



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV V BUDOVÁCH S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU.

BUILDING SERVICES OF NEAR ZERO ENERGY BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

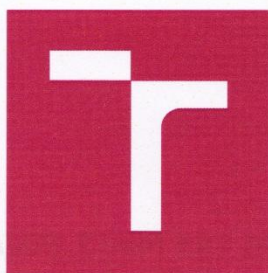
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Radek Šťastný

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ HIRŠ, CSc.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVIŠTĚ	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

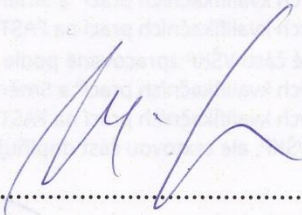
DIPLOMANT	Bc. Radek Šťastný
NÁZEV	Technická zařízení budov v budovách s téměř nulovou spotřebou.
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016


.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA

Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Technické podklady k zadané budově
2. Aktuální legislativa ČR a EU
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro energetické hodnocení budov a systémy TZB.

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově

Zhodnocení stávajícího stavu stavby a jejích systémů, zhodnocení stavu vnitřního prostředí, analýza vybraných opatření vedoucích k energetickým úsporám a zajištění kvality vnitřního prostředí budovy, analýza užití energie z vybraných obnovitelných zdrojů, zhodnocení energetické, ekonomické a ekologické.

Hodnocení variant řešení se zaměřením na dosažení tzv. budovy s téměř nulovou spotřebou energie a možnosti uplatnění energie v regionu.

C1. Modelování a simulace

Modelové dílčí řešení s využitím softwaru postihující zadanou problematiku

k) závěr,

l) seznam použitých zdrojů,

m) seznam použitých zkratk a symbolů,

n) seznam příloh,

o) přílohy – výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Téma diplomové práce je zaměřené na technická zařízení budov v budovách s téměř nulovou spotřebou energie. Konkrétně se jedná o starší objekt ze 70. let minulého století sloužící pro sportovní a kulturní účely. K objektu je připojeno restaurační zařízení. Úvodní část je věnována technickému zařízení budov v budovách s téměř nulovou spotřebou energie, jaké jsou druhy, použití a vhodné zapojení do soustavy tak, aby byl provoz, co nejšetrnější. Druhá část řeší četnost fotovoltaických panelů v soustavě z hlediska ekonomické bilance. V poslední části je řešeno zapojení fotovoltaických panelů do soustavy.

Klíčová slova

Elektrické vytápění, sportovní hala, restaurační zařízení, elektrický kotel, zásobník vody, otopná soustava, ohřev vody

Abstract

Master's thesis is focusing on zero energy building with technical equipment. The building was built in 70. decade of last century. It has been using for sport and cultural events until these days. Restaurant was connected to sport hall. First part is focusing on zero energy building and technical equipment, their using, combination and optimal connecting in system. Second part solving how many fotovoltaic panels must be in the system to reaching economic advantage. In third part is solving how to connecting fotovoltaic panels to the system.

Keywords

Electric heating, sport hall, restaurant, electric boiler, electric hot water accumulator, heating system, water heating

Bibliografická citace VŠKP

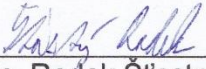
Bc. Radek Šťastný Technické zařízení budov v budovách s téměř nulovou spotřebou elektřiny. Brno, 2016. 144 s., 8 příloh. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov. Vedoucí práce: Doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8. 1. 2017



Bc. Radek Šťastný
autor práce

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval panu doc. Ing. Jiřímu Hiršovi, CSc., že i přes velkou časovou vytíženost mi pomohl dokončit tuto diplomovou práci. Rovněž děkuji i své rodině za podporu při studiu.

Obsah

A – ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

B – APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ

C – MODELOVÁNÍ A SIMULACE

PŘÍLOHY

TECHNICKÉ LISTY VÝROBCŮ

Úvod.....	4
A – ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ.....	5
1. Co to je dům s téměř nulovou spotřebou energie?.....	6
1.1 Krátké zamyšlení	6
1.2 Definice domu s téměř nulovou spotřebou.....	6
1.2.1 Evropská směrnice	6
1.2.2 Česká legislativa.....	7
1.3 Vyhodnocení domů dle ČSN 730540.....	9
1.4 Roztřídění nízkoenergetických domů.....	12
1.4.1 Pasivní domy a další.....	12
1.4.2 Nulové domy	13
2. Technické soustavy.....	15
2.1 Zdroje elektrické energie	16
2.1.1 Fotovoltaický systém	16
2.1.2 Větrné mikroelektrárny	16
2.1.3 Mikrokogenerační jednotka	17
2.1.4 Akumulace elektrické energie.....	18
2.2 Zdroj tepla	19
2.2.1 Tepelná čerpadla	21
2.2.2 Solární soustavy	22
2.2.3 Zdroje chladu	23
2.2.4 Klimatizační soustavy	27
2.2.5 Větrací, otopné, chladicí soustavy	28
2.2.6 Příprava teplé vody	29
3. Experimentální řešení	31
4. Řešení využívající výpočetní techniku a modelování.....	36
B - Aplikace tématu na zadané budově.....	38
1. Zhodnocení stávajícího stavu objektu.....	39
1.1 Popis objektu	39
1.2 Technické zhodnocení	39
1.2.1 Popis jednotlivých konstrukcí	39
1.2.2 Vytápění	43
1.2.3 Zdravotechnika.....	43
1.2.4 Tepelné ztráty.....	43
2. Návrh stavebně technického řešení.....	49
2.1 Návrh variant	49
2.1.1 Návrh 1. varianty.....	49

