

Apartmány Český les s.r.o.

Univerzitní 1209/65, Skvrňany, 301 00 Plzeň

Resort Český les

p.č. 228/1, k.ú. Železná u Smolova

Ústřední vytápění

Technická zpráva

Vypracoval:	Ing. František Žežule		Vyhotovení:
Datum:	23.3.2022		
Arch. číslo:	D.1.3.1		
Část			Počet listů: 14

Obsah

1. Průvodní část	3
2. Výchozí podklady	3
3. Technický popis řešení	3
3.1. Potřeba tepla pro vytápění	3
3.2. Návrh topného zdroje	3
3.2.1. Základní charakteristika tepelného čerpadla	3
3.2.2. Základní technické parametry tepelného čerpadla	4
3.2.3. Zdroj nízkopotencionálního tepla	4
3.2.4. Připojení tepelného čerpadla k topnému systému	4
3.3. Systém vytápění	5
3.3.1. Potrubní rozvod	5
3.4. Vytápění topnými tělesy	6
3.4.1. Potrubní rozvod	6
3.4.2. Otopná tělesa	6
3.5. Podlahové vytápění	6
3.5.1. Složení podlahy	7
3.5.2. Montáž topných okruhů	8
3.5.3. Napouštění a odtakování systému	8
3.5.4. Topná zkouška	9
3.5.5. Vyregulování topného systému	9
3.6. Výpočtová část	9
3.7. Regulace	10
3.8. Elektrická instalace	11
3.9. Tepelné izolace	11
3.10. Nátěry	11
4. Zkoušky	11
4.1. Zkoušky těsnosti	11
4.2. Provozní zkoušky	12
5. Provoz, kontrola, údržba a bezpečnost	12
6. Vliv tepelného čerpadla na okolí	13
7. Související předpisy a normy	13

1. PRŮVODNÍ ČÁST

- 1.1. Název a sídlo stavebníka: Apartmány Český les s.r.o. Univerzitní 1209/65, Skvrňany, 301 00 Plzeň
- 1.2. Zpracovatel projektové dokumentace: Ing. František Žežule, K Letišti 908, 339 01 Klatovy, AI č. 0200384
- 1.3. Předmět stavby: Resort Český les p.č. 228/1, k.ú. Železná u Smolova [751171] - Ústřední vytápění
- 1.4. Umístění stavby: Katastrální území Železná u Smolova, stavební parcela č. 228/1 - vlastník Apartmány Český les s.r.o. Univerzitní 1209/65, Skvrňany, 301 00 Plzeň
- 1.5. Způsob provedení stavby - dodavatelsky
- 1.6. Předpokládaná doba výstavby - 3 týdny

2. VÝCHOZÍ PODKLADY

- 2.1. Staveniště se nachází na parcele ve vlastnictví stavebníka. Tato projektová dokumentace řeší vytápění stávajícího objektu v rámci jeho stavebních úprav.
- 2.2. Jako podklad pro zpracování projektové dokumentace byly použity ČSN EN 12831, ČSN EN 12828, ČSN EN ISO 13790 ČSN 060230, ČSN 060310, ČSN EN 1264-1, ČSN EN 1264-2, ČSN EN 1264-3, ČSN EN 12098-1, ČSN 060830, zákon 458/2000 Sb. zákon 406/2000 Sb. vyhl. 193/2007 Sb, projektové podklady výrobců jednotlivých zařízení, projektová dokumentace stavební části.

3. TECHNICKÝ POPIS ŘEŠENÍ

3.1. *Potřeba tepla pro vytápění*

Potřeba tepla pro vytápění na vytápěnou a temperovanou část objektu a na ohřev telé vody byla stanovena na 20 kW.

3.2. *Návrh topného zdroje*

Zdrojem tepla je zvoleno tepelné čerpadlo vzduch - voda o výkonu 8,7 – 29,2 kW s možností dotápění elektrickým topným tělesem. Jako topný zdroj je navrženo tepelné čerpadlo vzduch - s plynulou regulací výkonu, které se skládá z venkovní jednotky se jmenovitým výkonem 28 kW, napájeným ze sítě 3x 400V/50Hz a z vnitřní jednotky - hydromodulu o výkonu 29,2 kW. Toto tepelné čerpadlo je určeno pro odběr tepla z venkovního vzduchu. Čerpadlo je dodáváno s kvalitní ekvitermní regulací a dalšími důležitými komponenty. Pro navrhovanou instalaci bude tepelné čerpadlo pracovat v monoenergetickém topném provozu v kombinaci s dodatečným elektrickým dohřevem. Pro danou akci je čerpadlo navrženo tak, aby pracovalo v bivalentním provozu. Bod bivalence je -7 °C, výkon tepelného čerpadla v bodu bivalence je 15,6 kW. Při venkovní výpočtové teplotě -17 °C pak připadá na elektrický dohřev výkon 18,0 kW.

