

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**VYTÁPĚNÍ WELLNESS CENTRA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. ONDŘEJ HANZELKA**

**Vedoucí bakalářské práce :**

**prof. Ing. Karel Kabele, Csc.**

**Konzultant(i) :**

**prof. Ing. Karel Kabele, Csc.**

**LS 2017/2018**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Hanzelka Jméno: Ondřej Osobní číslo: 381020

Zadávající katedra: K11125 TZB

Studijní program: Budovy a prostředí - N3649

Studijní obor: Budovy a prostředí 3608T006

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění wellness centra

Název diplomové práce anglicky: Heating of wellness centre

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte studii koncepce zásobování teplem a vytápění daného objektu ve variantách a zvolte optimální řešení. Pro navržené řešení zpracujte projektovou dokumentaci vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb.

Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001

Petráš a kol: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005

K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov. Vytápění - podklady pro cvičení. Nakladatelství ČVUT 2013

Kolektiv: Topenářská příručka 3, ČSTZ, 2008. Anotaci najdete zde.

D. Petráš, D. Koudelková, K. Kabele: Teplovodní a elektrické podlahové vytápění. Jaga Media s.r.o 2004, ISBN:80-88905-97-4

J. Bašta, K. Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008

Garlík, B.: Inteligentní budovy, BEN technická literatura, Praha, 2012, ISBN 978-80-7300-440-8

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc

Datum zadání diplomové práce: 2.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2018

*Údaj uvést v souladu s datem v časovém plánu příslušného uk. roka*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použitých literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

2.10.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem svoji vysokoškolskou diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 8.1.2017

.....

podpis autora  
Ondřej Hanzelka

**Poděkování:**

Touto cestou bych chtěl poděkovat panu prof. Ing. Karlu Kabelemu CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za vedení a konzultace a samozřejmě za cenné a praktické rady během zpracování.

## OBSAH:

Úvod .....	7
A. Teoretická část- porovnání koncepcí zdrojů tepla wellness centra.....	9
B. Praktická část – návrh vytápění wellness centra.....	42
Závěr .....	87
Seznam použitých zdrojů .....	89
Seznam použitých veličin a symbolů .....	90
Seznam příloh .....	91
Přílohy – technická zpráva, výkresová dokumentace, dimenzování otopné soustavy, technické listy	

## **Abstrakt**

Cílem této závěrečné práce je v rámci teoretické části porovnat na vybraném objektu zvolené koncepce s různými zdroji tepla a ty následně multikriteriálně vyhodnotit. Následně pro nejvýhodnější variantu zdroje tepla navrhnout systém vytápění s kompletní dokumentací v rozšířeném rozsahu pro stavební povolení. Jedná se o studentský projekt budovy wellness centra na Praze 3. Konstrukčně budovu tvoří ocelový skelet s výplňovým zdivem a ocelobetonové stropní desky. Budova je čtyřpodlažní s jedním patrem podzemních garáží. Provozně se v centru nachází bazén, sauny, léčebné procedury a zkrášlující procedury a sportovní prostory pro squash, boulder, spinning apod.

## **Klíčová slova**

Wellness centrum, teplovzdušné vytápění, teplovodní vytápění, optimalizace, tepelné čerpadlo, kogenerace, obnovitelná energie, pojišťovací a zabezpečovací zařízení

## **Abstract**

The aim of this project is to propose the conception of heating in wellness centre. The project was applied to the student project of wellness centre located in Prague 3 - Strašnice. The building has three floors and one underground floor with car parking. The heating part is designed in a range of project documentation for the construction permit. There are many services inside the wellness centre such as swimming pool, sauna, spinning, bouldering, fitness centre, squash for example.

## **Key words**

The wellness centre, air heating, water heating, optimization, heat pump, kogeneration, renewable energy, safety and security system

## Úvod

Zadáním této bakalářské práce bylo zpracovat formou studie koncepci zásobování teplem a vytápění vybraného objektu ve variantách a následně zvolit optimální řešení. Vybranou nejvhodnější variantu poté podrobně rozvést formou projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení s aplikací na mnou vybranou stavbu.

Strukturu této práce jsem rozdělil na dvě části. V té první jsem se zaměřil na teoretické zpracování zadaného tématu. Formou studie jsem porovnal zvolené tři možné varianty koncepcí zásobování teplem a dle zvoleného kritéria následně vyhodnotil jejich vzájemné porovnání. Nejvhodnější z uvažovaných variant poté byla zvolena pro zpracování části druhé.

V druhé části práce se již věnuji návrhu systému vytápění pro wellness centrum v rozsahu rozšířené projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení. Tato část obsahuje veškeré náležitosti dle zadání diplomové práce tj. potřebné půdorysy, schémata, výpočty a technickou zprávu.

## OBSAH

A.1. Úvod k vytápění .....	9
A.2. Budovy s téměř nulovou spotřebou energie.....	10
A.2.1. Definice dle Směrnice 2010/31/EU.....	10
A.2.2. Definice z hlediska obálky budovy.....	10
A.2.3. Definice z hlediska obnovitelné energie.....	11
A.2.4. Porovnání budovy wellness centra s požadavky na NZEB .....	12
A.3. Vstupní parametry výpočtu – energetická bilance.....	13
A.3.1. Potřeba tepla na vytápění.....	13
A.3.2. Potřeba tepla na ohřev vody.....	13
A.3.3. Potřeba tepla pro vzduchotechnická zařízení.....	16
A.3.4. Potřeba elektrické energie na provoz.....	16
A.4. Sankeyův diagram.....	20
A.5. Multikriteriální vyhodnocení.....	20
A.5.1. Koncepce A.....	21
A.5.1.1. Ekonomické zhodnocení.....	26
A.5.1.2. Synkeyův diagram .....	27
A.5.2. Koncepce B.....	27
A.5.2.1. Ekonomické zhodnocení.....	30
A.5.2.2. Synkeyův diagram .....	32
A.5.3. Koncepce C.....	33
A.5.3.1. Ekonomické zhodnocení.....	36
A.5.3.2. Synkeyův diagram .....	38
A.5.4. Vyhodnocení koncepcí.....	33
A.5.4.1. Ekonomické porovnání.....	36
A.6. Závěr.....	38



## A.1 Úvod k vytápění

V obecném principu je navržení vhodného systému vytápění kteréhokoliv objektu nedílnou součástí každého projektování stavby. Zajišťuje totiž celkovou tepelnou pohodu vnitřního prostředí během provozu objektu, ale má i vliv na navržené konstrukce, ať již pozitivní nebo negativní, proto je potřeba nalézt optimální řešení a možné negativní dopady minimalizovat, nejlépe eliminovat. V dnešní době je důležité systémy vytápění navrhovat primárně s ohledem na ekonomické, klimatické podmínky a dopad na životní prostředí.

Jedná se především o celkovou efektivitu systému. Měly by být minimalizovány tepelné ztráty objektu prostupem tepla, s čímž souvisí konstrukční návrh především obalových konstrukcí stavby. Proto je důležitá spolupráce s projektantem již ve fázi návrhu, s ohledem na stavebně – konstrukční podmínky a možnosti. Výsledkem je pak takový návrh systému, který jednak zajistí bezproblémový provoz budovy, ale také uživatelský komfort.

Důležitý je také návrh samotného primárního zdroje vytápění a jeho využití primární energie. Co možná největší účinnost a efektivita systému je to, co hledáme a mělo by být primárním cílem projektanta. Důraz je v dnešní době kladen na projektování budov s nulovou spotřebou energie nebo na podíl primární obnovitelné energie. Při zpracování této práce je mou snahou tento směr dodržet.

## A.2. Budovy s téměř nulovou spotřebou energie

V posledních měsících se v rámci projektování novostaveb objevil nový požadavek na jejich výstavbu, který souvisí se směrnicí Evropského parlamentu a rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov. Co se týče konkrétního projektování budov spadajících pod legislativu České republiky, musíme se odkázat na novely zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (s upřesněním vyhláškou č. 78/2013 Sb., ve znění vyhlášky č.230/2015 Sb.)

Pro přesné definování pojmu „Budovy s téměř nulovou spotřebou energie“ můžeme použít výše zmíněnou evropskou směrnici, dále bychom ho mohli definovat z hlediska obálky budovy nebo případně z hlediska obnovitelené energie.

Jelikož je i vybraný objekt pro zpracování této práce uvažovaný jako potenciální novostavba, je i zadáním této práce pohlížet na ni jako na budovu s téměř nulovou spotřebou energie, což bude následně porovnáno. [4]

### A.2.1. Definice dle směrnice 2010/31/EU

„Je to budova, jejíž energetická náročnost určená podle přílohy I je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí.“ [22] Dále se ve směrnici také píše o přijímání opatření, která by měla zvýšit počet objektů, které vyhoví aktuálním minimálním požadavkům na energetickou náročnost, ale některé se zároveň stanou účinnější z hlediska energetiky s následným důsledkem v podobě snižování produkovaných emisí do ovzduší. [4]

### A.2.2. Definice z hlediska obálky budovy

V souvislosti s obálkou „budov s téměř nulovou spotřebou energie“ je potřeba posoudit redukční činitel požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla  $f_R$  (viz. Tab.1)

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota		
			Dokončená budova a její změna	Nová budova	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požad. Základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	$f_R$	-	1,0	0,8	0,7

Tab.1 [4]

Konkrétně se tedy jedná o hodnoty tvořené vynásobením redukčního činitele  $f_R=0,7$  s požadovanými hodnotami na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí v souladu s ČSN 730540-2, které budou obsahovat také referenční přírážky na vliv tepelných vazeb podle zmíněné vyhlášky. Jedná se tedy o průměrnou hodnotu konstrukcí posuzovaného domu, není tedy zde tento požadavek na každou jednu konstrukci, ale na obálku jako celek v průměru. [4]

Součinitel prostupu tepla pro konstrukce			
Konstrukce	$U_{N,20}$	$f_R=0,7$	$U_{pož,20}$
(W/m <sup>2</sup> .K)			
Stěna	0,30	0,21	0,20
Střecha	0,24	0,17	0,16
Strop	0,30	0,21	0,20
Podlaha	0,45	0,32	0,30
Okna	1,50	1,05	1,20
Střešní okna	1,40	0,98	1,20
Dveře	1,70	1,19	1,20
Tepelné vazby	0,02	0,014	-

Tab.2 [4]

Jen pro zmínku, pro pasivní domy jsou uvažovány hodnoty uvažující s redukčním činitelem  $f_R=0,4$  až  $f_R=0,4$ .

Veškeré tyto požadavky stanovuje zmíněná vyhláška 748/2013 Sb. o energetické náročnosti budov (se změnou 230/2015 Sb.). [4]

### A.2.3. Definice z hlediska obnovitelné energie

Vyhláška následně stanovuje obnovitelné a neobnovitelné energie dodané do takovéto budovy. Podíl neobnovitelných zdrojů energie se snižuje a hlavní slovo mají při spotřebě energie z obnovitelných zdrojů energie, opět vztahované k referenční budově (dle Tab.3).

Parametr	Označení	Jednotky	Druh budovy nebo zóny	Referenční hodnota		
				Dokončená budova a její změna po 1.1.2015	Nová budova po 1.1.2015	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu	$\Delta_{eP,R}$	%	Rodinný dům	3	10	25
		%	Bytový dům	3	10	20
		%	Ostatní budovy	3	8	10

Tab.3 [4]

Abychom pak docílili zmíněného snižování primární neobnovitelné energie, tak následně nám plynou například požadavky na zdroj energie, u kterého se sleduje jeho účinnost (>80%) nebo nižší faktor primární neobnovitelné energie.

Pro označování budov s téměř nulovou spotřebou energie se vžilo zkrácené označení NZEB (z angličtiny – net zero energy building). [4]

#### A.2.4. Porovnání budovy wellness centra s požadavky na NZEB

- Porovnání z hlediska požadavku na součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla pro konstrukce			
Konstrukce	$U_{N,20}$	$f_R=0,7$	Hodnocená budova
(W/m <sup>2</sup> .K)			
Stěna	0,30	0,21	0,17
Střecha	0,24	0,17	0,14
Strop	0,30	0,21	0,20
Podlaha	0,45	0,32	0,50
Okna	1,50	1,05	0,65
Střešní okna	1,40	0,98	-
Dveře	1,70	1,19	1,22
Tepelné vazby	0,02	0,014	-

Tab.4 [4]

Z Tab.4 je patrné, že navržené skladby konstrukcí s uvedenými součiniteli prostupu tepla splňují požadavek hodnot násobku  $f_R \cdot U_{N,20}$ .

- *Porovnání z hlediska obnovitelné energie*

Zde nám Tab.3 uvádí hodnotu snížení primární neobnovitelné energie pro ostatní budovy ve výši 10%. Zadaný objekt není reálně v provozu, tudíž nelze hodnoty porovnávat, ale obecně bude mou snahou využít vhodnou kombinaci primární obnovitelné a neobnovitelné energie.

### A.3. Vstupní parametry výpočtu – energetická bilance

#### A.3.1. Potřeba tepla na vytápění

Ke stanovení roční potřeby tepla na vytápění byl využit výpočetní program Protech. Potřeba tepla na vytápění vychází z celkové tepelné ztráty objektu (viz. příloha Tepelné ztráty).

Celková tepelná ztráta objektu  $Q_e = 216,74 \text{ kW}$

Celková roční potřeba tepla na vytápění  $E_v = 420\,139 \text{ kWh}$

#### A.3.2. Potřeba tepla na ohřev vody

$$E_{tv} = E_{tv1} + E_{tv2}$$

$E_{tv1}$  – roční potřeba tepla pro ohřev vody (kWh)

$E_{tv2}$  – roční potřeba tepla pro ohřev bazénové vody

#### Potřeba tepla pro ohřev vody

zvoleny hodnoty pro sportovní zařízení  
(zadáno v Programu Protech)

	potřeba tepla (kWh/jednotka)	počet osob za den (-)	počet provozních dní v roce (-)	roční potřeba tepla kWh/rok
umyvadlo	0,8 kWh/os	250	360	<b>72000</b>
sprcha	1,4 kWh/os	250		<b>126000</b>
úklid	0,8 kWh/100m <sup>2</sup>	3250		<b>93600</b>
vaření/mytí	0,2/jídlo	50		<b>3600</b>

**$E_{tv1} = 295\,200 \text{ kWh/rok}$**

Tab.5

### Potřeba tepla na ohřev bazénové vody

plocha vodní hladiny bazénu		$Ab = 224 \text{ m}^2$
typ bazénu		vnitřní (mimo dobu provozu zakrývaný)
teplota bazénové vody v době provozu		$t_{w,p} = 28^\circ\text{C}$
teplota bazénové vody mimo dobu provozu		$t_{w,n} = 24^\circ\text{C}$
teplota vzduchu v prostorech bazénu v době provozu		$t_{v,p} = 30^\circ\text{C}$
teplota vzduchu v prostorech bazénu mimo provozu		$t_{v,n} = 20^\circ\text{C}$
denní provozní doba bazénu		$T_p = 12\text{h}$
počet návštěvníků za měsíc		$k = 4838$
		$n = 30$ (uvažováno 5 dní v roce bez provozu)
počet dní v měsíci		
výpočet počtu návštěvníků za měsíc	pro kryté bazény	$K_b = 1,5 \cdot (Ab/5)$ $K_b = 1,5 \cdot (224/5) = 67,2$
		$k = 0,2 \cdot K_b \cdot T_p \cdot n$ $K = 0,2 \cdot 67,2 \cdot 12 \cdot 30 = 4\,838$

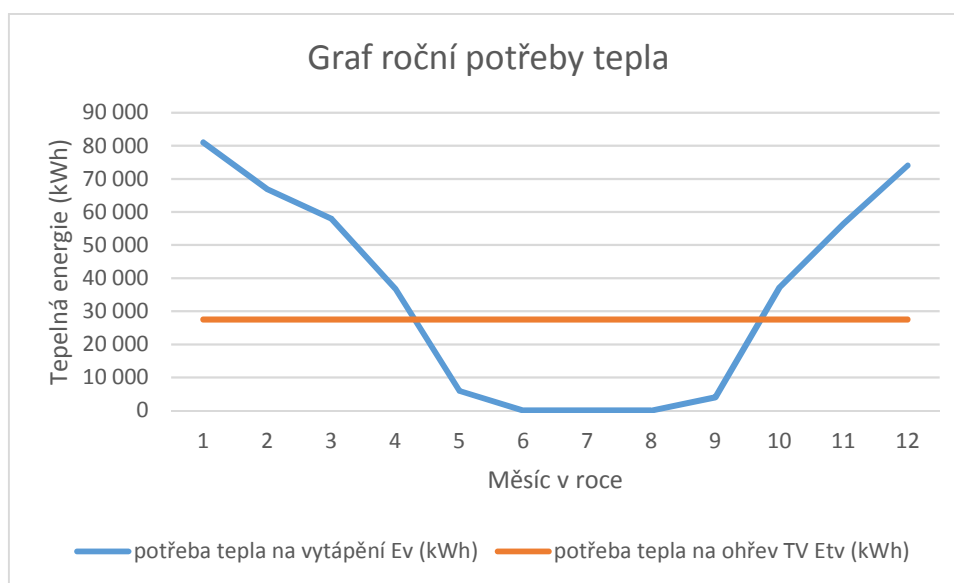
Tyto parametry výpočtu byly vloženy do online kalkulačtoru [1] s jehož výsledky je dále pracováno při hodnocení koncepce A teoretické části.

$$E_{tv2} = 47\,064 \text{ kWh/rok}$$

$$E_{tv} = E_{tv1} + E_{tv2} = 295\,200 + 47\,064 = 342\,264 \text{ kWh/rok}$$

měsíc	dny	střední teplota tes (°C)	potřeba tepla na vytápění Ev (kWh)	potřeba tepla na ohřev TV Etv (kWh)
leden	31	-1,7	81 045	28 522
únor	28	0,1	66 836	28 522
březen	31	4,2	57 945	28 522
duben	30	9,3	36 752	28 522
květen	10	14,3	5 936	28 522
červen	0	15,0	0	28 522
červenec	0	15,2	0	28 522
srpen	0	15,0	0	28 522
září	7	14,5	3 978	28 522
říjen	31	9,5	37 194	28 522
listopad	30	4,1	56 455	28 522
prosinec	31	0,1	73 997	28 522
<b>Celkem</b>			<b>420 139</b>	<b>342 264</b>

Tab.6



Obr.1

Hodnoty potřeb tepla pro ohřev teplé vody by v reálném provozu byly závislé na konkrétní návštěvnosti wellness centra v jednotlivých měsících, která nejsou známa, proto zde uvažují konstantní hodnoty v jednotlivých měsících pro grafické zobrazení.

### A.3.3. Potřeba tepla pro vzduchotechnická zařízení

Pro účely zjištění roční hodnoty tepelné energie pro vzduchotechnická zařízení byly do programu Protech při výpočtu tepelných ztrát pro jednotlivé provozy zadány také tepelné ztráty větráním od venkovního vzduchu. Zde je celková roční potřeba tepla  $E_{v2} = 657\,835$  kWh (jedná se o hodnotu roční potřeby tepla pro vytápění a VZT zařízení).

Po odečtení hodnoty z Tab.6 , kde je celková hodnota potřeby tepla pro vytápění  $E_v = 420\,139$  kWh dostaneme uvažovanou roční potřebu tepla jen pro vzduchotechnická zařízení:

$$E_{vzt} = E_{v2} - E_{v1} = 657\,835 - 420\,139 = \mathbf{237\,696\text{ kWh}}$$

### A.3.4. Potřeba elektrické energie pro provoz

#### Osvětlení

Dle TNI 73 0331

Přímo ohříváný zdroj tepla umístěný v zóně - světlý zářič (ovládání, regulace)

25 W/jednotka

Počet uvažovaných jednotek

828 ks

celkový uvažovaný příkon instalovaného osvětlení

20,7 kW

celkový uvažovaný počet hodin v provozu

5000 h

**roční elektrický příkon instalovaného osvětlení**

**103500 kWh**

#### Pomocné energie

**Tabulka A.30 – Průměrný roční elektrický příkon oběhových čerpadel  $P_{aux,H,p}$  teplovodního systému vytápění pro dvoutrubkovou otopnou soustavu**

Vytápěná plocha (m <sup>2</sup> )	$P_{aux,H,p}$ (W)		
	Bez regulace otáček	Vícestupňová regulace otáček	Proměnná regulace
100	19,8	12,8	10,6
150	25,2	16,4	13,6
200	30,2	19,6	16,4
300	39,2	25,4	21,2
400	47,6	30,8	25,8
500	55,6	36,0	30,0
600	63,2	41,0	34,2
700	70,8	45,8	38,4
800	78,2	50,6	42,2
900	85,4	55,2	46,2
1 000	92,6	59,8	50,0

Tab.7 [19]

Celkový uvažovaný vytápěná plocha

2 734 m<sup>2</sup>

Vícestupňová regulace otáček oběhových čerpadel



Průměrný roční příkon oběhových čerpadel  $p_1 = 164 \text{ W}$   
(zjištěno interpolací hodnot)  
Celkový roční uvažovaný počet hodin v provozu  $T = 6\,500 \text{ h}$   
**Celkový průměrný roční příkon oběhových čerpadel  $P_{aux, hp1} = 1\,066 \text{ kWh}$**

**Tabulka A.31 – Průměrný roční elektrický příkon oběhových čerpadel  $P_{aux,H,p}$  teplovodního systému vytápění pro dvoutrubkovou otopnou soustavu s podlahovým vytápěním**

Vytápěná plocha (m <sup>2</sup> )	$P_{aux,H,p}$ (W)		
	Bez regulace otáček	Vícestupňová regulace otáček	Proměnná regulace
100	38,6	25,0	21,0
150	49,2	31,8	26,6
200	58,8	38,0	31,8
300	75,8	49,0	41,0
400	91,6	59,2	49,6
500	106,4	68,8	57,6
600	120,4	78,0	65,2
700	134,2	86,8	72,6
800	147,6	95,4	79,8
900	160,6	104,0	87,0
1 000	173,4	112,2	93,8

Tab.8 [19]

celková uvažovaná vytápěná plocha  $A = 1018,9 \text{ m}^2$   
vícestupňová regulace otáček oběhových čerpadel  
průměrný roční elektrický příkon oběhových čerpadel  $p_2 = 115 \text{ W}$   
celkový uvažovaný počet hodin v provozu  $T = 6500 \text{ h}$   
**průměrný roční elektrický příkon oběhových čerpadel  $P_{aux, hp2} = 747,5 \text{ kWh}$**

**Tabulka A.32 – Průměrný roční elektrický příkon systému měření a regulace  $P_{H,ctl,em}$**

	$P_{H,ctl,em}$ (W)
Systém regulace s ovládáním pomocí servopohonů (plynulá regulace)	0,1 (na akční člen)
Systém regulace s ovládáním pomocí kombinace teplotního snímače a elektrického pohonu (ovládání – zapnuto/vypnuto)	1,0 (na akční člen)
Systém regulace s elektromagnetickým pohonem (ovládání – zapnuto/vypnuto)	1,0 (na akční člen)

Tab.9 [19]

systém regulace s ovládáním pomocí servopohonů (plynulá regulace)  $0,1 \text{ W/akční člen}$   
celkový uvažovaný počet akčních členů  $200 \text{ ks}$   
celkový uvažovaný počet hodin v provozu  $8760 \text{ h}$   
**průměrný roční elektrický příkon systému  $MaR = 175,2 \text{ kWh}$**

Měrný příkon nuceného systému větrání  $P_{sp,ahu}$  pro odtahové a přívodní ventilátory

**Tabulka A.65 – Klasifikace měrného příkonu ventilátoru  $P_{SFP,ahu}$  podle ČSN EN 13779**

Kategorie	$P_{SFP,ahu} (W \cdot s/m^3)$
SFP 1	< 500
SFP 2	500–750
SFP 3	750–1 250
SFP 4	1 250–2 000
SFP 5	2 000–3 000
SFP 6	3 000–4 500
SFP 7	> 4 500

Tab.10 [19]

**Tabulka A.66 – Příklady tříd  $P_{SFP,ahu}$  podle ČSN EN 13779**

Aplikace	Typické rozpětí	Směrná hodnota
Klimatizační systém (přívodní ventilátor)	SFP1–SFP5	SFP4
Větrací systém (přívodní ventilátor)	SFP1–SFP4	SFP3
Klimatizační systém (odvodní ventilátor)	SFP1–SFP5	SFP3
Větrací systém (odvodní ventilátor)	SFP1–SFP4	SFP2

Tab.11 [19]

uvažovány dle normy směrné hodnoty tříd klasifikace měrného příkonu ventilátoru

klimatizační systém (přívodní ventilátor)	SFP4
uvažovaný počet přívodních ventilátorů	8 ks
zvolený měrný příkon přívodního ventilátoru	2 000 W.s/m <sup>3</sup>
klimatizační systém (odvodní ventilátor)	SFP3
uvažovaný počet odvodních ventilátorů	8 ks
zvolený měrný příkon odvodního ventilátoru	1 250 W.s/m <sup>3</sup>
celkový měrný příkon ventilátorů systému klimatizace	26 000 W.s/m <sup>3</sup>
vnitřní objem posuzovaného provozu	38 305 m <sup>3</sup>
<u>celkový příkon ventilátorů systému klimatizace</u>	<u>2 444 kWh</u>