2.1.2	Návrh 2. varianty.....	49
2.2	Hodnocení variant	49
2.2.1	Z hlediska vnitřního prostředí	49
2.2.2	Z hlediska uživatele.....	49
2.2.3	Z hlediska prostorových nároků.....	50
2.2.4	Hledisko ekonomické.....	50
2.2.5	Hledisko životního prostředí	50
2.2.6	Volba varianty	50
2.3	Ostatní profese TZB	51
2.3.1	ZTI.....	51
2.3.1.1	Vodovod.....	51
2.3.1.2	Kanalizace	51
2.3.2	Vytápění	51
2.3.3	Vzduchotechnika.....	51
2.4	Technická realizace varianty číslo 2.....	52
2.4.1	Výpočet součinitel prostupu tepla konstrukcemi	52
2.4.2	Tepelné ztráty objektu.....	58
2.4.3	Dimenzování otopné soustavy	60
2.4.3.1	Rozvody	60
2.4.3.2	Otopná tělesa.....	65
2.4.3.3	Oběhová čerpadla.....	75
2.4.3.4	Pojistný ventil.....	81
2.4.3.5	Třícestný ventil.....	82
2.4.3.6	Expanzní nádoba	83
2.4.3.7	Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků.....	84
2.4.3.8	Rozdělovač a sběrač.....	85
2.4.4	Příprava teplé vody	86
2.4.1	Dimenzování vzduchotechnické jednotky	89
2.4.1.1	Zimní provoz.....	89
2.4.1.2	Letní provoz	89
2.4.1.1	Rekapitulace	93
2.4.2	Fotovoltaika a fototermika	93
2.5	Celkové zhodnocení objektu a možnosti uplatnění energie v regionu	98
2.6	Technická zpráva.....	99
2.6.1	Úvod.....	99
2.6.2	Podklady.....	99
2.6.3	Tepelná ztráta a potřeba tepla	99

2.6.4	Zdroje tepla	100
2.6.5	Otopná soustava	101
2.6.6	Příprava TV	102
2.6.7	Požadavky na ostatní profese	102
2.6.8	Montáž a uvedení do provozu	102
2.6.9	Ochrana zdraví a životního prostředí	103
2.6.10	Bezpečnost a požární ochrana	103
2.6.11	Technické normy	104
C	- Modelování a simulace	105
1.	Modelové řešení.....	106
1.1	Popis modelování	106
1.2	Model objektu.....	109
1.3	Výsledné hodnoty	109
1.3.1	Zimní provoz.....	110
1.3.2	Letní provoz	111
1.4	Zhodnocení modelování	113

Úvod

Diplomová práce má za úkol rozebrat, co jsou technická zařízení budov v budovách s téměř nulovou spotřebou energie. Teoretická část práce se snaží vyzdvihnout ty nejpodstatnější charakteristiky, a tudíž zahrnuje co nejvíce takovýchto zařízení, která jsou využívány v domech s téměř nulovou spotřebou energie. Pro tyto domy je důležité mít vlastní zdroj energie, díky kterému jsou do jisté míry samostatné na ostatních zdrojích energie.

Praktická část se věnuje konkrétnímu objektu, protože posuzovaný objekt disponoval větší potřebou ohřevu vody. Rozhodl jsem se pro využití fotovoltaických panelů v objektu, které mají za úkol pokrýt v zimním provozu potřebu teplé vody a v letním dodávat přebytky na pokrytí energie pro chladicí jednotku.

A – ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1.Co to je dům s téměř nulovou spotřebou energie?

1.1 Krátké zamyšlení

Při zpracovávání diplomové práce na téma „Technická zařízení budov v budovách s téměř nulovou spotřebou energie“ jsem si nemohl nevšimnout, že toto téma, respektive obsah tohoto tématu, vyvolává z řad odborníků i laické veřejnosti divoké vášně a emoce. I přestože myšlenka nulového domu navazuje na téma energeticky úsporného domu, panuje zde mnoho otázek, nejasností a dezinformací ohledně toho, co vlastně ten energetický dům je.

Celá idea spočívá v tom, že žijeme ve světě, který pomalu začíná narážet na své hranice, co se týče zásob energií ve formě fosilních paliv, jako jsou zemní plyn, ropa. To nás nutí se obracet k alternativním, obnovitelným zdrojům ve formě slunečního záření, větrné energie, geotermální energie, vody. I stavební průmysl se proto musí vyvíjet, inovovat a přizpůsobit podmínkám doby, ve které žijeme. Myšlenka tedy dalece přesahuje rámec daného tématu, je však dobré přemýšlet o problému jako celku, kdy nejde jen o úsporné domy, ale o komplexní řešení úspory energie a co možné nejmenší zatěžování planety odpadem nejen ve formě CO₂, ale i dalšími způsoby.

1.2 Definice domu s téměř nulovou spotřebou

1.2.1 Evropská směrnice

Samotný výraz „Dům s téměř nulovou energií“ se objevuje poměrně nedávno. Poprvé se tento termín vyskytl ve směrnici Evropského parlamentu a rady 1010/31/EU o energetické náročnosti budov. Cíl této směrnice byl jasný – v celé Evropské unii dojde ke snížení spotřeby energií. V tehdejší době spadl podíl spotřeby energie budovy na rovných 40 %. Na základě toho byl evropským parlamentem stanoven cíl, že do roku 2020 dojde k:

- 1) zvýšení energetické účinnosti o 20 %,
- 2) zvýšení obnovitelných zdrojů energie v celkové spotřebě v EU na 20%,
- 3) snížení emise skleníkových plynů ve srovnání z roku 1990 na 20%.

Členské státy EU dále zajistí, aby:

a) do 31. prosince 2020 byly všechny nové budovy budovami s téměř nulovou spotřebou energie,

b) po 31. prosinci 2018 byly nové budovy, užívané a vlastněné orgány veřejné moci, budovami s téměř nulovou spotřebou energie.

Samotná definice ve směrnici 1010/31/EU zní takto: „budova s téměř nulovou spotřebou energie je 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.“ [1]

Důležitou poznámkou pro přejímání závazků a nařízení z Evropské unie je, že každá země si směrnici přizpůsobila pro své zákony a normy. Tak například co se týče obnovitelných zdrojů a jejich složení v roce 2020, to má Rakousko následovně: 1% geotermální energie, 6,4% sluneční, biomasa 86,3% a 6,3% tepelná čerpadla. Pro Českou republiku je složení trochu jiné: geotermální energie 0,6%, biomasa 94,2% a tepelná čerpadla 4,4%.