3.2.1. **Základní charakteristika tepelného čerpadla**

Navržené tepelné čerpadlo je určeno pro vytápění rodinných domů, menších komerčních objektů a bytových domů s nižší tepelnou ztrátou. Při zapojení do kaskády i větších objektů. Jako jsou bytové domy, ubytovny a hotely. Jedná se o reverzibilní zařízení s možností topení i chlazení. Tepelná čerpadla jsou zařízení s vyspělou technologií řízení a vysokou účinností, u kterých je standardem ekologicky nezávadné chladivo R-410A, dvojité rotační kompresor ovládaný invertorem, elektronicky ovládaný

expanzní ventil, ventilátory s nízkou hlučností apod. Navržené tepelné čerpadlo s frekvenčním měničem je splitové zařízení. Propojovací vedení je z čisté mědi.

3.2.2. Základní technické parametry tepelného čerpadla

Max. topný výkon při 7°C / 35°C (EN 255)	29,2 kW
Min. Topný výkon	8,7 kW
Jmenovitý. příkon venkovní jednotky	7,40 kW
Max. provozní příkon	9,30 kW
Max. proud	17,0 A
Sezónní topný faktor SCOP	3,92
Hmotnost venkovní jednotky	134 kg
Hmotnost vnitřní jednotky	31 kg
Rozměry venkovní jednotky (v/š/h)	1540/900/320
Rozměry vnitřní jednotky (v/š/h)	600/600/200
Chladivo	R-410A
Připojení venkovní jednotky	flérové 1/2"-3/4"
Připojení vnitřní jednotky	flérové 1/2"-3/4"
Náplň	2,9 kg
Kompresor	dvojité rotační
Expanzní ventil	elektronicky řízený
Počet expanzních ventilů	2
Minimální úroveň výkonu kompresoru	40%
Připojení vnitřní jednotky	DN 1"
Max. přípustný tlak	300 kPa
Minimální trvalý průtok výměníkem	0,55 l/s
Max. průtok vzduchu	9 360 m ³ /hod
Teplota topné vody	2 až 60 °C
Venkovní teplota	-20 až +30 °C
Jmenovitý průtok na okruhu vytápění	2,20m ³ /hod
Jistič	B 20/3 A
Elektrické připojení	3x 400 V, 50 Hz

3.2.3. Zdroj nízkopotencionálního tepla

Jako zdroj nízkopotencionálního tepla byl zvolen venkovní vzduch. Tepelné čerpadlo je navrženo v provedení split. Venkovní jednotka bude umístěna na ocelové konstrukci. Vzdálenost venkovní jednotky od nejbližší stěny musí být větší než 20 cm. Vždy je nutné počítat s odvodem kondenzátu, který vzniká při odtávání. Kondenzát bude odváděn potrubím do objektu a sveden do kanalizace.

3.2.4. Připojení tepelného čerpadla k topnému systému

Do topného systému se připojuje vnitřní jednotka šroubením o velikosti 5/4" . Její rozměry jsou v 600 mm x š 600 mm x h 200 mm. Připevňuje se na zeď pomocí dvou šroubů a lišty. Na vstupu i výstupu topné vody se instalují kulové uzávěry a zpětná klapka. Na vstup je bezpodmínečně nutné zařadit odlučovač nečistot a kalů s magnetickou vložkou. Tyto komponenty nejsou součástí vnitřní jednotky. Topný systém musí obsahovat expanzní nádobu, tlakoměr a pojistný ventil. Nejvhodnější umístění vnitřní jednotky je v technické místnosti.

3.3. Systém vytápění

Systém je dvojtrubkový s nuceným oběhem vody čerpadlem. Místnost strojovny v 1. PP je vytápěna tepelnými zisky instalovaných zařízení. Ostatní místnosti v 1. NP a ve 2. NP jsou vytápěny topnými podlahami, místnosti ve 3. NP jsou vytápěny deskovými topnými tělesy. Koupelny a sprchy jsou dovybaveny navíc elektrickými trubkovými topnými tělesy. Projektovaný teplotní spád u podlahového topení při venkovní výpočtové teplotě - 17 °C je 40 / 35°C, u topných těles 50 / 40 °C. Regulace tepelného čerpadla je vybavena automatikou, která v závislosti na venkovní teplotě nastavuje výstupní teplotu topné vody. Tato automatika rovněž zabezpečuje ohřev TV v akumulčním zásobníku na topnou vodu.

Upozornění:

Při seřizování regulace je nutno zabezpečit, aby do systému podlahového vytápění nemohla vniknout voda o teplotě vyšší, než 60 °C.

