2,1	54x1,5	1,164	268,70	3	564,27	2032,34	2596,6
1'	29478	8448,84	2,1	54x1,5	1,164	268,70	2,5	564,27	1693,62	2257,9
2	29478	8448,84	8,769	54x1,5	1,164	268,70	1	2356,23	677,45	3033,7
2'	29478	8448,84	8,769	54x1,5	1,164	268,70	1	2356,23	677,45	3033,7
3	29478	8448,84	3,65	54x1,5	1,164	268,70	0,2	980,76	135,49	1116,2
3'	29478	8448,84	3,65	54x1,5	1,164	268,70	0,5	980,76	338,72	1319,5
4	19788	5671,54	3,65	54x1,5	0,753	120,80	2	440,92	567,01	1007,9
4'	19788	5671,54	3,65	54x1,5	0,753	120,80	1	440,92	283,50	724,4
5	9792	2806,53	11,966	35x1,5	0,974	344,30	6	4119,89	2846,03	6965,9
5'	9792	2806,53	11,966	35x1,5	0,974	344,30	7	4119,89	3320,37	7440,3

Σl **60,27**

$\Sigma(R \cdot l + z)$

Trvalá regulace (škrcení)
návrhová hodnota pro tlak čerpadla

29496,1 Pa
4000,0 Pa
33496,1 Pa

TABULKA PRO VÝPOČET TEPLOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V6
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov přípojky k OT a stoup.	0,3 až 0,7	60 až 100
uvnitř obytných budov horizontální potrubí	0,8 až 1,5	110 až 200

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET		
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]
1	24354	6980,22	2,1	54x1,5	0,959	187,90	3	394,59	1379,52	1774,1
1'	24354	6980,22	2,1	54x1,5	0,959	187,90	2,5	394,59	1149,60	1544,2
2	24354	6980,22	8,367	54x1,5	0,959	187,90	1	1572,16	459,84	2032,0
2'	24354	6980,22	8,367	54x1,5	0,959	187,90	1	1572,16	459,84	2032,0
3	24354	6980,22	3,65	54x1,5	0,959	187,90	0,2	685,84	91,97	777,8
3'	24354	6980,22	3,65	54x1,5	0,959	187,90	0,5	685,84	229,92	915,8
4	14910	4273,43	3,65	54x1,5	0,575	74,00	2	270,10	330,63	600,7
4'	14910	4273,43	3,65	54x1,5	0,575	74,00	1	270,10	165,31	435,4
5	7302	2092,86	14,766	35x1,5	0,696	186,40	6	2752,38	1453,25	4205,6
5'	7302	2092,86	14,766	35x1,5	0,696	186,40	7	2752,38	1695,46	4447,8

Σl **65,07**

$\Sigma(R \cdot l + z)$ **18765,5** Pa

Trvalá regulace (škrcení)
návrhová hodnota pro tlak čerpadla **4000,0** Pa

22765,5 Pa

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V7
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET		
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]
1	29478	8448,84	2,1	54x1,5	1,164	268,70	3	564,27	2032,34	2596,6
1'	29478	8448,84	2,1	54x1,5	1,164	268,70	2,5	564,27	1693,62	2257,9
2	29478	8448,84	8,769	54x1,5	1,164	268,70	1	2356,23	677,45	3033,7
2'	29478	8448,84	8,769	54x1,5	1,164	268,70	1	2356,23	677,45	3033,7
3	29478	8448,84	3,65	54x1,5	1,164	268,70	0,2	980,76	135,49	1116,2
3'	29478	8448,84	3,65	54x1,5	1,164	268,70	0,5	980,76	338,72	1319,5
4	19788	5671,54	3,65	54x1,5	0,753	120,80	0,2	440,92	56,70	497,6
4'	19788	5671,54	3,65	54x1,5	0,753	120,80	1	440,92	283,50	724,4
5	9996	2865,00	3,65	42x1,5	0,656	130,90	1	477,79	215,17	693,0
5'	9996	2865,00	3,65	42x1,5	0,656	130,90	1	477,79	215,17	693,0
6	9996	2865,00	11,966	35x1,5	0,974	344,30	6	4119,89	2846,03	6965,9
6'	9996	2865,00	11,966	35x1,5	0,974	344,30	7	4119,89	3320,37	7440,3
			Σl						$\Sigma(R \cdot l + z)$	30371,7 Pa
									Trvalá regulace (škrcení)	4000,0 Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	34371,7 Pa