1.2.2 Česká legislativa

V českých podmínkách se musíme řídit zákonem č. 318/2012 o hospodaření energií, kde je napsáno, že od roku 2013 musí domy splňovat vyhlášku 78/2013 (novela vyhlášky 148/2007) o energetické náročnosti budov.

Důležité body zákona 318/2012 o hospodaření s energií

Nové domy (bytové, rodinné, administrativní) od roku 2018 / 2019 / 2020
musí splňovat požadavky tak, aby měly téměř nulovou spotřebu energie (nulové domy) a to:

- a) od 1. ledna 2018 (pro domy s podlahovou plochou větší než 1 500 m²)
- b) od 1. ledna 2019 (pro domy s podlahovou plochou větší než 350 m²)
- c) od 1. ledna 2020 (pro domy s podlahovou plochou menší než 350 m²)

Nové domy veřejné správy od roku 2016 / 2017 / 2018

Musí splňovat požadavky tak, aby měly téměř nulovou spotřebu energie (nulové domy) a to:

- a) od 1. ledna 2016 (pro domy s podlahovou plochou větší než 1 500 m²)
- b) od 1. ledna 2017 (pro domy s podlahovou plochou větší než 350 m²)
- c) od 1. ledna 2018 (pro domy s podlahovou plochou menší než 350 m²)

Změny dokončených budov

- a) V případě větší změny budovy (mění se více než 25% celkové obálky budovy) musí budova po změně splňovat požadavky na spotřebu energie dle novely vyhlášky 148/2007
- b) V případě jiné než větší změny budovy musí měněné stavební prvky nebo technické systémy splňovat požadavky uvedené v novele vyhlášky 148/2007

Důležité body vyhlášky 78/2013 o energetické náročnosti budov

V českém zákoně je používán výraz „Dům s téměř nulovou spotřebou energie“. Zkráceně se používá výraz „Nulový dům“. Jedná o takový dům, který dokáže celoročně vyrobit tolik množství energie, kolik sám spotřebuje, nebo se tomu aspoň v co největší možné míře přiblíží. Nulový dům je tak v podstatě nástupcem pasivního domu s tím rozdílem, že dokáže generovat energii pro své vlastní potřeby.

Parametry a hodnoty referenční budovy

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota		
			Změna dokončené budovy	Nová budova	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	f_R	-	1,0	0,8	0,7
Průměrný součinitel prostupu tepla jednozónové budovy nebo dílčí zóny vícezónové budovy	$U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	Výpočet dle vyhlášky, vychází z požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540		
Průměrný součinitel prostupu tepla vícezónové budovy	$U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	Výpočet dle vyhlášky, vychází z požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540		
Přirážka na vliv tepelných vazeb	$\Delta U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	0,02		
Vnitřní tepelná kapacita	C_R	kJ/(m ² ·K)	165		
Celková propustnost slunečního záření (solární faktor)	g_R	-	0,5		
Činitel clonění aktivními stínícími prvky pro režim chlazení	$F_{sh,R}$	-	0,2		
Vyrobena elektřina	$Q_{el,R}$	(kWh)	0		
Využitá energie slunečního záření, energie větru a geotermální energie	$Q_{env,R}$	(kWh)	0		

Tab. 1 [zdroj: ČSN 730540-2]

Pozn.: pro neobnovitelnou primární energii za rok a celkovou dodanou energii za rok nejsou stanovena konkrétní čísla, protože tyto ukazatele se vždy stanoví pro konkrétní typ případu (budovy) a jí odpovídající referenční budovu.

Důležitou směrodatnou hodnotou pro nulové domy je:

- měrné vytápění tepla, která se musí pohybovat pod hranicí 15 kWh/m² za rok. Prakticky to vypadá tak, že pokud máte dům o podlahové ploše 100 m², vaše potřeba za roku bude 1500kWh.
- neprůvzdušnost obálky budovy nesmí pak překročit hodnotu 0,6⁻¹/hod, což v praxi znamená, že se v budově nesmí za hodinu vyměnit více jak 60 % objemu vnitřního vzduchu.

- c) celková potřeba primární energie je taková energie, která v sobě obsahuje, jak provoz budovy, tak i domácí spotřebiče a její hodnota nesmí přesáhnout 120 kWh/m^2 .

Jak už bylo výše řečeno, požadavky vychází ze směrnice evropského parlamentu a rady 2010/31/EU, která neřeší detailně definici, to přesně má nebo nemá obsahovat nulový dům. To vše nechává na členských státech EU. Česká republika zvolila cestu přes vysoké nároky na velmi nízkou spotřebu primární neobnovitelné energie, kterou dosáhneme pomocí kvalitní obálky budovy a využitím obnovitelných zdrojů energie.

1.3 Vyhodnocení domů dle ČSN 730540

Ukazatele energetické náročnosti, které se u budov hodnotí:

a) **celková primární a neobnovitelná primární energie za rok** – Je to energie, která neprošla žádným procesem přeměny; celková primární energie je součtem obnovitelné a neobnovitelné primární energie.

b) **celková dodaná energie do budovy za rok** - Celková dodaná energie do budovy se stanoví součtem dílčích dodaných energií.

c) **dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok** - součet vypočtené spotřeby energie na vytápění a pomocné energie na provoz technického systému pro vytápění podle české technické normy pro výpočet potřeby energie pro vytápění a chlazení.

d) **průměrný součinitel prostupu tepla** – průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} budovy nebo vytápěné zóny. Musí splňovat podmínku $U_{em} < U_{em,N}$.

e) **součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici**

f) **účinnost technických systémů**

Nové budovy přitom musí mít splněný bod neobnovitelné primární energie za rok a) a celkové dodané energie za rok d) a průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy e).

Pro rekonstruované budovy nebo budovy, které prodělávají větší rekonstrukci, jdou jednotlivé body kombinovatelné. Např. při větší změně budovy je nutné splnit bod na neobnovitelnou primární energii za rok a), součinitel prostupu tepla d), celkovou dodanou energii za rok b) nebo součinitel prostupu tepla obálkou budovy d).

