

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

**Zakázka:** Snížení energet. náročnosti budovy odborného výcviku  
D 1.4 - ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ

**Místo:** Radouňka č.p.166, Jindřichův Hradec

**Investor:** Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, J. Hradec 478/III.

**Zakázka č.:** 48/18

V projektu je řešeno ústřední vytápění objektu podle požadavků investora.

Podkladem pro řešení byla výkresová dokumentace.

**Zpracovatel projektové dokumentace:**

Jan PLUCAR

Autorizovaný technik v oboru technika prostředí staveb, specializace vytápění a vzduchotechnika, zdravotní technika. Číslo autorizace 0101995.

Oprávněný vypracovávat energetické průkazy náročnosti budov, provádět kontroly kotlů a provádět kontroly klimatizace. Číslo oprávnění MPO: 1291.

Firma: Jan Plucar

Karlovy Vary, 377 01 Jindřichův Hradec

Tel: +420 728 405 333

IČO: 06346707

**Informace o budově:**

Obec : Jindřichův Hradec 545881

Číslo LV: 323

Katastrální území: Radouňka 738689

Na parcele: 217

**Vlastník:**

Jihočeský kraj, U Zimního stadionu 1952/2, České Budějovice 7, 37001 České Budějovice

**Hospodaření se svěřeným majetkem:**

Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Jáchymova 478, Jindřichův Hradec III, 37701 Jindřichův Hradec

**Otopný příkon:**

Tepelná ztráta objektu byla zjištěna pomocí výpočtového programu. Tepelná ztráta každé místnosti je dána tepelnou ztrátou přestupem všemi konstrukcemi obklopujícími místnost a tepelnou ztrátou větráním.

Při výpočtu pomocí počítače byly respektovány výpočtové teploty včetně intenzit výměny vzduchu jednotlivých místností a oblastní venkovní výpočtové hodnoty ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu a ČSN 730540 – Tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov, která stanovuje tepelné technické požadavky při výstavbě.

**Názvosloví, požadavky a kritéria:**

- Dům je umístěn v oblasti s  $t_{ev} = -15^{\circ}\text{C}$
- V normální nechráněné krajině
- Provoz budovy bude přerušovaný

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

TV v.4.4.2 © PROTECH spol. s r.o.

Stavba: BUDOVA ODBORNÉHO VÝCVIKU

Místo: RADOUŇKA č.p.166

Zadavatel:

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

 $t_e = -15\text{ °C}$      $t_{ib} = 19,9\text{ °C}$      $n_{50} = 2,5$  systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	účel	úsek	$t_i$ °C	$V_{mi}$ m <sup>3</sup>	$A_{pi}$ m <sup>2</sup>	$\Phi_{Vm}$ W	$\Phi_{Tm}$ W	$\Phi_{HLm}$ W	$Q_{cm}$ W	$q_{cm}$ W.m <sup>-2</sup>
<b>ÚSEK 0</b>											
1	101	VSTUP	N	7	9,9	3,3	117	-89	27	27	8,1
1	110	WC-CHLAPCI	N	16	12,3	4,1	40	-1	39	39	9,5
1	114	CHODBA CHLAPCI	N	18	8,5	2,9	30	0	30	30	10,5
1	124	KOTELNA MAR	N	13	99,2	33,3	293	-236	58	58	1,7
1	125	KOTELNA	N	10	93,6	31,4	414	-337	77	77	2,5
1	126	CHODBA	N	16	7,2	2,4	23	-1	23	23	9,5
1	127	WC	N	16	6,0	2,0	19	21	40	40	20,1
1	128	SKLAD	N	15	19,3	6,5	61	-32	29	29	4,5
2	214	CHODBA	N	18	12,0	3,6	42	28	70	70	19,1
<b>Σ úsek N</b>					267,9	89,5	1 039	-646	393	393	
<b>ÚSEK 1</b>											
1	102	CHODBA	1	15	157,8	52,9	805	-347	1 041	1 041	19,7
1	103	CHODBA DÍVKY	1	15	9,1	3,0	28	-16	46	46	15,0
1	104	WC-DÍVKY	1	18	19,0	6,4	107	15	192	192	30,0
1	107	ŠATNA DÍVKY	1	22	48,8	16,4	307	730	1 217	1 217	74,3
1	108	UMÝVÁRNA DÍVKY	1	24	18,1	6,1	120	680	867	867	142,4
1	109	ÚKLIDOVÁ KOMORA	1	15	12,2	4,1	62	91	198	198	48,3
1	111	WC-CHLAPCI	1	18	21,6	7,3	121	300	501	501	69,1
1	115	ŠATNA CHLAPCI	1	22	41,3	13,9	260	433	846	846	61,0
1	116	UMÝVÁRNA CHLAPCI	1	22	27,2	9,1	171	438	710	710	77,7
1	117	KABINET	1	22	36,4	12,2	229	364	727	727	59,6
1	118	UČEBNA DÍLNA	1	22	162,9	54,7	410	1 603	2 614	2 614	47,8
1	119	UČEBNA DÍLNA	1	22	169,2	56,8	426	2 040	3 090	3 090	54,4
1	120	SKLAD	1	22	26,4	8,8	166	311	574	574	64,9
1	121	KABINET	1	22	22,4	7,5	141	372	596	596	79,4
1	123	CHODBA	1	15	62,5	21,0	319	587	1 136	1 136	54,1
1	129	DÍLNA	1	22	159,3	53,4	1 002	2 069	3 659	3 659	68,5
1	130	REZERVA VESTAVEK	1	22	308,6	102,9	1 941	3 788	6 861	6 861	66,7
2	201	UČEBNA	1	22	143,8	43,8	362	1 782	2 626	2 626	59,9
2	202	KABINET	1	22	40,0	12,2	252	386	772	772	63,2
2	203	UČEBNA	1	22	179,3	54,7	451	1 639	2 692	2 692	49,2
2	204	KANCELÁŘ	1	22	58,6	17,9	369	1 009	1 574	1 574	88,1
2	205	KUCHYŇKA	1	22	25,6	7,8	161	469	716	716	91,6
2	206	ŘEDITELNA	1	22	79,9	24,4	503	1 172	1 943	1 943	79,7
2	207	CHODBA	1	15	300,7	91,7	1 534	-2 074	468	468	5,1
2	208	UČEBNA	1	22	175,5	53,5	442	1 426	2 456	2 456	45,9
2	209	UČEBNA	1	22	103,8	31,7	261	1 565	2 175	2 175	68,7
2	210	UČEBNA	1	22	130,3	39,7	328	1 215	1 979	1 979	49,8
2	211	KABINET	1	22	54,4	16,6	342	758	1 282	1 282	77,3
2	213	KABINET	1	22	53,5	16,3	336	896	1 411	1 411	86,6
2	215	WC-DÍVKY	1	18	17,6	5,4	99	243	401	401	74,6
2	217	WC-CHLAPCI	1	18	22,6	6,9	127	259	462	462	66,9
<b>Σ úsek 1 ÚSEK 1</b>					2 688,6	859,0	12 180	24 201	45 830	45 830	
<b>Σ budovy</b>					2 956,5	948,5	13 219	23 555	46 223		