Vytápěcí smyčky podlahových topení budou dále ovládány ventily s termopohony, umístěnými přímo na rozdělovačích, ovládaných termostaty, které budou umístěny v jednotlivých vytápěných místnostech. Seřízení automatiky a regulačních armatur bude provedeno servisní firmou v rámci topné zkoušky. Tato zkouška, může probíhat i mimo topné období. V tomto případě však lze pouze zkontrolovat pouze rovnoměrnost ohřevu jednotlivých topných těles, funkci kotle a kotlové automatiky a těsnost topné soustavy. Seřízení soustavy, přednastavení průtokoměrů na smyčkách podlahového vytápění bude provedeno podle hydraulických výpočtů, jejichž výsledky jsou zahrnuty o výkresové části dokumentace. V provozních podmínkách systému (v zimě) se pak toto přednastavení ověří, případně doreguluje. Do systému vytápění je zařazena akumulční nádrž, která slouží jako vyrovnávač dynamických tlaků vnitřních jednotek tepelných čerpadel, jako zásobník tepelné energie pro odtávání výparníků vnějších jednotek a pro předeřev teplé vody, která pak bude následně dohřívána na požadovanou teplotu v akumulčních zásobníkových ohřívacích. V případě ohřevu teplé vody v akumulčním zásobníku se tepelné čerpadlo odpojí ze systému vytápění a připojí se k topné spirále zásobníkového ohříváče. Důvodem tohoto řešení je snaha o maximální prodloužení doby chodu tepelného čerpadla v režimu nižší teploty topné vody, kdy má vyšší účinnost. Pro sanitaci rozvodů teplé vody, během které je nutno ohřát vodu na min. 65°C je v zásobníkovém ohříváči umístěno elektrické topné těleso. Během sanitace rozvodů je nutno termostatický směšovací ventil na výstupu teplé vody ze zásobníkového ohříváče nutno nastavit na 65 °C.

3.3.1. Potrubní rozvod

Potrubní rozvody mezi tepelnými čerpadly, akumulací nádrží, rozdělovačem vytápění a stoupací vedení jsou navrženy z tenkostěnných ocelových trubek $\phi 54 \times 1,5$, $\phi 42 \times 1,5$, $\phi 35 \times 1,5$, $\phi 28 \times 1,5$ a tvarovek, spojovaných lisováním. Potrubní rozvody jsou technické místnosti vedeny po stěnách nebo pod stropem. Na nejvyšším místě topného okruhu jsou umístěny odvzdušňovací ventily - zpravidla jsou těmito nejvyššími místy jednotlivé rozdělovače. Na nejnižších místech potrubních rozvodů budou umístěny vypouštěcí kohouty. Ke kompenzaci tepelné dilatace bude využito lomů tras a vhodného uložení. Vzdálenost uložení volit s ohledem na rozměr potrubí v rozmezí cca 1,5 - 2,5 m.

Přívodní potrubí k rozdělovačům podlahového vytápění a k deskovým topným tělesům, vedené v podlahách o stěnách je navrženo z polyetylenových trubek AL-PEX $\phi 40 \times 3,5$ mm, $\phi 32 \times 3,0$ mm, $\phi 16 \times 2,0$ mm, opatřených izolací. Rozdělovače podlahového vytápění jsou umístěny na chodbách v jednotlivých podlažích. Přívodní potrubí k rozdělovačům podlahového vytápění je vedeno jako ležatý rozvod v podlahách. Na každém rozdělovači podlahového vytápění jsou na přívodním i vratném potrubí umístěny uzavírací kohouty s teploměry, odvzdušňovací ventily a vypouštěcí kohouty.

3.4. Vytápění topnými tělesy

3.4.1. Potrubní rozvod

Topná tělesa ve 3. NP budou připojena z rozdělovače topných těles potrubím AL-PEX $\phi 16 \times 2,0$ mm. Rozvod topné vody z rozdělovače je koncipován tak, že každá místnost je připojena na jeden samostatný výstup z rozdělovače, osazený uzavíracím ventilem s termopohonem. Každá místnost bude vybavena prostorovým čidlem teploty a v závislosti na nastavené teplotě budou ovládány prostřednictvím regulátoru ventily jednotlivých místností. Vlastní topná tělesa pak budou osazena pouze uzavíracími a regulačními šroubeními. Na nejvyšších místech topných okruhů v jsou umístěny odvzdušňovací ventily, topná tělesa jsou vybavena odvzdušňovací ventily, na nejnižších místech potrubního rozvodu jsou umístěny vypouštěcí kohouty.

3.4.2. Otopná tělesa

V místnostech budou instalována ocelová desková topná tělesa převážně výšky 500 mm. Otopná tělesa budou v provedení s hadkou čelní plochou, s integrovaným ventilem a se spodním připojením. Připojení topných těles na rozvod topné vody bude proveden prostřednictvím regulačních a uzavíratelných šroubení. Tělesa budou vybavena odvzdušňovacími ventily, jenž tvoří standardní vybavení topných těles. Tělesa budou zavěšena na konzolách, kotvených do stěn. Koupelny a sprchy jsou dovybaveny navíc elektrickými trubkovými topnými tělesy.