Referenční budova

K určení o jaký dům se jedná, nám pomáhá tzv. referenční budova. Je to budova, která má stejný tvar, velikost, užívání, vytápění, ale má definované vlastnosti, úroveň tepelné izolace konstrukcí, vlastnosti oken, účinnosti zdrojů energie. Při následném porovnání tak musí být hodnocená budova minimálně stejně tak energeticky úsporná nebo úspornější nebo referenční budova. Pokud je budova energeticky stejně úsporná jako budova referenční, spadá do skupiny C., pokud je úspornější, náleží do kategorie B nebo A.

Výpočet energetické bilance:

Pojmy a podrobnosti výpočetního postupu

Okolní podmínky – při výpočtu musí být brány v potaz okolní podmínky, které mají přímý vliv na celkový výsledek výpočtu. Podmínky v sobě obsahují klimatické vlivy, orientaci objektu vůči světovým stranám, specifické nároky uživatelů atd.

Zóna – objekt je rozdělen na několik zón podle místních požadavků. Je však také možné, že celý objekt je brán jako jedna zóna. Zóna je uskupení několika prostor, které mají společné vlastnosti a nároky na provoz. Pro jednotlivé zóny nebo skupinu zón pak mohou být společnými znaky provozní teplota, vlhkost, intenzita výměny vzduchu, produkce tepelných zisků. Dále se mohou členit dle počtu lidí, druhu provozu nebo činnosti.

a) Celková roční dodaná energie

Jedná se o součet všech energií rozložené v časovém úseku během roku a pro všechny zóny budovy. Mezi tyto energie patří energie na vytápění, vytápěcího zařízení, chlazení, chladicího zařízení atd.

Z celkové spotřeby energie se pak stanoví roční spotřeba energie budovy, která je vyjádřena poměrem celkové roční dodané energie k celkové podlahové ploše budovy.

b) Roční dodaná energie na chlazení

Jedná se spotřebu energie na chlazení nebo klimatizaci, či případně na vlhkostní úpravu vzduchu včetně vzduchotechniky.

c) Roční dodaná energie na mechanické větrání a úpravy vlhkosti

Roční dodávka energie na zvlhčování ve vzduchotechnických jednotkách.

d) Roční dodaná energie na přípravu teplé vody

Roční dodaná energie na přípravu vody obsahuje jak energetické potřeby na ohřev, tak i dodávku teplé vody, způsob výroby, ale i systém provozní regulace teplé vody.

e) Roční dodaná energie na osvětlení

Zahrnuje v sobě umělé osvětlení a dodržení základních hygienických limitů.

f) Roční produkce energie solárními kolektory

Energie vyrobená prostřednictvím solárních kolektorů.

g) Roční produkce energie fotovoltaickými systémy

Energie využívající obnovitelné zdroje energie.

h) Roční produkce energie systémů kombinované výroby elektřiny a tepla

Energie vyrobená kombinovanými systémy elektřiny a tepla.

Poznámka: Celková produkce/dodání u všech energie je počítána ze všech zón objektu za určitý časový úsek dle daných vztahů.

Zatřídění do skupiny podle energetické náročnosti:

Dle vyhlášky č. 78/2013 o energetické náročnosti budov je pak objekt na základě celkové spotřeby energie zatříděn do klasifikační třídy, přičemž domy s téměř nulovou spotřebou energie spadají do kategorie „A“ a „B“.

Klasifikace třídy energetické náročnosti budovy

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$0,5 \times E_R$	Mimořádně úsporná
B	$0,75 \times E_R$	Velmi úsporná
C	E_R	Úsporná
D	$1,5 \times E_R$	Méně úsporná
E	$2 \times E_R$	Nehospodárná
F	$2,5 \times E_R$	Velmi nehospodárná
G		Mimořádně nehospodárná

Tab. 2 [zdroj: ČSN 730540-2]

Tabulka obsahující typy domů a jejich potřeba vytápění.

Domy ze 70.-80. Let	Současná novostavba	Nízkoenergetický dům	Pasivní dům	Nulový dům s přebytkem tepla
Charakteristika domů				
zastaralá otopná soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí; větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se	klasické vytápění pomocí plynové kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	řízené větrání s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² a)]				
>200	80-140	<50	<15	<5

Tab.3 [zdroj: www.pasivnidomy.cz]

1.4 Roztřídění nízkoenergetických domů

1.4.1 Pasivní domy a další

Nulové domy vychází z domů pasivních. Proto je zapotřebí si nejdříve vysvětlit, do které skupiny objekt či dům spadá. První kategorie je **nízkoenergetický dům**, který má podle ČSN 730540:2 splňovat podmínku na vytápění a to nepřesahující potřebu tepla 50 kWh/(m²a). Těchto výsledků lze dosáhnout pomocí účinné otopné soustavy, vhodného tvaru budovy. Čím členitější je tvar budovy, tím těžší bude splnit podmínky.

Pasivní dům je dům, který nepřesahuje potřebu tepla na rok 15 kWh/(m²a). Další kritériem je neprůvzdušnost budovy, kdy celková výměna vzduchu za hodinu (n₅₀) musí dosahovat minimálně hodnot 0,6h⁻¹. Také se musí dostat pod hranici 120 kWh/(m²a) potřeby primární energie spojené s provozem budovy (vytápění, ohřev, elektrická energie pro spotřebiče a osvětlení).

V praxi se vyskytují i budovy, které se blíží parametrům pasivního domu, ovšem svými dílčími parametry tohoto statutu nikdy nedosáhly. Pro tyto domy můžeme použít výraz „**domy s velmi nízkou spotřebou tepla**“, jejichž potřeba tepla se může pohybovat v rozmezí od 20-30 kWh/(m²a).

Základní vlastnosti pasivních domů:

		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m ² ·a)]
Obytná budova	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 ²⁾	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 ²⁾	≤ 60
Neobytná budova s převažující teplotou 18 °C – 22 °C		≤ 0,35 ¹⁾	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			≤ 120
POZNÁMKY					
1) Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$ podle 5.3.2.					
2) Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.					