**Celkový uvažovaný roční příkon elektrických zařízení       $Q_{el} = 105\,492 \text{ kWh}$**

## Návrh počtu zásobníků TV

$$V_z = \Delta E_{\max} / c * (t_2 - t_1) \quad (1)$$

$$\Delta E_{\max} = E_{tv} - E_0 \quad (\text{kWh})$$

$$E_{tv} = 342\,267 \text{ kWh}$$

$$E_0 = (n_1 * q_1 + n_2 * q_2) = 250 * 1,4 + 50 * 0,2 = 360 \text{ kWh}$$

n = počet návštěvníků (-)

q = spotřeba na osobu (kWh)

$$\Delta E_{\max} = 342\,267 - 360 = 341\,907 \text{ kWh}$$

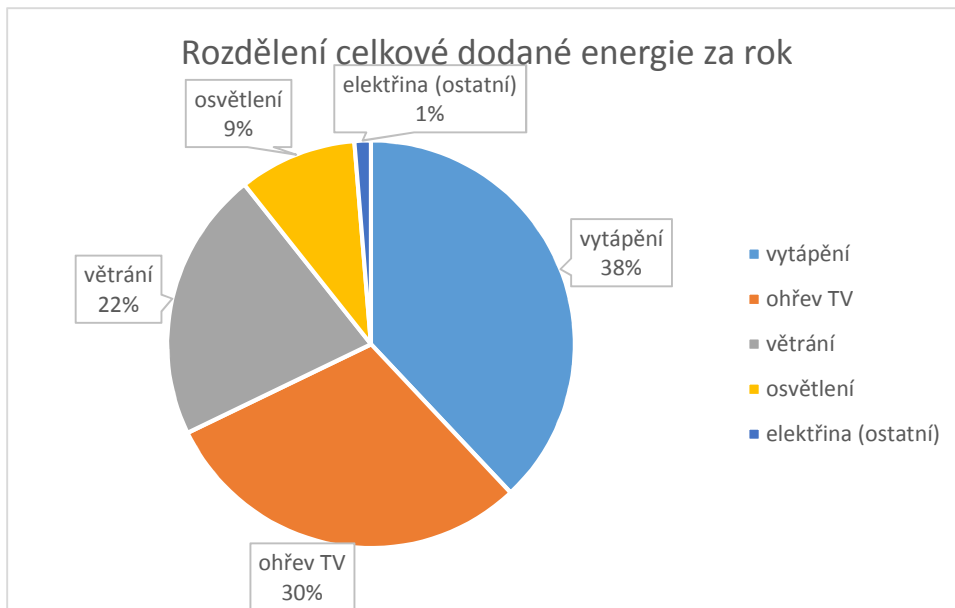
$$V_z = 341\,907 / 1,163 * (55 - 10) = \mathbf{6\,533\,1}$$

Navrhuji 3 zásobníky REGULUS R0BC 1500 a 1 zásobník REGULUS R0BC 2500

## Shrnutí energetické potřeby pro roční provoz objektu

vytápění	420 139 kWh
ohřev TV	342 267 kWh
větrání	237 696 kWh
osvětlení	103 500 kWh
elektrina (ostatní)	14 433 kWh

Tab.12

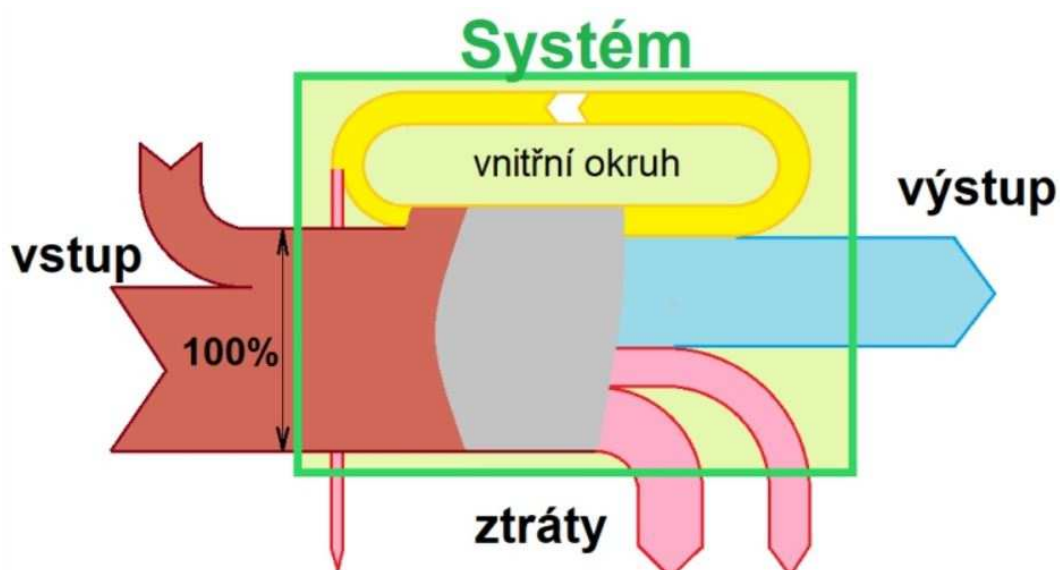


Obr.2

#### A.4. Sankeyův diagram

Pro jednotlivé koncepce jsem si následně připravil názorné porovnání toků jednotlivých druhů energií do objektu a jejich následnou přeměnu a využití v provozu. Schématické srovnání jsem provedl pomocí Sankeyova diagramu.

Obecně Sankeyův diagram graficky ukazuje tok a třeba poměrné množství vybraného prvku (materiál, peníze, energie apod.). Tento tok lze následně vztáhnout k určitému půdorysu nebo schématu provozu, podle toho, co chceme diagramem vyjádřit. Použít se dá prakticky kdekoliv (v ekonomice, průmyslu, výrobě, energetice atd.). Já jsem využil Sankeyova diagramu pro znázornění množství dodané primární energie do objektu a její přeměnu na vnitřní energii, která je u jednotlivých koncepcí pro provoz uvažována. Principiální schéma je uvedeno níže na Obr.3.



Obr.3[21]

## A.5. Multikriteriální vyhodnocení zvolených koncepcí zdroje tepla

Pro zpracování této teoretické části práce jsem si pro hodnocený objekt zvolil po úvaze tři možné koncepce zdroje tepla a celkového zásobování budovy primárními energiemi. Jednotlivé koncepce následně krátce definuji a na závěr bude uvedeno srovnání jednotlivých koncepcí a jejich následné vyhodnocení podle různých kritérií. Pro nejvýhodnější variantu bude následně zpracován projekt systému vytápění v rozsahu pro stavební povolení dle zadání.

Pro zvolení jednotlivých koncepcí byly uváženy různé aspekty, které hrají důležitou roli při návrhu zdroje tepla pro vybraný objekt. V úvahu byly brány jednotlivé roční potřeby primární energie pro provoz budovy, dále prostorové možnosti pro umístění jednotlivých zdrojů nebo také lokalita, do které byl projekt budovy navržen z důvodu možného využití primární energie z okolního prostředí, s čímž souvisí také například orientace objektu.

### A.5.1. Koncepce A

V první variantě koncepce zásobování objektu teplem jsem uvažoval pořízení solárních kolektorů, které by zajišťovaly ohřev vody pro vnitřní bazén. Zde by byla důležitá orientace budovy, která v tomto případě umožňuje instalaci solárních panelů na východnější část objektu, jejíž střecha se sklonem je orientována jižním směrem. Optimální je zde maximalizace solárních zisků během roku. Jako primární zdroje tepla jsou zvolena tepelná čerpadla vzduch – voda v kaskádovém zapojení pro dosažení dostatečného výkonu. Tepelná čerpadla by pokrývala zhruba 75% celkových tepelných ztrát budovy, zbytek by v topných špičkách pokrýval elektrokotel. Jednalo by se tak o bivalentní provoz zdrojů tepla. Tepelná čerpadla a elektrokotle by tedy následně pokrývaly veškerou spotřebu tepla pro vytápění a ohřev vody v objektu. Potřeba elektrické energie pro osvětlení a pomocné energie by zde byla kryta z veřejné sítě.

Pro výpočet byly zvoleny solární kolektory Regulus KPG1 (Tab.13) s následujícími návrhovými parametry.

Solární kolektor KPG1		
optická účinnost	$\eta_1$	0,749 (-)
plocha apertury solárního kolektoru	$A_k$	2,3 (m <sup>2</sup> )
max.výkon při svitu 1000W/m <sup>2</sup>	$Q_{max}$	1 883 (W)
doporučený průtok	f	60-120 (l/h)
max.pracovní teplota	$T_{max}$	120 °C

Tab.13

Dle prostorových možností a také s ohledem na vzniklé zatížení střešní konstrukce je uvažováno s možnou instalací 30ks solárních kolektorů pro ohřev vody na střechu budovy wellness centra.

Pro výpočet ročního využití tepelných zisků ze slunečního záření byla použita zjednodušená metoda bilance solárního kolektoru. Použit byl online kalkulátor [1], který je v souladu s TNI 73 0302.

### **Zjednodušená bilance solárního kolektoru**

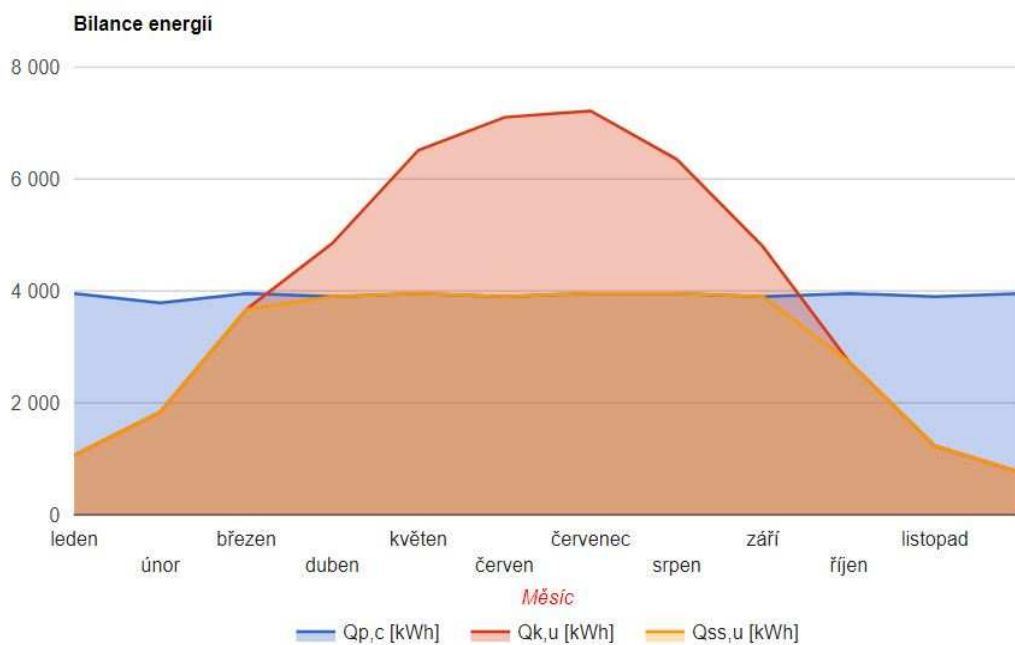
*Návrhové parametry:*

střední denní teplota v solárních kolektorech	$t_s =$	35 °C
srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tepelných ztrát	$p =$	0,01 (-)
sklon kolektoru	$b =$	30 °
azimut kolektoru	$g =$	30 °
počet kolektorů		30 ks
$Q_{s,u}$ – skutečně využitě zisky solární soustavy (kWh)		
$Q_{k,u}$ - teoreticky využitelné zisky ze solárních kolektorů (kWh)		
$Q_{p,c}$ - celková potřeba tepla (kWh)		
$f$ - solární podíl / pokrytí potřeby tepla (-)		

měsíc	n	t <sub>ep</sub>	t <sub>es</sub>	G <sub>T,m</sub>	η <sub>k</sub>	H <sub>T,den</sub>	H <sub>T,měs</sub>	Q <sub>k,u</sub>	Q <sub>p,TV</sub>	Q <sub>p,VYT</sub>	Q <sub>p,BV</sub>	Q <sub>p,c</sub>	Q <sub>ss,u</sub>
	dny	°C	°C	W/m <sup>2</sup>	-	kWh/m <sup>2</sup> .den	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
leden	31	-1.5	2.2	329	0.58	0.96	29.8	1069	0	0	3955	3955	1069
únor	28	0	3.4	406	0.62	1.72	48.2	1839	0	0	3785	3785	1839
březen	31	3.2	6.5	482	0.65	2.95	91.5	3671	0	0	3955	3955	3671
duben	30	8.8	12.1	512	0.68	3.88	116.4	4850	0	0	3898	3898	3898
květen	31	13.6	16.6	530	0.69	4.92	152.5	6514	0	0	3955	3955	3955
červen	30	17.3	20.6	534	0.71	5.44	163.2	7100	0	0	3898	3898	3898
červenec	31	19.2	22.5	526	0.71	5.31	164.6	7214	0	0	3955	3955	3955
srpen	31	18.6	22.6	511	0.71	4.68	145.1	6351	0	0	3955	3955	3955
září	30	14.9	19.4	480	0.7	3.72	111.6	4794	0	0	3898	3898	3898
říjen	31	9.4	13.8	419	0.67	2.15	66.6	2740	0	0	3955	3955	2740
listopad	30	3.2	7.3	343	0.62	1.08	32.4	1230	0	0	3898	3898	1230
prosinec	31	-0.2	3.5	300	0.58	0.69	21.4	757	0	0	3955	3955	757
							1143	48130	0	0	47064	47064	34867

q <sub>ss,u</sub>	505 kWh/m <sup>2</sup> .rok
f	74 % ???
Q <sub>ss,u</sub>	34867 kWh/rok

Tab.14 Bilance solárního kolektoru [4]



Obr.4 [4]

Celková roční produkce solárního systému  $Q_{ss,u}$  je **34 867 kWh**.

Celková roční potřeba tepla pro ohřev bazénu  $Q_{p,c}$  je **47 064 kWh**.

Nutno pokrýt zbylých 12 197 kWh na ohřev bazénu z jiného zdroje.

Na Obr.2 jsou následně graficky znázorněny jednotlivé parametry uvažované solární soustavy a jejich energetické rozložení během roku. Celkové zisky ze slunečního záření jsou schopny skrze solární soustavu pokrýt 74% roční potřeby tepla pro ohřev bazénové vody.

Vzhledem k tomu, že potřeba tepla pro ohřev bazénu je v zásadě konstantní, což se o možných solárních ziscích říci nedá, zbylou potřebu tepla pro ohřev bazénové a ostatní vody budou pokrývat zmíněné elektrokotle.

Návrhové parametry:

Celková tepelná ztráta objektu  $Q_e = 216,8 \text{ kW}$

Dále je vycházeno z bilanční tabulky tab. ročních potřeb energie.

Pokrytí tepelných ztrát ze 75% kaskádou tepelných čerpadel vzduch – voda.

$$Q_{t\check{c}} = 0,75 \cdot 216,8 = \mathbf{162,6 \text{ kW}}$$

Pokrytí tepelných ztrát z 25% pomocí elektrokotlů.

$$Q_{ek1} = 216,8 - 162,6 = \mathbf{54,2 \text{ kW}}$$

Potřeba tepelné energie pro ohřev bazénové vody (rozdíl nepokrytý solárními panely) a užitkové vody tj. 12 197 kWh + 295 200 kWh. Pro ohřev do zařízení VZT 237 696 kWh a 117 933 kWh pro osvětlení a pomocné energie.

Celková roční potřeba tepelné energie pro pokrytí elektrokotly  $Q_{v2} = 545 093 \text{ kWh}$ .

Celková roční potřeba elektrické energie na osvětlení a pomocné energie  $Q_{el} = 117 933 \text{ kWh}$

Uvažovaný počet provozních hodin elektrokotle  $n = 5 040 \text{ h}$  za rok.

$$Q_{ek2} = Q_{v2} / n \text{ (kW)}$$

$$Q_{ek2} = 545 093 / 5 040$$

$$Q_{ek2} = \mathbf{108,2 \text{ kW}}$$

- 1) Celkový potřebný výkon tepelných čerpadel pro vytápění  $Q_{v,t\check{c}} = 162,6 \text{ kW}$ .



Tepelné čerpadlo Vitocal 300A	
jmenovitý tepelný výkon	20-50 kW
v kaskádě 4 jednotek	až 200 kW
elektrický příkon	13,89 kW
SCOP	3,6 (-)

Tab.15

Navržena je kaskáda čtyř tepelných čerpadel vzduch – voda Vitocal 300A, každé čerpadlo o výkonu 45 kW, celkově tedy o maximálním výkonu kaskády 180 kW.

Spotřeba elektrické energie na provoz tepelných čerpadel

Roční potřeba tepelné energie  $Q_{v,tč} = 0,75 \cdot 420\,139 \text{ kWh} = 315\,105 \text{ kWh}$

$Q_{el,tč} = Q_v / SCOP = 315\,105 / 3,6 = \mathbf{87\,530 \text{ kWh/rok}}$

Celkový potřebný výkon elektrokotlů:

$Q_{el,ek} = Q_{ek1} + Q_{ek1} = 54,2 + 108,2 = \mathbf{169,3 \text{ kW}}$

$Q_{r,ek} = Q_{ek} / \eta_0 = 169,3 / 0,975 = 162,4 \text{ kW}$

Elektrokotel Bosh Tronic Heat 5000 H 60	
jmenovitý tepelný výkon	60 kW
v kaskádě 3 jednotek	180 kW
užitečný tepelný výkon	55 kW
účinnost	97,5 %

Tab.16

Dále je uvažováno s trojicí elektrokotlů Bosh Tronic 5000 H 50 s možným výkonem v kaskádě až 180 kW.

### A.5.1.1. Ekonomické zhodnocení

1) Roční náklady na elektrickou energii (uvažovaný dodavatel PRE)

Položka	Počet jednotek	Jednotka	Jednotková cena bez DPH		
			(Kč)	Celkem (Kč)	
Silová energie	750 556	kWh	0,93	698 017,1	
Poplatek za odběrné místo	12	měsíc	79,0	948,0	
Daň z elektřiny	750 556	kWh	0,0283	21 240,8	
<b>Celkem za obchod s elektřinou</b>				<b>720 205,9</b>	
Použití sítí	750 556	kWh	0,1367	102 601,0	
Poplatek za odběrné místo	12	měsíc	299,0	3 588,0	
<b>Celkem za distribuční služby</b>				<b>106 189,0</b>	
Systémové služby	SS	750 556	kWh	0,09394	70 507,2
Obnovitelné zdroje (3x25 A)	PoZE			16 209,00	
Poplatek OTE	OTE			58,8	
<b>Regulované služby</b>				<b>86 775,0</b>	
<b>Celkem bez DPH</b>				<b>913 169,9</b>	

Tab.17 [4]

### Souhrn roční nákladů na elektrickou energii

Dodávka elektřiny	Základ DPH (Kč)	DPH (Kč)	Celkem (Kč)
Obchod s elektřinou	720 205,9	108 030,9	828 236,8
Distribuční služby	106 189,0	15 928,4	122 117,4
Regulované služby	86 775,0	13 016,3	99 791,3
<b>Celkem</b>	<b>913 169,9</b>	<b>136 975,6</b>	<b>1 050 145,5</b>

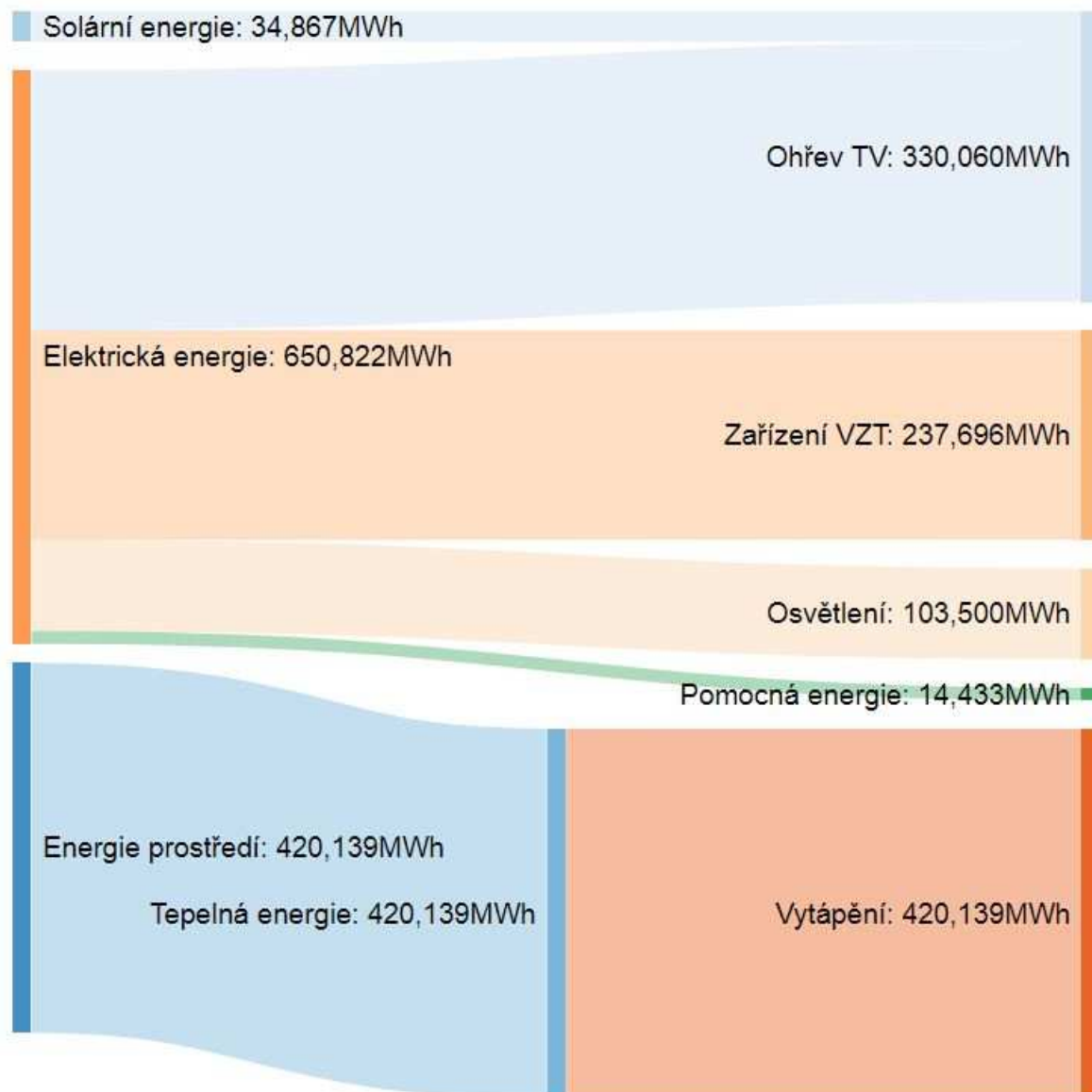
Tab.18 [4]

### Souhrn nákladů na pořízení zdroje tepla

Typ zdroje tepla	cena vč. DPH (Kč)
Sestava 4 ks tepelných čerpadel	1 357 600
Sestava 30 ks solárních kolektorů	359 700
Sestava 3 ks elektrokotlů	133 500
<b>Celkem</b>	<b>1 850 700,- Kč</b>

Tab.19 [4]

### A.5.1.2. Sankeyův diagram



Obr.5 [18]

### A.5.2. Koncepce B

Jako druhou koncepci jsem si zvolil plynové tepelné čerpadlo vzduch – voda pro jako zdroj tepla. Opět by se jednalo o bivalentní zapojení zdrojů tepla v kombinaci s plynový kondenzačním kotlem. Plynové tepelné čerpadlo je navrženo na 75% tepelné ztráty objektu a zbylý potřebný výkon by zajišťoval zmíněný plynový kondenzační kotel.

Nespornou výhodou plynového tepelného čerpadla je jeho účinnost využití dodávaného plynu do jednotky, která je schopná přeměnit 100% dodaného plynu na tepelnou energii a zároveň využít

další odpadní teplo z chlazení plynového spalovacího motoru ve venkovní jednotce čerpadla. Celkově se jedná o jednotku s vysokým tepelným výkonem, proto je vhodné s ní uvažovat, vzhledem k velké roční potřebě tepla (především kvůli ohřevu vody).

Tedom Polo 100		
Jmenovitý výkon	vytápění chlazení	až 200 <sup>(1)</sup> +100 <sup>(2)</sup> kW
		až 200 kW
Elektrický příkon	vytápění	1,7 kW
Max. příkon k palivu	vytápění	117 kW
Spotřeba plynu	vytápění	15,8 m <sup>3</sup> /h
G.U.E.		140 %
SPER		2,5 (-)

Tab.20

Hodnoty pro užití chladivo R407C

(1) Výkon kondenzátoru (kW) – pro vytápění objektu

(2) Výkon motoru a spalín (kW) – pro ohřev TV

SPER - sezónní koeficient primární energie pro palivová čerpadla

G.U.E. – součinitel využitelnosti plynového paliva

Navrhuji plynové tepelné čerpadlo na 75% celkového potřebného tepelného výkonu.

Zbýlý potřebný tepelný výkon 25% pokryje plynový kondenzační kotel.