3.5. Podlahové vytápění

Místnosti budou vytápěny podlahami. Pro podlahové vytápění byl navržen systém, jehož základ tvoří 5-vrstvá topná trubka průměr $16 \times 2,0$ mm, zabezpečená vůči difúzi kyslíku, chráněná houževnatým ochranným pláštěm.

Systém podlahového vytápění je tvořen rozdělovačem topných okruhů, umístěným ve skříňce rozdělovače, vlastních topných okruhů z plastových trubek, včetně upevňovacích a kotevních prvků,

podlahy předepsaného složení a regulačních prvků. Na vstupu topné vody do rozdělovače je umístěn uzavírací kulový kohout. Pro jednotlivé topné okruhy jsou na rozdělovači uzavírací ventily ovládané termopohony. Otevírání a uzavírání ventilů s termopohony bude zajišťováno termostaty, umístěnými v jednotlivých místnostech. Důvodem pro osazení termopohonů je jednotlivých ventilech je skutečnost, že výkony topných podlah jsou mírně předimenzované. Dále je na rozdělovači umístěn odvzdušňovací a vypouštěcí ventil. Na sběrači jsou umístěny pro jednotlivé topné okruhy průtokoměrné regulační ventily s možností přesného nastavení průtoku pro každý okruh zvlášť. Sběrač je rovněž vybaven odvzdušňovacím a vypouštěcím ventilem. Na výstupu vratné vody ze sběrače je umístěn uzavírací kulový kohout.

Při instalaci topné podlahy je nutno počítat ve stavební části s její výškou cca 100 mm bez podlahové krytiny. V 1. PP bude výška topné podlahy vzhledem k zesílené izolaci vůči terénu cca 160 mm. Při realizaci podlahového vytápění je nezbytně nutná koordinace prací topenářské a stavební firmy, a to jak z hlediska postupu prací, tak i dodržení technologické kázně. Je nutné si uvědomit, že zjevné i skryté poškození topných trubek znamená zpravidla vybourání podlahy v celé místnosti a poškozené místo se v hotové podlaze těžko identifikuje.

3.5.1. Složení podlahy

Je bezpodmínečně nutné brát do úvahy zásady a dodržovat příslušné normové předpisy a pravidla.

POZOR ! Velmi důležitá je i kooperace prací topenářské, betonářské firmy a firmy pokládající podlahovou krytinu.

Plovoucí podlaha se úspěšně používá ve stavebnictví již řadu let. "Plovoucí " znamená, že podlaha není pevně spojena s podkladem, obvodovými stěnami ani dalšími stavebními prvky prostoru. Použitím tepelné izolace okrajových dilatačních pásů umožníme dilataci podlahy a zabráníme rušivým vlivům šířícího se zvuku.

Nejlépe se osvědčily v souvislosti s podlahovým vytápěním cementové potěry podle ČSN 744505. Podle všeobecně platné normy je potřebná tloušťka vytápěcího betonu minimálně 72 mm. Zkušební provoz je možné zahájit až po 28 dnech tvrdnutí betonové desky. Při nebezpečí narušení tvrdnutí náhlou změnou povětrnostních podmínek (mrazem) je možné začít s provozem podlahového vytápění od 10. do 28. dne s maximální vstupní teplotou vody 20 °C.

POZOR! Je nutné zabránit nadměrnému vysušování betonové desky např. kropením nebo přikrytím polyetylenovou folií. Při rychlém nebo nerovnoměrném vysychání plovoucí betonové desky dojde vlivem vnitřního prnutí k její deformaci.

Instalační firma zabývající se montáží podlahového vytápění musí dodržovat všechny platné normy týkající se platných teplo - technických zásad, izolačních předpisů, přípustných rozměrů a mezních tolerancí ve stavebnictví, zásad pro zpracování betonových a maltových potěrů.

Obvodové dilatační pásy umožňují správnou funkci tepelné rozpínavosti desky, chrání před únikem tepelného toku do obvodových stěn a zamezují přenášení zvuku.

Krycí polyetylenová folie zabraňuje pronikání vody do izolační vrstvy a plní taktéž separační funkci. Klade se v kuse, anebo s přesahem 30 cm, přičemž je při stěnách a dilatacích vytáhnuta do výšky 10 cm (vytvoření vany).

V případě vlhkých prostor (bazény, koupelny, prádelny, kuchyně) se doporučuje rozložit krycí polyetylenovou folii proti průniku par i pod izolační vrstvu.

Při podlahách na rostlém terénu, nezávisle na podlahovém vytápění, je důležitá i postranní hydroizolace. Toto se vztahuje i na vlhké prostory.