Tab. 4 [zdroj: ČSN 730540-2]

Nulový dům má nároky na potřebu tepla blízkou nule (menší než kWh/(m²a)). Takovéto nároky kladou vysoké požadavky jak na vytvoření projektu, tak na jeho samotnou realizaci. Proto se takovýchto domů objevuje oproti domům pasivním velice málo.

Domy s přebytkem, též nazývány „**Energie-plus**“, jsou domy, které dokáží vyprodukovat více energie, než samy spotřebují. V praxi se jedná o pasivní dům, který je napojen na velkoplošný fotovoltaický systém nebo solární panely. Přebytek energie pak dodává do sítě. V České republice klimatické podmínky nedovolují plné užití solární energie z důvodů vysoké oblačnosti, neboť nad českým územím je během celého roku více jak polovinu dní v roce obloha zatažená.

Zcela jinou cestou ovšem šli vývojáři, jež „vynalezli“ energeticky **nezávislý dům**. Jedná se o dům, který není připojen na žádný energetický zdroj zvenčí a všechnu energii si je schopen zaopatřit sám. Tyto domy jsou zcela ojedinělými případy, avšak dávají smysl v případě, kdy je velice těžké se připojit na klasické energetické sítě. Tyto případy mohou nastat například v horském terénu.

V zahraničí se vyskytují i jiné názvy zařazení pro nízkoenergetické domy, například ve Švýcarsku, kde využívají termín Minergie-P.

Základní vlastnosti nulových domů

Závaznost kritéria		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² ·a)]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů PE_A [kWh/(m ² ·a)]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25	Rodinné domy ≤ 20	0	0
	Bližký nulovému	Bytové domy ≤ 0,35	Bytové domy ≤ 15	80	30
Neobytné budovy ²⁾	Nulový	≤ 0,35 ¹⁾	≤ 30	0	0
	Bližký nulovému			120	90

¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$ podle 5.3.2.

²⁾ Neobytné budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně. Pro jiné budovy není stanoveno.

Tab. 5 [zdroj: ČSN 730540-2]

1.4.2 Nulové domy

Rozdělení budovy na typ „A“ a „B“

Jak už bylo výše zmíněno, jedná se o dům, který má nulové nároky na potřebu energie vytápění, nebo se jí alespoň výrazně přibližuje. Toto hodnocení vychází z roční bilance energetických potřeb. Když se podíváme do tabulky 5, máme možnost vidět potřebu energie rozdělenou na část „A“ a „B“.

Do typu A se zahrnuje potřeba tepla na vytápění, energii chlazení, přípravu teplé vody, elektrická energie na provoz energetických systémů v budově, elektrická energie na umělé osvětlení a elektrické spotřebiče. To vysvětluje tak velký rozdíl v energiích mezi těmito dvěma typy.

Typ „B“ je stejný jako „A“, akorát bez zahrnutí elektrické energie na elektrické spotřebiče.

Co vše započítat do primární energie?

To, do jaké skupiny („A“ nebo „B“) padne posuzovaný objekt, rozhodne objem primární energie, který daný objekt vyprodukuje. Stanovuje se tak na základě ČSN EN ISO 13790 pro vytápění, chlazení a TNI pro hodnocení elektrické energie. Pro dálkové teplo nebo kogenerační jednotku se hodnoty stanoví podle ČSN EN 15316-4-5. Výsledek se uvádí v jednotkách kWh/(m²·a). Pro přehlednost poslouží vypracovaná tabulka, která je dělena na obytné a neobytné budovy a jednotlivé typy budov jsou pak dále rozděleny na typ „A“ a na typ „B“. Znaménko „+“ a „-“ značí, zda se potřebná energie do primární započítává nebo ne.

	Obytné budovy		Neobytné budovy	
	Úroveň A	Úroveň A	Úroveň A	Úroveň A
Vytápění	+	+	+	+
Chlazení a úprava vlhkosti vzduchu	-	-	+	+
Pomocná el. energie pro provoz el. Systémů budovy	+	+	+	+
Umělé osvětlení	+	+	+	+
Elektrické spotřebiče	+	-	+	-

Tab. 6 [zdroj: Literatur Jan Tywoniak a kolektiv, Nízkoenergetické domy 3, str. 25]

Do celkové bilance je zahrnuta jak energie z obnovitelných zdrojů pro potřebu domu, tak i energie užitá jinde prostřednictvím energetické sítě. Pro přepočítání energie z obnovitelných zdrojů je používáno faktoru přeměny energie.

Zdroj	Faktor energetické přeměny [kWh/kWh]
Dřevěné pelety	0,15
Solární systémy termické	0,15
Solární systémy fotovoltaické	0,20
Elektrická energie	3
Zemní plyn a další fosilní paliva	1,1
Dálkové teplo, kogenerace 70%	0,8
Dálkové teplo, kogenerace 35%	1,1
Dálkové teplo, kogenerace 0%	1,5
Místní síť, kogenerace 70%	0,7
Místní síť, kogenerace 35%	1,1
Místní síť, kogenerace 0%	1,4