Potřebný tepelný výkon plynového tepelného čerpadla

$$Q_{ptč} = 0,75 \cdot Q_c = 0,75 \cdot 216,8 = \mathbf{162,6 \text{ kW}}$$

Potřebný tepelný výkon plynového kondenzačního kotle

$$Q_{kk} = 0,25 \cdot Q_c = 0,25 \cdot 216,8 = \mathbf{54,2 \text{ kW}}$$

Roční spotřeba plynu plynového tepelného čerpadla

$$E_{ptč} = Q_{tl} / \text{SPER} \quad (\text{kWh})$$

$E_{ptč}$  – roční spotřeba plynu plynovým čerpadlem (kWh)

$Q_{tl}$  – roční potřeba tepla pro pokrytí plynovým čerpadlem (kWh)

SPER – sezónní účinnost (-)

$$E_{ptč} = 895\,067,3/2,6$$

$$E_{ptč} = \mathbf{344\,256,6\ kWh}$$

$$E_{ptč} = 344\,256,6/10,55 = \mathbf{32\,631,0\ m^3}$$

Vitocrossal 300	
Jmenovitý výkon	60 kW
Účinnost	98-109 %

Tab.21

Roční spotřeba plynu plynového kondenzačního kotle

$$E_{kk} = Q_{t2} / H \cdot n \quad (\text{m}^3)$$

$Q_{t1}$  – roční potřeba tepla pro pokrytí plynovým čerpadlem (MWh)

$n$  – účinnost plynového kondenzačního kotle (-)

$$E_{kk} = 105034,8 / (33,9 \cdot 0,98)$$

$$E_{kk} = \mathbf{3\,161,6\ m^3/rok}$$

Celková roční spotřeba plynu

$$E = E_{ptč} + E_{kk} = 32\,631 + 3\,161,6 = \mathbf{35\,792,6\ m^3/rok}$$

$$E_{pl} = E \cdot H = 35\,792,6 \cdot 10,55 = \mathbf{377\,611,5\ kWh/rok}$$

$H$  – spalné teplo zemního plynu (kWh/m<sup>3</sup>)

### A.5.2.1. Ekonomické zhodnocení

#### 1. Roční náklady na zemní plyn (uvažovaný dodavatel Pražská plynárenská a.s.)

##### a) Distribuce

Popis položky	Množství	Měrná jednotka	Jednotková cena bez DPH	Celková cena bez DPH
			(Kč)	(Kč)
Pevná cena za odebraný plyn	377,612	MWh	103,87	39 222,55
Stálá měsíční platba	12	měsíc	1 911,11	22 933,31
Poplatek OTE	377,612	MWh	2,06	777,88
<b>Celkem</b>				<b>62 933,8</b>

Tab.22

##### b) Platba za služby dodávky

Popis položky	Množství	Měrná jednotka	Jednotková cena bez DPH	Celková cena bez DPH
			(Kč)	(Kč)
Komoditní složka ceny	377,612	MWh	680,0	256 776,2
Měsíční poplatek za odběrné místo	12,0	měsíc	0,0	0,0
<b>Celkem</b>				<b>256 776,2</b>

Tab.23

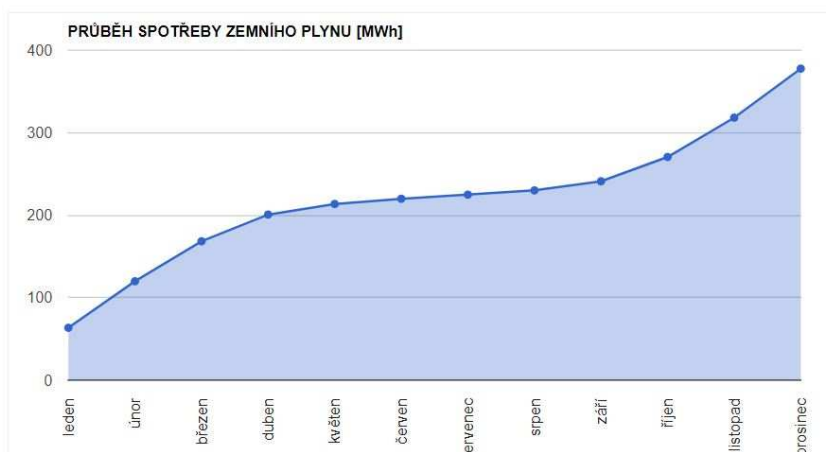
##### c) Daň za zemní plyn

Popis položky	Množství	Měrná jednotka	Jednotková cena bez DPH	Celková cena bez DPH
			(Kč)	(Kč)
Daň z plynu	377,612	MWh	0,0	0,0
<b>Celkem</b>				<b>0,0</b>

Tab.24

	Základ DPH	DPH	Celkem
<b>Celková cena za dodávku plynu</b>	319 710,0	47 956,5	<b>367 666,5</b>

Tab.25



Obr.6 [4]

2. Roční náklady na elektřinu (uvažovaný dodavatel PRE)

Položka	Počet jednotek	Jednotka	Jednotková cena bez DPH (Kč)	Celkem (Kč)	
Silová energie	117 933	kWh	0,93	109 677,7	
Poplatek za odběrné místo	12	měsíc	79,0	948,0	
Daň z elektřiny	117 933	kWh	0,0283	3 337,5	
<b>Celkem za obchod s elektřinou</b>				<b>113 963,2</b>	
Použití sítí	117 933	kWh	0,1367	16 121,5	
Poplatek za odběrné místo	12	měsíc	299,0	3 588,0	
<b>Celkem za distribuční služby</b>				<b>19 709,5</b>	
Systémové služby	SS	117 933	kWh	0,09394	11 078,7
Obnovitelné zdroje (3x25 A)	PoZE			16 209,00	
Poplatek OTE	OTE			58,8	
<b>Regulované služby</b>				<b>27 346,5</b>	
<b>Celkem bez DPH</b>				<b>161 019,2</b>	

Tab.26 [4]

Souhrn roční nákladů na elektrickou energii

Dodávka elektřiny	Základ DPH (Kč)	DPH (Kč)	Celkem (Kč)
Obchod s elektřinou	113 963,2	17 094,5	131 057,7
Distribuční služby	19 709,5	2 956,5	22 666,0
Regulované služby	27 346,5	4 102,0	31 448,5
<b>Celkem</b>	<b>161 019,2</b>	<b>24 152,9</b>	<b>185 172,1</b>

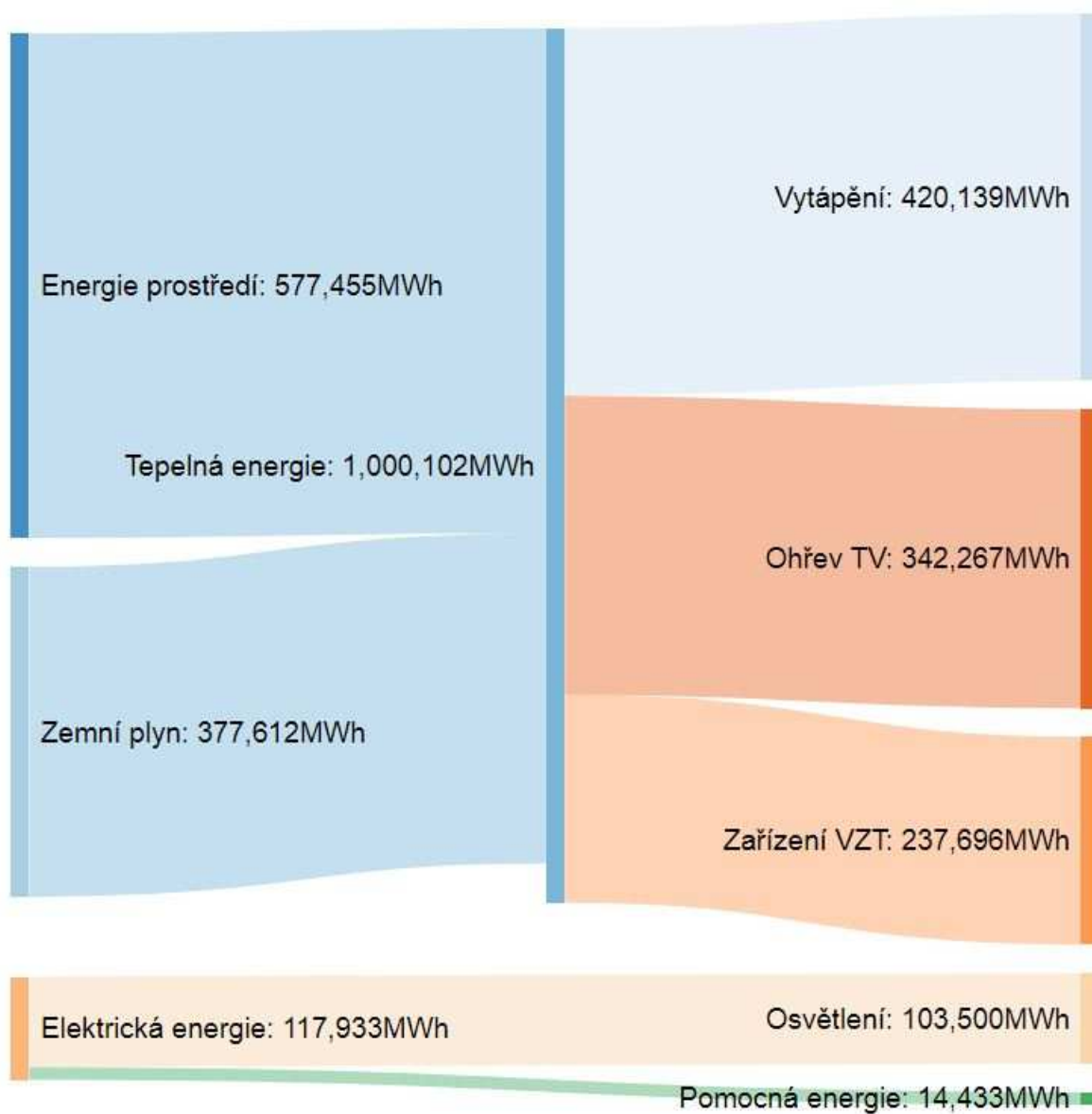
Tab.27 [4]

2) Náklady na pořízení zdroje tepla

Typ zdroje tepla	cena vč. DPH (Kč)
Plynové tepelné čerpadlo TEDOM	1 590 000
Plynový kondenzační kotel Vitocrossal 300	175 500
Plynová přípojka	35 000
<b>Celkem</b>	<b>1 800 500</b>

Tab.28 [4]

A.5.2.2. Sankeyův diagram



Obr.7 [18]



### A.5.3. Koncepce C

Jako třetí možnou koncepci zásobování teplem pro objekt wellness centra jsem zvolil kogenerační jednotky. Jedná se o tzv. systém KVET, neboli systém kombinované výroby elektřiny a tepla. Kogenerační jednotka obsahuje plynový spalovací motor, který produkuje elektrickou energii a díky chlazení motoru můžeme následně využít toto odpadní teplo, se kterým můžeme dále vytápět nebo ohřívat vodu dle potřeb. Jedná se tedy o efektivnější způsob využití primární vložené energie do zdroje. Jednotky ale nemají tak velkou účinnost přeměny primární energie (u elektřiny cca 35%).

Vybrány jsou jednotky s dostatečným tepelným výkonem pro pokrytí vypočtené tepelné ztráty objektu. Výhodou je související výroba elektrické energie, kterou můžeme využít pro vlastní potřebu objektu a můžeme tak ušetřit za případné nakupování elektrické energie z veřejné sítě. Což poskytuje značnou výhodu ve chvíli, kdy mají v dnešní době ceny elektrické energie stoupající tendenci.

V Tab.29 jsou uvedené návrhové parametry vybrané kogenerační jednotky pro tuto koncepci zásobování budovy tepelnou a elektrickou energií.

TEDOM Cento T80		
Elektrický výkon		81,0 kW
Tepelný výkon	standardní	120,0 kW
	zvýšený	126,0 kW
Elektrická účinnost		35,1 %
Tepelná účinnost	standardní	52,2 %
	zvýšená	54,5 %
Celková účinnost	standardní	87,3 %
	zvýšená	89,6 %
Spotřeba plynu při 100% výkonu		28,5 m <sup>3</sup> /h
Příkon k palivu		231,00 kW

Tab.29

Pro účely porovnání jsou navrženy dvě kogenerační jednotky TEDOM Cento T80. Dvojice těchto jednotek vyhovují požadavkům na potřebný maximální výkon odpovídající tepelné ztrátě objektu.

Celkový tepelný výkon jednotek: standardní –  $Q_{v1} = 240 \text{ kW}$

zvýšený -  $Q_{v2} = 252 \text{ kW}$

Celkový elektrický výkon jednotek:  $Q_e = 162 \text{ kW}$

Uvažováno je zde s provozem jednotek ve standardním režimu, který bez problému pokryje tepelnou ztrátu objektu.

a)

Roční potřeba tepelné energie na vytápění a ohřev TV a zařízení VZT je  $Q_{t,celk} = 1\,000\,102$  kWh.

Roční potřeba elektrické energie pro osvětlení a ostatní energie je  $Q_{c,el} = 117\,933$  kWh.

Optimální počet provozních hodin kogeneračních jednotek:

$$T = Q_{t,celk} / Q_{v1} \text{ (h)}$$

$$T = 1\,000\,102 / (2 * 120) = 4\,167 \text{ h} \rightarrow \text{uvažují } \mathbf{4\,200 \text{ h}}$$

Roční produkce elektrické energie (při uvažovaných 4 200 h v provozu)

$$Q_e = Q_{e1} * T \text{ (kWh)}$$

$$Q_e = (2 * 81) * 4\,200 = \mathbf{680\,400 \text{ kWh}}$$

Kogenerační jednotky při potřebném provozu alespoň 4 200 h pro pokrytí potřeby energie na vytápění a přípravu teplé vody vyprodukují také 680 400 kWh elektrické energie, což představuje přebytek 562 467 kWh elektrické energie za rok. Zde je tedy očividné, že tento provoz by byl neefektivní z hlediska optimalizace využití vyrobené tepelné i elektrické energie.

Pro zlepšení optimalizace využití energií provedu nový přepočít s převedením energie pro zařízení VZT na elektrickou, kde by ohřev zajišťovaly elektroohřívače.

b)

Roční potřeba tepelné energie na vytápění a ohřev TV je  $Q_{t,celk} = 750\,199$  kWh.

Roční potřeba elektrické energie pro osvětlení, zařízení VZT a ostatní energie je  $Q_{c,el} = 355\,629$  kWh.

Optimální počet provozních hodin kogeneračních jednotek:

$$T = Q_{t,celk} / Q_{v1} \text{ (h)}$$

$$T = 750\,199 / (2 * 120) = \mathbf{3\,125 \text{ h}}$$

Roční produkce elektrické energie (při uvažovaných 3 125 h v provozu)

$$Q_e = Q_{e1} * T \text{ (kWh)}$$

$$Q_e = (2 * 81) * 3\,125 = \mathbf{506\,250 \text{ kWh}}$$

Při této druhé variantě je zřetelné, že využití produkované energie je efektivnější. Dojde k pokrytí potřebné tepelné energie na vytápění a ohřev vody a přebytek generované elektrické energie se snížil

na 150 621 kWh. Tuto elektrickou energii lze prodat do distribuční sítě a generovat tímto způsobem určitý zisk.

Jedná se ale stále o relativně neefektivní způsob. Kogenerační jednotka je obecně nejvýhodnější, když negeneruje zbytečné přebytky energie. Elektrická energie by zde musela být využita ještě k jinému procesu v rámci provozu objektu, tím by se ale snižovala doba provozu kogenerace, což se stává méně výhodným. Dle podkladů výrobce je ideální co nejvyšší provozní využití kogeneračních jednotek.

Roční spotřeba plynu

$$Q_{pl} = n \cdot S_{100} = 3\,125 \cdot 28,5 = \mathbf{89\,062,5\ m^3}$$

n – počet provozních hodin kogeneračních jednotek (-)

$S_{100}$  – spotřeba plynu při 100% provozu jednotek (m<sup>3</sup>/h)

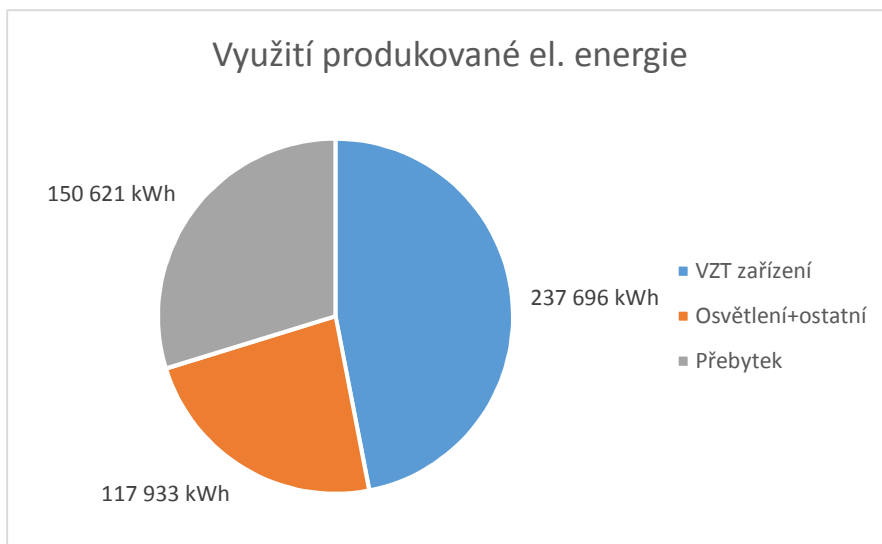
#### Souhrn provozu kogenerace

Režim	Typ jednotky	Produkce el. energie (kWh/rok)	Produkce tepelné energie (kWh/rok)	Spotřeba zemního plynu (m <sup>3</sup> /rok)
Vytápění	TEDOM Cento T80 (2 jednotky)		420 139	
Ohřev TV			330 060	
VZT zařízení		237 696		
Osvětlení+ostatní		117 933		
Přebytek		150 621		
<b>Celkem vyrobeno</b>		<b>523 951</b>	<b>715 680</b>	<b>89 062,30</b>

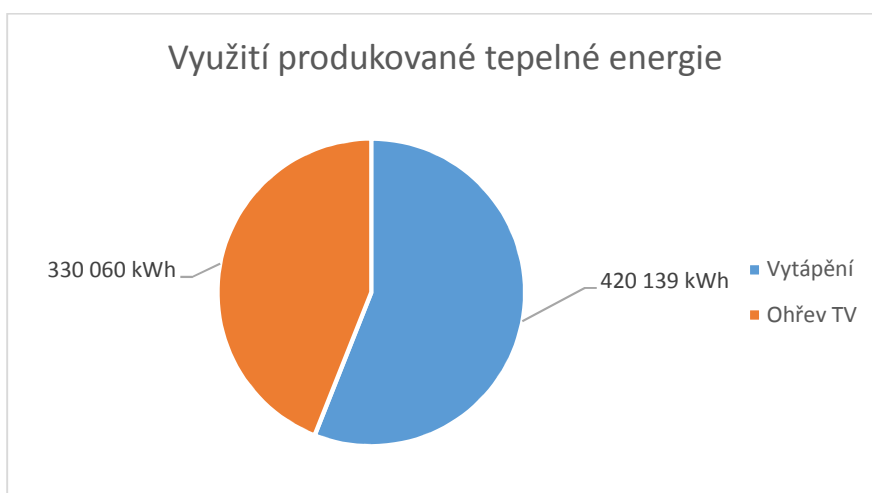
Tab.30

$$Q_{pl} = 89\,062,5\ kWh \cdot H_s = 89\,062,5 \cdot 10,55 = 935\,154,2\ kWh$$

H – spalné teplo zemního plynu (kWh/m<sup>3</sup>)



Obr.8



Obr.9

### A.5.3.1. Ekonomické zhodnocení

1. Roční náklady na zemní plyn (uvažovaný dodavatel Pražská plynárenská a.s.)

a) Distribuce

Popis položky	Množství	Měrná jednotka	Jednotková cena bez DPH (Kč)	Celková cena bez DPH (Kč)
Pevná cena za odebraný plyn	1 239,63	MWh	111,82	138 615,40
Stálá měsíční platba	12	měsíc	1 154,31	13 851,7
Poplatek OTE	1 239,63	MWh	2,4	2975,1
<b>Celkem</b>				<b>155 442,20</b>

Tab.31

b) Platba za služby dodávky

Popis položky	Množství	Měrná jednotka	Jednotková cena bez DPH	Celková cena bez DPH
			(Kč)	(Kč)
Komoditní složka ceny	935,16	MWh	680,0	635 908,80
Měsíční poplatek za odběrné místo	12,0	měsíc	0,0	0,0
<b>Celkem</b>				<b>635 908,80</b>

Tab.32

c) Daň ze zemního plynu

Popis položky	Množství	Měrná jednotka	Jednotková cena bez DPH	Celková cena bez DPH
			(Kč)	(Kč)
Daň z plynu	935,16	MWh	0,0	0,0
<b>Celkem</b>				<b>0,0</b>

Tab.33

	Základ DPH	DPH	Celkem
<b>Celková cena za dodávku plynu</b>	635 908,80	95 386,40	<b>731 295,20</b>

Tab.34

Roční zisk z prodeje elektřiny do sítě (vykupující PRE)

Výkupní cena elektřiny	1 059,42 Kč/MWh
Roční přebytek elektřiny	150,621 MWh
<b>Celkový roční zisk z prodeje elektřiny</b>	<b>159 570,90 Kč</b>

Tab.35

Servisní náklady	0,5 Kč/kWh
Roční produkce tepelné energie	715 680 kWh
<b>Roční náklady na servis</b>	<b>357 840 Kč</b>

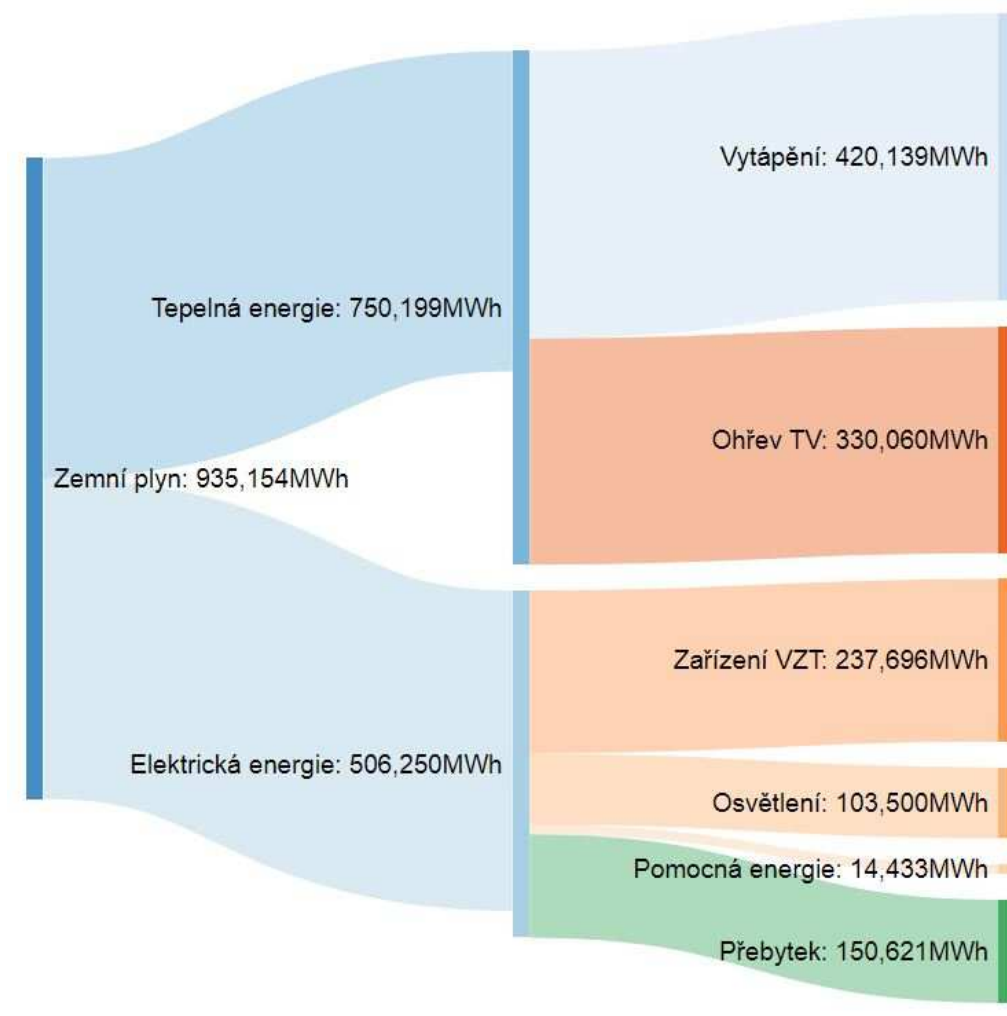
Tab.36

### 1) Náklady na pořízení zdroje tepla

Cena kogenerační jednotky TEDOM Cento T80	2 490 000,- Kč
<b>Cena dvou kogeneračních jednotek TEDOM Cento T80</b>	<b>4 980 000,- Kč</b>

Tab.37

### A.5.3.2. Sankeyův diagram



Obr.10 [18]

### A.5.4. Vyhodnocení koncepcí

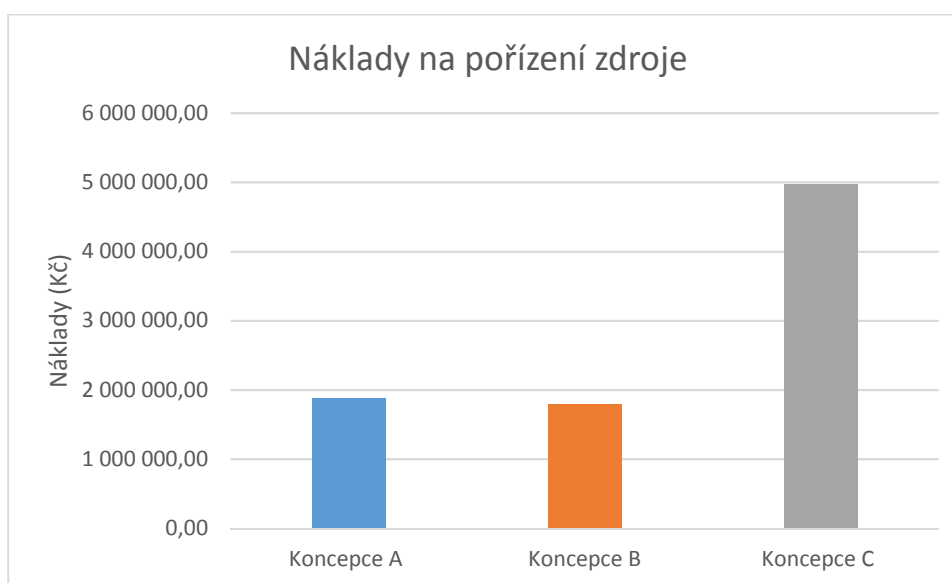
V porovnání jednotlivých koncepcí byly zanedbány příkony elektrických zařízení, u kterých není znám přesný počet pracovních a jejich pracovní režim, by bylo nutné navrhnout detailnější výpočet. Jednalo by se tak o nepřesné údaje. Koncepce jsou porovnány z hlediska ročních nákladů na provoz a pořízení primárních zdrojů tepla. Vzhledem k tomu, že řešený objekt není reálně v provozu, není možné jednotlivé koncepcce pro názornost porovnat ekonomicky z hlediska návratnosti investice. Mnohdy se ukazuje, že ačkoliv jsou například náklady na pořízení soustavy vytápění vyšší,

následný úsporný provoz generuje relativně rychlou návratnost. Jedná se především o soustavy s tepelnými čerpadly, u kterých je návratnost relativně rychlá u vhodně zvolených provozů.