Spotřeba materiálu jednotlivých montážních modulů na 1 m vytápěcí plochy

Rozteč trubek	[mm]	300	250	200	150	100
Max. velikost okruhů	[m2]	34	27	22	18	12
Délka topných trubek	[m/m2]	3,6	4,4	5,5	6,6	10
Upínací lišty	[m/m2]	1	1	1	1	1
Spony	[ks/m2]	3	3	3	3	3
Systémové desky	[m2/m2]	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Obvod. dilatační pásy	[m/m2]	1	1	1	1	1
Fólie	[m2/m2]	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Tepelná izolace	[m2/m2]	1	1	1	1	1
Plastifikátor	[kg/m2]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

3.5.2. Montáž topných okruhů

Vytápěcí okruhy jsou tvořeny topnými trubkami, ukládanými do lišt. Při pokládání topných trubek se používá smyčkového nebo meandrového způsobu pokládky - viz výkresová část. Minimální poloměr ohybu trubky je 125 mm. Upínací lišty mají zářezy pro trubky po 50 mm. Upínací lišty se připevňují k podkladu pomocí fixačních spon po vzdálenostech asi 1 m. Maximální velikost jednotlivých topných okruhů je dána buď maximální délkou trubky, nebo maximální velikostí plochy jednoho segmentu. Při každém přechodu podlahové trubky přes dilatační spáru nebo stěnu, pod dveřmi jako i při napojení trubky na těleso rozdělovače a sběrače, je nutné opatřit trubku v místě přechodu chráničkou. Hadice musí být 0,5 m dlouhá přičemž polovina délky označuje místo přechodu.

Plocha jednotlivých segmentů může být 40 m², přičemž její maximální délka nesmí přesáhnout 8 m. Poměr stran je nutné dodržet v poměru 1 : 2. Při větších plochách a všude tam, kde je zvýšené namáhání betonového lůžka, je nutné navrhnout dilatační spáry. Směr dilatační spáry se vyznačuje od obvodové stěny. Při kladení vytápěcích trubek je nutno dbát, aby trubky nebyly vedeny příčně, ale rovnoběžně s dilatační spárou. Vyplnění dilatační spáry se provede trvale pružným materiálem.

Stavební dilatace se nesmí křížovat s podlahovými vytápěcími trubkami.

Do betonu, kterým se provádí zalití topných trubek se přidává plastifikátor. Přípravek se používá jako plastifikační přísada do betonových a maltových směsí normálně zrajících s vedlejšími retardačními a protivzdušnými účinky. Je možné použít pro zlepšení zpracovatelnosti při zachování předepsané pevnosti anebo je možné při zachování zpracovatelnosti snížit vodní součinitel a tím docílit zvýšení pevnosti betonu, případně při zachování pevnosti ušetřit 5-10 % cementu. Použití jiného druhu plastifikační přísady je nutné zkontrolovat s výrobcem. Pro 1 m³ betonové směsy je potřeba 3,4 kg plastifikátoru.

3.5.3. Napouštění a odtlakování systému

Po odborné montáži se jednotlivé vytápěcí okruhy napustí, dostatečně odvzdušní a odtlakují.

Postup: Uzavřít přívod k rozdělovači i zpátečku od rozdělovače Uzavřít všechny ventily na rozdělovači. Zabezpečit přívod vody do vypouštěcího ventilu tělesa sběrače. Otevřít přívodní a vratný ventil jednoho okruhu a počkat u vypouštěcího ventilu tělesa rozdělovače, dokud se neobjeví dopravované množství vody. Uzavřít přívodní a vratný ventil. Stejným způsobem napustit další vytápěcí okruhy. Až se naplní všechny okruhy vytápěcí soustavy, otevřít všechny ventily.

Po napuštění je zařízení ve smyslu platných předpisů odtlakované vodním tlakem 10 barů během 12 - 24 hodin. Tento tlak se musí udržovat i po dobu betonáže vytápěcích trubek.

Zavírací ventily v kotelně i strojovně musí být zavřené aby nemohlo dojít následkem vysokého tlaku k poškození oběhového čerpadla a regulačních komponentů.

Stejně jako ostatní vytápěcí soustavy i podlahové vytápění nesmí zmrznout. Je možné použít nemrznoucí směs v příslušném poměru s vytápěcí vodou, nebo provozovat zařízení se vstupní teplotou vody max. 20 °C.

3.5.4. Topná zkouška

Předtím než se uvede do provozu zdroj tepla, musí se otevřít regulační a uzavírací ventily na rozdělovači. Současně se vyzkouší činnost havarijního termostatu nastaveného na 60 °C.

Po těchto úkonech se vše může uvést do činnosti a zapnout oběhové čerpadlo. (Předpokladem je dostatečná pevnost vytápěcího betonu - viz. popis v odstavci Složení podlahy)

Průběh teplotní dynamiky určují technologické předpisy. Nárůst teploty při prvním zátopu musí být pozvolný, teplota vstupní vody se plynule zvyšuje od 20 °C o 5 °C za den až na 50 °C. Tato teplota se udržuje alespoň 2 dny, pak následuje postupné snižování teploty o 10 °C za den.