**Legenda**
 $\Phi_{Vm}$  - návrhová tepelná ztráta místnosti větráním

 $\Phi_{HLm}$  - celkový návrhový tepelný výkon místnosti

 $Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_z$ 
 $\Phi_{Tm}$  - návrhová tepelná ztráta místnosti prostupem tepla

**TEORETICKÁ SPOTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ ZA OTOPNÉ OBDOBÍ**

$$E_{\text{TEOR}} = \varepsilon \cdot Q_{\text{TOPMAX}} \cdot 24 \cdot (d - d_n) \cdot (t_{is} - t_{es}) / (t_{is} - t_e)$$

$\varepsilon =$	0,6 [-]	$\varepsilon$ - umenšující součinitel zachycující vliv přestávek, přírážek na urychlení zátopy a vliv tepelných zisků od slunečního záření
$Q_{\text{TOPMAX}} =$	45,83 [kW]	$Q_{\text{TOPMAX}}$ - jmenovitý otopný příkon budovy
$d =$	256 [-]	$d$ - počet dnů otopného období
$d_n =$	30 [-]	$d_n$ - počet dnů v otopném období ve kterých není budova vytápěna (např. So a Ne)
$t_{is} =$	20 [°C]	$t_{is}$ - průměrná teplota vnitřního vzduchu v budově
$t_{es} =$	3,5 [°C]	$t_{es}$ - průměrná venkovní teplota v otopném období
$t_e =$	-15 [°C]	$t_e$ - výpočtová venkovní teplota

$$E_{\text{TEOR}} = 70,31 \text{ [MWh]} = 253127,4 \text{ [MJ]} = 253,127 \text{ [GJ]}$$

**Stávající stav:**

V současné době je objekt vytápěn teplovodní otopnou soustavou s ocelovými převážně článkovými otopnými tělesy. Jako zdroj tepla je používána elektroakumulační kotelna.

**Navrhovaný stav:**

Vzhledem ke snižování energetické náročnosti objektu kvalitním zateplením, je požadavek na nový zdroj tepla, který bude rovněž spotřebovávat menší množství elektrické energie. Investor se rozhodl pro instalaci tepelných čerpadel vzduch-voda napojených na novou otopnou soustavu, která bude svými parametry vyhovovat novému zdroji tepla.

**Zdroj tepla:****Tepelné čerpadlo:**

Vzhledem ke zjištěným tepelným ztrátám a požadavkům na vytápění objektu byla zvolena kaskáda tepelných čerpadel vzduch-voda.

Tepelné ztráty slouží, jako podklad pro určení výkonu tepelného čerpadla a jako podklad pro přiznání nízkotarifní sazby pro tepelné čerpadlo.

Pro daný objekt je možné použít 2ks tepelných čerpadel vzduch-voda s níže uvedenými, případně vyššími výkonovými parametry:

Topný výkon A+7/W35 = 24,2 kW; Výkonnostní číslo COP A+7/W35 dle EN 14511 = 3,56; El. příkon = 6,8kW  
 Topný výkon A+2/W35 = 23,1 kW; Výkonnostní číslo COP A+7/W35 dle EN 14511 = 3,4; El. příkon = 6,8kW  
 Topný výkon A+7/W45 = 23,6 kW; Výkonnostní číslo COP A+7/W45 dle EN 14511 = 3,32; El. příkon = 7,1kW  
 Topný výkon A-15/W50 = 15,9 kW; Výkonnostní číslo COP A-15/W50 dle EN 14511 = 2,19; El. příkon = 7,25kW

Tepelná čerpadla jsou navržena ve splitovém provedení (bez hrozby zamrznutí propojovacího vedení k venkovním jednotkám – jedná se o propojení okruhu chladiva). Pohon kompresorů je řízen frekvenčním měničem pro plynulé nastavení požadovaného výkonu a pro plynulý rozběh kompresoru pro omezení proudových rázů.

Rozměry venkovní jednotky v.1340xš.900xhl.320mm – 78kg

Rozměry vnitřní jednotky v.600xš.600xhl.200mm – 28kg

Chladivo R-410a, propojovací potrubí D12x1/D22x1, minimální délka 7,5m, maximální délka 70m, převýšení max. 30m, množství chladiva 2,9kg,

Napájení 400V, Maximální proud 15,8 A, Rozběhový proud 5A, Maximální provozní příkon 7,9kW.

Minimální jmenovitý objemový průtok vnitřní jednotkou TČ 0,55 l/s = 33l/min = 1980 l/h

Hlukové parametry:

Venkovní jednotka:

Hodnota akustického výkonu dle ČSN EN 12102:2014 při A7W35 při 100% výkonu = 73 dB(A)

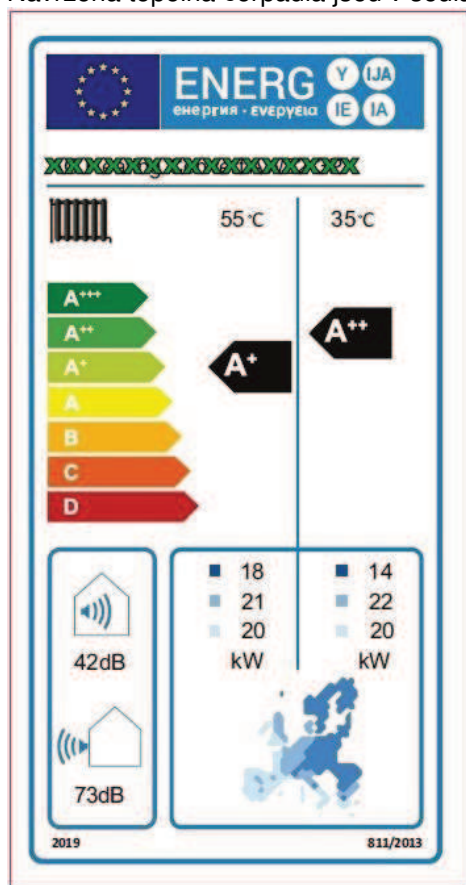
Hodnota hladiny akustického tlaku (průměrná hodnota ve všech směrech 3m od jednotky = 58dB(A)

Vnitřní jednotka:

Hodnota akustického výkonu dle ČSN EN 12102:2014 při A7W35 při 100% výkonu = 42 dB(A)

- princip funkce tepelného čerpadla: Ve výparníku se odebírá nízkopotenciální teplo z primárního média nebo ze vzduchu pomocí vypařování chladiva. Páry chladiva z výparníku nasává kompresor a stlačuje je na hodnotu tlaku, kdy teplota nasycení je vyšší, než teplota chladiče-kondenzátoru do kterého jsou pod tlakem vháněny. V kondenzátoru páry chladiva kondenzují v kapalinu a dochází zde k předávání tepla topnému médiu otopné soustavy. Kapalně chladivo je dále pak zavedeno zpět k výparníku, před kterým se za pomoci expanzního ventilu znovu odpařuje a cyklus se uzavírá. U tepelných čerpadel vzduch-voda – dochází při ochlazování vzduchu ke kondenzování vzdušné vlhkosti, které při nízkých venkovních teplotách namrzá na výparníku a ten musí pak být periodicky odtáván. Námraza pak volně skapává pod výparník = je potřeba zajistit dostatečný volný prostor a odvod zkondenzované námrazy například do drenážní vrstvy.