TABULKA PRO VÝPOČET TEPELOVODNÍ DVOUSTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY:

ZÁKLADNÍ INFORMACE	
Označení větve	V8
Oběh	NUCENÝ
Teplotní spád [°C]	38 35
Materiál	měď
ZVOLENÁ METODA	A
návrhová hodnota	Hodnota R nebo w
ρ kapaliny [kg/m ³]	1000

A) METODA EKONOMICKÉ MĚRNÉ TLAKOVÉ ZTRATY		
Potrubní síť	Rychlost w [m/s]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]
uvnitř obytných budov	0,3 až 0,7	60 až 100
přípojky k OT a stoup.		
uvnitř obytných budov	0,8 až 1,5	110 až 200
horizontální potrubí		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET		
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	d	w [m/s]	R [Pa/m]	$\Sigma \xi$ [-]	R · l [Pa]	Z [Pa]	R · l + z [Pa]
1	24354	6980,22	2,1	54x1,5	0,959	187,90	3	394,59	1379,52	1774,1
1'	24354	6980,22	2,1	54x1,5	0,959	187,90	2,5	394,59	1149,60	1544,2
2	24354	6980,22	8,367	54x1,5	0,959	187,90	1	1572,16	459,84	2032,0
2'	24354	6980,22	8,367	54x1,5	0,959	187,90	1	1572,16	459,84	2032,0
3	24354	6980,22	3,65	54x1,5	0,959	187,90	0,2	685,84	91,97	777,8
3'	24354	6980,22	3,65	54x1,5	0,959	187,90	0,5	685,84	229,92	915,8
4	14910	4273,43	3,65	54x1,5	0,575	74,00	0,2	270,10	33,06	303,2
4'	14910	4273,43	3,65	54x1,5	0,575	74,00	1	270,10	165,31	435,4
5	7608	2180,57	3,65	42x1,5	0,515	84,60	1	308,79	132,61	441,4
5'	7608	2180,57	3,65	42x1,5	0,515	84,60	1	308,79	132,61	441,4
6	7608	2180,57	14,766	35x1,5	0,765	221,70	6	3273,62	1755,68	5029,3
6'	7608	2180,57	14,766	35x1,5	0,765	221,70	7	3273,62	2048,29	5321,9
			Σl						$\Sigma(R \cdot l + z)$	21048,4 Pa
									Trvalá regulace (škrcení)	4000,0 Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	25048,4 Pa