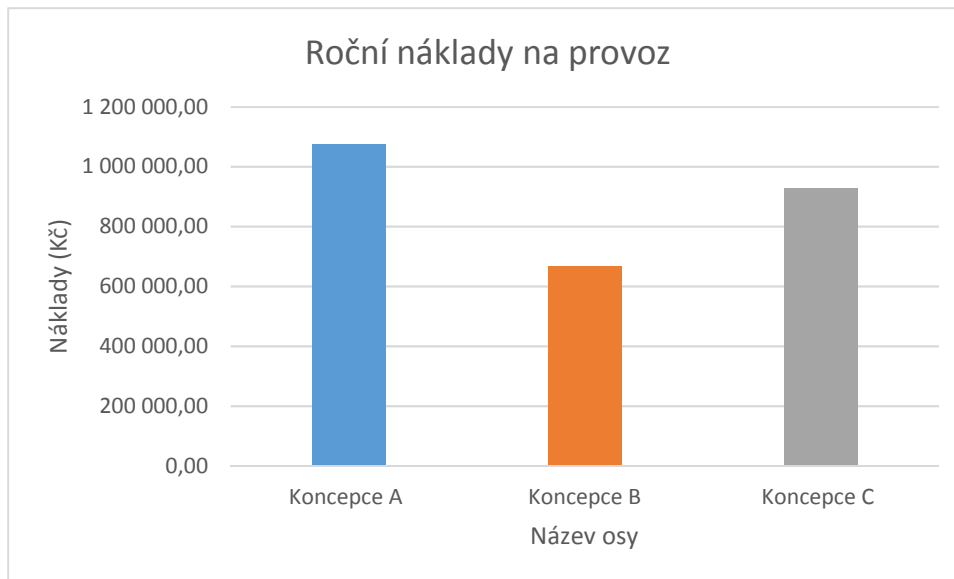
#### A.5.4.1. Ekonomické porovnání

	Roční spotřeba plynu (m3)	Roční spotřeba elektřiny (kWh)	Roční náklady na plyn (Kč)	Roční náklady na elektřinu (Kč)	Náklady na servis (Kč)	Zisk z prodeje do sítě (Kč)	Náklady na pořízení zdroje (Kč)	Roční náklady na provoz (Kč)
<b>Koncepce A</b>	0,00	848 628,00	0,00	1 050 145,50	23 600,00	0,00	<b>1 885 700,00</b>	<b>1 073 745,50</b>
<b>Koncepce B</b>	21 702,00	117 933,00	367 666,50	185 172,10	114 478,00	0,00	<b>1 800 500,00</b>	<b>667 316,50</b>
<b>Koncepce C</b>	89 062,3	0,00	731 295,20	0,00	357 840,00	159 571,00	<b>4 980 000,00</b>	<b>929 564,20</b>

Tab.38



Obr.11



Obr.12

## A.6. Závěr

Z porovnání jednotlivých uvažovaných koncepcí zásobování objektu teplem a elektrickou energií vyplývá koncepce B jako nejvýhodnější. Jedná se o koncepci s plynovým tepelným čerpadlem a plynovým kondenzačním kotlem jako zdroji tepla. A to ať už se jedná o náklady na pořízení primárních zdrojů tepla, tak i z hlediska ročních nákladů na provoz. Jednotlivé koncepce mají svá pro a proti. První dvě využívají venkovního vzduchu jako obnovitelného zdroje energie a třetí koncepce s kogenerací patří mezi zdroje s tzv. kombinovanou výrobou elektřiny a tepla. Tudíž je zde patrná velká účinnost práce jednotlivých zdrojů.

Koncepte A má svou nespornou výhodu v největším podílu výroby tepelné energie z obnovitelných zdrojů, ať už je to energie prostředí tepelných čerpadel vzduch-voda nebo uvažovaná solární soustava určená pro ohřev bazénové vody. Nevýhodou naproti tomu je relativně velká prostorová náročnost na umístění zdrojů tepla. Kaskáda čtyř tepelných čerpadel se solárními panely zaberou relativně hodně prostoru a větší sestavy, které by generovaly více tepla nebylo možné uvažovat. Tepelná čerpadla typu vzduch-voda jsou výkonově nejslabší v porovnání s ostatními typy (voda-voda, země-voda..), které zde není možné využít. Solární soustava, závislá na slunečním svitu, je schopná pokrýt 74% potřeby tepla na ohřev vody, více ne. A asi největší nevýhodou je u zvolené koncepce vysoký podíl potřeby krytí zbylé potřeby elektrickou energií, jejíž cena má v poslední době rostoucí tendence, tudíž se provoz s vyšším podílem elektrické energie na výrobu tepla prodraží.



Koncepce B s plynovým tepelným čerpadlem využívá vysoké účinnosti přeměny primárního paliva na teplo (kolem 140%), což se pozitivně projevilo na roční spotřebě plynu a celkové ceně toto palivo. Plynové tepelné čerpadlo s vysokým topným výkonem je tak schopno, spolu s doplňkovým plynovým kotlem, pokrýt veškerou roční potřebu tepla pro objekt. Ukazuje se tak vhodnost instalace do provozů s vysokou potřebou tepla především pro přípravu teplé vody a ohřevu bazénu, jako je wellness centrum. Uvažovaná nižší spotřeba elektrické energie v objektu poté negeneruje tak velké roční náklady. Nevýhodou plynového tepelného čerpadla jsou náklady spojené se servisem spalovacího plynového motoru, kde se servisní interval pohybuje okolo 3 000h provozních hodin.

Poslední koncepce s kogeneračními jednotkami je taktéž relativně vhodná z hlediska množství vyrobené tepelné energie a jejich vyššího výkonu. Výhodou je, že jednotky produkují kromě tepla také elektrickou energii, která může být dále využívána v provozu objektu. Při vyšších cenách elektrické energie jistě zajímavý fakt. Jsou zde ale opět neoddiskutovatelná negativa jako jsou náklady spojené se servisem spalovacích motorů (stejně jako u plynového tepelného čerpadla), dále nižší účinnost výroby tepla a elektřiny a především vysoké náklady na pořízení kogenerační jednotky, které tak představují vysokou primární investici.

## PRAKTICKÁ ČÁST – VYTÁPĚNÍ WELLNESS CENTRA

### OBSAH:

B.1. Zadání a popis vybraného objektu .....	43
B.2. Výpočet tepelných ztrát .....	44
B.2.1. Součinitele prostupu tepla.....	50
B.3. Výpočty potřeby tepla.....	51
B.4. Plynová kotelna.....	52
B.4.1. Zdroje tepla .....	52
B.4.1.1. Plynové tepelné čerpadlo .....	53
B.4.1.2. Plynový kondenzační kotel.....	54
B.4.2. Větrání plynové kotelny.....	55
B.4.3. Návrh odvodu spalin.....	56
B.4.4. Armatury .....	57
B.4.5. Návrh oběhových čerpadel.....	58
B.4.6. Zabezpečovací zařízení .....	61
B.4.6.1. Návrh expanzní nádoby .....	62
B.4.6.2. Návrh pojistného zařízení .....	66
B.4.7. Návrh rozdělovače a sběrače pro vytápění .....	66
B.4.8. Regulace otopné soustavy. ....	68
B.5. Dimenzování otopné soustavy .....	69
B.5.1. Návrh parametrů otopné soustavy.....	69
B.6. Otopná tělesa .....	70
B.6.1. Koncepce návrhu otopných těles .....	70
B.6.2. Umístění otopných těles .....	71
B.6.3. Připojení otopných těles .....	71
B.6.4. Technické listy otopných těles .....	73
B.6.5. Regulace otopných těles .....	76
B.6.6. Montáž a instalace otopných těles .....	78
B.7. Podlahové vytápění.....	81
B.7.1. Koncepce návrhu podlahového vytápění.....	81
B.7.2. Umístění otopných těles .....	81
B.7.3. Připojení otopných těles .....	82
B.7.4. Rozdělovač podlahového vytápění.....	82
B.7.5. Regulace podlahového vytápění .....	83
B.7.6. Montáž a instalace podlahového vytápění .....	83
B.8. Rozvody vytápění .....	84
B.8.1. Rozvody vytápění otopnými tělesy a teplovzdušného vytápění.....	84

B.8.2. Rozvody podlahového vytápění.....	84
B.8.3. Teplotní roztažnost potrubí.....	85
B.8.4. Izolace potrubí .....	86
B.8.5. Návrh uložení potrubí .....	87
B.9. Závěr .....	87

## C.1. Zadání a popis vybraného objektu

Zadáním této diplomové práce byla kromě teoretické části také část praktická, která má řešit návrh systému vytápění pro vybraný objekt. Teoretická část slouží jako podklad pro praktickou část. Výstupem teoretické části totiž bylo porovnat koncepce zásobování objektu teplem a nejvýhodnější variantu využít ke konkrétnímu návrhu systému vytápění. Jako nejvýhodnější se na základě porovnání ukázala koncepce s plynovým tepelným čerpadlem a plynovým kondenzačním kotlem jako zdroji tepla pro objekt wellness centra. Projekt má být zpracován v rozsahu rozšířené dokumentace pro stavební povolení.

Jedná se o studentský projekt návrhu budovy wellness centra na Praze 3 – Hagibor. Budovu tvoří dvě propojené hmoty, které jsou provozně rozděleny na suché wellness a mokré wellness. Uprostřed hmot je jednopatrové atrium, nad atriem je otevřený prostor s terasou. Objekt má tři nadzemní podlaží a jedno rozsáhlé podzemní podlaží určené pro parkování návštěvníků a zaměstnanců wellness centra.

Nosnou konstrukci objektu tvoří ocelový skeletový systém s ocelovými táhly pro ztužení konstrukce. Mezi nosné sloupy je umístěno výpňové zdivo YTONG tl.400mm. Stropní konstrukci tvoří ocelobetonový spřažený strop s ocelovými průvlaky. Zastřešení tvoří plochá nepochozí střecha.

Provozně se v objektu nachází vnitřní bazén, sauny, různé léčebné procedury, manikúry, pedikúry, dále různá sportoviště (squash, posilovna, tělocvična oro spinning nebo jógu, boulder..) až po restauraci, zázemí zaměstnanců, podzemní garáže a různé provozní a technologické celky nezbytné pro správný provoz takového objektu.

## C.2. Výpočet tepelných ztrát

Podrobný výpočet tepelných ztrát zadané budovy byl proveden pomocí výpočtového programu Protech TV.

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

$t_e = -12 \text{ } ^\circ\text{C}$     $t_a = 15,1 \text{ } ^\circ\text{C}$     $n_{50} = 2,5$    systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	účel	úsek	$t_i$ °C	$n_p$	$V_{np}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{r50}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{mech}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$f_{RH}$
<b>USEK 0</b>									
0	003	Schodiště	N	10	0,5	55,9	0,0	56,0	0
0	004	Úklid	N	8	0,5	17,6	0,0	0,0	0
0	005	Schodiště	N	9	0,5	41,1	0,0	56,0	0
0	006	Technická místnost	N	5	0,5	245,4	0,0	0,0	0
0	008	Úklid	N	10	0,5	18,8	0,0	0,0	0
0	009	Technologie bazénu	N	7	0,5	502,9	0,0	0,0	0
0	010	Úprava vody	N	9	0,5	35,3	0,0	0,0	0
0	011	Chlorovna	N	9	0,5	40,5	0,0	0,0	0
2	236	Terasa	N	-8	0,5	572,4	171,7	0,0	0
2	237	Terasa	N	-12	0,5	84,5	0,0	0,0	0
3	313	Venkovní tech.zázemí	N	-12	0,0	0,0	0,0	0,0	0
3	319	Venkovní tech.zázemí	N	-12	0,0	0,0	0,0	0,0	0
<b>USEK 1</b>									
1	116	Bazén	1	28	2,0	10 538,6	790,4	7 350,0	0
2	224	Parní lázeň	1	90	8,0	220,4	0,0	50,0	0
2	225	Parní lázeň	1	90	8,0	220,4	0,0	50,0	0
2	228	Parní lázeň	1	90	8,0	220,4	0,0	50,0	0
2	229	Parní lázeň	1	90	8,0	361,0	0,0	50,0	0
2	231	Sauna	1	90	8,0	524,4	0,0	50,0	0
2	232	Sauna	1	90	8,0	524,4	0,0	170,0	0
2	233	Schodiště	1	28	0,5	172,2	0,0	170,0	0
2	234	Odpočívárna	1	28	2,0	1 068,8	80,2	267,0	0
<b>USEK 2</b>									
0	001	Parking	2	5	0,5	1 495,9	0,0	1 496,0	0
0	002	Parking	2	5	0,5	2 711,4	0,0	2 711,0	0
0	007	Schodiště	2	10	0,5	68,6	0,0	69,0	0
0	013	Parking	2	5	0,5	578,6	0,0	579,0	0
0	014	Schodiště	2	10	0,5	28,6	0,0	56,0	0
0	015	Schodiště	2	10	0,5	28,6	0,0	56,0	0
1	101	Atrium	2	18	1,0	1 922,0	0,0	1 922,0	0
1	142	Boulder	2	15	2,0	1 164,0	87,3	291,0	0
1	143	Fitness	2	15	2,0	3 783,0	283,7	3 783,0	0
1	144	Sklad	2	15	0,5	39,3	0,0	0,0	0
2	241	Boulder	2	15	4,0	5 808,3	217,8	170,0	0
2	242	Boulder	2	15	4,0	1 280,6	48,0	170,0	0
3	302	Odpočívárna	2	20	0,5	190,2	57,1	170,0	0
3	303	Squash	2	15	4,0	1 018,4	0,0	170,0	0
3	304	Squash	2	15	4,0	1 018,4	0,0	170,0	0

podl.	č.m.	úcel	úsek	t <sub>i</sub> °C	n <sub>p</sub>	V <sub>np</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	V <sub>60</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	V <sub>mach</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	f <sub>Rel</sub>
3	305	Squash	2	15	4,0	1 018,4	0,0	170,0	0
3	306	Boulder	2	15	4,0	1 105,4	41,5	170,0	0
<b>ÚSEK 3</b>									
1	102	Recepce	3	20	0,5	45,5	0,0	46,0	0
1	103	Schodiště	3	15	0,5	170,3	51,1	170,0	0
1	104	Zázemí	3	20	0,5	20,0	0,0	20,0	0
1	105	WC	3	20	2,0	30,0	0,0	8,0	0
1	119	Bistro	3	20	1,5	749,3	74,9	0,0	0
1	120	Kuchyně	3	24	1,5	165,0	11,0	0,0	0
1	121	Sprcha	3	24	8,0	144,0	0,0	0,0	0
1	122	WC	3	20	2,0	17,0	0,0	17,0	0
1	123	Zá dveří	3	20	0,5	10,8	3,2	21,0	0
1	124	Předsíň	3	15	0,5	25,8	0,0	26,0	0
1	125	WC	3	20	2,0	34,4	0,0	8,0	0
1	126	WC	3	20	2,0	32,0	0,0	8,0	0
1	127	WC	3	20	2,0	28,8	0,0	8,0	0
1	128	WC	3	20	2,0	24,8	0,0	8,0	0
2	201	Schodiště	3	15	0,5	158,7	47,6	170,0	0
2	202	Recepce	3	20	0,5	48,0	0,0	48,0	0
2	203	Zázemí	3	20	0,5	26,6	8,0	75,0	0
2	205	Masáže	3	24	0,5	37,8	7,6	0,0	0
2	206	Masáže	3	24	0,5	36,6	7,3	0,0	0
2	207	Masáže	3	24	0,5	34,0	6,8	0,0	0
2	209	Solárium	3	24	0,5	17,6	3,5	18,0	0
2	210	Solárium	3	24	0,5	16,1	3,2	0,0	0
2	211	WC	3	20	2,0	55,1	0,0	75,0	0
2	212	WC	3	20	2,0	45,6	0,0	75,0	0
3	314	Schodiště	3	15	0,5	110,5	22,1	110,0	0
3	315	Sklad	3	15	0,5	29,1	0,0	29,0	0
3	316	Komunikace	3	17	0,5	57,4	0,0	57,0	0
3	317	Technické zázemí	3	10	0,5	36,7	7,3	0,0	0
3	318	Technické zázemí	3	10	0,5	61,5	18,4	0,0	0
3	321	Schodiště	3	15	0,5	169,9	51,0	170,0	0
<b>ÚSEK 4</b>									
0	012	Schodiště	4	10	0,5	41,1	0,0	56,0	0
1	129	Recepce	4	20	0,5	71,5	0,0	72,0	0
1	130	Zázemí	4	20	0,5	22,8	0,0	0,0	0
1	131	Schodiště	4	15	0,5	217,8	65,3	218,0	0
1	145	Beauty	4	20	2,0	586,0	43,9	586,0	0
1	146	Zázemí	4	20	2,0	63,0	0,0	39,0	0
1	147	WC	4	20	2,0	50,4	0,0	8,0	0
1	148	Beauty	4	20	1,0	293,0	43,9	293,0	0
1	149	Zázemí	4	20	2,0	63,0	0,0	39,0	0
1	150	WC	4	20	2,0	50,4	0,0	8,0	0
2	204	Hala	4	18	1,0	235,6	35,3	170,0	0
2	208	Předsíň	4	20	0,5	20,9	0,0	21,0	0
2	235	Chodba	4	18	0,5	41,6	0,0	170,0	0
2	238	Schodiště	4	15	0,5	237,0	71,1	170,0	0
2	239	Recepce	4	20	0,5	26,4	0,0	26,0	0
2	240	Zázemí	4	20	0,5	33,5	6,7	33,0	0
2	243	Chodba	4	18	0,5	54,9	0,0	55,0	0

podl.	č.m.	účel	úsek	$t_i$ °C	$n_p$	$V_{np}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{s60}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{mach}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$f_{RH}$
2	244	Aerobic	4	15	4,0	792,3	29,7	170,0	0
2	245	Aerobic	4	15	4,0	993,7	37,3	170,0	0
2	248	Šatna	4	22	1,0	23,3	0,0	23,0	0
2	249	Šatna	4	22	2,0	61,8	0,0	62,0	0
2	250	Šatna	4	22	2,0	40,8	0,0	31,0	0
2	251	Šatna	4	22	1,0	22,8	0,0	46,0	0
2	252	Jóga	4	15	4,0	1 596,0	59,8	170,0	0
2	253	Sklad	4	15	0,5	21,4	0,0	80,0	0
2	254	Sklad	4	15	0,5	10,2	0,0	100,0	0
3	301	Schodiště	4	15	0,5	170,6	51,2	170,0	0
3	307	Předsíň	4	15	0,5	23,6	7,1	24,0	0
3	308	WC	4	20	2,0	115,6	0,0	150,0	0
3	309	WC	4	20	2,0	123,0	6,2	150,0	0
3	310	Komunikace	4	15	0,5	24,8	0,0	25,0	0
3	311	Heat	4	15	2,0	305,0	22,9	305,0	0
3	312	Spinning	4	15	4,0	908,6	34,1	909,0	0
USEK 5									
1	106	Úpravna	5	22	0,5	93,8	0,0	71,0	0
1	107	Šatna	5	22	1,0	490,0	49,0	490,0	0
1	108	WC	5	24	2,0	63,0	0,0	8,0	0
1	109	Umývárna	5	24	0,5	29,0	0,0	29,0	0
1	110	WC	5	24	2,0	149,0	0,0	8,0	0
1	111	Sprcha	5	24	8,0	564,0	0,0	0,0	0
1	112	WC	5	24	2,0	78,0	0,0	8,0	0
1	113	Umývárna	5	24	0,5	34,3	0,0	29,0	0
1	114	WC	5	24	2,0	117,0	5,8	8,0	0
1	115	Sprcha	5	24	8,0	608,0	7,6	0,0	0
1	117	Ošetřovna	5	24	0,5	25,6	7,7	0,0	0
1	118	WC	5	24	2,0	19,0	0,0	8,0	0
2	213	Předsíň	5	20	0,5	19,2	0,0	19,0	0
2	214	Předsíň	5	22	0,5	9,5	0,0	19,0	0
2	215	Předsíň	5	22	1,0	15,2	0,0	15,0	0
2	216	Předsíň	5	24	0,5	11,4	0,0	11,0	0
2	217	WC	5	24	2,0	53,2	0,0	53,0	0
2	218	WC	5	24	2,0	57,0	0,0	57,0	0
2	219	Šatna	5	22	2,0	132,1	0,0	132,0	0
2	220	Zázemí	5	24	0,5	20,7	0,0	21,0	0
2	221	Šatna	5	22	2,0	130,2	0,0	130,0	0
2	222	Zázemí	5	24	0,5	19,9	4,0	20,0	0
2	223	Chodba	5	24	0,5	60,3	18,1	60,0	0
2	226	Sprcha	5	24	8,0	604,2	11,3	200,0	0
2	227	Sprcha	5	24	8,0	729,6	0,0	400,0	0
2	230	Sprcha	5	24	8,0	828,4	15,5	200,0	0
3	320	Strojovna	5	10	0,5	90,4	0,0	0,0	0
USEK 6									
1	132	Šatna	6	22	5,0	1 522,5	0,0	245,0	0
1	133	Umývárna	6	20	0,5	24,8	0,0	29,0	0
1	134	WC	6	20	2,0	36,8	0,0	8,0	0
1	135	WC	6	20	2,0	164,8	0,0	8,0	0
1	136	Sprcha	6	24	8,0	604,0	7,5	0,0	0
1	137	Šatna	6	22	5,0	1 315,0	0,0	245,0	0

podl.	č.m.	účel	úsek	t <sub>i</sub> °C	n <sub>p</sub>	V <sub>np</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	V <sub>r60</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	V <sub>mach</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	f <sub>RH</sub>
1	138	Umývárna	6	24	0,5	24,0	0,0	29,0	0
1	139	WC	6	20	2,0	32,6	0,0	8,0	0
1	140	WC	6	20	2,0	124,0	0,0	8,0	0
1	141	Sprcha	6	24	8,0	496,0	0,0	0,0	0
2	246	WC invalidé	6	20	2,0	45,6	0,0	75,0	0
2	247	WC	6	20	2,0	234,7	17,6	180,0	0
2	255	WC muži	6	20	2,0	222,3	16,7	150,0	0
2	256	WC invalidé	6	20	2,0	39,0	0,0	75,0	0

č.m.	úsek	V <sub>m</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>p</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vm</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>RHm</sub> W	Φ <sub>HUm</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>z</sub> W
USEK 0											
003	N	111,8	44,7	-5	6	-121	147	0	26	26	0
004	N	35,3	14,1	-5	6	-115	126	0	11	11	0
005	N	82,3	32,9	-6	7	-124	147	0	22	22	0
006	N	490,8	196,3	-80	83	-1 445	1 502	0	57	57	0
008	N	37,5	15,0	-4	6	-96	147	0	50	50	0
009	N	1 005,8	402,3	-163	171	-3 252	3 420	0	168	168	0
010	N	70,5	28,2	-9	12	-190	264	0	73	73	0
011	N	81,0	32,4	-9	14	-202	303	0	101	101	0
236	N	1 144,8	241,0	-171	195	-856	973	0	117	117	0
237	N	169,1	35,6	0	29	0	29	0	29	29	0
313	N	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	N	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ úsek N		3 228,6	1 042,5	-452	529	-6 400	7 055	0	655	655	0
USEK 1											
116	1	5 269,3	458,2	439	775	17 540	30 991	0	48 532	48 532	0
224	1	27,6	5,8	43	2	4 429	170	0	4 599	4 599	0
225	1	27,6	5,8	45	2	4 563	170	0	4 733	4 733	0
228	1	27,6	5,8	28	2	2 893	170	0	3 063	3 063	0
229	1	45,1	9,5	40	2	4 095	170	0	4 265	4 265	0
231	1	65,5	13,8	25	2	2 568	170	0	2 738	2 738	0
232	1	65,5	13,8	0	17	0	1 734	0	1 734	1 734	0
233	1	344,4	72,5	-26	43	-1 042	1 734	0	692	692	0
234	1	534,4	112,5	24	61	959	2 452	0	3 411	3 411	0
Σ úsek 1 USEK 1		6 406,9	697,7	618	905	36 005	37 761	0	73 766	73 766	0
USEK 2											
001	2	2 991,8	1 196,7	-671	178	-11 411	3 026	0	0	0	0
002	2	5 422,8	2 169,1	-1 060	95	-18 012	1 613	0	0	0	0
007	2	137,3	54,9	-20	4	-430	82	0	0	0	0
013	2	1 157,3	462,9	-152	0	-2 592	0	0	0	0	0
014	2	57,3	22,9	2	7	47	147	0	194	194	0
015	2	57,3	22,9	2	7	47	147	0	194	194	0
101	2	1 922,0	427,1	194	392	5 828	11 763	0	17 591	17 591	0
142	2	582,0	116,4	30	80	819	2 152	0	2 970	2 970	0
143	2	1 891,5	378,3	129	497	3 493	13 409	0	16 901	16 901	0
144	2	78,5	15,7	6	13	171	360	0	531	531	0
241	2	1 452,1	305,7	27	138	725	3 734	0	4 458	4 458	0
242	2	320,1	67,4	33	81	882	2 175	0	3 057	3 057	0