3.5.5. Vyregulování topného systému

Tepelná potřeba a délka vytápěcí trubky určuje tlakovou ztrátu jednotlivých vytápěcích okruhů. Protože je nemožné nastavit tlakovou ztrátu a hydraulický odpor pomocí uzavíracích ventilů bez kuželové charakteristiky, hydraulická rovnováha se docílí nastavením regulačních průtokoměrných ventilů na tělese sběrače.

POZOR!! Přívodní ventil musí být v tomto případě maximálně otevřen!

Každému vytápěcímu okruhu je přiřazen určitý průtok. Jako podklad slouží výpočtová hodnota průtokového množství. Nastavení průtokoměru odpovídá této hodnotě v l/min.

Protože nastavení průtoku dalšího okruhu ovlivňuje tlakové poměry v již nastaveném okruhu, je nutné je mírně doreglovat. Po ukončení regulace průtoku se fixuje polohu zajišťovací krytkou.

3.6. Výpočtová část

Návrh tech. řešení a výpočet zabezpečovacího zařízení zdroje tepla.

Zabezpečovací zařízení systému vytápění

Je navrženo zabezpečovací zařízení s tlakovou expanzní nádobou a pojistnými ventily. Celkový objem náplně topného systému po připojení topné soustavy objektu je 800 litrů. Max. teplota topné vody je

80°C. Zabezpečovací prvky topného systému jsou tlaková expanzní nádoba a pojistný ventil. Plnicí přetlak v expanzních nádobách bude upraven na 150 kPa. Max. přetlak v systému je 300 kPa. Na tento přetlak jsou nastaveny pojistné ventily tepelného čerpadla a akumulární nádrže.

Velikost expanzní nádrže dle ČSN EN 12828

Velikost expanzního objemu se určí ze vztahu $V_{ex} = V \cdot \Delta v$ kde:

V_{ex} - expanzní objem (litr)

V - objem vody v otopné soustavě (litr) $V = 1000$ litrů

Δv - poměrné zvětšení objemu vody při ohřátí na t_m (při $t_m = 80^\circ\text{C}$ je $\Delta v = 0,029$)

Expanzní objem $V_{ex} = V \cdot 0,029$ $V_{ex} = 1000 \cdot 0,029 = 29,0$ $V_{ex} = 29,0$ litrů

Minimální objem expanzní nádrže se určí ze vztahu $V_{N.min} = (V_{ex} + V_{wr}) \cdot A / (A - p)$ kde:

V_{wr} - objem rezervy vody. Pro $V_{N.min} < 15$ litrů $V_{wr} = 20\% V_{N.min}$, pro $V_{N.min} > 15$ litrů $V_{wr} = 0,5\%$

V , min. 3 litry

A - otevírací absolutní tlak pojistného ventilu (100 + 300 kPa) p - plnicí tlak expanzní nádoby (150 + 100 kPa)

$V_{N.min} = \max [(V_{ex} + 0,005 \cdot V) \cdot A / (A - p) ; (V_{ex} + 3) \cdot A / (A - p)]$

$V_{N.min} = \max [(29,0 + 0,005 \cdot 1000) \cdot 400 / (400 - 250) ; (29,0 + 3) \cdot 400 / (400 - 250)] = 90,7$ litrů

Navržená expanzní nádrž o objemu 140 litrů a max. přetlaku 600 kPa vyhovuje.

Minimální dimenze expanzního potrubí pro výkon 29,5 kW

$de > 15 + 1,0 \cdot Q_p^{1/2}$ $de > 15 + 1,0 \cdot 29,5^{1/2}$ pro $Q = 20$ kW, $de > 20,43$ mm

Je navrženo expanzní potrubí s dimenzí DN 25, které odpovídá přípojovacímu rozměru expanzní nádrže.

Návrh světlosti pojistného ventilu tepelných čerpadel

Výpočet pojistného ventilu je proveden ve smyslu ČSN EN 12828 pro následující vstupní údaje:

- výkon topného zdroje	29,5 kW
- provozní teplota vody	50 °C
- výparné teplo páry r	2135 kJ/kg
- měrný objem páry v''	0,46 m ³ /kg
- otevírací přetlak p	400 kPa abs.
- průtokový součinitel poj. ventilů PN 16 aw	0,62

Výkon pojistného ventilu:

$G_p = Q / r$ $G_p = 29,5 / 2135 = 0,0138$ kg/s = 49,7 kg/hod

Součinitel pracovní látky

$x = 1,39 \cdot (v'' \cdot p)^{1/2} = 1,39 \cdot (0,46 \cdot 4,0)^{1/2} = 1,885$

Světlý průřez v sedle ventilu

$F = (x / aw) \cdot (G_p / p) = (1,885 / 0,62) \cdot (49,7 / 4,0) = 37,8$ mm²

$d = (4 \cdot F / p)^{0,5}$ $d = (4 \cdot 37,8 / p)^{0,5}$ $d = 6,93$ mm

Minimální světlý průměr sedla pojistného ventilu je 6,93 mm.