Navržená tepelná čerpadla jsou v souladu s požadavky na ekodesign



## ELEKTROKOTEL

Do kaskády tepelných čerpadel bude zapojen ještě záložní dotopový elektrokotel

Výkon elektrokotle byl navržen na hodnotu 24kW (4x6kW); 3 x 230V/400V; maximální proud jednou fází 43A.

Vybavení kotle:

Elektrokotel je vybaven válcovým výměníkem s topnými spirálami a hydroblokem, který slučuje oběhové čerpadlo, pojistný ventil a automatický odvzdušňovací ventil. Součástí kotle je 7-litrová expanzní nádoba. Kotel je vybaven spínacím blokem se stykačem pro ovládání signálem HDO (hromadného dálkového ovládání). Dioda HDO signalizuje sepnutí stykače ovládaného signálem HDO a tím i to, že je nebo není výluka nízkého

tarifu přímotopné sazby. Při nízkém tarifu dioda svítí. V případě nevyužití HDO signalizuje připojení silového napětí. Jestliže dioda bliká, je stykač odpojen bez ohledu na přítomnost HDO.

Topné články 24 kW ( 6 kW + 6 kW + 6 kW + 6 kW )

Plynulá modulace výkonu

Elektrokotel je vybaven funkcí plynulé modulace výkonu (postupného spínání výkonu), takže při zapínání elektrokotle nedochází k nežádoucím rázům v elektrorozvodné síti.

Plynulá modulace výkonu kotle spočívá v postupném spínání nebo odpojení jednotlivých topných spirál a jejich částí. Cílem tohoto systému je efektivní využívání výkonu kotle pro dosažení maximální tepelné pohody a zvýšení životnosti rozdělením spínacích cyklů rovnoměrně mezi jednotlivé topné spirály.

Oběhové čerpadlo instalované v kotli bude umožňovat provoz kotle s tepelným spádem topného média 10 °C s průtokem 2006 kg/h. Využitelný přetlak oběhového čerpadla kotle do otopného systému 16,5kPa.

## Doporučené velikosti jističů

Výkon kotle (kW)	Počet a výkon topných článků	Maximální proud jednou fází (A)	Jmenovitý proud jističe (A)
6	2 × 3 kW	9,5 (28*)	10 (32*)
9	3 kW + 6 kW	14 (39*)	16 (50*)
12	2 × 6 kW	18,5	20
14	2 × 7 kW	23	25
18	3 × 6 kW	27,5	32
21	3 × 7 kW	32	40
24	4 × 6 kW	36,5	40
28	4 × 7 kW	43	50

\* platí při zapojení na jednu fázi

## Technické údaje

		6 K	9 K	12 K	14 K	18 K	21 K	24 K	28 K
Provozní tlak, max.	bar	3	3	3	3	3	3	3	3
Objem expanzní nádoby	l	7	7	7	7	7	7	7	7
Přípojky topení výstup/vstup		G 3/4	G 3/4	G 3/4	G 3/4	G 3/4	G 3/4	G 3/4	G 3/4
Rozměr kotle, šířka	mm	410	410	410	410	410	410	410	410
Rozměr kotle, výška	mm	740	740	740	740	740	740	740	740
Rozměr kotle, hloubka	mm	310	310	310	310	310	310	310	310
Čistá hmotnost cca	kg	32,6	32,9	33,1	33,3	34,6	37,9	35,1	35,4
Rozsah nastavení topení	°C	25 ... 85	26 ... 85	27 ... 85	28 ... 85	25 ... 85	26 ... 85	27 ... 85	28 ... 85
Rozsah nastavení teplá voda	°C	35 ... 70	36 ... 70	37 ... 70	38 ... 70	35 ... 70	36 ... 70	37 ... 70	38 ... 70
Bezpečnostní omezovač teploty	°C	95	95	95	95	95	95	95	95
Jmenovitý objemový tok (při ΔT = 10 K)	l/h	516	774 l/h	1 032	1 204	1 548	1 806	2 064	2 408
Zbytková dopravní výška čerpadla (při ΔT = 10 K)	kPa (mbar)	45 (450)	40 (400)	34,5 (345,0)	30 (300)	24 (240)	20 (200)	16,5 (165,0)	11 (110)
Počet topných tyčí (kus × kW)		2 × 3	1 × 3 a 1 × 6	2 × 6	2 × 7	3 × 6	3 × 7	4 × 6	4 × 7
Elektrické připojení		3/N/PE, 400 V / 50 Hz	3/N/PE, 400 V / 50 Hz	3/N/PE, 400 V / 50 Hz	3/N/PE, 400 V / 50 Hz	3/N/PE, 400 V / 50 Hz	3/N/PE, 400 V / 50 Hz	3/N/PE, 400 V / 50 Hz	3/N/PE, 400 V / 50 Hz
Průřez vedení (plný drát)	mm <sup>2</sup>	1,5	1,5	2,5	2,5	4,0	6,0	6,0	10,0
Třída ochrany		IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40
Topný výkon	kW	6	9	12	14	18	21	24	28
Příkon, max.	A	3 × 9,5	3 × 14	3 × 18,5	3 × 23	3 × 27,5	3 × 32	3 × 36,5	3 × 43
Spínací stupeň	kW	1,0	1,0	2,0	2,34	2,0	2,34	2,0	2,34
Bezpečnostní jmenovitý proud	A	10	16	20	25	32	40	40	50

### **Akumulační nádoba**

Tepelná čerpadla budou do soustavy zapojena společně s akumulacním zásobníkem tepla pro zajištění minimálního objemového toku tepelným čerpadlem i při omezení soustavy uzavřením jednotlivých topných okruhů. Akumulační zásobník poslouží pro optimalizaci chodu kompresoru tepelných čerpadel.

Životnost tepelného čerpadla je dána především životností kompresoru, která je závislá hlavně na počtu startů kompresoru. To lze ovlivnit akumulací tepla a správným dimenzováním výkonu čerpadla (čerpadlo s vyšším výkonem častěji spíná a kompresor dříve odejde). Důležitá je i kvalitní regulace, která nenechá kompresor běžet v nevhodných podmínkách a minimalizuje počet startů kompresoru. Z výše uvedeného vyplývá, že záleží nejen na kvalitě kompresoru, ale hlavně na použité regulaci a způsobu zapojení kotelní.

Kaskáda tepelných čerpadel bude do otopné soustavy zapojena přes akumulací nádrž o objemu 300litrů.

### **Povinné kontroly těsnosti chladicích okruhů tepelných čerpadel, chladicích a klimatizačních zařízení**

Povinnost provádění kontrol těsnosti chladicího okruhu je daná nařízením evropského parlamentu a rady (EU) č. 517/2014 ze dne 16.4.2014. Provedení těchto prohlídek kontroluje Česká inspekce životního prostředí.

Novým limitem od 1.1.2017 pro vznik povinnosti kontroly těsnosti je množství 5 tun ekvivalentu CO<sub>2</sub> fluorovaného chladiva a pro hermeticky uzavřená zařízení 10 tun ekvivalentu CO<sub>2</sub>. Provedení kontroly, její výsledek a další skutečnosti zapisují do Evidenční knihy zařízení. Povinnosti platí nejen pro podnikatelské subjekty ale i pro nepodnikající osoby – domácnosti.