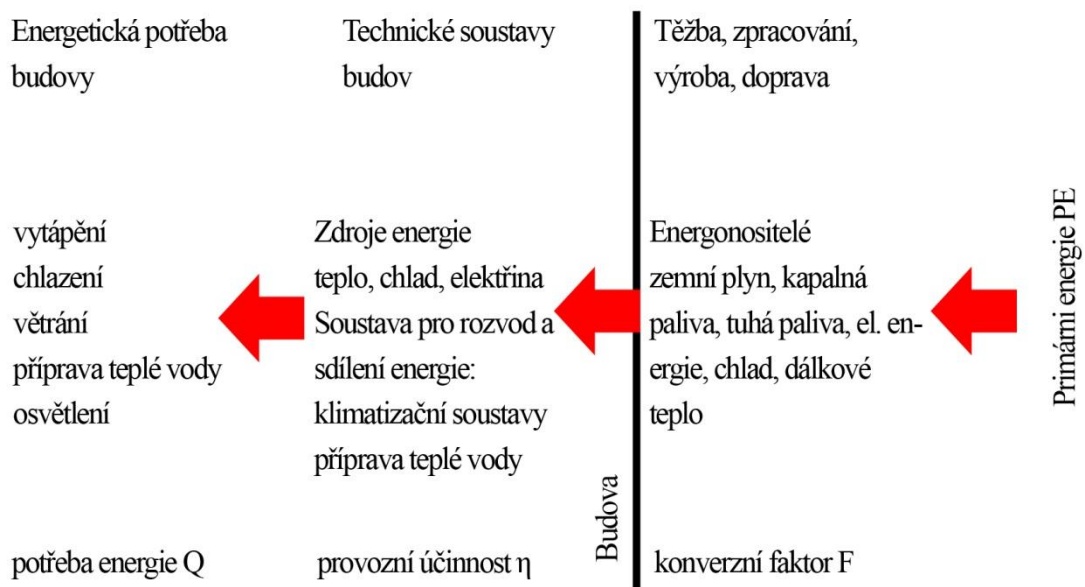
Tab. 7 [zdroj: Literatur Jan Tywoniak a kolektiv, Nízkoenergetické domy 3, str. 17]

Příklad: Pasivní dům o vytápěné podlahové ploše 150 m² potřebuje, aby mu otopná soustava dodala za rok do 2,25 MWh/rok (=150 m² × 15 kWh/m²/rok) tepla. Je-li zdrojem tepla elektřina (4,83 Kč/kWh), zaplatíme cca do 4 500 Kč.

2. Technické soustavy

Pod pojmem technické soustavy si musíme v první řadě představit nejen zdroje tepla, jakými jsou teplo, chlad nebo elektřina, ale i samotné rozvody soustav a v neposlední řadě sdílení energie od klimatizačních soustav až po přípravu teplé vody, osvětlení a vytápění. Vhodný návrh technické soustavy vyplývá ze stavebně-technického řešení samotného objektu a nikoliv naopak.

Jak už jsme si řekli, v tomto ohledu hraje nejvyšší důležitost potřeba primární energie a její přeměna na energii sloužící pro ohřev, chlazení a další. Dobře to ilustruje obrázek 1, který popisuje přeměnu primární energie PE na energii Q, jež slouží samotnému objektu a jejich obyvatelům.



Obr.1 [zdroj: Literatur Jan Tywoniak a kolektiv, nízkoenergetické domy 3, str. 77]

Faktor využití energie má pak vzorec:

$$PER = PE/Q$$

V čitateli je faktor primární energie sloužící pro provoz technické soustavy a ve jmenovateli zase energie potřebná k pokrytí potřeb budovy.

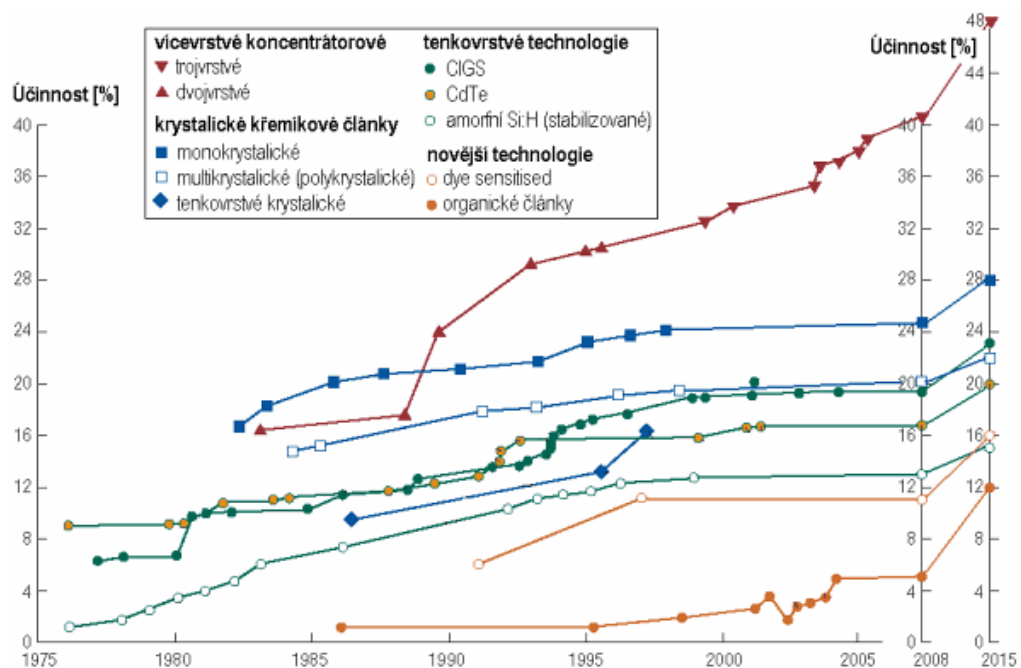
Poznámka: Pod pojmem energonositel si můžeme představit hmotu nebo jev, které mohou být použity k výrobě mechanické práce nebo tepla nebo na ovládnání chemických nebo fyzikálních procesů.

2.1 Zdroje elektrické energie

Směrem, kterým se chtějí nízkoenergetické domy ubírat, je co největší nezávislost na nadřazených rozvodných sítích, čímž lze získat co nejvíce energie z vlastních zdrojů. Cesta k tomuto cíli vede přes fotovoltaiku, malé větrné elektrárny a mikrokogenerační systém kombinující výrobu elektrické energie a tepla, k čemuž využívá paliv typu zemní plyn, bioplyn. Vzhledem ke stoupajícím cenám energie a tlaku institucí se dá očekávat, že v příštích letech budou vyvíjeny vysoké nároky na pasivní bydlení, což bude mít za následek i vývoj a pokrok v odvětví s alternativními (samostatnými) zdroji energie.