Je navržen membránový pojistný ventil DN 15, $aw = 0,62$ otevírací přetlak 300 kPa.

3.7. Regulace

Nastavení jednotlivých pracovních hodnot tepelného čerpadla je záležitostí servisní technika regulace. Regulace tepelného čerpadla je navržena tak, aby v závislosti na venkovní teplotě byla automaticky nastavována teplota topné vody pro okruh vytápění a ovládáno čerpadlo cirkulace teplé vody. Na rozdělovači ve stojovně pak reguluje prostřednictvím směšovacích ventilů teplotu topné vody samostatně pro každý okruh vytápění a ovládá chod příslušného cirkulačního čerpadla. V případě, že teplota topné vody do okruhů podlahového topení překročí 60 °C, vypíná se příslušné cirkulační čerpadlo a signalizuje se porucha. V případě poklesu tlaku topné vody v soustavě pod hodnotu 150 kPa se otevírá solenoidový ventil na doplňování vody do systému. Doba doplňování je časově omezena. V případě, že tato doba je překročena aniž by došlo ke zvýšení tlaku topné vody, uzavírá se přívod doplňovací vody, vypíná se tepelné čerpadlo a případně i elektrické topné spirály a signalizuje se porucha. V případě, že dojde k zaplavení strojovny, nebo ke zvýšení vnitřní teploty nad 40 °C, rovněž se vypíná tepelné čerpadlo a případně i elektrické topné spirály a signalizuje se porucha.

Na jednotlivých smyčkách podlahového vytápěcího systému budou na ventilech rozdělovačů umístěny hlavice s elektrickými termopohony, ovládanými termostaty v jednotlivých místnostech. Důvodem této další regulace je omezení vytápění místností v případě zisku tepla z dalších zdrojů (oslunění, vaření apod.) a dále v případě, kdy výkon topné podlahy je vyšší než potřebný pro pokrytí tepelných ztrát.

3.8. Elektrická instalace

Elektrická instalace musí odpovídat charakteristice prostředí místnosti dle ČSN 332000-5-51 - prostředí základní. Pro napájení technologických zařízení bude použita elektroinstalační sada řídicí automatiky. Tepelné čerpadlo vč. regulace bude napájen soustavou 3/N/PE ~ 400 V/50 Hz, jištění jističem 4x 25 A. Ochrana před nebezpečným dotykem je provedena odpojením vadné části od zdroje. Zapojení jednotlivých čidel je patrné z průvodní dokumentace jednotlivých zařízení. Tato část projektu neřeší elektrické zapojení jednotlivých spotřebičů.

3.9. Tepelné izolace

Potrubní rozvody vedené ve zdech a rozvody v podlahách kromě vytápěcích smyček budou opatřeny izolačními trubicemi s parotěsnou zábranou o tloušťce stěny 12,5 - 19 mm. Izolací budou rovněž opatřeny trubky procházející zdmi a stropy.

3.10. Nátěry

Rozvodné potrubí je provedeno z ocelových trubek. Potrubí je z větší části vedeno v plastových úchytech. Ocelové potrubí, pokud nebude povrchově upraveno pozinkováním, bude opatřeno syntetickým nebo polyuretanovým nátěrem, a to 1x základním a 2x vrchním. Plastové potrubí není nutno opatřovat ochrannými nátěry.

4. ZKOUŠKY

4.1. Zkoušky těsnosti

Otopná soustava bude odzkoušena pracovním přetlakem, vodou teplou 50 °C. Zařízení se prohlédne, nesmí se projevovat žádné netěsnosti. Určený přetlak se udržuje v zařízení 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Zkouška se provádí za účasti odběratele, výsledek se zapíše do stavebního deníku a provede se potvrzení zkoušky ve stavebním deníku.

Topná zkouška rozvodů podlahového vytápění bude provedena podle předpisu pro montáž a zkoušení potrubí podlahového vytápění. a musí předcházet topnou zkoušku celého systému.