Ekvivalentní hmotnost náplně chladiva se zjistí podle vztahu:

$$\text{ekvivalentní hmotnost CO}_{2\text{-eq}} [\text{kg}] = \text{hmotnost chladiva} [\text{kg}] \times \text{GWP} [-]$$

Příklad chladiv, které jsou F-plyny typu HFC: R-134a = 1430GWP; R-23 = 14800GWP; R-32 = 675GWP; R-404A = 3922GWP; R-407A = 2107GWP; R-407B = 2804GWP; R-407C = 1744GWP; R-410A = 2088GWP; R-417A = 2346GWP; R-422D = 2729GWP; R-427A = 2138GWP; R-437A = 1805GWP; R-507 = 3985GWP; R-508A = 13214GWP; R-508B = 13396GWP.

### **Zabezpečovací zařízení**

Dle ČSN 06 0830 – Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody musí být každý zdroj tepla vybaven pojistným zařízením.

Tepelná čerpadla a elektrokotel jsou od výrobce vystrojeny pojistnými ventily s otevíracím přetlakem 300kPa, případně jim musí být vystrojeny na výstupním potrubí před jakýmkoliv uzávěrem.

Pojistný ventil 1/2"x3/4" s otevíracím přetlakem 300kPa, nejmenší průtočný průřez sedla pojistného ventilu  $A_0 = 113\text{mm}^2 \Rightarrow$  průtočný průměr sedla pojistného ventilu je 11,995mm. Zaručený výtokový součinitel daného ventilu  $\alpha_v = 0,444$ .

#### **VNITŘNÍ PRŮMĚR SEDLA POJISTNÉHO VENTILU - pro kotle ( $Q_n=Q_p$ ) dle ČSN060830, ČSN 134309-3**

$A_0 = Q_p / (\alpha_v \cdot K)$	$Q_n$ - výkon zdroje tepla	24	kW
$d_0 = ((Q_p \cdot 4) / (\alpha_v \cdot K \cdot \pi))^{0,5}$	$\alpha_v$ - výtokový součinitel pojistného ventilu	0,444	-
$A_0 =$	42,90 mm	K - konstanta syté páry	[kW/mm <sup>2</sup> ] 1,26
$d_0 =$	7,39 mm	r - výparné teplo	[kWh/kg] 0,593

#### **Minimální vnitřní průměr pojistného potrubí:**

$$d_{pp} = 15 + 1,4 \times Q_p^{0,5}$$

$$d_{pp} = 21,85857 \text{ mm}$$

#### **Pojistný průtok:**

$$M_p = Q_p / r$$

$$M_p = 40,47218$$

Pro umožnění objemové roztažnosti teplotního média bude v soustavě instalována tlaková expanzní nádoba o objemu 100litrů/600kPa.

**Provoz expanzních nádob s membránou se řídí ustanoveními ČSN 69 0012 - Tlakové nádoby stabilní. Provozní požadavky, pokud objem je větší než 10 litrů a bezpečnostní součin nejvyššího dovoleného přetlaku PS v MPa (dáno nastavením otevíracího přetlaku pojistného ventilu) a objemu V v litrech je větší než 10.**

Tlaková expanzní nádoba musí být dle vyhlášky ČÚBP č.18/1979Sb. a ČSN 69 0012 podrobena 1x za rok provozní revizi spojené s kontrolou tlaku plynu a 1x za 5 let se se provede (jako náhrada vnitřní revize): **bud'** zkouška těsnosti při zvýšení tlaku tekutiny na nejvyšší dovolený přetlak (PS) - otevírací přetlak PV, jako náhrada i tlakové zkoušky 1x za 9 let. (čl. 121 /j/ ČSN 69 0012), **nebo** zkouška těsnosti při pracovním přetlaku a kontrola prověření síly stěny na minimálně pěti místech vodního prostoru ultrazvukem (čl. 106 ČSN 69 0012). Výsledky revizí a zkoušek nádob se zapisují do revizního deníku, karet, nebo se vypracuje revizní zpráva. Tyto revize a zkoušky TNS smí provádět pouze revizní technik tlakových nádob s příslušným osvědčením.

### **VÝPOČET TLAKOVÉ EXPANZNÍ NÁDOBY S MEMBRÁNOU DLE ČSN 060830 A ČSN EN 12828**

G - tíha vody v soustavě	1050	kg
$t_{min}$ - počáteční teplota média	10	°C
$t_{max}$ - maximální střední teplota média	55	°C
$p_{pv}$ - otevírací tlak pojistného ventilu	300	kPa
h - výška soustavy	10	m
$\Delta p_e$ - diferenční tlak oběhového čerpadla v případě, že je expanze zapojena na výtlačné potrubí čerpadla	0,000	kPa
$\Delta p_R$ - rezerva	30,000	kPa
$V_e$ - zvětšení objemu média v soustavě $V_e = \Delta v \cdot G$	14,497	dm <sup>3</sup>
$\Delta v$ - objemové zvětšení vody $Dv = 1000 \cdot (1/\rho_{tmax} - 1/\rho_{tmin})$	0,0138	dm <sup>3</sup> /kg
$\rho_{tmin}$ - měrná hmotnost média při $t_{min}$	999,29	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{tmax}$ - měrná hmotnost média při $t_{max}$	985,69	kg/m <sup>3</sup>
$V_{VR}$ - Objem rezervy vody dle ČSN 060830 $V_{VR} = 0,3 \cdot V_e$	4,349	dm <sup>3</sup>
<b><math>V_{ENmin}</math> - celkový minimální objem expanzní nádoby <math>V_{ENmin} = (V_e + V_{VR}) \cdot ((p_e + 100)/(p_e - p_0))</math></b>	<b>54,078</b>	<b>dm<sup>3</sup></b>
$p_e$ - maximální provozní tlak = $p_{pv} - p_U$	250	kPa
$p_U$ - tlakový rozdíl pro uzavření pojistného ventilu	50	kPa
$p_0$ - počáteční tlak soustavy = $p_{st} + p_D + \Delta p_e + \Delta p_r$ (= tlak plynu v expanzní nádobě)	128,03019	kPa
$p_{st}$ - hydrostatický tlak = $h \cdot \rho \cdot g$	98,03019	kPa
$p_D$ - tlak na mezi sytosti započítává se pouze u teplot nad 100°C	0,000	kPa
<b><math>V_{ENskit}</math> - skutečný objem vybrané expanzní nádoby</b>	<b>100</b>	<b>dm<sup>3</sup></b>
$p_{a,min}$ - minimální počáteční (plnicí) tlak soustavy = $(V_{ENskit}/(V_{ENskit} - V_{VR})) \cdot (p_0 + 100) - 100$	138,398	kPa
$p_h$ - nejvyšší provozní přetlak při napuštění systému na hodnotu $p_{a,min}$	193,76	kPa
$p_{a,max}$ - maximální počáteční (plnicí) tlak soustavy = $(p_e + 100) / (1 + (V_e \cdot (p_e + 100) / (V_{ENskit} \cdot (p_0 + 100)))) - 100$	186,297	kPa

### **Ohřev TUV:**

Ohřev TUV byl ponechán stávající pomocí elektrických zásobníkových ohřevů v místě spotřeby.