2.1.1 Fotovoltaický systém

Princip fotovoltaického systému spočívá v přeměně sluneční energie na elektřinu. V posledních letech se tato technologie stala více dostupnou díky svému vývoji, kdy články panelů dosahují větší účinnosti (až 22%) oproti předchozím. Jasný a jednoduchý zdroj energie, který díky vývoji může dosáhnout většího podílu na celkové spotřebě energie. Umísťuje se zpravidla na střechu budov, může být zintegrován i do pláštěů střech a stěn. V českých podmínkách se jedná spíše o sezónní záležitost vlivem malého slunečního svitu během roku, kdy je více jak půl roku obloha zatažená. Rozhodující pro investora bývá návratnost investice. Z dostupných studií je to pro klimatické podmínky v Česku návratnost zhruba 8-9 let pro panely vyráběné technologií krystalu křemíku.



Graf 1 [zdroj: www.tzb-info.cz]

2.1.2 Větrné mikroelektrárny

Z hlediska umístění by se daly rozlišit dva typy větrných mikroelektráren a to:

- elektrárny umístěné ve městě
- elektrárny v otevřeném prostoru

Rostoucímu počtu měst a zástavby celkově se přizpůsobil také trend větrných elektráren. Zatímco klasické větrné zařízení má vrtuli ve vodorovné ose rotace, v městské zástavbě si takovýto způsob konstrukce nemůžeme dovolit. Proto byla osa rotace změněna na svislou, kdy není nebezpečná pro okolí a lépe využívá proudění turbulentní mezi domy, kdy dokáže přijímat proud větru z jakékoliv strany. Proudění laminární je spíše typické pro otevřené krajiny a prostranství. K tomu, aby elektrárna začala fungovat, je zapotřebí určité počáteční rychlosti vzduchu a to je zhruba kolem 2-



Obr. 2 [zdroj: www.nalezeno.cz]

3m/s. Obecně pro obě kategorie je nejdůležitější nadmořská výška lokality, kde je umístěna elektrárna. Celkový výkon dodaný do sítě se tak pohybuje v řádech stovek watů. Bezpečnost a zabránění úletu elektrárny je velice důležitý prvek, který nesmíme při instalaci podcenit. K takovýmto okolnostem může dojít vlivem podcenění přírodních sil jako je vysoká rychlost větru nebo namrzání samotné konstrukce elektrárny, čemuž můžeme zabránit pomocí topného kabelu instalovaného do těla elektrárny.

2.1.3 Mikrokogenerační jednotka

Mikrokogenerační jednotkou se rozumí kombinovaná výroba elektřiny a tepla. Výkon zařízení se pohybuje v řádek jednotek kW až několik desítek kW do cca 50kW. Hlavní rozdíl od ostatních zdrojů elektrické energie spočívá v spotřebování tepla přímo v místnosti, kde se jednotka nachází. Odpadá tak problém s tepelnými ztrátami vlivem přenosu tepla potrubím. Hodí se zejména do větších obytných, administrativních budov. Může se však i při správném zapojení do soustavy hodit i do menších obytných objektů. S vývojem menších motorů roste důraz jednotky a její role v nízkoenergetických domech, kdy je zapotřebí kompenzovat nestabilitu přísunu elektřiny z fotovoltaiky, a tepla ze solárních panelů, přičemž nemůžeme opomenout roli tepla a jeho zpětného využití, jež v sobě mikrokogenerační jednotka také nabízí. Jednotka je spíše vhodná pro zásobování elektřinou a teplem daný objekt. Nadbytečná energie je kvůli nízké výkupní ceně nevýhodné prodávat do nadřazené energetické sítě. I tak při vhodném nastavení a zapojení do sítě můžeme získat velice výkonný nástroj, jehož účinnost by se měla blížit až k 90%. Další výhodou je velká variabilita paliva, rychlý náběh do pohotovostního režimu a regulace.

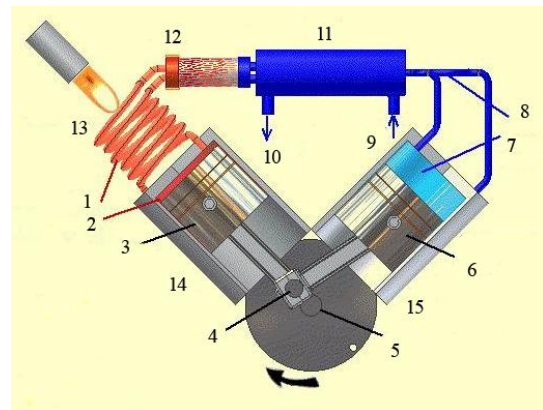
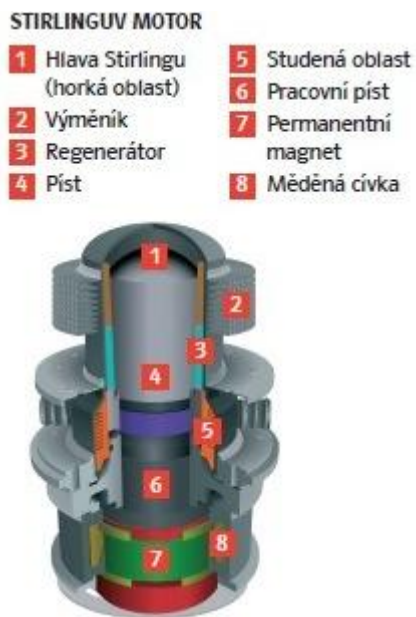
Mikrokogenerační jednotku můžeme dělit dle principu spalování paliva:

- a) spalovací motory – Stirlingův
- b) plynové (spalovací) turbíny

První varianta je v současné době využívána nejvíce s výrobou elektrické energie 30-40% a účinností 80-100%. Výkon začíná na 1kW a může dosahovat již výše zmíněných hodnot. Poměr mezi produkcí elektřiny a tepla je 1:2. Spalovací motor umožňuje rychlý pohotovostní režim a regulaci výkonu. Je limitován kvalitou paliva a jeho životnost je ovlivněna velkým počtem pohyblivých částí.