č.m.	úsek	V <sub>ni</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>pi</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vm</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>Netm</sub> W	Φ <sub>Netm</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>2</sub> W
302	2	380,5	92,8	66	74	2 107	2 355	0	4 462	4 462	0
303	2	254,6	62,1	4	64	98	1 734	0	1 832	1 832	0
304	2	254,6	62,1	7	64	179	1 734	0	1 913	1 913	0
305	2	254,6	62,1	15	64	407	1 734	0	2 141	2 141	0
306	2	276,3	67,4	51	78	1 368	2 115	0	3 482	3 482	0
Σ úsek 2 ÚSEK 2		17 490,3	5 586,5	-1 337	1 835	-16 275	48 278	0	59 727	59 727	0
ÚSEK 3											
102	3	91,0	18,2	3	6	105	192	0	297	297	0
103	3	340,5	68,1	-13	82	-342	2 203	0	1 861	1 861	0
104	3	40,0	8,0	6	3	198	83	0	282	282	0
105	3	15,0	3,0	2	1	55	33	0	88	88	0
119	3	499,5	99,9	44	25	1 403	815	0	2 219	2 219	0
120	3	110,0	22,0	25	4	899	135	0	1 033	1 033	0
121	3	18,0	3,6	9	0	330	0	0	330	330	0
122	3	8,5	1,7	-2	2	-64	71	0	7	7	0
123	3	21,5	4,3	5	3	163	110	0	273	273	0
124	3	51,5	10,3	-9	2	-255	46	0	0	0	0
125	3	17,2	4,3	3	1	111	33	0	145	145	0
126	3	16,0	4,0	2	1	68	33	0	101	101	0
127	3	14,4	3,6	2	1	62	33	0	95	95	0
128	3	12,4	3,1	3	1	88	33	0	122	122	0
201	3	317,3	66,8	-2	80	-57	2 171	0	2 114	2 114	0
202	3	96,0	20,2	2	15	63	489	0	552	552	0
203	3	53,2	11,2	2	19	73	597	0	670	670	0
205	3	75,5	15,9	13	13	463	462	0	925	925	0
206	3	73,2	15,4	9	12	332	448	0	780	780	0
207	3	67,9	14,3	9	12	308	416	0	724	724	0
209	3	35,1	7,4	12	5	415	165	0	580	580	0
210	3	32,3	6,8	11	5	393	198	0	591	591	0
211	3	27,6	5,8	2	16	70	510	0	580	580	0
212	3	22,8	4,8	5	16	153	510	0	663	663	0
314	3	221,0	53,9	44	28	1 192	764	0	1 955	1 955	0
315	3	58,2	14,2	11	5	289	148	0	437	437	0
316	3	114,8	28,0	37	10	1 062	291	0	1 353	1 353	0
317	3	73,4	17,9	-4	12	-95	274	0	180	180	0
318	3	123,0	30,0	-12	21	-268	460	0	192	192	0
321	3	339,9	82,9	1	82	14	2 202	0	2 216	2 216	0
Σ úsek 3 ÚSEK 3		2 986,6	649,6	218	484	7 229	13 926	0	21 364	21 364	0
ÚSEK 4											
012	4	82,3	32,9	-5	7	-116	147	0	30	30	0
129	4	143,0	28,6	17	3	538	86	0	624	624	0
130	4	45,5	9,1	3	8	109	248	0	357	357	0
131	4	435,5	87,1	26	63	689	1 711	0	2 401	2 401	0
145	4	293,0	58,6	20	67	653	2 152	0	2 805	2 805	0
146	4	31,5	6,3	2	5	66	162	0	229	229	0
147	4	25,2	6,3	1	1	44	33	0	77	77	0
148	4	293,0	58,6	30	41	972	1 315	0	2 287	2 287	0
149	4	31,5	6,3	2	5	67	162	0	229	229	0
150	4	25,2	6,3	1	1	44	33	0	77	77	0
204	4	235,6	49,6	-6	70	-192	2 094	0	1 903	1 903	0



č.m.	úsek	V <sub>ni</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>pi</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vin</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>Blm</sub> W	Φ <sub>U,m</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>z</sub> W
208	4	41,8	8,8	0	3	-12	107	0	95	95	0
235	4	83,1	17,5	9	58	264	1 734	0	1 998	1 998	0
238	4	474,1	99,8	2	88	65	2 387	0	2 452	2 452	0
239	4	52,7	11,1	2	4	57	133	0	189	189	0
240	4	67,0	14,1	9	8	293	241	0	534	534	0
243	4	109,7	23,1	-1	9	-45	281	0	236	236	0
244	4	198,1	41,7	-3	74	-72	2 007	0	1 934	1 934	0
245	4	248,4	52,3	8	77	215	2 076	0	2 291	2 291	0
248	4	23,3	4,9	7	2	228	78	0	306	306	0
249	4	30,9	6,5	4	7	124	253	0	377	377	0
250	4	20,4	4,3	5	3	162	105	0	268	268	0
251	4	22,8	4,8	3	6	111	219	0	330	330	0
252	4	399,0	84,0	17	85	470	2 283	0	2 753	2 753	0
253	4	42,8	9,0	-5	15	-139	408	0	269	269	0
254	4	20,4	4,3	-4	15	-106	408	0	302	302	0
301	4	341,1	83,2	17	82	467	2 204	0	2 671	2 671	0
307	4	47,1	11,5	-1	8	-30	228	0	198	198	0
308	4	57,8	14,1	8	32	241	1 020	0	1 261	1 261	0
309	4	61,5	15,0	9	34	299	1 087	0	1 386	1 386	0
310	4	49,6	12,1	1	5	32	128	0	159	159	0
311	4	152,5	37,2	6	50	158	1 351	0	1 508	1 508	0
312	4	227,1	55,4	13	69	361	1 858	0	2 219	2 219	0
Σ úsek 4 ÚSEK 4		4 412,6	964,4	197	1 006	6 017	28 739	0	34 756	34 756	0
ÚSEK 5											
106	5	187,5	37,5	24	9	825	296	0	1 121	1 121	0
107	5	490,0	98,0	27	37	916	1 266	0	2 182	2 182	0
108	5	31,5	6,3	9	1	311	33	0	344	344	0
109	5	58,0	11,6	3	3	105	121	0	226	226	0
110	5	74,5	14,9	14	1	497	33	0	530	530	0
111	5	70,5	14,1	11	0	395	0	0	395	395	0
112	5	39,0	7,8	9	1	321	33	0	355	355	0
113	5	68,5	13,7	9	3	320	121	0	441	441	0
114	5	58,5	11,7	15	3	537	105	0	641	641	0
115	5	76,0	15,2	5	3	180	93	0	273	273	0
117	5	51,3	13,5	17	3	610	94	0	704	704	0
118	5	9,5	2,5	3	1	113	33	0	146	146	0
213	5	38,5	8,1	1	2	33	65	0	98	98	0
214	5	19,0	4,0	0	2	16	78	0	93	93	0
215	5	15,2	3,2	1	2	35	61	0	96	96	0
216	5	22,8	4,8	4	2	149	75	0	224	224	0
217	5	26,6	5,6	4	7	134	252	0	386	386	0
218	5	28,5	6,0	4	6	159	233	0	392	392	0
219	5	66,0	13,9	6	13	215	449	0	664	664	0
220	5	41,3	8,7	4	2	158	86	0	244	244	0
221	5	65,1	13,7	2	16	72	530	0	602	602	0
222	5	39,9	8,4	5	4	170	144	0	315	315	0
223	5	120,7	25,4	11	14	407	507	0	914	914	0
226	5	75,5	15,9	-33	49	-1 181	1 771	0	589	589	0
227	5	91,2	19,2	-29	53	-1 055	1 904	0	849	849	0
230	5	103,5	21,8	-3	32	-90	1 142	0	1 052	1 052	0

č.m.	úsek	$V_{ni}$ m <sup>3</sup>	$A_{pi}$ m <sup>2</sup>	$H_{Tm}$ W/K	$H_{Vm}$ W/K	$\Phi_{Tm}$ W	$\Phi_{Vm}$ W	$\Phi_{RHm}$ W	$\Phi_{HLm}$ W	$Q_{cm}$ W	$Q_2$ W
320	5	180,8	44,1	-12	31	-260	676	0	416	416	0
$\Sigma$ úsek 5 USEK 5		2 149,4	449,6	113	300	4 093	10 201	0	14 294	14 294	0
<b>USEK 6</b>											
132	6	304,5	60,9	43	30	1 454	1 020	0	2 474	2 474	0
133	6	49,5	9,9	1	4	29	121	0	150	150	0
134	6	18,4	4,6	1	1	34	33	0	67	67	0
135	6	82,4	20,6	6	1	201	33	0	234	234	0
136	6	75,5	15,1	15	3	541	92	0	633	633	0
137	6	263,0	52,6	31	30	1 066	1 020	0	2 087	2 087	0
138	6	48,0	9,6	11	3	409	121	0	530	530	0
139	6	16,3	4,1	0	1	1	33	0	35	35	0
140	6	62,0	15,5	3	1	112	33	0	145	145	0
141	6	62,0	12,4	10	0	356	0	0	356	356	0
246	6	22,8	4,8	-5	8	-164	255	0	91	91	0
247	6	117,3	24,7	12	25	387	803	0	1 191	1 191	0
255	6	111,2	23,4	8	25	247	793	0	1 040	1 040	0
256	6	19,5	4,1	-5	8	-162	255	0	93	93	0
$\Sigma$ úsek 6 USEK 6		1 252,4	262,3	132	140	4 512	4 615	0	9 127	9 127	0
$\Sigma$ budovy		37 926,9	9 652,6	-416	5 194	38 230	150 576	0	216 738	216 738	0

#### Legenda

$V_{np}$  - hygienická výměna vzduchu

$V_{nso}$  - výměna vzduchu pláštěm budovy

$f_{RH}$  - zátopový součinitel

$\Phi_{Tm}$  - tepelná ztráta místnosti prostupem tepla

$\Phi_{Vm}$  - tepelná ztráta místnosti větráním

$\Phi_{RHm}$  - tepelný výkon místnosti pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění

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

$Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_2$

### C.2.1. Součinitele prostupu tepla

Obvodová stěna  $U = 0,17$  W/m<sup>2</sup>.K

Vnitřní stěna  $U = 1,30$  W/m<sup>2</sup>.K

Střecha  $U = 0,14$  W/m<sup>2</sup>.K

Strop  $U = 0,20$  W/m<sup>2</sup>.K

Podlaha  $U = 0,50$  W/m<sup>2</sup>.K

Okno  $U = 0,65$  W/m<sup>2</sup>.K

Dveře  $U = 1,22$  W/m<sup>2</sup>.K

Konkrétní skladby a následné součinitele prostupu tepla byly spočítány pomocí programu Protech TOB.

### C.3. Výpočty potřeby tepla

#### Potřeba tepla na vytápění

Hodinová potřeba tepla na vytápění

$$Q_{VYT,h} = Q_C \quad Q_C - \text{tepelná ztráta objektu (kW)}$$

$$Q_{VYT,h} = Q_C = 216,74 \text{ kW}$$

Denní potřeba tepla na vytápění

$$Q_{VYT,d} = 24 * Q_{VYT,h} = 24 * Q_C = 24 * 216,7 = 5\,201,8 \text{ kW/den} = 5,221 \text{ MW/den}$$

#### Roční potřeba tepla na vytápění

$$Q_{VYT,r} = 420\,139 \text{ kWh/rok} \quad (\text{odečteno z programu Protech})$$

#### Potřeba tepla pro ohřev vzduchu

$$Q_{vzt,r} = 237\,696 \text{ kWh/rok} \quad (\text{odečteno z teoretické části})$$

#### Potřeba tepla pro ohřev vody

$$Q_{uv,r1} = 295\,200 \text{ kWh/rok} \quad (\text{potřeba tepla pro ohřev TV - odečteno z teoretické části})$$

$$Q_{uv,r2} = 47\,064 \text{ kWh/rok} \quad (\text{potřeba tepla pro ohřev bazénu - odečteno z teoretické části})$$

## **B.4. Kotelna**

Plynová kotelna je umístěna v podzemním podlaží objektu, přibližně ve středu jeho dispozice. Kotelna je posuzována jako kotelna 3.kategorie s instalovaným výkonem zdrojů do 500 kW a výkonem plynového kotle nad 50 kW.

Kotelna má půdorysnou plochu 129,8 m<sup>2</sup> a světlou výšku 3,0m. Řešena je jako samostatný požární úsek, proto je potřeba zajistit protipožární dveře minimální šířky 900mm, otvíratelné směrem ven z kotelny.

V kotelně se nacházejí oba zdroje tepla (plynové tepelné čerpadla TEDOM POLO 100 a plynový kondenzační kotel VITOCROSSAL 300, expanzní nádoba, zásobníky teplé vody, rozdělovače a sběrače s rozvody jednotlivých topných větví osazených příslušnými armaturami a zařízeními dle výkresové dokumentace. Dále se zde nachází systém odvodu spalin od obou zdrojů tepla. V kotelně je také potřeba zajistit potřebné množství vzduchu pro spalování, které bude navrženo výpočtem.

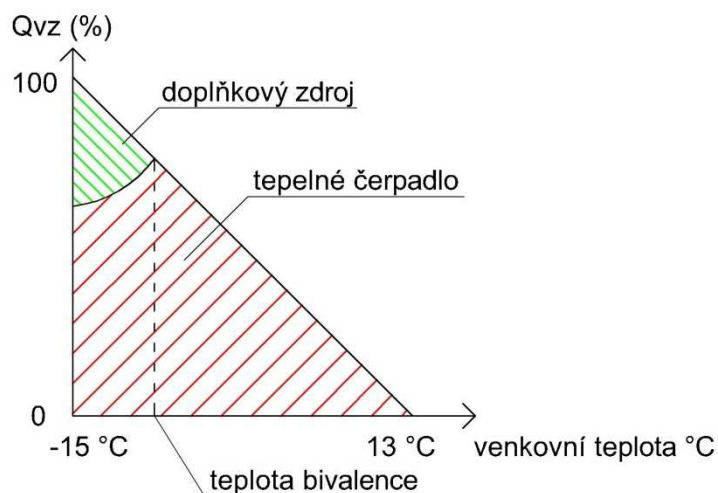
Nezbytné je dodržet dostatečné montážní a obslužné vzdálenosti a prostorové odstupy jednotlivých zařízení. Kotelna bude opatřena čidlem pro detekci úniku plynu z bezpečnostních důvodů.

### **B.4.1. Zdroje tepla**

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, podkladem pro primární návrh zdroje energie pro budovu bylo vyhodnocení z teoretické části této práce. Multikriteriálně byly posouzeny tři koncepce zásobování teplem a jako nejvýhodnější byla zvolena koncepce, která uvažovala jako zdroj energie

Uvažované plynové tepelné čerpadlo bude mít navržený výkon na pokrytí 75% tepelného výkonu z celkové tepelné ztráty objektu. Zbýlých 25% bude vykrývat doplňkový zdroj tepla – plynový kondenzační kotel. Jedná se o takzvaný bivalentní provoz zdrojů energie. Tepelné čerpadlo bude pracovat do tzv. bodu bivalence, kde při jeho dosažení bude docházet k sepnutí druhého zdroje tepla. Tento způsob provozu je vhodný vzhledem k životnosti tepelného čerpadla, kdy nebude docházet k tolika spínáním.

K oběma zmíněným zdrojům tepla je třeba zajistit přívod zemního plynu v souladu s platnými normami a předpisy pro vnitřní plynovod.



Obr.1 [4]

#### B.4.1.1. Plynové tepelné čerpadlo

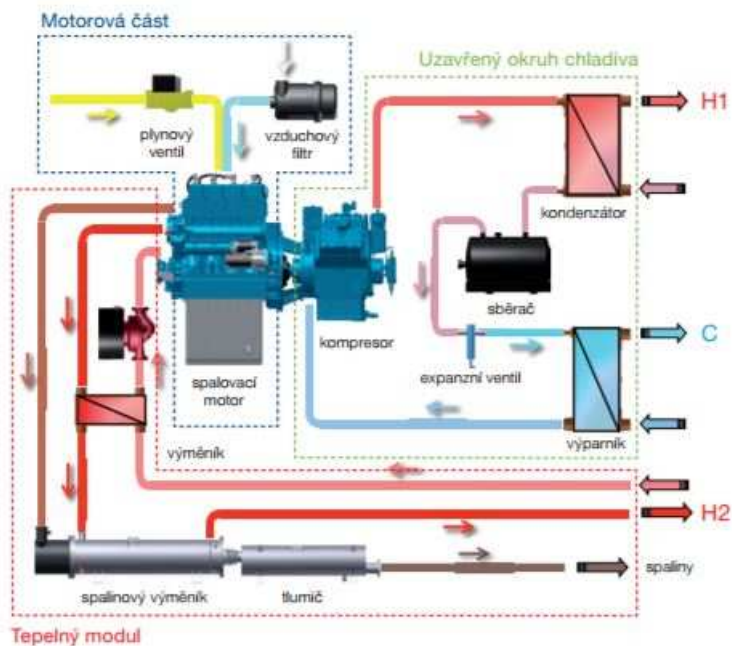
Navrženo je plynové tepelné čerpadlo TEDOM Polo 100. Plynové tepelné čerpadlo bude umístěno v kotelně v podzemním podlaží objektu wellness centra. Výkonové parametry navrženého plynového tepelného čerpadla jsou uvedeny v následující tabulce.

TEDOM Polo 100		
Jmenovitý výkon	vytápění	200+100 kW
	chlazení	109 kW
Elektrický příkon	vytápění	1,7 kW
Max. příkon k palivu	vytápění	117 kW
Spotřeba plynu	vytápění	15,8 m <sup>3</sup> /h
G.U.E.		140 %
SPER		1,6-2,6 (-)

Tab.1

Jedná se o plynové tepelné čerpadlo s prakticky nejvyšším nabízeným topným výkonem na trhu. Ideální v poměru cena/výkon. Jednotka disponuje nejmenším elektrickým příkonem z vyráběných plynových tepelných čerpadel. Díky zavedení okruhu chlazení plynového spalovacího motoru pochází ke zvýšení využitelnosti primárního paliva o 40%. Jedná se o využití tzv. odpadního tepla.

Uvedené parametry v tabulce odpovídají využití chladiva R407C.



Obr.2 Schéma plynového tepelného čerpadla [7]

#### B.4.1.2. Plynový kondenzační kotel

Zbýlý potřebný tepelný výkon bude pokrývat plynový kondenzační kotel VITOCROSSAL 300 s výkonem až 60 kW. Výkonové parametry navrženého plynového kondenzačního kotle jsou uvedeny v následující tabulce. Vzhledem ke správnému umístění musí být dodrženy manipulační a obslužné vzdálenosti jednotky od ostatních zařízení a konstrukcí. Pod jednotkou bude umístěna 80mm vysoká podkladní betonová deska.

Vitocrossal 300	
Jmenovitý výkon	60 kW
Účinnost	0,98-109 %

Tab.2

Plynový kondenzační kotel je řešen jako stacionární, tudíž bude provedena jeho instalace na podlahu kotelny, ve které bude umístěn. Spodní hrana plynového kotle bude ve výšce 1,2 m nad povrchem podlahy kotelny.

#### C.4.2. Větrání plynové kotelny

Kotelna je zařazena mezi kotelny 3.kategorie, jelikož se jedná o kotelnu s celkovým výkonem zdrojů tepla do 500 kW a výkonem plynového kotle nad 50 kW.

##### a) *Množství vzduchu pro účinné spalování – $V_s$*

Pro plynové tepelné čerpadlo:  $V_{s1} = 1,1 \cdot \lambda \cdot Q_{t\check{c}} / \eta_1 \quad (\text{m}^3/\text{h})$

Pro plynový kondenzační kotel:  $V_{s2} = 1,1 \cdot \lambda \cdot Q_{pk} / \eta_2 \quad (\text{m}^3/\text{h})$

$Q_{t\check{c}}$  – jmenovitý výkon plynového tepelného čerpadla (kW)

$Q_{pk}$  – jmenovitý výkon plynového kondenzačního kotle (kW)

$\eta_1$  – účinnost plynového tepelného čerpadla (%)

$\eta_2$  – účinnosti plynového kondenzačního kotle (%)

$\lambda$  - součinitel přebytku vzduchu pro spalování (-), pokud není známo dle TPG 70401 se volí  $\lambda=2,5$

$$V_{s1} = 1,1 \cdot \lambda \cdot Q_{t\check{c}} / \eta_1 = 1,1 \cdot 2,5 \cdot 300 / 1,4 = \mathbf{590 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$V_{s2} = 1,1 \cdot \lambda \cdot Q_{pk} / \eta_2 = 1,1 \cdot 2,5 \cdot 60 / 0,98 = \mathbf{168,4 \text{ m}^3/\text{h}}$$

##### b) *Množství vzduchu pro odvod škodlivin – $V_i$*

$$V_i = i \cdot O \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$i$  – intenzita výměny vzduchu ( $\text{h}^{-1}$ )

$O$  – objem kotelny ( $\text{m}^3$ )

$$V_i = 0,5 \cdot (129,8 \cdot 3,0) = \mathbf{194,7 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$V_0 = (\max V_{s1}, V_{s2}, V_i) = > \mathbf{V_{s1} = 590 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Do kotelny je nutno zajistit přívod vzduchu o průtoku  $590 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### c) Návrh velikosti otvoru pro větrání – $S_0$

Pro rovnoměrné provětrání kotelny uvažují s návrhem dvou přívodních prvků větracího vzduchu.

$$V_1 = V_0 / n = 590 / 2 = 295 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pro jeden přívodní prvek}$$

$$S_0 = V_1 / (3600 * v) \quad (\text{m}^2)$$

$v$  – rychlost větracího vzduchu (2,0 m/s)

$$S_0 = 295 / (3600 * 2,0) = 0,0409 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \quad a = \sqrt{S_0} = \sqrt{0,0409} = 0,20 \text{ m}$$

Navrženy jsou dva přívodní prvky větracího vzduchu o průměru 200mm. Odvod vzduchu bude zajišťovat odvodní potrubí s ventilátorem s menším průtokem než je přiváděný vzduch pro udržování stálého mírného přetlaku vzduchu v plynové kotelně. Větrání bude zajišťovat samostatná větrací jednotka. Při jakémkoliv poruše větracího zařízení nebo jakékoliv jeho součásti, která znemožní přívod dostatečného množství vzduchu pro spalování musí okamžitě automaticky dojít k uzavěru přívodu plynu ke zdrojů tepla

### B.4.3. Návrh odvodu spalin

Vzhledem k odděleným okruhům tepelného čerpadla a plynového kotle uvažují s návrhem dvou samostatných komínových průduchů napojených do sdruženého komínu s odvodem spalin do venkovního prostředí.

#### Minimální plocha průduchu pro tepelné čerpadlo

$$A_{\text{min}1} = (Q_{\text{tč}} * 0,015) / h_1^{1/2}$$

$Q_{\text{tč}}$  – jmenovitý výkon okruhu plynového tepelného čerpadla (kW)

$h_1$  – účinná výška komínu (m)

$$A_{\text{min}1} = (300 * 0,015) / 19,0^{1/2} = \mathbf{1,032 \text{ m}^2}$$

->pro kruhový průřez  $d_{\text{min}1} = 0,328\text{m}$



Navrhuji nerezový tenkostěnný průduch s tepelnou izolací EKO STAR o kruhovém průměru 350mm.

### Minimální plocha průduchu pro plynový kotel

$$A_{\min 2} = (Q_{pk} * 0,015) / h_1^{1/2}$$

$Q_{\text{tč}}$  – jmenovitý výkon plynového tepelného čerpadla (kW)

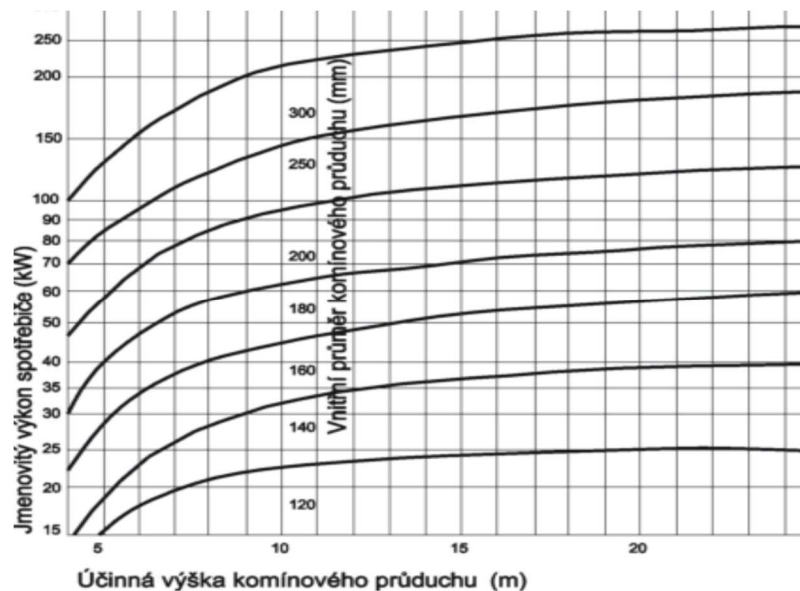
$h_1$  – účinná výška komínu (m)

$$A_{\min 2} = (60 * 0,015) / 19,0^{1/2} = \mathbf{0,207 \text{ m}^2}$$

->pro kruhový průřez  $d_{\min 2} = 0,066\text{m}$

Dle níže uvedeného grafu odpovídá celkovému výkonu plynového kotle 60 kW a zvolené účinné výšce 19,0m vnitřní průměr průduchu 180mm, proto volím tuto hodnotu průduchu pro plynový kotel.

Navrhuji nerezový tenkostěnný průduch s tepelnou izolací EKO STAR o kruhovém průměru 180mm.



Obr.3 Návrhový diagram EKO STAR [17]

### B.4.4. Armatury

Všechny potřebné armatury zajišťující bezproblémový provoz předávací stanice a jejich zapojení jsou graficky znázorněny ve výkresu schématu zapojení kotelny (příloha č.1). Využity jsou uzavírací

ventil, uzavírací ventily s vypouštěním, zpětné klapky, trojcestné směšovací ventily, filtry, vyvažovací ventily, odvzdušňovací ventily, pojistné ventily.