### **Otopná soustava:**

- otopná soustava byla navržena podle ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – projektování a montáž
- teplovodní s teplotním spádem 50/40°C. (dle vyhlášky č. 193/2007Sb. může být maximální teplota v otopné soustavě s nuceným oběhem 75°C)
  - s nuceným oběhem vody
  - dvourubková protiproudá
  - uzavřená (oddělena od atmosféry)
- Celkový přenášený výkon otopných těles 49265 W včetně výhledové instalace ve vestavku č.m.130

### **Otopná tělesa:**

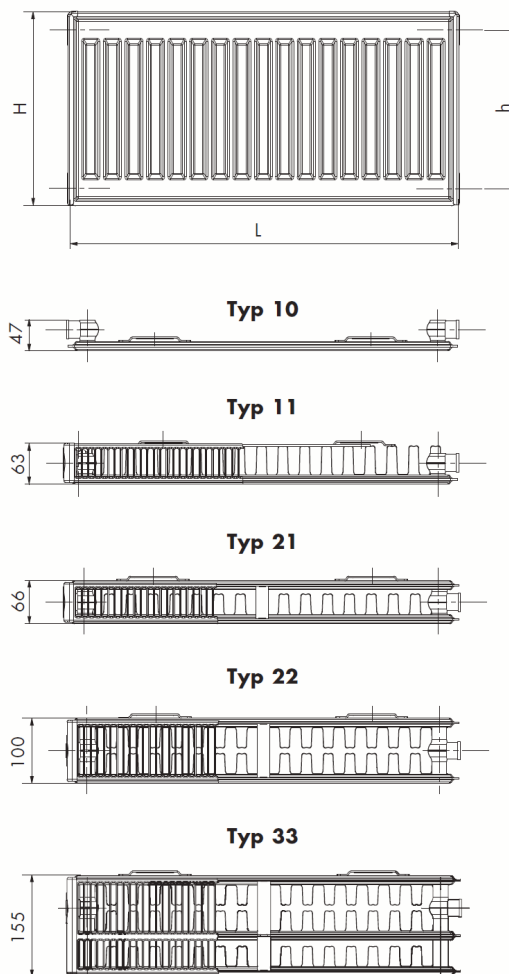
Otopná tělesa byla navržena pomocí výpočtového programu podle ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění. (dle vyhlášky č. 193/2007Sb. musí být každé těleso opatřeno uzavíracím ventilem s regulační schopností s regulátorem pro zajištění místní regulace a u dvoubodového napojení též regulačním šroubením)

Byla navržena:

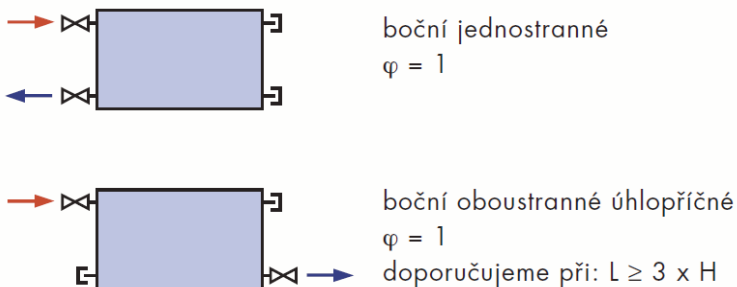
- ocelová desková tělesa (AAVK/HLLL – AA = TYP; H= výška v dm, LLL= délka v cm)

Desková otopná tělesa s nejvyšším přípustným provozním přetlakem 1,0 MPa pro teplotu nosnou látku vodu nebo vodní roztoky o nejvyšší přípustné provozní teplotě 110 °C. Nízký obsah vody v otopném tělese umožňuje pružnou reakci otopné soustavy na potřebu tepla ve vytápěné místnosti a účinnou termoregulaci. Povrchová úprava otopných těles musí být v provedení se základní a vrchní vrstvou laku a musí odpovídat DIN 55900 - Povrchové úpravy otopných těles. Ve výkazu výměr je uveden tepelný výkon tělesa výkon při 75/65/20°C dle EN 442-2 a teplotní exponent n. Vzhledem k navrženému tepelnému spádu otopného média s nižší střední teplotou než v tabulkových parametrech při 75/65/20°C dle EN 442-2 by při zvolení otopného tělesa s vyšším teplotním exponentem znamenalo reálný nižší tepelný výkon při navržených provozních parametrech otopné soustavy.



**Přehled typů**

**Technické údaje**

<b>Výška H</b>	300, 400, 500, 600, 900 mm
<b>Délka L</b>	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
<b>Připojovací rozteč</b>	$h = H - 54$ mm
<b>Připojovací závit</b>	4 x G 1/2 vnitřní
<b>Nejvyšší přípustný provozní přetlak</b>	1,0 MPa
<b>Nejvyšší přípustná provozní teplota</b>	110 °C
<b>Připojení otopného tělesa</b>	levé nebo pravé boční

**Způsoby připojení na otopnou soustavu**

**Potrubí:**

Rozvod potrubí bude proveden z trubek měděných. Potrubí je vedeno s min. spádem od míst s možností odvzdušnění k místům s možností vypouštění. Potrubí vedené v podlaze a v jiných těžko při eventuelních opravách přístupných místech bude spojováno pomocí lisovacích tvarovek, případně tvarovkami s pájením na tvrdo.

Tepečná dilatace bude umožněna přirozenou kompenzací v ohybech. Na topných rozvodech bude vždy u prostřed delších rovných úseků instalován pevný bod pro rozložení dilatace potrubí do přirozených kompenzátorů tvořených vhodnou volbou trasy dle výkresové části PD.

Tabulka pro vzdálenost uložení měděného potrubí

Potrubí d	12	15	15	22	28	35	42	54	64	76	89	108	133	159
Vzdálenost podpěr [m]	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00	4,25	4,75	5,00	5,00	5,00

**Prostupy potrubí konstrukcemi oddělujícími požární úseky**

Prostupy budou utěsněny podle požadavků zprávy požárního zabezpečení, protipožárními manžetami, těsným dobetonováním případně utěsněním protipožárními tmely. Zabezpečení provede akreditovaná firma a bude dodávkou stavební části.

**Odvzdušnění:**

Bude zajištěno odvzdušňovacími ventily na otopných tělesech a automatickými odvzdušňovači v nejvyšších místech otopné soustavy s tím, že potrubí musí být vedeno v předepsaných spádech.

### Armatury:

V soustavě je možno použít pouze schválené armatury podle platné legislativy ČR, tak aby byla zajištěna spolehlivost a životnost vytápěcího systému.

- Kulové kohouty pro zajištění vysoké provozní spolehlivosti musí být v provedení s možností dotažení teflonové ucpávky ovládacího hřídele. Pracovní oblast max 140°C (krátkodobě 150°C) maximální pracovní tlak 4MPa, médium horká voda, studená voda, glykol 50%, stlačený vzduch

- Zpětné ventily pro zajištění vysoké provozní spolehlivosti musí být s kovovou vložkou.