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

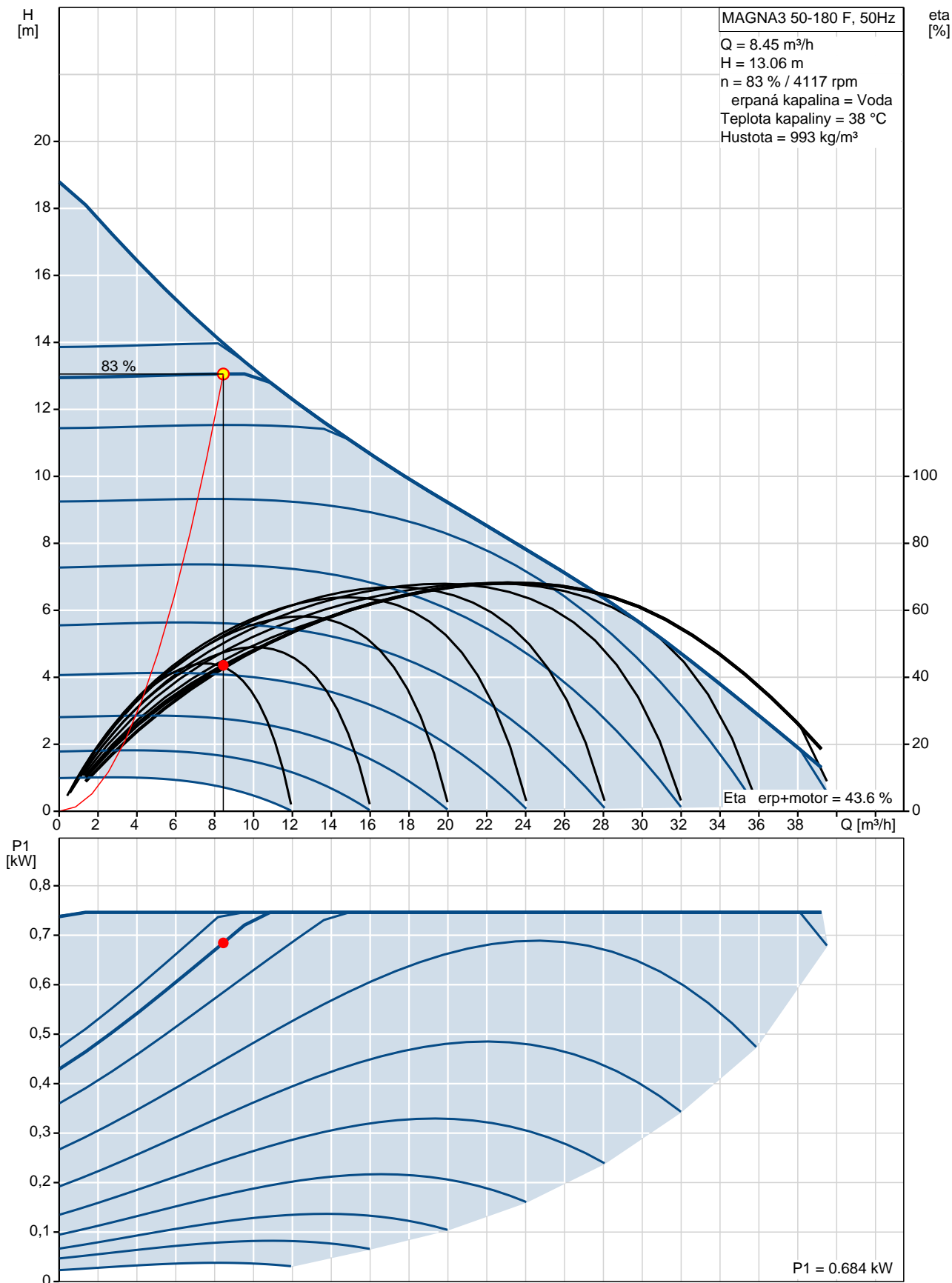
Katedra technických zařízení budov

125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE

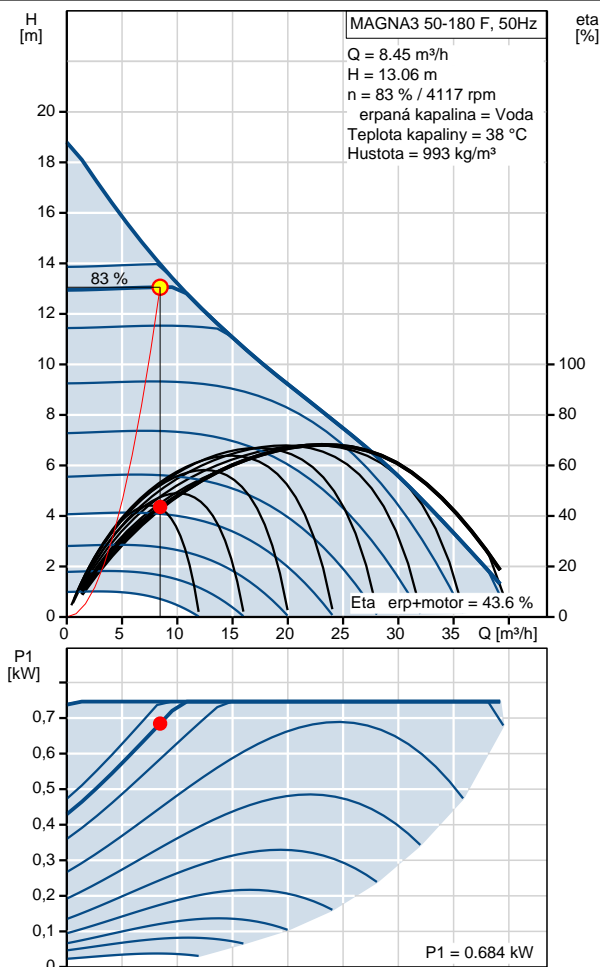
PŘÍLOHA 2

Návrh oběhového čerpadla

97924293 MAGNA3 50-180 F 50 Hz



Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku::	MAGNA3 50-180 F
Íslo výrobku:	97924293
EAN kód::	5710626493685
Cena:	3.341,00 EUR €
Techn.:	
Skutečná výtlačná hodnota při toku:	8.45 m ³ /h
Výsledná dopravní výška erpadla:	13.06 m
Max. dopravní výška:	180 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE, VDE, EAC
Model:	C
Materiály:	
Těleso erpadla:	Litina
	EN-GJL-250
	ASTM A48-250B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	16 bar
Standardní příruba:	DIN
Potrubií přípojka:	DN 50
PN pro potrubní přípojku:	PN16
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	280 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	38 °C
Hustota:	993 kg/m ³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	23 .. 762 W
Frekvence el. síť:	50 Hz
Jmenovitá napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.24 .. 3.35 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Jiné:	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0.17
Čistá hmotnost:	19 kg
Hrubá hmotnost:	21.2 kg
Čerpaný objem:	0.046 m ³