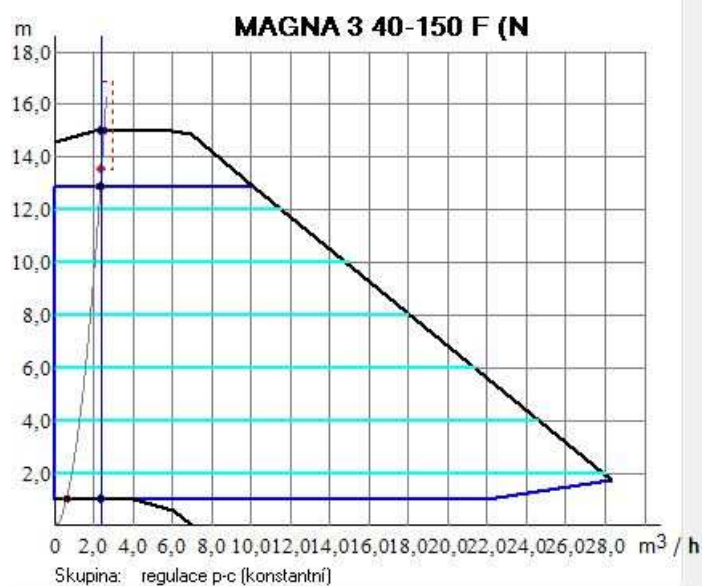
#### B.4.5. Návrh oběhového čerpadla

Pro návrh vhodného oběhového čerpadla pro jednotlivé větve otopného systému byl využit výpočetní program Protech. Pro každou větev je uvažováno samostatné oběhové čerpadlo. Zadány byly návrhové parametry v podobě objemového průtoku  $V$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ), dopravní výšky  $H$ (m) a účel využití (hlavní oběhové čerpadlo pro teplovodní vytápění). Následně bylo vybráno vyhovující oběhové čerpadlo s příložením výkonové křivky oběhového zařízení.

Větev 1 – teplovzdušné vytápění (VZT)

Návrhové parametry:  $V$  = objemový průtok 2,42  $\text{m}^3/\text{h}$

$H$  = dopravní výška 13,5 m



Obr.4 Výkonová křivka čerpadla Grundfos Magna3 [19]

Návrh dimenze potrubí topné vody větve V1

objemový průtok  $V = 2,42 \text{ m}^3/\text{h}$

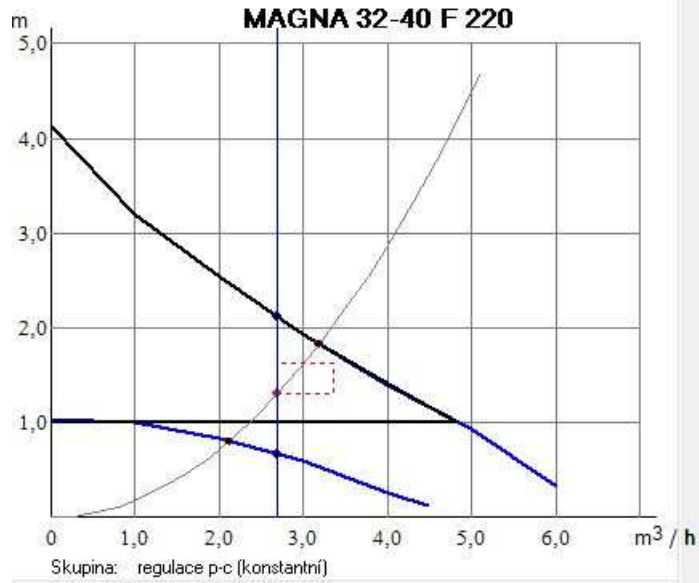
rychlost proudění  $v = 0,5 \text{ m/s}$

**kruhový průřez potrubí  $d=0,041\text{m} \Rightarrow \text{DN } 42$**

Větev 2 – teplovzdušné vytápění (VZT)

Návrhové parametry:  $V$  = objemový průtok 2,69  $\text{m}^3/\text{h}$

$H$  = dopravní výška 1,3 m



Obr.5 Výkonová křivka čerpadla Grundfos Magna3 [14]

Návrh dimenze potrubí topné vody větve V1

objemový průtok  $V = 2,69 \text{ m}^3/\text{h}$

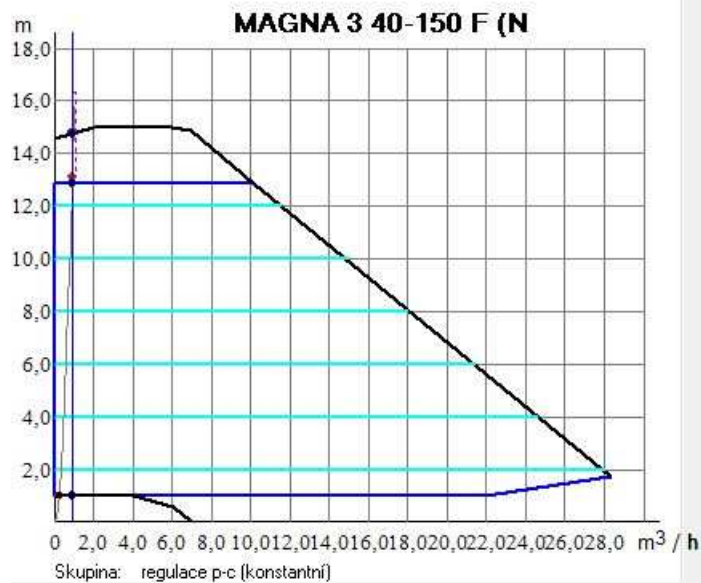
rychlost proudění  $v = 0,5 \text{ m/s}$

**kruhový průřez potrubí  $d=0,044\text{m} \Rightarrow \text{DN } 44,5 \times 1,5$**

Větev 3 – teplovodní vytápění (OT)

Návrhové parametry:  $V = \text{objemový průtok } 0,92 \text{ m}^3/\text{h}$

$H = \text{dopravní výška } 13,1 \text{ m}$

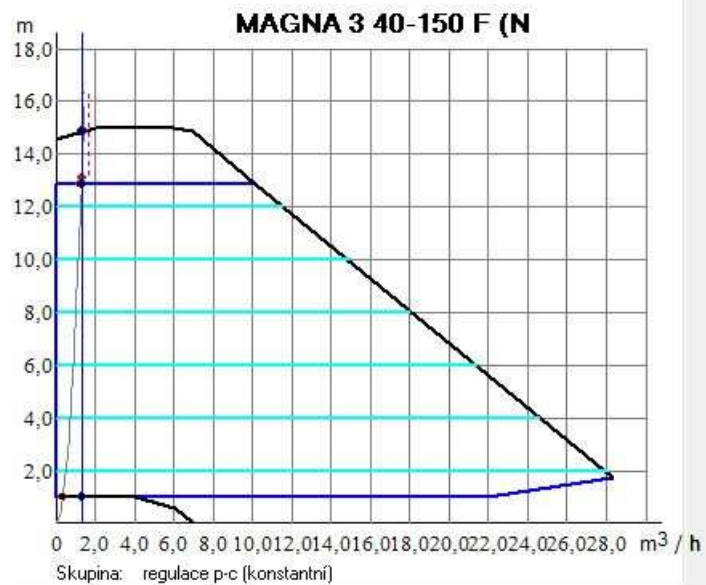


Obr.6 Výkonová křivka čerpadla Grundfos Magna3 [14]

Větev 4 – teplovodní vytápění (OT)

Návrhové parametry:  $V =$  objemový průtok 1,34 m<sup>3</sup>/h

$H =$  dopravní výška 13,1 m

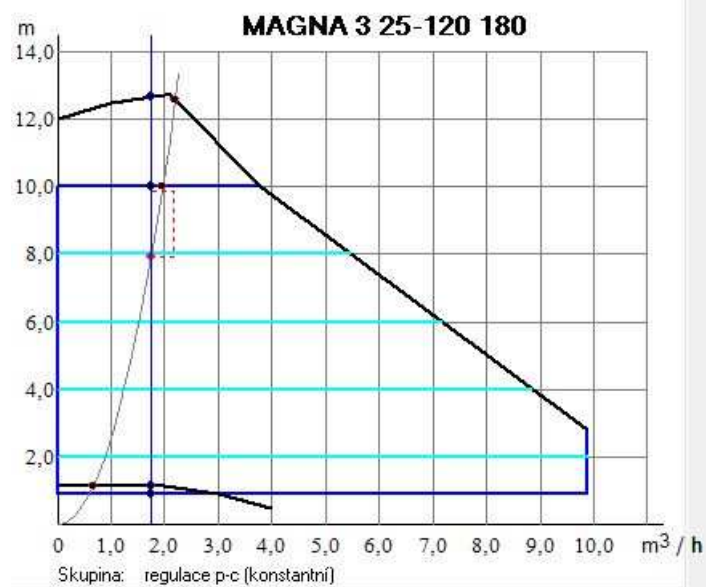


Obr.7 Výkonová křivka čerpadla Grundfos Magna3 [14]

Větev 5 – teplovodní vytápění (podlahové)

Návrhové parametry:  $V =$  objemový průtok 1,74 m<sup>3</sup>/h

$H =$  dopravní výška 7,9 m

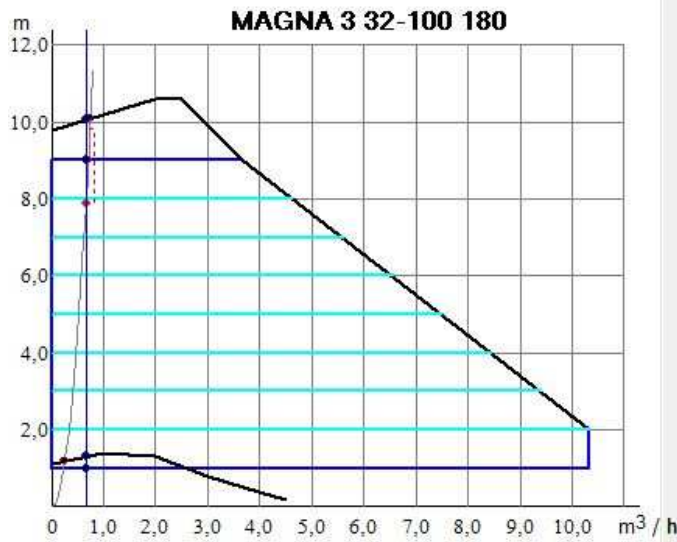


Obr.8 Výkonová křivka čerpadla Grundfos Magna3 [14]

Větev 6 – teplovodní vytápění (podlahové)

Návrhové parametry:  $V =$  objemový průtok  $0,66 \text{ m}^3/\text{h}$

$H =$  dopravní výška  $7,9 \text{ m}$



Obr.9 Výkonová křivka čerpadla Grundfos Magna3 [14]

#### C.4.6. Zabezpečovací zařízení

##### Stanovení tlakových poměrů v otopné soustavě

Nejnižší dovolený přetlak

$$p_{ddov} = 1,1 * ((h * \rho * g) / 1000) + \Delta p_z = 1,1 * (13,4 * 1000 * 9,81) / 1000 + 0 = 144,6 \text{ kPa}$$

Nejnižší provozní přetlak zvolen ve výši

$$p_d = 155 \text{ kPa}$$

$$p_d > p_{ddov} \quad - \quad 155 \text{ kPa} > 144,6 \text{ kPa}$$

Konstrukční přetlak

$$p_k = p_{rx} + (g * h_{mr})$$

$p_{rx}$  – minimum z konstrukčních přetlaků zařízení v kotelně (kPa)

$h_{mr}$  – výška od manometrické roviny (m)

$$p_k = p_{rx} + (g * h_{mr}) = 600 + (10 * (-0,7)) = 593 \text{ kPa}$$

Předběžný nejvyšší provozní přetlak soustavy zvolen ( $p_{hdov} = p_{ot} - \text{otv\u00edrac\u00ed tlak pojist.ventilu}$ )

$$p_{hdov} = 3 \text{ Bar} = 300 \text{ kPa}$$

$$p_k > p_{hdov} \quad - \quad \mathbf{593 \text{ kPa} > 300 \text{ kPa}}$$

#### B.4.6.1. N\u00e1vrh expanzn\u00ed n\u00e1doby

Navr\u017een je uzav\u0159en\u00fd otopn\u00fd syst\u00e9m, tud\u00ed\u017e po\u00e1t\u00e1me s uzav\u0159enou expanzn\u00ed n\u00e1dobou

$$V_{et} = (1,3 * V_0 * n) / \eta \quad (l)$$

$V_{et}$  – objem expanzn\u00ed tlakov\u00e9 n\u00e1doby (l)

$V_0$  – objem vody v cel\u00e9 otopn\u00e9 soustav\u011b (l)

$n$  - sou\u00e7initel zv\u011bt\u0161en\u00ed objemu (-)

$\eta$  - stupe\u0148 vyu\u017eit\u00ed expanzn\u00ed n\u00e1doby (-)

Objem vody v otopn\u00e9 soustav\u011b -  $V_0$  (l)

Objem vody v otopn\u00e9 soustav\u011b se stanovuje podle sou\u00e7tu objem\u016f vody v\u0161ech sou\u00e1st\u00ed topn\u011bho syst\u00e9mu – v\u00fdm\u011bn\u00edk, potrub\u00ed, otopn\u00e1 t\u011blesa a ostatn\u00ed za\u0159\u00edzen\u00ed soustavy).

(3 l/kW –potrub\u00ed, 10 l/kW-deskov\u00e1 t\u011blesa, 4 l/kW-konvektory, 6 l/kW - podlahov\u00e9 vyt\u00e1p\u011bn\u00ed, plynov\u00fd kotel 8 l/kW, plynov\u00e9 \u010d\u0159epadlo – uva\u017euji 12 l/kW)

$$V_0 = (3+10+4+6+8+12)*293,7 = 12\,629,1 \text{ l}$$

Objem vody v otopn\u00e9 soustav\u011b uva\u017euji **12 630 l**.

Stanoven\u00ed sou\u00e7initele zv\u011bt\u0161en\u00ed objemu

$$\Delta t = t_{max} - 10 \text{ (K)} \quad t_{max} = 90^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 80 \text{ (K)} \quad -> \quad \mathbf{n = 0,03553 \text{ (-)}}$$

Stupe\u0148 vyu\u017eit\u00ed expanzn\u00ed n\u00e1doby

$$\eta = (p_{hdov} - p_{ddov}) / p_{hdov}$$

$$\eta = (300 - 144,6) / 300 = \mathbf{0,518}$$

Objem expanzní nádoby

$$V_e = (1,3 * V_0 * n) / \gamma$$

$$= (1,3 * 12\,630 * 0,03553) / 0,518 = 1\,126,2\,l$$

Průměr expanzního potrubí

$$d_v = 10 + 0,6 * \sqrt{Q_p} = 10 + 0,6 * \sqrt{293,7} = 20,3 \rightarrow DN25$$

### Navrhuji expanzní zařízení REFLEX G 1500/6

Expanzní zařízení bude umístěno na vratném potrubí topné vody k plynovému tepelnému čerpadlu.

## Technická data Reflex

**Reflex G**

- pro soustavy topení a chlazení
- do 1000 l / průměru 740 mm se závitovým připojením
- od 1000 l / průměru 1000 mm s přírubovým připojením DN 65
- membrána podle DIN EN 13831, přípustná teplota 70 °C
- s revizním otvorem
- včetně manometru
- manometr a plnicí ventil v ochranném kovovém můstku
- vyměnitelný vak



100 - 500 litrů      600 - 1000 litrů      1000 - 5000 litrů  
Ø 740      Ø 740      Ø 1000

CE

Typ *	Obj. číslo sedla	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	Připojení	Přetlak plynu (bar)
G 400/6	8521605	43,0	740	1253	146	G 1	3,5
G 500/6	8521705	51,0	740	1473	146	G 1	3,5
G 600/6	8522605	66,0	740	1718	146	G 1	3,5
G 800/6	8523610	94,0	740	2183	146	G 1	3,5
G 1000/6	8546605	150,0	740	2593	146	G 1	3,5
G 1001/6	8524605	228,0	1000	1973	307	DN 65/PN 6	3,5
G 1500/6	8526605	280,0	1200	1971	305	DN 65/PN 6	3,5
G 2000/6	8527605	250,0	1200	2431	305	DN 65/PN 6	3,5
G 3000/6	8544605	620,0	1500	2480	334	DN 65/PN 6	3,5
G 4000/6	8529605	770,0	1500	3053	334	DN 65/PN 6	3,5
G 5000/6	8530605	849,0	1500	3588	334	DN 65/PN 6	3,5

Typ *	Obj. číslo sedla	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	Připojení	Přetlak plynu (bar)
G 100/10	8518000	14,9	480	856	153	G 1	3,5
G 200/10	8518100	33,4	634	972	144	G 1 1/2	3,5
G 300/10	8518200	34,6	634	1273	144	G 1 1/2	3,5
G 400/10	8521005	51,0	740	1245	133	G 1 1/2	3,5
G 500/10	8521006	57,1	740	1475	133	G 1 1/2	3,5
G 600/10	8522006	118,0	740	1859	263	G 1 1/2	3,5
G 800/10	8523005	166,0	740	2324	263	G 1 1/2	3,5
G 1000/10	8546005	174,0	740	2604	263	G 1 1/2	3,5
G 1001/10	8524005	335,0	1000	2001	286	DN 65/PN 16	3,5
G 1500/10	8526005	390,0	1200	1991	291	DN 65/PN 16	3,5
G 2000/10	8527005	485,0	1200	2451	291	DN 65/PN 16	3,5
G 3000/10	8544005	830,0	1500	2532	320	DN 65/PN 16	3,5
G 4000/10	8529005	1064,0	1500	3107	320	DN 65/PN 16	3,5
G 5000/10	8530005	1274,0	1500	3642	320	DN 65/PN 16	3,5

\* pro soustavy s maximální teplotou výstupní větve 120 °C

Obr.10 Technický list Expanzní nádoby REFLEX G 1500/6 [8]

### B.4.6.2. Návrh pojistného zařízení

#### 1) Pojistný výkon plynového kotle

$$Q_{p1} = 60 \text{ kW}$$

pro skupinu A1 (kotle s teplotou vody  $t_w < 100^\circ\text{C}$ )

Minimální průřez sedla pojistného zařízení

$$S_0 = Q_{p1} / \alpha_w * v_{p_{otv}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$Q_{p1}$  – pojistný výkon plynového kotle (kW)

$p_{ot}$  – otvírací tlak pojistného ventilu (kPa)

$\alpha_w$  - výtokový součinitel (-)

$$S_0 = 60 / 0,449 * v_{300}$$

$$S_0 = 201 \text{ mm}^2$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_v = 10 + 0,6 * \sqrt{Q_p}$$

$$= 10 + 0,6 * \sqrt{60} = 14,7 \text{ mm} \rightarrow \text{DN15}$$

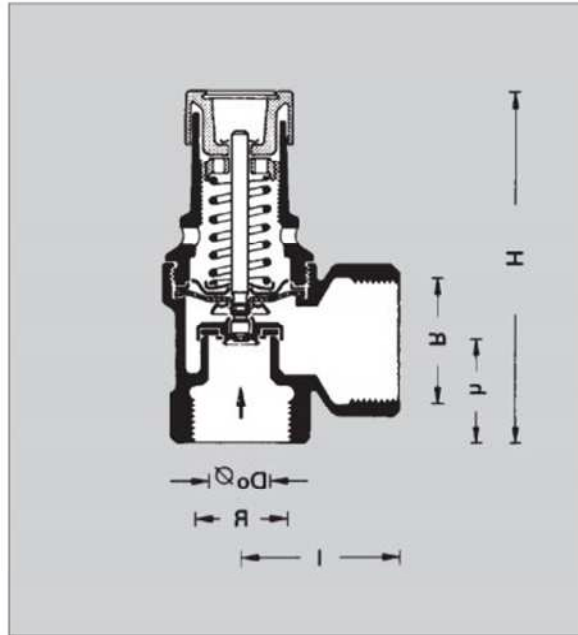
**Navrhuji pojistný ventil HONEYWELL SM 120-3/4“ pro plynový kondenzační kotel**

Pojistný ventil je umístěn na přívodním potrubí topné vody z plynového kondenzačního kotle.

Připojení		Rozměry (mm)				Hmotnost	Pro soustavy do výkonu		Koeficient	Průměr sedla	Objednací číslo
vstup	výstup	H	h	l	Do	kg	kW	kcal/h	$a_v$	mm	
<b>Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 2,5 bar</b>											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 A
3/4"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 – 3/4 A
1"	1 1/4"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 – 1 A
1 1/4"	1 1/2"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 – 1 1/4 A
<b>Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 3,0 bar</b>											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 B
3/4"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 – 3/4 B
1"	1 1/4"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 – 1 B
1 1/4"	1 1/2"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 – 1 1/4 B
<b>Pro uzavřené solární soustavy, nastavený tlak 6,0 bar</b>											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 C
<b>Zákaznické provedení, nastavený tlak může být v rozsahu 2,5 až 6,0 bar (nutno specifikovat v objednávce)</b>											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 Z

Obr.11 Pojistný ventil HONEYWELL SM 120 – charakteristika [16]





Obr.12 Pojistný ventil HONEYWELL SM 120 [16]

## 2) Pojistný výkon plynového tepelného čerpadla (okruh chlazení motoru)

$Q_{p2} = 100 \text{ Kw}$  pro výměník tepla - skupinu A1 (zařízení s teplotou vody  $t_w < 100^\circ$ )

Minimální průřez sedla pojistného zařízení

$$S_0 = Q_{p2} / \alpha_w * \sqrt{p_{otv}} \quad (mm^2)$$

$Q_{p2}$  – pojistný výkon okruhu chlazení motoru (kW)

$p_{ot}$  – otevírací tlak pojistného ventilu (kPa)

$\alpha_w$  - výtokový součinitel (-)

$$S_0 = 100 / 0,289 * \sqrt{300} =$$

$$S_0 = \mathbf{69 \text{ mm}^2}$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_v = 10 + 0,6 * \sqrt{Q_p}$$

$$= 10 + 0,6 * \sqrt{100} = \mathbf{16,0 \text{ mm} \rightarrow \text{DN16}}$$

**Navrhuji pojistný ventil HONEYWELL SM 120-1/2“ pro plynové čerpadlo (okruh chlazení motoru).**

Pojistný ventil je umístěn na přívodním potrubí topné vody z okruhu chlazení motoru čerpadla.

### 3) Pojistný výkon plynového tepelného čerpadla (okruh kondenzátoru plynového čerpadla)

$Q_{p2} = 200 \text{ Kw}$  pro výměník tepla - skupinu A1 (zařízení s teplotou vody  $t_w < 100^\circ$ )

Minimální průřez sedla pojistného zařízení

$$S_0 = Q_{p3} / \alpha_w * \sqrt{p_{otv}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$Q_{p3}$  – pojistný výkon plynového tepelného čerpadla (kW)

$p_{ot}$  – otvírací tlak pojistného ventilu (kPa)

$\alpha_w$  - výtokový součinitel (-)

$$S_0 = 200 / 0,289 * \sqrt{300} =$$

$$S_0 = 138 \text{ mm}^2$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_v = 10 + 0,6 * \sqrt{Q_p}$$

$$= 10 + 0,6 * \sqrt{200} = 18,5 \text{ mm} \rightarrow \text{DN20}$$

**Navrhuji pojistný ventil HONEYWELL SM 120-1/2“ pro plynové tepelné čerpadlo (okruh kondenzátoru plynového čerpadla).**

Pojistný ventil je umístěn na přívodním potrubí topné vody z okruhu chlazení motoru čerpadla.

### B.4.7. Návrh rozdělovače a sběrače pro vytápění

1) Rozdělovač a sběrač pro podlahové vytápění - R/S 2

Celkový výkon

$$Q_{pd1} = Q_{v5} + Q_{v6}$$

$Q_{v5}$  – celkový tepelný výkon větve V5 podlahového vytápění (kW), odečteno z programu Protech

$Q_{v6}$  – celkový tepelný výkon větve V6 podlahového vytápění (kW), odečteno z programu Protech

$$Q_{pd1} = 31,94 + 10,33 = 42,27 \text{ kW}$$

*(u výkonu větve V5 přičten výkon pro podlahové vytápění bazénu 17,54 kW)*

Výpočet objemového průtoku

$$m = Q_{pd} / (1,163 \cdot \Delta t \cdot \rho) \\ = 42\,270 / (1,163 \cdot 15 \cdot 1000) = 2,43 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Navrhuji kompaktní rozdělovač a sběrač RACIOTHERM KRS 40.06.2 pro větve podlahové vytápění**

(maximální přenášený výkon 90 kW, maximální objemový průtok 3,46 m<sup>3</sup>/h, rozteče hrdel 250 mm, komory s DN 40)

2) Rozdělovač a sběrač pro větve otopných těles, teplovzdušné vytápění a teplou vodu - R/S 1

Celkový výkon

$$Q_v = Q_{v1} + Q_{v2} + Q_{v3} + Q_{v4}$$

$Q_{v1}$  – celkový tepelný výkon větve V1 teplovzdušného vytápění (kW), odečteno z programu Protech

$Q_{v2}$  – celkový tepelný výkon větve V2 teplovzdušného vytápění (kW), odečteno z programu Protech

$Q_{v3}$  – celkový tepelný výkon větve V3 pro otopná tělesa (kW), odečteno z programu Protech

$Q_{v4}$  – celkový tepelný výkon větve V4 pro otopná tělesa (kW), odečteno z programu Protech

$$Q_v = 56,23 + 62,53 + 21,02 + 34,05 = 191,36 \text{ kW}$$

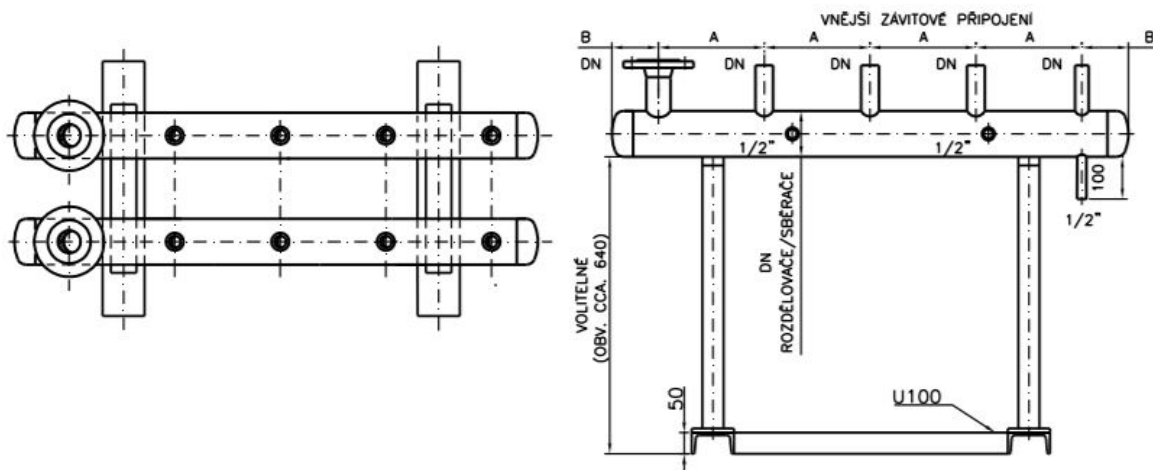
*(u výkonu větve V1 odečten výkon pro podlahové vytápění bazénu 12,54 kW)*

Výpočet objemového průtoku

$$m = Q_v / (1,163 \cdot \Delta t \cdot \rho) \\ = 191\,360 / (1,163 \cdot 20 \cdot 1000) = 8,23 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Navrhuji kompaktní rozdělovač a sběrač RACIOTHERM KRS 65.06.2 pro větve teplovzdušného vytápění, větve pro otopná tělesa a větev přípravy TV.**

(maximální přenášený výkon 225 kW, maximální objemový průtok 9,69 m<sup>3</sup>/h, rozteče hrdel 300mm, komory s DN 65, větev navržena s rezervou pro větev přípravy TV )



Obr.13 Rozdělovača sběrač Raciotherm [9]

Oba rozdělovače/sběrače budou instalovány do kotelny objektu v podzemním podlaží. Jedná se o kombinovaný rozdělovač a sběrač. Určený je pro instalaci do vodorovné polohy. Připevněny budou na stěny kotelny pomocí ocelových konzol s výškou spodní hrany rozdělovače/sběrače 900mm nad podlahou kotelny. Jelikože je rozdělovač/sběrač instalován pro účely vytápění je nutné jej při montáži opatřit tepelnou izolací.