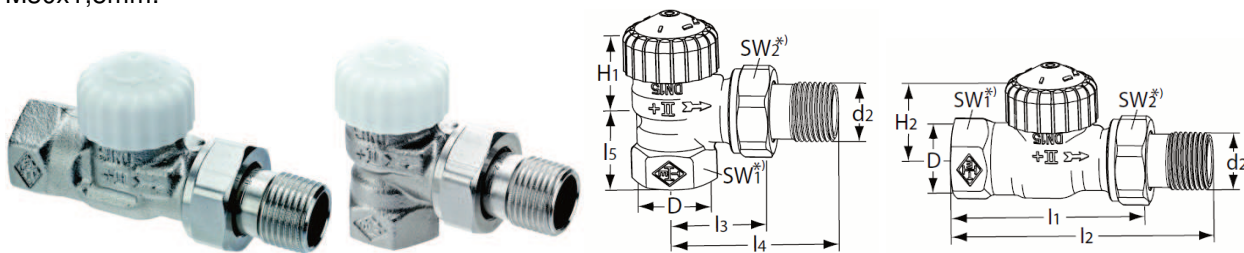
- Regulační ventily (nikoliv regulační kulové kohouty) jednotlivých stoupaček budou použity s možností přednastavení a uzavírání s měřicími vsuvkami s vypouštěním



### Kv hodnoty

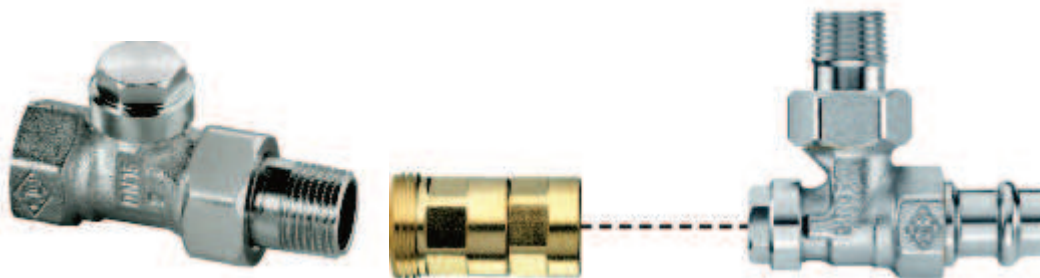
Otáčky	DN 10	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
0.5	-	0.136	0.533	0.599	1.19	1.89	2.62
1	0.091	0.226	0.781	1.03	2.09	3.40	4.10
1.5	0.134	0.347	1.22	2.13	3.36	4.74	6.76
2	0.264	0.618	1.95	3.64	5.22	6.25	11.4
2.5	0.461	0.931	2.71	5.26	7.77	9.16	15.8
3	0.799	1.46	3.71	6.65	9.82	12.8	21.5
3.5	1.22	2.07	4.51	7.79	11.9	16.2	27.0
4	1.36	2.56	5.39	8.59	14.2	19.3	32.3

Armatury otopných těles s dvoubodovým připojením bez integrovaného ventilu jsou na výkrese značeny symboly TR(P)V = termostatický rohový (přímý) ventil s termostatickou hlavicí, R(P)Š - rohové (přímé) regulační šroubení. Integrované plynulé nastavení umožňující přesné hydraulické vyvážení jednotlivých otopných těles. Bronzové tělo ventilu a šroubení poniklované. Připojení pro termostatické hlavice a pohony M30x1,5mm.

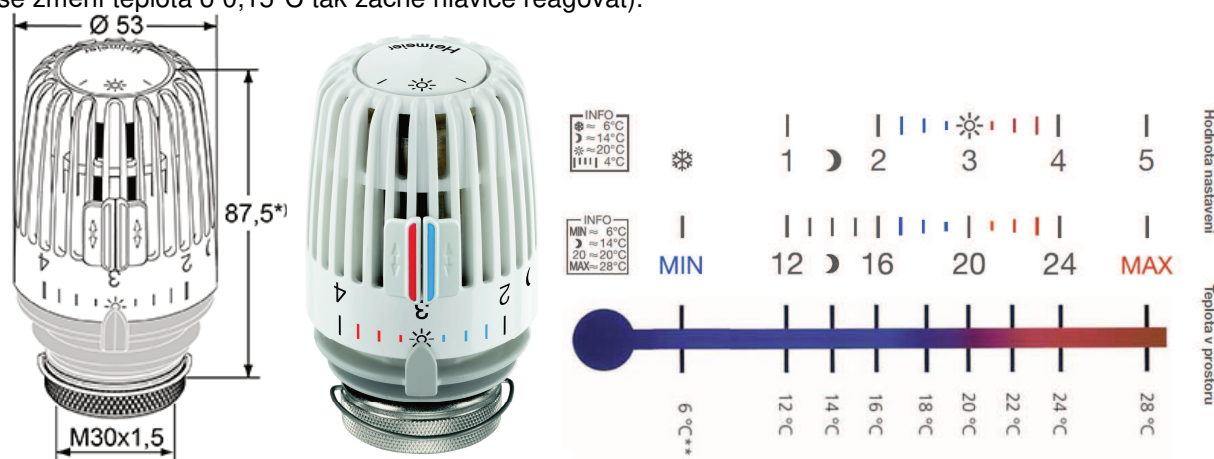


		Nastavení							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pásmo proporcionality xp 1,0 K	kv-hodnota	0,049	0,082	0,130	0,215	0,246	0,303	0,335	0,343
Pásmo proporcionality xp 2,0 K	kv-hodnota	0,049	0,090	0,150	0,265	0,330	0,470	0,590	0,670
	Kvs	0,049	0,102	0,185	0,313	0,420	0,565	0,740	0,860

- Radiátorové šroubení s možností uzavření a vypuštění otopného tělesa. Přednastavení regulace šroubení se při uzavírání a otevírání šroubení nemění. Bronzové tělo šroubení je poniklované.



Termostatické ventily budou osazeny termostatickými hlavicemi – samočinnými proporcionálními regulátory. Změna zdvihu ventilu vyvolaná změnou teploty vzduchu činí 0,22mm/K. Maximální a minimální teploty lze blokovat vnějšími i vnitřními skrytými zářezky. Projektovaný model má kromě venkovních zářezek ještě vnitřní zářezky tak aby bylo možné skryté blokování teploty tak aby bylo možné omezit neukázněné uživatele. Hlavice jsou vybaveny Zabezpečením proti nadměrnému zdvihu (což v praxi znamená, že pokud se teplota v místnosti zvýší například osluněním objektu tak hlavice dále nevytváří tlak na uzavřený ventil a nedochází k vymačkávání sedla). Provedení hlavic bude pro veřejné prostory se zvýšenou odolností se zabezpečením proti odcizení pomocí zabezpečovacího kroužku. Hystereze 0,15K (což v praxi znamená, že pokud se změnila teplota o 0,15°C tak začne hlavice reagovat).