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE

PŘÍLOHA 3

Průkaz energetické náročnosti budovy

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **180/1, 180/29**

PSČ, místo: **370 11 České Budějovice**

Typ budovy: **Administrativní budova**

Plocha obálky budovy: **4331,19 m²**

Objemový faktor tvaru A/V: **0,50 m²/m³**

Celková energeticky vztažná plocha: **2260,32 m²**



ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

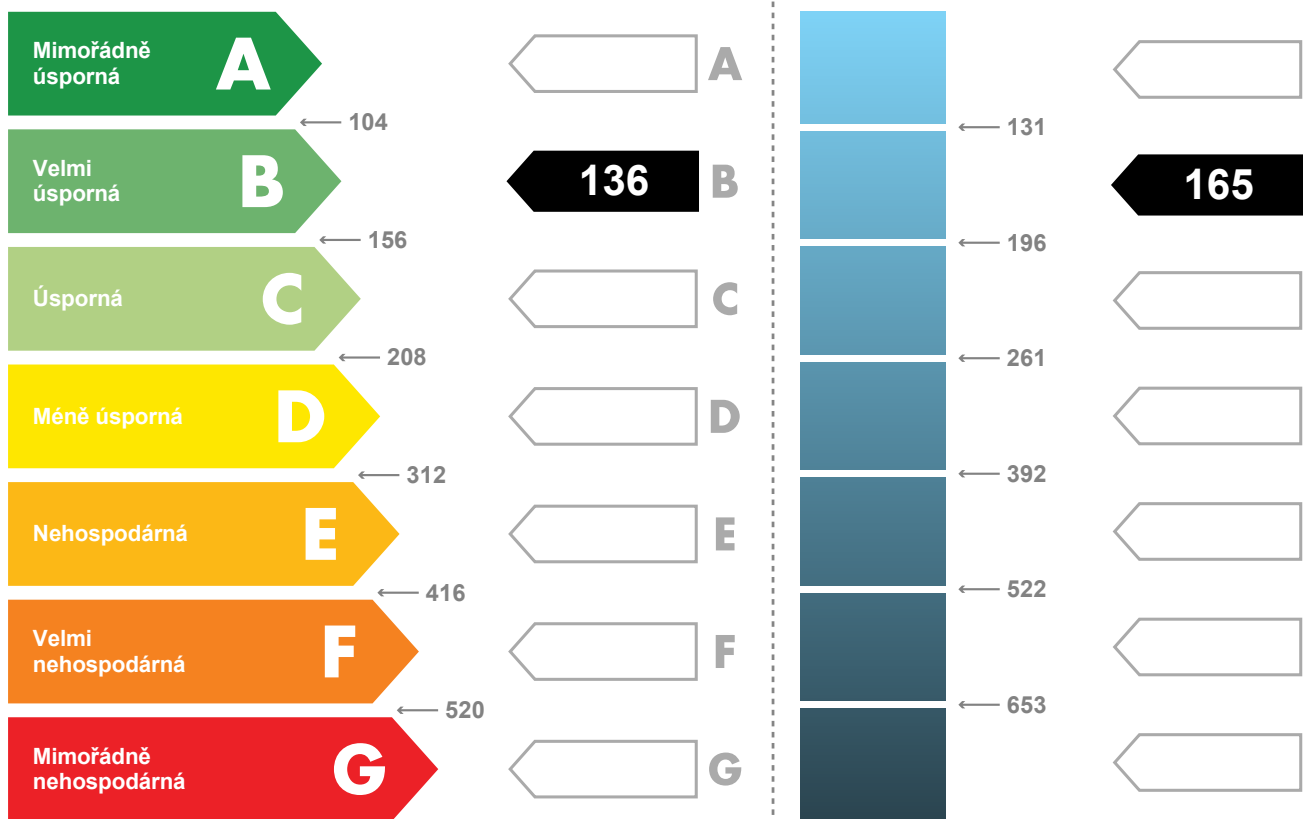
Celková dodaná energie

(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie

(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

308,3

373,3

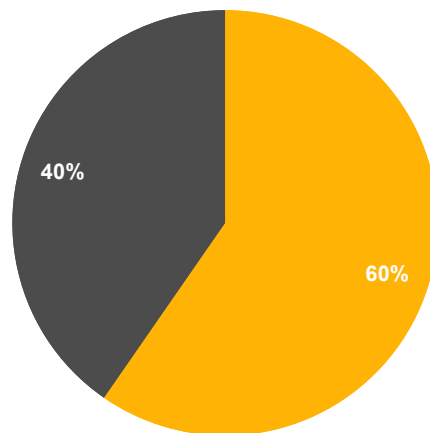
DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení / klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou **Doporučení**

PODÍL ENERGOŠETELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok



■ Energie okolí - 183,9
■ Elektřina ze sítě - 124,4

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	U_{em} W/(m²·K)	Dílčí dodané energie					Měrné hodnoty kWh(m²·rok)	
Mimořádně úsporná								
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	0,46	79				45	12	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Mimořádně nevhodná								
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		179,4				101,2	27,8	

Zpracovatel: **Jakub Čedík**

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: **05.01.2017**

Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Účel zpracování průkazu

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	<input type="checkbox"/> Jiná než větší změna dokončené budovy
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování :	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ) :	Pozemek č.p. 180/1, 180/29 ulice Otavská, 370 11 České Budějovice
Katastrální území :	České Vrbné 622729
Parcelní číslo :	180/1, 180/29
Datum uvedení do provozu (nebo předpokládané uvedení do provozu) :	1.1.2017
Vlastník nebo stavebník :	
Adresa :	
IČ :	
Telefon :	
email :	

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input checked="" type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input checked="" type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy :		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	8 689,5
Celková plocha obálky A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	4 331,2
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,498
Celková energeticky vztažná plocha A _c	[m ²]	2 260,3

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově	
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan - butan / LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování :	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo):	
<u>podíl OZE:</u> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%	
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (tepelné čerpadlo)	
<u>účel:</u> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie	
Druhy energie dodávané mimo budovu	
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo
<input checked="" type="checkbox"/> Žádné	