#### B.4.8. Regulace otopné soustavy

Regulace celé otopné soustavy bude zajištěna pomocí ekvitermního systému měření a regulace. Systém je plně automatizovaný a elektronizovaný. Na severní neosluněné fasádě bude umístěno ekvitermní čidlo, které bude napojeno na zdroje tepla, oběhová čerpadla a trojcestné směšovací ventily jednotlivých větví topné vody a bude regulovat jejich výkonové parametry v návaznosti na snímané venkovní teplotu vzduchu.

Regulace jednotlivých otopných těles bude zajištěna pomocí prostorových termostatů, které budou umístěny v jednotlivých vytápěných místnostech a regulovat tak jejich výkon skrze termostatické hlavice, se kterými bude elektronicky propojen. Regulace podlahových konventorů s nucenou konvencí bude zajištěna taktéž skrze prostorový termostat, který však bude regulovat otáčky ventilátorů v podlahovém konvektoru. Navržené podlahové konventory disponují třemi výkonovými stupni otáček ventilátorů. Regulace podlahového vytápění bude opět řízeno skrze umístěné prostorové termostaty v místnostech...

## C.5. Dimenzování otopné soustavy

Pro hydraulický výpočet návrhu otopné soustavy byl použit výpočetní program Protech. Navržena zde byla jednotlivá otopná tělesa a smyčky podlahového vytápění, dimenze rozvodů a jejich izolace. Posouzeny byly větve otopných těles V3 a V4, navrženy vhodné regulační armatury a oběhová čerpadla. Stejným způsobem byly posouzeny větve podlahového vytápění V5 a V6. Větve pro teplovzdušné vytápění V1 a V2 jsou dle zadání dimenzovány v rozsahu navržené dimenzí rozvodů topné vody a oběhových čerpadel.

### C.5.1 Návrhové parametry otopné soustavy

#### a) Vytápění otopnými tělesy

materiál potrubí – měď

oběh – nucený

teplotní spád – 60/40 °C

hustota kapaliny – 1000 kg/m<sup>3</sup>

#### b) Vytápění podlahové

materiál potrubí – měď (k rozdělovači) / plast (rozvody v podlaze)

oběh – nucený

teplotní spád – 55/40 °C

hustota kapaliny – 1000 kg/m<sup>3</sup>

#### c) Vytápění teplovzdušné

materiál potrubí – měď

oběh – nucený

teplotní spád – 60/40 °C

hustota kapaliny – 1000 kg/m<sup>3</sup>

Podrobný výpočet a schéma otopné soustavy je uvedeno v příloze č.8. Tabulka pro výpočet teplovodní dvoutrubkové soustavy. Pro podrobné dimenzování otopné soustavy (otopných těles, podlahových smyček, rozvodů) byl použit program Protech.

## C.6. Otopná tělesa

### C.6.1. Koncepce návrhu otopných těles

Podle výpočtů tepelných ztrát v jednotlivých místnostech objektu jsou navržena otopná tělesa tak, aby byla schopna pokrýt požadovaný výkon místnosti (tj tepelné ztrátě místnosti). Otopná tělesa jsou navržena a s redukováním výkonem, který je zvolen s maximálně 10% výkonovou rezervou.

Jednotlivé typy otopných těles jsou navrženy s ohledem na dispoziční a provozní požadavky a možnosti. U místností, kde jsou využity celoprosklené obvodové konstrukce, případně v místnostech s omezeným volným prostorem jsou navrženy podlahové konvektory. Ty ideálně odstraňují problém absence možnosti umístit otopné těleso například na stěnu a nezakrývají prosklenou konstrukci. Využity jsou konvektory s nucenou konvekcí, které obsahují ve své konstrukci ventilátor urychlující proudění teplého vzduchu do prostoru a lépe ho tak distribuují. V místnostech je pak konvektor instalován tak, aby k nasávání vzduchu z místnosti docházelo z části konvektoru umístěné blíže ochlazované stěně.

Ve veřejných prostorách (chodby, vstupní prostory) byly kvůli vyššímu požadovanému výkonu, dostatku prostoru pro instalaci a také z designového hlediska využity topné lavice. Jedná se také o typ konvektoru s nucenou konvekcí, který však není zabudovaný do podlahy, ale je připevněn na podlahu do ochranné vany.

Co se týče hygienických místností jako jsou umývárny, WC nebo šatny, tak zde jsou využita převážně desková nástěnná otopná tělesa. Ta byla zvolena převážně z ekonomických důvodů, protože v těchto provozech nejsou potřeba tělesa s vysokým výkonem vzhledem k nižším tepelným ztrátám. Provoz vyžaduje vyšší stupeň důrazu na hygienické požadavky, proto jsou zvolena desková tělesa s hladkou čelní stěnou s dobrou omyvatelností povrchu. V místnostech o tepelné ztrátě menší než 100W nejsou uvažována otopná tělesa na pokrytí ztráty, navrženy jsou u místností se ztrátou vyšší než 100W.

K návrhu byla využita firma KORADO. Konvektory s nucenou konvekcí typu KORAFLEX FV ve variantě Inox (nerezová vana nelakovaná s nerezovým výměníkem). Desková tělesa potom typu RADIK VK se spodním pravým připojením.

### C.6.2. Umístění otopných těles

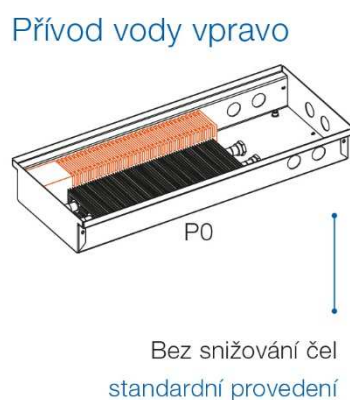
Otopná tělesa jsou umístována přednostně před ochlazované konstrukce (obvodové stěny, pod okna), případně dle dispozičních možností. Otopná tělesa jsou využita především v hygienickém zázemí, kde se návštěvníci nepřevlékají, případně nepohybují bez bot (tj. z hlediska komfortu nebylo potřeba navrhovat podlahové vytápění) a dále v prostorech zázemí zaměstnanců, chodeb a skladů.

Co se týče umístění podlahových konventorů s nucenou konvencí, tak ty jsou využity především v místnostech, kde je nevhodné nebo nemožné z prostorových důvodů využít otopná tělesa. Konstrukce podlah objektu disponuje dostatečnou konstrukční výškou pro osazení podlahových konventorů, proto byly v místnostech pro masáže, spinning, heat apod. využity. Stejná filozofie byla využita u topných lavic, kde navíc, jak už bylo zmíněno, hrálo roli více prostoru v místnostech a jejich designové uplatnění.

### C.6.3. Připojení otopných těles

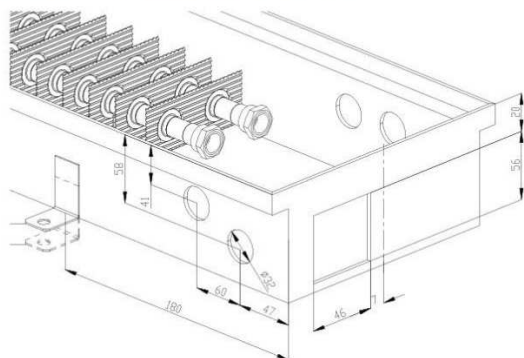
Veškerá navržená desková otopná tělesa jsou řešena pravým spodním připojením s roztečí 50mm a s vnitřní připojovací závitem  $6 \times G\frac{1}{2}$ . Konkrétně je připojení popsáno v příloženém technickém listu vybraných otopných těles.

Podlahové konvektory jsou připojeny pomocí bočního zapojení. Konkrétně se jedná o připojení 2x G 1/2“ vnitřní. Potrubí jsou připojena k tělesu vpravo.



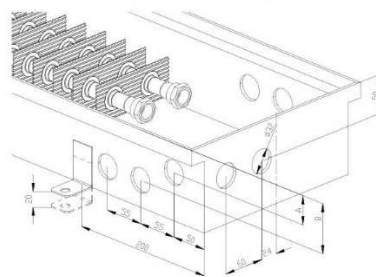
Obr.14 Napojení přívodu konvektoru KORAFLEX FV [11]

## KORAFLEX FV 8/16



Obr.15 Připojovací otvory konvektoru  
KORAFLEX FV [11]

## KORAFLEX FV 8/28 A=50, B=50 KORAFLEX FV 9/28 A=50, B=60



Obr.16 Připojovací otvory konvektoru  
KORAFLEX FV [11]

Topné lavice jsou potom připojeny pravým spodním připojením pomocí 2x G 1/2" vnitřní. Jiné připojení než spodní tento typ neumožňuje.



## C.6.4. Technické listy otopných těles

### Podlahový konvektor s ventilátorem KORAFLEX FV 8/16



- nejužší konvektor s ventilátorem
- konvektor s nízkou stavební výškou
- slouží k vytápění
- tichý provoz při nízkých otáčkách
- možnost řízení prostřednictvím BMS (Building Management System)
- možnost objednat v provedení Economic, Exclusive, Inox
- konvektor je určen do suchého prostředí

#### Specifikace

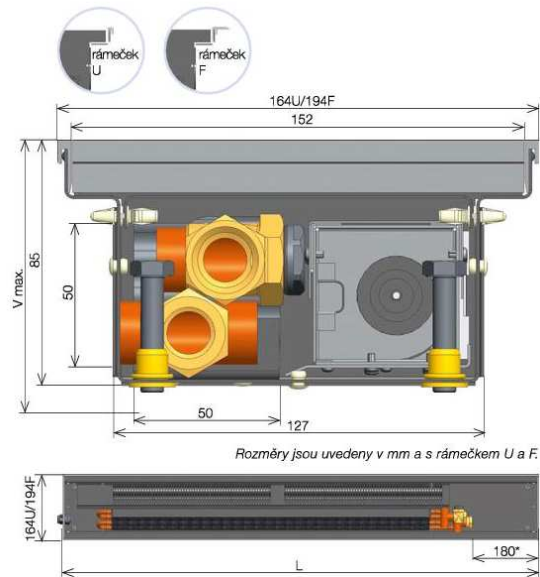
šířka včetně typu rámečku U/F (mm)	164U/194F
šířka podlahové vany (mm)	127
šířka mřížky (mm)	152
max. nastavitelná výška (V max. mm)	85–110
hloubka vany (mm) včetně rámečku	85
délka (L mm)	800 až 2 800 (po 400 mm)
výška výměníku (mm)	50
šířka výměníku (mm)	50
účinná délka výměníku (mm)	L - 400
průměr oběžného kola ventilátorů (mm)	30
připojení na topný systém	2 x G 1/2" vnitřní
materiál vany	pozink. ocel, nerez AISI 304

Varianta Economic • černě lakovaná pozinkovaná ocelová vana, výměník tepla bez povrchové úpravy

Varianta Exclusive • černě lakovaná pozinkovaná ocelová vana, černě lakovaný výměník\*

Varianta Inox • nerezová vana nelakovaná AISI 304, nelakovaný výměník (pouze do suchého prostředí)\*

\* zakázkové provedení



Rozměry jsou uvedeny v mm a s rámečkem U a F.

\* Průměrná vzdálenost pro připojení u všech vyráběných délek KORAFLEX FV 8/16 je 180 mm.

\* U podlahového konvektoru KORAFLEX FV 8/16 nelze ve standardním provedení použít krycí pochozí mřížku v podélné variantě. Vždy je nutná konzultace a případně technická úprava vany konvektoru.

#### Technická data



Obr.17 Technický list konvektoru KORAFLEX FV [11]

# Otopná lavice s ventilátorem KORALINE LV 15/11



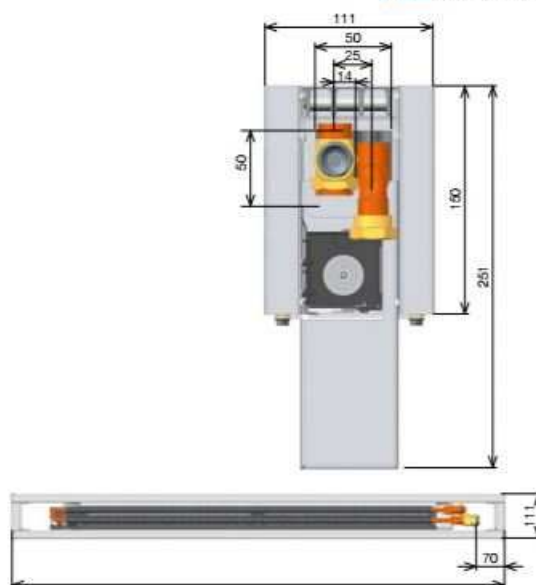
OPTIMIZED CONVECTION

- slouží k vytápění
- nejnižší provoz při nízkých otáčkách
- vhodné pro instalace s tepelným čerpadlem
- možnost řízení prostřednictvím BMS (Building Management System)
- pouze spodní připojení
- konvektor je určen do suchého prostředí

## Specifikace

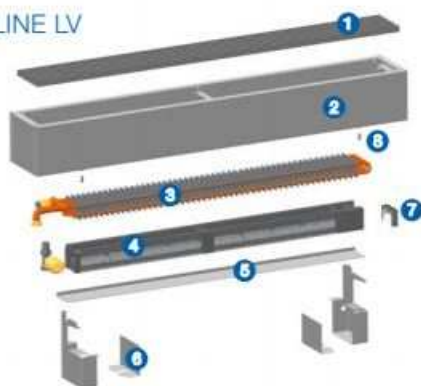
výška tělesa lavice (mm)	150
šířka (mm)	111
délka (L mm)	900, 1 200, 1 600, 2 000, 2 400, 2 800
výška výměníku (mm)	50
šířka výměníku (mm)	50
přibližná délka výměníku (mm)	L - 300
průměr oběžného kola ventilátorů (mm)	30
připojení na topný systém	2x G 1/2" vnitřní

Varianta Exclusive • pozinkovaná lakovaná ocel RAL 9010 s hliníkovou nylakovanou mřížkou



Rozměry jsou uvedeny v mm.

## KORALINE LV



## Rozklad konvektoru

- 1 krycí hliníková mřížka
- 2 oplechování
- 3 otopný výměník KORABASE 20
- 4 ventilátory
- 5 podpěra ventilátoru
- 6 stojánky
- 7 přípojovací svorkovnice (F Box)
- 8 šroub DIN 7981

Obr.18 Technický list konvektoru KORALINE LV [11]

# RADIK PLAN VK, LINE VK



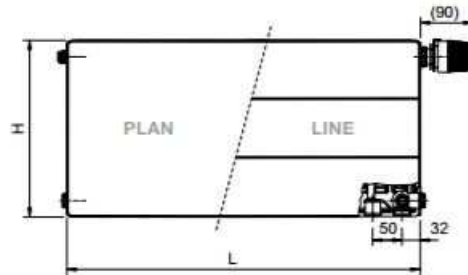
## Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Hloubka B	
Typ 11 PLAN VK/LINE VK	65 mm
Typ 21 PLAN VK/LINE VK	68 mm
Typ 22 PLAN VK/LINE VK	102 mm
Typ 33 PLAN VK/LINE VK	157 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závít	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

## Popis

Model **RADIK PLAN VK (RADIK LINE VK)** je deskové otopné těleso v provedení PLAN (LINE) a v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchytek.

## Přehled typů



Typ 11 PLAN VK/LINE VK



Typ 21 PLAN VK/LINE VK



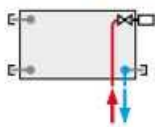
Typ 22 PLAN VK/LINE VK



Typ 33 PLAN VK/LINE VK



## Způsoby připojení na otopnou soustavu



pravé spodní  
 $\psi = 1$

Obr.19 Technický list tělesa RADIK PLAN VK [11]

## C.6.5. Regulace otopných těles

### Desková tělesa

U navržených deskových těles KORADO RADIK PLAN VK je využito regulace pomocí termoregulační hlavice, která je osazena na topná desková tělesa typu VK. Vybrány jsou termostatické hlavice Honeywell Thera 200 Design s přípojovacím závitem M 30x1,5. Tyto termostatické hlavice jsou výrobcem otopných těles vybrány jako doporučené příslušenství k navrženým tělesům.

Regulace otopných těles byla navržena pomocí programu Protech, kde bylo vybráno vhodné regulační šroubení pro otopná tělesa a navržen jejich výchozí stupeň nastavení, které je u konkrétních těles popsáno ve výkresové dokumentaci.

### Konvektory

Použité podlahové konvektory s nucenou konvekcí KORAFLEX FV disponují teplotním čidlem uvnitř konventoru, který řídí činnost teplotního výměníku. Dále mají tyto konvektory tzv. elektrickou regulaci. Ta slouží k řízené regulaci otáček zabudovaných ventilátorů.

**Regulace 24V DC** – „Výkon se řídí zapínáním/vypínáním ventilu pracovního média, pokud je použit, a zapínáním/vypínáním ofukovacího ventilátoru. Konvektor je pod stálým napětím 24V. Termostat Siemens RDG 160T ovládá pomocí termopohonu ventil topného média stavem ZAPNUTO/VYPNUTO a dále řídí otáčky ventilátoru napěťovým signálem 0-10V. Otáčky mohou být řízeny automaticky nebo manuálně ve třech rychlostních stupních. Rychlostní hladiny otáčení lze nastavit. Ventilátory jsou standardně blokovány teplotním spínačem (TS1) se spínací teplotou cca 35 °C. Tato funkce může být odpojena.“<sup>[10]</sup>

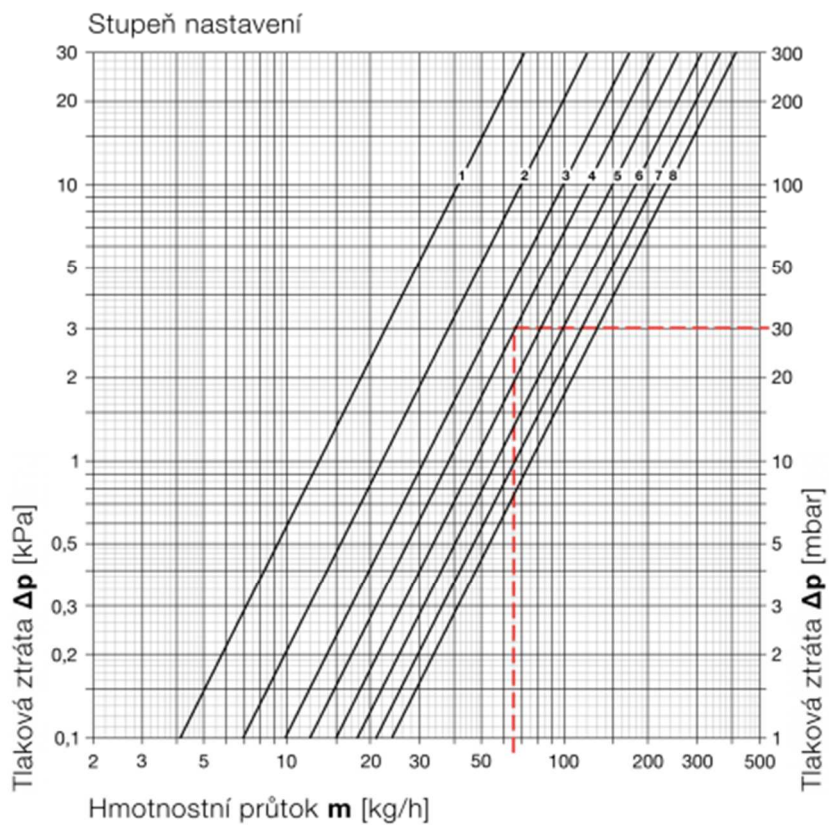
Topné lavice KORALINE LV jsou ke své regulaci vybaveny termostatickými hlavicemi s navrženým přednastavením. Stejně jako u typu KORAFLEX FV je zde možnost využití elektronické regulace s ovládáním otáček zabudovaného ventilátoru v konstrukci topné lavice.

### Stupeň přednastavení termoventilu

Stupeň se stanovuje následujícím vzorcem a výsledná hodnota se vynese do grafické závislosti hmotnostního průtoku na tlakové ztrátě otopného tělesa (Obr.15) a stanoví se příslušný stupeň přednastavení termoventilu.

- hmotnostní průtok  
Q

$$m = \frac{Q}{c \cdot (t_1 - t_2)}$$

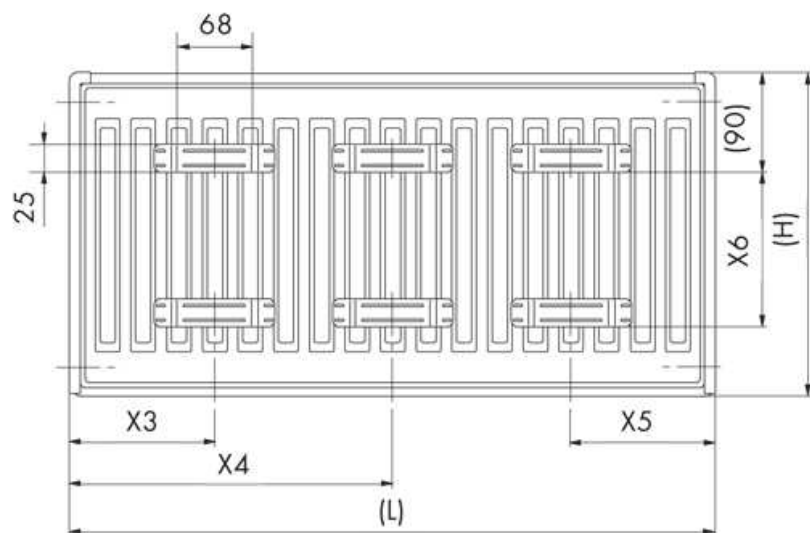


Obr.20 Technický list konvektoru KORAFLEX FV [11]

## C.6.6. Montáž a instalace otopných těles

Montáž a instalace otopných těles se musí řídit dle pokynů výrobce.