### **Izolace:**

#### **IZOLACE TOPNÝCH ROZVODŮ A ROZVODŮ TUV**

Potrubí vedeno nevytápěnými prostory a potrubí nesloužící k vytápění vyjma přípojek bude izolováno tepelně izolačními pouzdry se součinitelem tepelné vodivosti  $\lambda \leq 0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tloušťka tepelné izolace dle vyhlášky č. 193/2007Sb. byla zvolena s ohledem na ustanovení §5; §8 a §2 příslušné vyhlášky u vnitřních rozvodů do DN20 se volí  $\geq 30\text{mm}$ ; u DN25 až DN50 se volí  $\geq 40\text{mm}$ ; u DN65 až DN100 se volí  $\geq 50\text{mm}$ ; u DN125 až DN150 se volí  $\geq 60\text{mm}$ ; u DN200 se volí  $\geq 80\text{mm}$ ; nad DN 200 a u zásobníků teplé vody, akumulčních nádob se volí  $\geq 100\text{mm}$ . Pro potrubí vedených stavebními konstrukcemi, při křížení a ve spojovacích místech se volí poloviční tloušťka izolace.

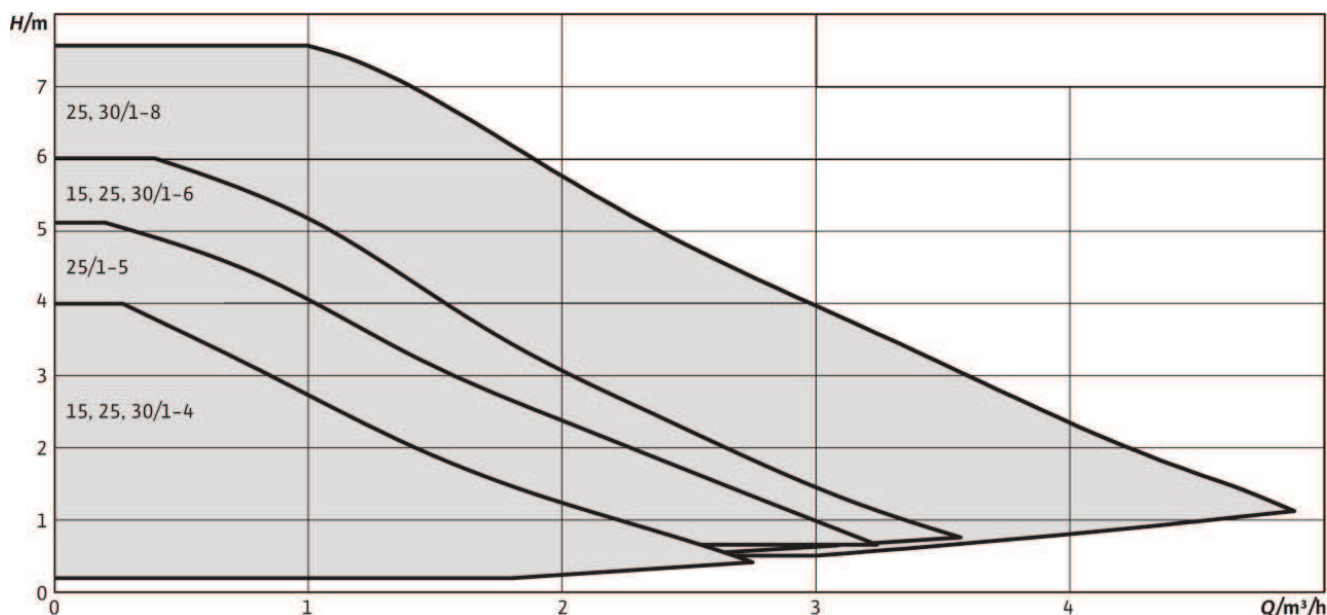
Pro rozvody v konstrukcích bude použito izolačních návleků z lehčeného polyetylénu. Pro rozvody vedené volně před konstrukcemi bude použito minerálních pouzder s hliníkovou fólií. Pro izolaci zařízení a nádrží bude použito izolačních minerálních rohoží s našitým drátěným pozinkovaným pletivem a vloženou hliníkovou fólií.

### **Návrh oběhových čerpadel**

Oběh teplosnosného média bude zajištěn pomocí oběhových čerpadel, jejichž pracovní charakteristika odpovídá tlakové ztrátě rozvodů.

Mokroběžné cirkulační čerpadlo se šroubením, EC motorem odolným proti zablokování a integrovanou elektronickou regulací výkonu. Čerpadlo s vysokou účinností (čerpadlo na závit), elektronicky regulované.

Maximální účinnost díky technologii ECM. Min. příkon pouze 4 W. Předvolitelné způsoby regulace pro optimální přizpůsobení zatížení  $\Delta p$ -c (diferenční tlak konstantní),  $\Delta p$ -v (diferenční tlak variabilní). Integrovaná ochrana motoru. Indikace LED pro nastavení požadované hodnoty a zobrazení průběžné spotřeby ve wattech. Odvzdušňovací funkce za účelem odvzdušnění prostoru rotoru. Rychlé připojení k elektrické síti pomocí konektoru. Flexibilní montáž díky kompaktní konstrukci. Velmi vysoký rozběhový moment pro bezpečný rozběh. Teplota dopravovaného média -10 °C až +95 °C. Síťová přípojka 1~230 V, 50 Hz. Způsob ochrany IP X2 D. Max. provozní tlak 6 bar.



### **Doplňování vody:**

Bude prováděno automaticky pomocí automatického doplňovacího zařízení vybaveného kontrolou tlaku a systémovým oddělovačem, z vodovodní sítě přes změkčovací filtr. Pro bezproblémovou funkci doplňovacího zařízení bude za změkčovací filtr instalováno externí tlakové čidlo.

Skupina	Celkový tepelný výkon	Celková tvrdost [°dH] v závislosti na specifickém objemu soustavy $v_A$ (objem soustavy/nejmenší tepelný výkon jednotlivého zdroje)		
		< 20 l/kW	≥ 20 l/kW a < 50 l/kW	≥ 50 l/kW
1	< 50 kW	≤ 16.8 °dH při cirkulaci s elektroohřevem*	≤ 11.2 °dH	< 0.11 °dH
2	50 - 200 kW	≤ 11.2 °dH	≤ 8.4 °dH	< 0.11 °dH
3	200 - 600 kW	≤ 8.4 °dH	≤ 0.11 °dH	< 0.11 °dH
4	> 600 kW	< 0.11 °dH	< 0.11 °dH	< 0.11 °dH

Tabulka 1: Mezní hodnoty celkové tvrdosti (jestliže jsou hodnoty překročeny, je třeba změkčovat).

- 1 °dH = německý stupeň (1mmol/l = 5,6 °dH)

### **Regulace chodu kotle a soustavy**

Soustava bude regulována pomocí ekvitermní regulace výrobce tepelného čerpadla. Pro zajištění všech požadavků je nutné připojení na internet, které je k dispozici v ředitelné místnosti 206.

Regulace bude zajišťovat kaskádové a výkonové řízení zdrojů tepla (tepelná čerpadla a elektrokotel), ekvitermní řízení 2 směřovaných topných okruhů s trojcestnými směšovacími ventily osazenými pohony na 230V. Součástí dodávky tepelných čerpadel bude elektrické vyhřívání odtokové vany kondenzátu tepelných čerpadel.

Regulace společně s vybavením daných zdrojů tepla bude rovněž po doplnění nezbytných čidel plnit požadavky na havarijní zabezpečení zdroje tepla dle ČSN 06 0310 (Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž).