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla						
Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)	[-]	[W/K]
LOP1 LOP - JANSEN VISS SG - HZ	342,2	0,92	1,00 / 1,00	-	1,00	314,8
SO1 OBVODOVÁ STĚNA - ZDIVO HELUZ AKU 20 P15	747,3	0,15	0,30 / 0,25	-	1,00	115,1
OJD2 OKNO 1000x2100	6,3	1,00	1,50 / 1,20	-	1,00	6,3
OJD2 OKNO 1000x2100	6,3	1,00	1,50 / 1,20	-	1,00	6,3
OJD1 OKNO 2400x2100	121,0	1,00	1,50 / 1,20	-	1,00	121,0
OJD1 OKNO 2400x2100	30,2	1,00	1,50 / 1,20	-	1,00	30,2
OJD1 OKNO 2400x2100	30,2	1,00	1,50 / 1,20	-	1,00	30,2
OJD1 OKNO 2400x2100	181,4	1,00	1,50 / 1,20	-	1,00	181,4
SO2 OBVODOVÁ STĚNA - ŽELEZOBETON C30/37	95,7	0,19	0,30 / 0,25	-	1,00	17,8
DO1 DVEŘE 800x2100 - HZ	1,7	1,00	1,70 / 1,20	-	1,00	1,7
SN13 STĚNA VNITŘNÍ 100 mm (5°C) - HZ	25,4	0,62	1,30 / 0,90	-	1,00	15,7
DN16 DVEŘE VNITŘNÍ 600x2100 (5°C) - HZ	5,0	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	11,6
SN15 STĚNA VNITŘNÍ 100 mm (20°C) - HZ	57,5	0,62	1,30 / 0,90	-	1,00	35,6
SN17 STĚNA VNITŘNÍ 150 mm (20°C) - HZ	254,4	0,35	0,60 / 0,40	-	1,00	89,8
DN17 DVEŘE VNITŘNÍ 1600x2100 (20°C) - HZ	20,2	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	46,4
DN18 DVEŘE VNITŘNÍ 800x2100 (20°C) - HZ	15,1	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	34,8
SN18 STĚNA - ŽELEZOBETON (5°C) - HZ	57,5	0,69	1,30 / 0,90	-	1,00	39,8
SN19 STĚNA - ŽELEZOBETON (15°C) - HZ	178,1	0,69	1,30 / 0,90	-	1,00	123,4
SN20 STĚNA - ŽELEZOBETON (20°C) - HZ	153,9	0,69	1,30 / 0,90	-	1,00	106,6
DN15 DVEŘE VNITŘNÍ 800x2100 (15°C) - HZ	21,8	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	50,2
SN22 STĚNA - HELUZ AKU 20 (20°C) - HZ	57,5	1,14	1,30 / 0,90	-	1,00	65,6

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla						
Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)	[-]	[W/K]
DN12 DVEŘE VNITŘNÍ 900x2100 (20°C) - HZ	3,8	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	8,7
SN24 SLOUP - ŽELEZOBETON (20°C) - HZ	11,5	0,65	1,30 / 0,90	-	1,00	7,5
STR5 STROP (20°C) - HZ	109,5	0,16	1,05 / 0,70	-	1,00	17,5
SCH1 STŘECHA - HZ	559,7	0,16	0,24 / 0,16	-	1,00	91,2
PDL1 PODLAHA NA ZEMINĚ - HZ	531,6	0,20	0,45 / 0,30	-	0,66	70,2
PDL5 PODLAHA (20°C) - HZ	87,1	0,16	1,05 / 0,70	-	1,00	13,9
SN14 STĚNA VNITŘNÍ 100 mm (15°C) - HZ	57,5	0,62	1,30 / 0,90	-	1,00	35,6
SN16 STĚNA VNITŘNÍ 150 mm (15°C) - HZ	252,4	0,35	0,60 / 0,40	-	1,00	89,1
DN13 DVEŘE VNITŘNÍ 1600x2100 (15°C) - HZ	30,2	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	69,6
DN20 DVEŘE VNITŘNÍ 700x2100 (15°C) - HZ	5,9	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	13,5
DN19 DVEŘE VNITŘNÍ 700x2100 (20°C) - HZ	5,9	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	13,5
SN21 STĚNA - HELUZ AKU 20 (15°C) - HZ	56,8	1,14	1,30 / 0,90	-	1,00	64,8
DN14 DVEŘE VNITŘNÍ 900x2100 (15°C) - HZ	3,8	2,30	3,50 / 2,30	-	1,00	8,7
SN23 SLOUP - ŽELEZOBETON (15°C) - HZ	8,9	0,65	1,30 / 0,90	-	1,00	5,8
STR4 STROP (15°C) - HZ	87,0	0,16	1,05 / 0,70	-	1,00	13,9
PDL4 PODLAHA (15°C) - HZ	110,8	0,16	1,05 / 0,70	-	1,00	17,7
Celkem	4 331,2					1 985,6

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla			
Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny
	$\Theta_{im,j}$	V_j	$U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² ·K)]
Zóna 1 - Chodby a schodiště	15,0	1 298,0	1,41
Zóna 2 - Kanceláře	20,0	7 391,5	0,73

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_i \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)
	0,458	0,833	ANO