### Deskové těleso KORADO RADIK VK



Obr.21 Poloha příchytok [11]

### Tabulka rozměrů

Délka L [mm]		400	500 - 1600	1800	2000	2300	2600	3000
X3	A	133	133	133	133	133	133	133
	B	167	167	167	167	167	167	167
	C	117	150	150	150	150	150	150
	D	100	133	133	133	133	133	133
X4	A	-	-	900	1000	1133	1300	1500
	B	-	-	900	1000	1133	1300	1500
	C	-	-	883	983	1150	1283	1483
	D	-	-	900	1000	1133	1300	1500
X5	A	133	133	133	133	133	133	133
	B	100	133	133	133	133	133	133
	C	117	150	150	150	150	150	150
	D	167	167	167	167	167	167	167

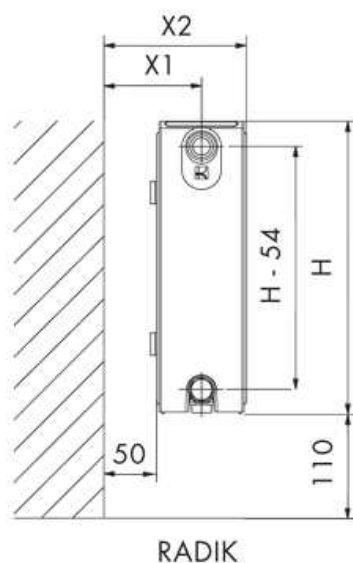
A - pro typy 10, 20, 20S, 21, 22, 22 COMBI VK, 30, 33, 20 VK, 20S VK, 21 VK, 21 VKL, 22 VK, 22 VKL, 30 VK, 33 VK, 33 VKL

B - pro typ 10 VK, 10 VKM8

C - pro typy 11, 11 VK, 11 VKL, 11 VKM - L, 11 VKM8, 11 MM

D - pro typ 10 VKL, 10 VKM - L

Obr.22 Tabulka montážních vzdáleností [11]



Obr.23 Umístění tělesa [11]

### Tabulka rozměrů

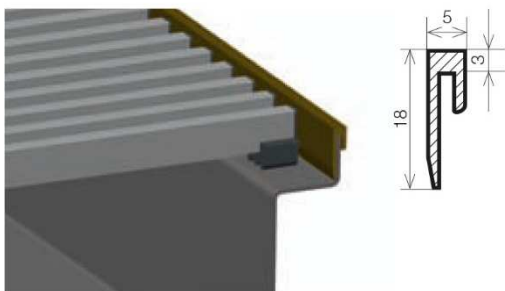
Typ	10	11	20	21	22	33
			20 R	21 R	22 R	33 R <sup>1)</sup>
	10 VK	11 VK	20 VK	21 VK	22 VK	33 VK
	10 VKL	11 VKL		21 VKL	22 VKL	33 VKL
	10 VKM	11 VKM		21 VKM	22 VKM <sup>2)</sup>	33 VKM <sup>2)</sup>
	10 VKM - L	11 VKM - L		21 VKM - L	22 VKM - L <sup>2)</sup>	33 VKM - L <sup>2)</sup>
			20 RC VKU	21 RC VKU	22 RC VKU	33 RC VKU <sup>1)</sup>
	10 VKM8	11 VKM8	20 VKM8	21 VKM8	22 VKM8 <sup>2)</sup>	33 VKM8 <sup>2)</sup>
		11 MM		21 MM	22 MM	33 MM
					22 COMBI VK	
X1	32	75	83	83	100	100
X2	64	107	116	116	150	205

Obr.24 Tabulka montážních vzdáleností [11]

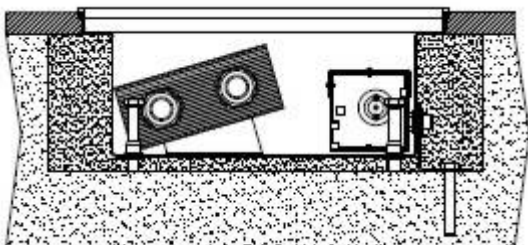
### Podlahové konvektory KORAFLEX FV

Pro montáž konvektoru do konstrukce podlahy musí být nejdříve konvektor ustaven na daném místě a odměřeny jsou pozice pro upevnění kotev. Poté se výškově nastaví poloha konvektoru a kotva je připevněna k jeho vaně. Poté je do konvektoru přivedeno přírodní potrubí a elektroinstalace. Provedena je následně kontrola upevnění a položena je u pochozí vrchní mřížka. Poté je těleso fixováno a izolováno po svém obvodě. Pro zvukové odhlučnění je nejvhodnější zalití konvektoru do

betonu. Nutné je následně vyčistit prostor mezi U-ráměčkem a podlahovou krytinou. Nakonec je osazen ventilátor na fixační body.



Obr.25 U-ráměček konvektoru KORAFLEX FV [11]



Obr.26 Montáž konvektoru KORAFLEX FV zabetonováním [11]

## Topné lavice KORALINE LV

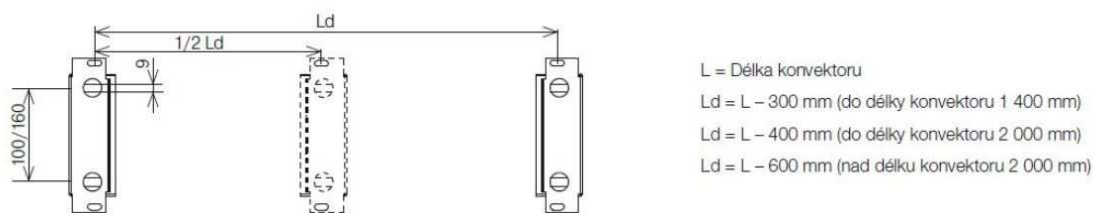
Pro návrh otopných těles do budovy wellness centra byly využity topné lavice KORALINE LV ve stojanovém modelu, tj. k instalaci na podlahu.

Topné lavice jsou lze zařadit do kategori konvektorů s nucenou konvencí, kterou zajišťují vestavěné ventilátory v konstrukci topné lavice. Lze tak využít více výkonových stupňů, které zajišťují tři stupně rychlosti otáček ventilátorů. Topné lavice jsou ve svém chodu tiché, šetrné k životnímu prostředí a okolí celkově.

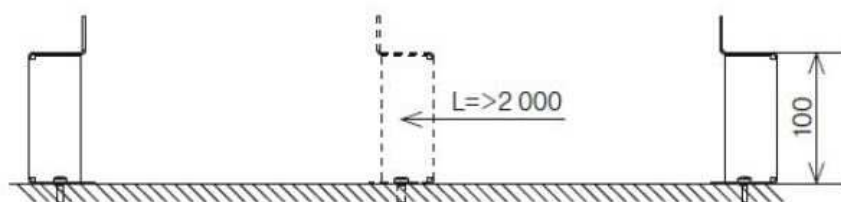
Při montáži se nejprve vyměří body a jejich vzdálenosti pro navrtání stojánků. Následují instalace topného výměníku, který je následně napojen na topný systém. Nakonec je osazen kryt výměníku, který obsahuje horní mřížku, která propouští proudící ohříváný vzduch do okolního prostoru. Kryt je připevněn k navrtaným stojánkům.



## Montážní pozice KORALINE LV



Obr.27 Montáž topné lavice KORALINE LV [11]



Obr.28 Montáž topné lavice KORALINE LV [11]

## C.7. Podlahové vytápění

### C.7.1. Koncepce podlahového vytápění

Podlahové vytápění navrhují především z hlediska provozu, který objekt wellness centra zahrnuje. Wellness centrum totiž disponuje řadou provozních částí a místností, ve kterých se návštěvníci pohybují bez bot (bazén, sprchy, WC) nebo ve kterých dochází k jejich převlékání (šatny). Z tohoto hlediska je vhodný návrh podlahového vytápění. Dochází tak ke zlepšení uživatelského komfortu návštěvníků. Systém podlahové vytápění svou plochou sálá teplo, které uživatel procházející se po podlaze ihned vnímá. Pozitivně tak ovlivňuje tepelnou pohodu uvnitř těchto provozních celků.

Podlahové vytápění je navrženo jednak jako hlavní prvek vytápění pro některé místnosti, pro některé je zase využito jako pro pokrytí tepelných ztrát.

### C.7.2. Umístění podlahového vytápění

Jak již bylo zmíněno podlahové vytápění umísťují do bazénové jako doplňkový systém k vytápění teplovzdušnému. Podlaha bazénové haly je zespodu ochlazována provozem podzemních garáží s výpočtovou teplotou 5°C, proto je zde podlahové vytápění více než vhodné.

Dále je v rámci 1.NP využito tohoto systému v celém provozním zázemí bazénové haly (šatny, WC, sprchy a šatny) a dále v některých místnostech mokrého wellness ve 2.NP. Do prostorů saun ve 2.NP není uvažováno podlahové vytápění. Předpokládám, že je v tomto provozu vysoká teplota a navíc jejich podlaha není tolik ochlazována jako podlaha například v bazénové hale.

V druhé provozní části wellness centra – suché wellness je podlahové vytápění uvažováno jen do šaten a hygienických zázemí. Ostatní části suchého wellness (fitness, boulder, spinning apod.) budou vytápěny teplotově a nepředpokládá se zde pohyb návštěvníků bez bot.

### **C.7.3. Připojení podlahového vytápění**

Jednotlivé smyčky podlahového vytápění jsou odděleně připojeny připojovacím potrubím, které propojuje podlahovou smyčku v dané místnosti s rozdělovačem a sběračem, který je vždy umístěn na stěně příslušné instalační šachty dle výkresové dokumentace.

### **C.7.4. Rozdělovač podlahového vytápění**

Rozdělovač smyček podlahového vytápění bude umístěn v před každým hlavním okruhem na patře. Rozdělovač podlahového vytápění UPONOR bude proveden z plastu. Na rozdělovači budou osazeny průtokoměry, na kterých budou pro jednotlivé smyčky přednastaveny hodnoty průtoku. Seřízení se provádí nastavením příslušných regulačních ventilů.

Rozdělovač bude umístěn v plastové skřínce, která bude připevněna ve stěně instalačních šachet. Instalace bude provedena cca 80 cm nad úroveň podlahy.

### C.7.5. Regulace podlahového vytápění

Regulace podlahového vytápění systému UPONOR bude obsluhovat systém Matrix Base. Jedná se o plně automatizovaný a elektronizovaný systém regulace. V místnostech s instalovaným podlahovým vytápěním budou umístěny prostorové termostaty, které budou snímat teplotu okolního vzduchu a vysílat signál ke spínači vytápění, servopohonu a oběhovým čerpadlům, které v případě potřeby začnou distribuovat topnou vodu do systému podlahového vytápění.

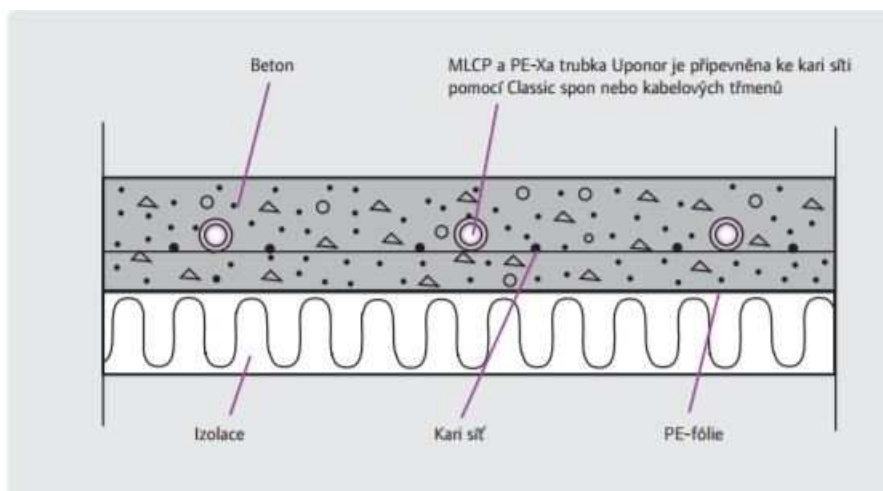
V jednotlivých podlahových smyčkách jsou průtoky a tlaky regulovány pomocí regulačního šroubení umístěných na kombinovaném rozdělovači a sběrači podlahového vytápění. Každé regulační šroubení bude předem nastaveno na požadovaný stupeň. Na rozdělovači z nerezové oceli budou u každé smyčky průtokoměry.

Na rozdělovači je instalována regulační sada obsahující cirkulační čerpadlo, trojcestný ventil se servopohonem.

### C.7.6. Montáž a instalace podlahového vytápění

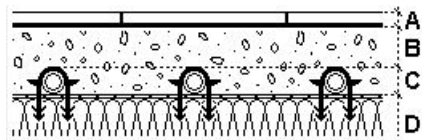
Navrženo je podlahové vytápění UPONOR Classic. Systém podlahového vytápění bude instalován dle instrukcí výrobce systému. Jedná se o tzv. mokrý systém instalace. Na stropní desku a tepelnou izolaci s tloušťkou 50mm bude položena PE-folie. Následně bude zhotovena betonová mazanina tl.20mm, na kterou bude položena kari síť. Na kari síť budou připevněny rozvody podlahového vytápění pomocí kabelových třmenů (po 1m délky potrubí) a zalito 30mm betonové mazaniny. Nakonec bude položena keramická dlažba.

Plastové podlahové potrubí bude spojováno pomocí spojek a objímek.



Obr.29 Podlahové vytápění UPONOR [15]

### Navržená skladba konstrukce



Obr.30 Skladba konstrukce podlahového vytápění [14]

A = keramická dlažba, tl.12mm,  $\lambda= 1,01 \text{ W/m.K}$ ,  $R=0,012\text{m}^2.\text{K/W}$

B = betonová mazanina kolem trubky, tl.20mm,  $\lambda= 1,20 \text{ W/m.K}$ ,  $R=0,017\text{m}^2.\text{K/W}$

C = betonová mazanina kolem trubky, tl.30mm,  $\lambda= 1,20 \text{ W/m.K}$ ,  $R=0,025\text{m}^2.\text{K/W}$

D = tepelná izolace, tl.50mm,  $\lambda= 0,04 \text{ W/m.K}$ ,  $R=1,25\text{m}^2.\text{K/W}$

## C.8. Rozvody

### Volba materiálu

Obecně se v dnešní době nejčastěji využívají pro rozvody materiály plastové, měděné, u větších dimenzí ocelové rozvody. Každé z nich mají své výhody a nevýhody pro jejich využití. Při volbě materiálu v tomto projektu je nutné počítat s umístěním velké části rozvodů v podlaze. Dalším faktorem při volbě materiálu je typ vytápění – tj. návrh systému s otopnými tělesy a systému podlahového vytápění. Každý z těchto systému může mít jiné požadavky na rozvody topné vody.

### C.8.1. Rozvody vytápění otopnými tělesy a teplovzdušné vytápění

Pro rozvody těchto dvou systémů je využito měděného materiálu. Jejich výhodou je vyšší pevnost, jsou odolné vůči korozi a odolávají také vlivům bakterií, které se často šíří uvnitř rozvodů. Měď je vhodná pro rozvody studené vody i teplovodní soustavy. Obecně je měď jako materiál trvanlivá s dlouhou životností a výhodná je jejich snadná recyklovatelnost. Z fyzikálního hlediska mají měděné rozvody menší měrné tlakové ztráty než třeba ocelové rozvody, díky jejich hladšímu vnitřnímu povrchu. Volím měděné trubky SUPERSAN.

Jako nevýhodu měděných rozvodů bychom mohli považovat riziko vzniku koroze, tomu však lze předejít dostatečným povlakem na povrchu trubek.

### C.8.2. Rozvody podlahového vytápění

Pro návrh podlahového vytápění jsou navrženy rozvody plastové z PE-Xa. Rozvody podlahového vytápění s využitím PVC materiálu jsou dnes nejběžnější variantou. Plastové rozvody poskytují snadnější montáž, snižují počet montážních spojů a jsou dále odolné vůči nárazům, poškození.

Zvolen je systém podlahového vytápění UPONOR Classic. Potrubí je vícevrstvé a je tak vysoce odolné a vytváří kyslíkovou bariéru před difuzí kyslíku směrem dovnitř systému vytápění.

### C.8.3. Teplotní roztažnost potrubí

V rámci návrhu rozvodů vytápění a jejich uchycení je nutné počítat s délkovou roztažností potrubí vlivem rozdílných teplot. Pro řešení tohoto problému u delších přímých úseků rozvodů je uvažováno s umístěním pevných bodů po vzdálenostech maximálně 5,0m. Dále je

#### Určení teplotní roztažnosti potrubí

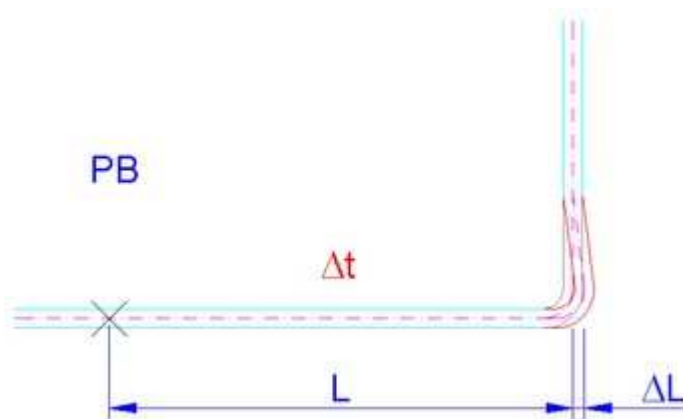
$$\Delta l = l * \alpha * \Delta t \text{ (m)}$$

$\Delta l$  - roztažení potrubí (m)

$l$  - délka úseku (m)

$\alpha$  - součinitel teplotní roztažnosti (měď  $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ )

$\Delta t$  - rozdíl teplot (nejvyšší teplota topné voda  
- nejmenší teplota okolí)



Obr.31 Určení teplotní roztažnosti potrubí [4]

$$\Delta l = 5,0 * 1,7 \cdot 10^{-5} * (60-10) = 4,25 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,25 \text{ mm}$$

Maximální hodnota délkové roztažnosti při dodržení maximálně 5 m přímých úseků potrubí je 4,25 mm. Delší úseky bez instalace pevných bodů nejsou využity. Pevné body jsou realizovány v podobě ocelových úchyťů (tzv.kluzné uchycení).

Hodnoty protažení potrubí jsou spočítány na úseky délky 5m, delší úseky nejsou využity. Zároveň jsou stavovány hodnoty pro všechny tři užití výpočtové vnitřní teploty a pro nevytápěné podzemní garáže, v nich je potřeba navrhnout větší tloušťku izolace ležatého spodního rozvodu kvůli velkému teplotnímu rozdílu.

#### C.8.4. Izolace potrubí

Veškeré sounáležitosti spojené s návrhem izolace potrubí jsou popsány ve vyhlášce č.193/2007

##### Výpočet tepelné ztráty potrubí

$$Q_{ztr} = U_o * l * (t_{in} - t_{out}) [W]$$

$Q_{ztr}$  – tepelná ztráta potrubí (W)

$U_o$  - součinitel prostupu tepla pro válcovou stěnu (W/mK)

$l$  - délka potrubí (m)

$t_{in}$  – teplota uvnitř potrubí (°C)

$t_{out}$  - teplota v okolí potrubí (°C)

Po zjištění tepelných ztrát jednotlivých úseků potrubí topné vody je navržena tepelná izolace s příslušnou tloušťkou, která má za úkol eliminovat vzniklé tepelné ztráty. Dle výše uvedeného vzorce je patrné, že hodnota tepelné ztráty úseku je závislá na délce úseku potrubí, součiniteli prostupu tepla stěnou potrubí a teploty uvnitř a v okolí potrubí.

##### C.8.3.1. Návrh tloušťky izolace

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty součinitelů prostupu tepla pro vnitřní rozvody

DN (mm)	$U_o$ (W/mK)
DN10 – DN15	0,15
DN20 – DN32	0,18
DN40 – DN65	0,27
DN80 – DN125	0,34
DN150 – DN200	0,40

Tab.3

Veškeré rozvody vedené v podlaze jsou opatřeny izolací ROCKWOOL PIPO/PIPO ALS. Návrh izolace pro jednotlivé dimenze rozvodů jsou uvedeny v příloze Dimenzování otopných soustav. Návrh byl proveden pomocí programu Protech a je v souladu s vyhláškou 193/2007 Sb.

### C.8.5. Návrh uložení potrubí

#### Uchycení rozvodů

Uchycení měděných rozvodů svislých a ležatého rozvodu je provedeno pomocí **ocelových úchytek s izolační vložkou**. Úchytky jsou použity u holých i izolovaných rozvodů vytápění a jsou instalovány po každých 2,0m délky potrubí. Rozvody o dimenzi 18x1,0 jsou připevněny po 1,5m délky potrubí. Navržené vzdálenosti upevnění vyhovují dle tab.4 Izolační vložka je tvořena pružnou zvukově izolační hmotou. Ta se připevňuje i u jednotlivých armatur.

Důležité je izolovat rozvody v místech průchodů skrze stěnové nebo stropní konstrukce, tepelně i zvukově. Styky neizolovaného rozvodu s konstrukcí bývá nepříjemným zdrojem hluku v objektu.

V místech prostupu potrubí stropní konstrukcí jsou navrženy ocelové chráničky s izolací.

Vnější průměr (mm)	1,25	1,25	1,5	2,0	2,25	2,75	3,0	3,5	4,0	4,25	4,75	5,0	5,0
Vzdálenost připevnění (m)	12,0	15,0	18,0	22,0	28,0	35,0	42,0	54,0	64,0	76,1	88,9	108,0	133,0

Tab.4 Směrné hodnoty pro vzdálenosti připevnění měděných potrubí vedoucích vodu [4]

### C.9. Závěr

Zvolený systém vytápění pro administrativní budovu byl navržen s ohledem na konstrukční a provozní podmínky objektu a požadovaný uživatelský komfort spojený s wellness centrem.

Pro systém vytápění bylo navrženo jako zdroj tepelné plynové čerpadlo s plynovým kondenzačním kotlem jako doplňkovým zdrojem tepla pro pokrytí tepelných ztrát objektu.

Co se týče samotné otopné soustavy, tak ta byla volena s ohledem na dispoziční uspořádání provozu objektu a s ohledem na ostatní technologie a profese nutné pro provoz objektu. Veškerá technická prostora jsou umístěny v podzemním podlaží, případně v 3.NP (strojovna VZT pro teplovzdušné vytápění) a venkovní jednotka plynového tepelného čerpadla na střešním technickém prostoru. Plynová kotelna tak byla umístěna do prostor v 1.PP. Kotelna má dostatečnou plochu pro umístění veškerých zařízení (zdroje tepla, expanzní nádoba, zásobníky TV, rozdělovače/sběrače..). Koncepčně je uvažováno s teplovzdušným i teplovodním vytápěním objektu. V rozsahu zadání práce je řešeno teplovodní vytápění.

Teplovodní otopná soustava je dvoutrubková horizontální se spodním ležatým rozvodem zavěšeným pod stropní konstrukcí 1.PP. Zapojení těles je dvoutrubkové a protiproudé (to převážně z ekonomických důvodů – úspore nákladů na rozvody v rozsáhlejších půdorysném uspořádání).

Zvolena byla klasická otopná tělesa KORADO PLAN VK s hladkou čelní deskou, která jsou vhodná do prostor s vyšším nárokem na hygienu. Nejsou tedy náročná na údržbu. Umístěna jsou převážně do zázemí zaměstnanců, šaten, WC, umývárny.

Otopná tělesa v podobě podlahových konvektorů byla zvolena z důvodu konstrukčního řešení obvodového pláště objektu a kvůli zvětšení využitelnosti plochy místností. Podlahové konvektory mají vysoký tepelný výkon, tichý rovoz a díky přítomnosti ventilátoru uvnitř konvektoru dochází k efektivnějšímu šíření ohřátého vzduchu do prostoru. Ventilátor má tři výkonnostní stupně, proto jej lze optimalizovat dle potřeby uživatele. Vybrány byly typy konvektorů, které splňují konstrukční požadavky pro zabudování do navržené konstrukce podlahy. Druhým typem použitých konvektorů jsou topné lavice s podobnými vlastnostmi jako konvektory podlahové.

Tělesa lze také snadno regulovat a tím pádem bez problémů přizpůsobovat topný výkon aktuální potřebě uživatelů objektu.

Posledním typem navrženého systému vytápění je podlahové vytápění. Tento systém je určen především pro zlepšení komfortu v místnostech kde je předpokládán pohyb osob bez bot nebo jejich převlékání (bazén, šatny, WC, sprchy).

Myslím si, že se mi v teoretické i praktické části této práce podařilo dodržet dnešní trendy v navrhování otopných soustav a poukázat na možné řešení koncepce zdroje tepla pomocí plynového tepelného čerpadla, který ještě není tak rozšířeným řešením a na našem trhu se zatím snaží prosadit. Vzhledem k efektivitě výroby tepla plynovým tepelným čerpadlem si myslím, že je tato koncepce vhodná do provozů jako je wellness centrum s bazénem, které mají vyšší nárok na spotřebu tepla na vytápění a přípravu teplé vody.



## Seznam použitých zdrojů

- [1] Doc. Ing. Karel Kabele a kol., Energetické a ekologické systémy 1, Zdravotní technika – Vytápění, Nakladatelství Technika ČVUT, 2005, ISBN 80-01-03327-9
- [2] Doc. Ing. Karel Papež, CSc. a kol., Energetické a ekologické systémy 2, Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení, Nakladatelství ČVUT, ISBN 978-80-01-03622-8
- [3] Bašta, Kabele, Otopné soustavy – Teplovodní 1, Společnost pro techniku prostředí 2001, ISBN 80-02-01426-X
- [4] <http://www.tzb-info.cz>
- [5] <http://www.neosolar.cz/>
- [6] <http://www.regulus.cz/>
- [7] <http://tedom.com/>
- [8] <http://www.reflex.cz/>
- [9] <http://www.racioterm.cz/>
- [10] <http://cz.grundfos.com/>
- [11] <https://www.korado.cz>
- [12] <http://medenerozvody.cz/>
- [13] <http://tzb.fsv.cvut.cz/>
- [14] Protech.spol.a.s.
- [15] <http://uponor.cz/>
- [16] <http://honeywell.cz/>
- [17] <http://ekostar.cz/>
- [18] <http://synkeymatic.com/>
- [19] TNI 73 0331
- [20] <http://wiessmann.cz/>
- [21] <http://wikipedie.cz/>
- [22] Směrnice 2010/31 EU

## Seznam použitých fyzikálních veličin a jejich značení

U [W/m<sup>2</sup> K] součinitel prostupu tepla  
R [m<sup>2</sup> K/W] tepelný odpor zdiva  
 $\lambda$  [W/mK] součinitel tepelné vodivosti  
d [m] tloušťka vrstvy konstrukce  
A [m<sup>2</sup>] plocha  
V [m<sup>3</sup>] objem  
n [h<sup>-1</sup>] intenzita výměny vzduchu  
H<sub>T</sub> [W/K] měrná tepelná ztráta  
 $\theta, t$  [°C] teplota  
Q [W] teplo, tepelný výkon  
p [Pa] tlak  
w [m/s] rychlost proudění  
R [Pa/m] tlaková ztráta třením  
M [kg/h] hmotnostní průtok  
l [m] délka potrubí  
 $\xi$  [-] součinitel místního odporu  
Z [Pa] tlaková ztráta místními odpory  
 $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] hustota  
c [kJ/kg] měrná tepelná kapacita  
f<sub>g1</sub> [-] korekční činitel  
f<sub>g2</sub> [-] teplotní redukční činitel  
r - (Wh/kg) výparné teplo  
 $\eta$  - (%) účinnost  
SPER – sezónní účinnost (-)

## Seznam příloh

Technická zpráva

Výkresová dokumentace

- 01 Schéma zapojení otopné soustavy
- 02 Půdorys a řez plynové kotelny 1:50
- 03 Půdorys 1.PP otopné soustavy 1:100
- 04 Půdorys 1.NP otopné soustavy 1:100
- 05 Půdorys 2.NP otopné soustavy 1:100
- 06 Půdorys 3.NP otopné soustavy 1:100
- 07 Schéma zapojení topné větve V3
- 08 Schéma zapojení topné větve V4
- 09 Schéma zapojení topné větve V5/V6

Technické listy