4.2. Provozní zkoušky

a) dilatační zkouška - provede se před zaizolováním potrubí vedeného mimo podlahu. Při této zkoušce se teplotná látka ohřeje na nejvyšší teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se postup opakuje ještě jednou. Při podrobné prohlídce se zjišťují netěsnosti zařízení, popřípadě jiné závady. Zjistí-li se nějaké závady, po odstranění se musí zkouška opakovat. Zkoušky se provádějí za účasti odběratele a jejich výsledek se zapíše do stavebního deníku. Po dohodě dodavatele a odběratele je možné od této zkoušky upustit při splnění podmínek uvedených v ČSN 060310.

b) topná zkouška - provádí se za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se především funkce armatur, dosažení parametrů předepsaných v projektu, správná funkce regulace, měření apod. V průběhu této zkoušky je prověřována funkce automatiky při simulování všech možných stavů včetně havarijních. Topná zkouška trvá min. 24 hodin bez delších provozních přestávek a v jejím průběhu se dodržují normální provozní podmínky zkoušeného zařízení. Zjistí-li se závady, je nutno celou topnou zkoušku opakovat. Součástí topné zkoušky doregulování otopné soustavy, projeví-li se tato potřeba. Během topné zkoušky se zaškolí obsluha zařízení a provede se záznam o tomto zaškolení. Topná zkouška se provádí za účasti zástupce odběratele, uživatele a dodavatele. Po ukončení topné zkoušky se její výsledek zhodnotí, zapíše se do stavebního deníku a do protokolu.

5. PROVOZ, KONTROLA, ÚDRŽBA A BEZPEČNOST

Všechny práce je nutno provádět v souladu s platnými technologickými předpisy a ustanoveními ČSN. Provádění prací mohou provádět pouze pracovníci, kteří jsou pro dané práce vyučeni nebo zaškoleni. Pracovníci musí být vybaveni předepsanými ochrannými pracovními prostředky. Při stavbě je nutno dodržovat bezpečnostní předpisy a to zejména ustanovení zákona č. 88/2016 Sb. - zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), nařízení vlády 591/2006 Sb. a nařízení vlády č. 362/2005 Sb. - Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Zkoušky rozvodů topné vody jsou popsány v předchozích kapitolách. Ocelové potrubí rozvodů topné vody, zahrnující i stávající potrubí, bude zkoušeno podle ČSN EN 13480-5 vodou zkušebním přetlakem 0,43 MPa. Musí být provedena výchozí revize elektro. Vlastník (resp. provozovatel) a uživatel zařízení je povinen jej udržovat ve stavu, který odpovídá příslušným technickým normám a právním předpisům

na úseku bezpečnosti práce.

Oprávněná organizace, která provedla montáž nebo rekonstrukci zařízení, je povinna prokazatelně seznámit vlastníka (resp. provozovatele) a uživatele se základními pokyny pro obsluhu, provoz a kontrolu.

Pokyny musí obsahovat zejména: způsob udržování zařízení v řádném a bezpečném stavu - jedná se např. o obnovování potřebných protikorozních nátěrů, udržování přístupnosti k ovládacím a uzavíracím armaturám, ochranu rozvodů před působením agresivních látek, před tepelným a mechanickým poškozením, kontrolu stavu skříněk a orientačních tabulek a nápisů; způsob a lhůty kontroly těsnosti rozvodů.

6. VLIV TEPELNÉHO ČERPADLA NA OKOLÍ

Vliv hluku z tepelného čerpadla na okolní zástavbu je zanedbatelný z důvodu velkých vzdáleností od okolní zástavby. Nejbližší obytný dům ze strany stavby, kde bude čerpadlo umístěné, je cca 70 m a navíc je zastíněn vegetací. Hladina akustického tlaku, L_p (regulace 50 %) [dB(A)], Q_2 , ve 4 m se dle podkladů výrobce pohybuje okolo 39,48 dB(A).

7. SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY A NORMY

Zákony:

- č.22/1997Sb. Technické požadavky na výrobky
- č.91/2016Sb. kterým se mění zákon č.22/1997Sb.,o technických požadavcích na výrobky
- č.124/2000Sb. Státní odborný dozor nad bezpečností práce
- č.102/2001/Sb. O obecné bezpečnosti výrobků
- č.201/2012Sb. Zákon o ochraně ovzduší
- č. 369/2016 Sb. Zákon kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů
- 22/1997 Sb. Zákon o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů
- 88/2016 Sb. - Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)

Nařízení vlády:

- 118/2016 Sb. Nařízení vlády o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh
- 173/1997 Sb. Vybrané výrobky k posuzování shody
- 163/2002 Sb. Technické požadavky na vybrané stavební výrobky
- 78/1999 Sb. Vybrané výrobky k posouzení shody
- 101/2005 Sb. Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí
- 219/2016 Sb. Nařízení vlády o posuzování shody tlakových zařízení při jejich dodávání na trh
- 362/2005 Sb. Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci

na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

- 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Normy a předpisy pro instalaci a provoz:

- ČSN EN 13480-4 Kovová průmyslová potrubí - výroba a montáž
- ČSN EN 13480-5 Kovová průmyslová potrubí - kontrola a zkoušení
- ČSN 332000 Elektrotechnické předpisy
- ČSN 060310 Tepelné soustavy v budovách – projektování a montáž
- ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení
- ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách – navrhování teplovodních otopných soustav