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění							
Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[%]/[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	80,0	85,0	80,0
Chodby a schodiště	MasterTherm EasyMaster EM75Z	Elektrina ze sítě	100,0	69,6	3,26	85,0	80,0
Kanceláře	MasterTherm EasyMaster EM75Z	Elektrina ze sítě	100,0	69,6	3,26	85,0	80,0

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění				
Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]/[-]	[%]/[-]	[ano/ne]
Chodby a schodiště	MasterTherm EasyMaster EM75Z	3,26	80,0	ANO
Kanceláře	MasterTherm EasyMaster EM75Z	3,26	80,0	ANO

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení							
Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	2,7	85	85
Chodby a schodiště	MasterTherm EasyMaster EM75Z	Elektrina ze sítě	15	65,4	3,80	91,0	91,0

b.2.a) chlazení							
Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Kanceláře	MasterTherm EasyMaster EM75Z	Elektřina ze sítě	100	65,4	3,80	91,0	91,0

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení				
Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[-]	[-]	[ano/ne]
Chodby a schodiště	MasterTherm EasyMaster EM75Z	3,8	2,7	ANO
Kanceláře	MasterTherm EasyMaster EM75Z	3,8	2,7	ANO

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.5.a) příprava teplé vody (TV)								
Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[litry]	[%]/[-]	[Wh/(l-den)]	[Wh/(m-den)]
Referenční budova	x	x	x	x	x	85	5	150
Administrativní budova	centrální	Elektřina ze sítě	100,0	10,9	1 000	2,5	4,7	154,1

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody				
Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]/[-]	[%]/[-]	[ano/ne]
Administrativní budova	centrální	2,5	85,0	ANO

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení				
Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	[-]	[%]	[kW]	[W/(m ² ·lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,02
Chodby a schodiště	Zóna 1 (15°C)	100,0	0,445	0,01
Kanceláře	Zóna 2 (20°C)	100,0	10,464	0,01
Budova celkem			10,909	

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova zóna	Vytápění EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F		Příprava teplé vody EP _W	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			NV1	NV2			OZE I	OZE E
Zóna 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nucené větrání : NV1 - bez úpravy vlhčením NV2 - s úpravou vlhčením

Výroba z OZE : OZE I - pro budovu OZE E - i dodávku mimo budovu

b) dílčí dodané energie

	Budova	Potřeba energie	Vypočtená spotřeba energie	Pomocná energie	Dílčí dodaná energie	Měrná dílčí dodaná ener. na celkovou energeticky vztáznou plochu AE
		[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/(m ² ·rok)]
Vytápění	Referenční	165 066	378 448	1 261	379 709	168,0
	Hodnocená	121 393	178 519	841	179 360	79,4
Chlazení	Referenční	0	0	0	0	0,0
	Hodnocená	0	0	0	0	0,0
Větrání	Referenční			0	0	0,0
	Hodnocená			0	0	0,0
Úprava vzduchu	Referenční			0	0	0,0
	Hodnocená			0	0	0,0
Příprava TV	Referenční	99 911	119 055	112	119 167	52,7
	Hodnocená	99 911	101 119	61	101 180	44,8
Osvětlení	Referenční	46 488	46 488	0	46 488	20,6
	Hodnocená	27 790	27 790	0	27 790	12,3

c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobena energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie/ Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Elektřina ze sítě	124 424	3,2	3,0	398 157	373 272
Energie okolí	183 906	1,0	0,0	183 906	0
Celkem	308 330	x	x	582 063	373 272

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	545 363,3	Splněno (ano/ne)	ANO
(7)	Hodnocená budova		308 330,0		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² ·rok)]	241,3		
(9)	Hodnocená budova		136,4		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	670 110,8	Splněno (ano/ne)	ANO
(11)	Hodnocená budova		373 271,8		
(12)	Referenční budova	[kWh/(m ² ·rok)]	296,5		
(13)	Hodnocená budova		165,1		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	582 062,7
(15)	Obnovitelná primární energie	[kWh/rok]	208 790,9
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie	[%]	35,9

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
Splňuje požadavek podle §6 odst.1	ANO
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. a)	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. b)	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. c)	
Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Jiný účel zpracování průkazu	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Jakub Čedík
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Evidenční číslo ENEX

Evidenční číslo ENEX	
----------------------	--

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	05.01.2017
---------------------------	------------

Zdroj informací

Zdroj informací	http://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis
-----------------	---