- překročení a podkročení nejvyššího a nejnižšího pracovního přetlaku v soustavě
- překročení nejvyšší dovolené teploty teplosměnné nebo ohřívané látky (nastavená provozní teplota nesmí dle NV 26/2003Sb překročit 110 °C) zabezpečovací zařízení není požadováno, nemůže-li zdroj tepla ze

své podstaty překročit nejvyšší dovolenou teplotu (např. tepelná čerpadla)

- výskytu škodlivých látek nad přípustné koncentrace
- zaplavení prostoru

- překročení teploty v prostoru nad 40 °C (před dosažením havarijní teploty bude regulace automaticky spínat stávající ventilátor pro odvod zvýšené tepelné zátěže)

- překročení časového limitu doplňování vody do soustavy

#### **POŽADAVKY NA ZTI:**

- provedení odkanalizování přepadů pojistných ventilů – přepady budou zavedeny do nové malé přečerpávací jímky, která bude osazena novým ponorným čerpadlem s automatickým hlídáním hladiny napojeným na kanalizaci.

- přívod vody pro doplňování otopné soustavy

#### **POŽADAVKY NA STAVEBNÍ ÚPRAVY:**

- prostupy potrubí včetně následného začištění
- nová jímka pro odvodnění podlahy strojovny ÚT
- základové patky a šterkový obsyp pro uložení TČ
- ochrana venkovních jednotek před zapadáním sněhem
- začištění omítek po demontáži otopné soustavy

#### **POŽADAVKY NA EI:**

- silové napájení instalovaných tepelných čerpadel
- silové napájení elektrokotle
- silové napájení protizámrazové ochrany odtokových van kondenzátu venkovních jednotek tepelných čerpadel
- silové napájení zařízení pro automatické doplňování topné vody
- přivedení datového kabelu s internetovým připojením k tepelnému čerpadlu s regulací (MASTER)

#### **Obsluha zařízení:**

Navržené ústřední vytápění je provozně jednoduché a vyhovuje provozu a obsluze v daném objektu. Při obsluze kotle a jeho údržbě musí provozovatel vycházet z požadavků výrobce kotle uvedených v návodu k obsluze, v nichž jsou i požadavky vyplývající z ČSN 06 1008 – Požární bezpečnost lokálních spotřebičů tepla. Soustava se musí doplňovat měkkou vodou. Vypouštění soustavy jen v nezbytných případech. V počátcích provozu je nutné častě odvzdušnění soustavy. Funkci pojistného ventilu je nutno zkoušet jedenkrát měsíčně.

#### **Zkoušky zařízení:**

Zkoušky zařízení budou provedeny v souladu s ČSN 060310 – Tepelné soustavy v budovách – projektování a montáž

Před vyzkoušením a uvedením do provozu musí být zařízení propláchnuto. Při proplachování musí být demontovány součásti, u kterých by shromážděné nečistoty mohly vést k jejich poškození.

Zkoušky zařízení se skládají ze zkoušky těsnosti a zkoušky provozní (díltační a topné). Topná zkouška u zařízení s výkonem větším jak 100kW trvá 72hodin bez delších provozních přestávek, zkouška musí být provedena v otopném období. U soustav do 100kW se smí topná zkouška provádět i mimo topnou sezónu a má trvat nejméně 24hodin.

#### **BEZPEČNOST PRÁCE:**

##### **Při provádění stavebních a montážních prací**

V rámci montáže zařízení je nutné dodržet zejména ČSN 06 0310 (Tepelné soustavy v budovách – projektování a montáž), zákona č. 309/2006 Sb. (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), zákona č. 262/2006 Sb. (zákoník práce) a další související ČSN a právní předpisy. Veškeré práce prováděné při výstavbě budou zapsány do stavebního deníku včetně předání staveniště. Při provádění stavby dodavatel stavebních a montážních prací zajistí staveniště tak, aby nemohlo dojít ke zranění zaměstnanců jak dodavatele, tak i investora. Staveniště bude vyznačeno bezpečnostními značkami a tabulkami se zákazem vstupu nepovolaným osobám.

##### **Při obsluze zařízení**

Zařízení je možno provozovat bez trvalé obsluhy, pouze s občasným dohledem.

Dodavatel provede zaškolení obsluhy a seznámení obsluhy s provozními stavy jednotlivých zařízení, s revizními a servisními lhůtami.

Pro obsluhu kotelny provozovatel stanoví příslušné pracovníky, které nechá vyškolit. Veškerá zařízení s povrchovou teplotou nad 50°C budou tepelně izolována.

Opravy zařízení budou provádět jen určení vyškolení pracovníci. Při opravách nutno respektovat elektrotechnické bezpečnostní předpisy. Strojně technologické zařízení a elektroinstalaci nutno udržovat v dobrém technickém stavu.

Pro provoz daného zařízení by měl být vypracován návod pro provoz, údržbu a užívání otopné soustavy – provozní dokumentace dle ČSN EN 12 171(06 0811) Operation, maintenance and use (OM&U). - Tepelné soustavy (otopné soustavy) v budovách - Návod pro provoz obsluhu údržbu a užívání - Tepelné soustavy (otopné soustavy) nevyžadující kvalifikovanou obsluhu.

**Budoucí provozovatel musí v rámci instalovaného zařízení dodržovat následující požadavky dle platné legislativy ČR**

- Projektová dokumentace – V souladu s ustanovením § 125 stavebního zákona č.183/2006Sb. je stavebník povinen uchovávat projektovou dokumentaci skutečného provedení stavby po celou dobu trvání stavby.
- Dodržovat pravidelné servisní prohlídky spotřebičů
- Revize tlakových nádob
- Dokumentace k instalovanému zařízení – uchovávat po dobu životnosti.
- Revizi elektrického zařízení (zpravidla jednou za dva až tři roky dle typu prostředí, v němž je instalováno zařízení)
- Zajišťovat povinné kontroly těsnosti chladicích okruhů tepelných čerpadel

**SPOTŘEBA PALIV - ENERGIE**

E <sub>TEOR</sub> = Teoretická spotřeba energie					ceny včetně DPH aktualizovány 1/2018							
E <sub>TEOR</sub> =	70,31 MWh				=	E <sub>TEOR</sub> =	253116,0 MJ					
E <sub>SKUT</sub> = Skutečná spotřeba energie												
E <sub>TEOR</sub>		η = účinnost zdroje tepla										
E <sub>SKUT</sub> =	—————		η <sub>O</sub> = účinnost obsluhy(regulace)				Poznámka: u zemního plynu je cena za jednotku cena za MWh					
	η•η <sub>O</sub> •η <sub>R</sub>		η <sub>R</sub> = účinnost rozvodu				jinak se vždy jedná o cenu za jednotku uvedenou ve sloupci spotřeba					
	η	η <sub>O</sub>	η <sub>R</sub>	E <sub>SKUT</sub> =	E <sub>SKUT</sub> =	Spotřeba	cena za	měsíční	cena za	cena za GJ		
			zdr.tep.regul.	rozv.	MWh	MJ		jednotku	platba	rok	(teor.spotřeba)	
Elektřina tep.čerpadlo												
	vzduch-voda	63A	2,7	0,98	0,98	27,114	97612,1	27114,5 kWh	2,55 Kč	1 212,90 Kč	83 588,52 Kč	330,24 Kč