Plynové turbíny jsou využívány pro svoji spolehlivost, nenáročnost na údržbu a nízkou produkci emisí. Výkon dosahuje hodnot až 30kW. Poměr mezi vyrobenou elektřinou a teplem je zhruba stejný jako u spalovacích motorů. Odpadní teplo se odebírá ze spalin. Účinnost výroby elektrické energie se pohybuje v rozmezí 25-35% a celková

účinnost je 70-80%. Na obrázcích níže můžete vidět jednoduchý popis jednotlivých částí mikrokogenerační jednotky obr. 3 a principu fungování stirlingova motoru obr 4 včetně jeho popisu.



1-slačený teplý vzduch, 2-expanzní prostor, 3,6-píst, 4-klikový čep, 5-klikový hřídel s oběžným kolem, 7-kompresní prostor, 8-studený vzduch, 9-přívod vody, 10-odvod vody, 11-chladič, 12-regenerátor, 13-ohříváč, 14-expanzní válec, 15-kompresní válec

Obr. 3 [zdroj: www.ekobonus.cz]

Obr. 4 [zdroj: home.germany.net]

2.1.4 Akumulace elektrické energie

Při nestabilní dodávce energie z větrných a slunečních zdrojů je třeba se zabývat otázkou jak naložit s přebytečnou energií nebo v opačném případě s jejím nedostatkem. Pro tyto účely při autonomním systému dodávky energie je nutné obrátit se na akumulátory elektrické energie.

Elektrochemické akumulátory

Nejběžnější a neznámější akumulátory uchovávající energii v chemické formě. Jejich výhodou je nízká cena, životnost 3-5 let a účinnost 80-70%.

Lithiové akumulátory

Větší životnost, ale i vyšší pořizovací cena. Účinnost se pohybuje kolem 80-90% a životnost je až 10 let.

Průtokové akumulátory

Složené ze dvou zásobníků elektrolytu. Vysoká kapacita, spolehlivost a dlouhá životnost. Účinnost 75-85%.

Superkondenzátory

Schopny během krátkého časového úseku pojmout velké množství energie do elektrického pole nabitého kondenzátoru. Vhodné především pro výkyvy a během špiček výkonů zdrojů energie větrné a sluneční.

Vodíkové akumulátory

Princip spočívá v uložení vodíku ve speciálních tlakových nádobách pro pozdější použití. I zde dochází k neustálému výzkumu a zlepšování této technologie. Jedna z posledních inovací ukazuje, že takovéto akumulátory mohou mít až několikanásobně větší kapacitu díky tzv. vodíkovým peletám.

2.2 Zdroj tepla

Slouží v budovách pro vytápění, přípravu teplé vody a ohřev vzduchu. Abychom docílili co nejmenší závislosti na primární energii, je zapotřebí využít co nejvíce obnovitelné zdroje tepla solární soustavou, tepelným čerpadlem, kotle na biomasu. Bez potřeby primární energie jakýkoliv objekt být nemůže a je tak kladen vysoký nárok a na účinnost a regulaci těchto zdrojů. Pokud není naddimenzování zdroje tepla ideální, doporučuje se rozložit výkon do více zdrojů tepla, což nám pomáhá pružněji regulovat tepelný výkon zdrojů.

Mezi tepelné zdroje patří:

- a) Elektrické kotle a ohřivače
- b) Plynové a olejové kotle a ohřivače
- c) Kotle na biopaliva
- d) Tepelná čerpadla
- e) Solární soustavy

a) Elektrické kotle

V dnešní době velká řada typů a druhů, co se týče výkonů a specifikací. Výhodou jsou nepříliš vysoké pořizovací náklady, vysoká účinnost (až 100%) a nenáročný provoz. V jejich neprospěch naopak hovoří vysoká potřeba primární energie a znečištění vzduchu čímž jsou jako zdroj tepla pro nízkoenergetické domy nedoporučovány. Lze je využít jako zálohu.

b) Plynové a olejové kotle a ohřivače

K spalování plynových nebo kapalných paliv je využíváno zabudovaného hořáku. Mezi paliva patří zemní plyn, který je distribuován plynovodem a propan, jež se skladuje v blízkosti spotřeby. Účinnost se pohybuje i nad hranicí 100%.

Rozlišujeme tři typy kotlů:

- 1) Standardní – kotle bez kondenzace páry ze spalin. Účinnost okolo 88%.
- 2) Kondenzační – kotle s kondenzačním nerezovým výměníkem pro odvod vodní páry ze spalin. Při správné dimenzaci účinnost až 106% u kotlů na plyná paliva. U kotlů na olej je to asi 101%.
- 3) Nízkoteplotní – obsahují nerezový výměník. Může k nim docházet za jistých okolností i ke kondenzaci. Účinnost je 92%.

Z výše zvolených vypadá jako nejvhodnější varianta kondenzační kotel a to právě díky své vysoké účinnosti a regulaci výkonu. Kondenzační kotel je vhodný v kombinaci s nízkoteplotními otopnými soustavami, jakou jsou podlahové, stěnové vytápění. Zmiňovaná regulace může probíhat v rozsahu 20-100% výkonu kotle.

Obecně vzato je potřeba zajistit přívod vzduchu pro plynové kotle. Spotřebiče typu A (s přívodem a odvodem vzduchu z místnosti) a spotřebiče typu B (s přívodem vzduchu zevnitř a odvodem ven) se jeví jako nevhodné. U první případu je to přívod škodlivin do vzduchu uvnitř budovy a v druhém je to zase narušení obálky budovy a její neprůvzdušnosti. Spotřebič typu C se jeví jako nejvhodnější se spotřebou i odvodem vzduchu z venkovního prostředí.

c) Spalovací zařízení na biopaliva

Pro zařízení na biopaliva využíváme jak paliva tuhá, tak i v omezené míře paliva kapalná.

Tuhá paliva:

Dřevo, brikety, pelety, štěpky

Kapalná paliva:

Bioolej, biolih

Pro spalování biopaliv je používáno zplyňovacích kotlů používající dvoufázové spalování. V první fázi dochází ke zplyňování v topeništi a v druhé fázi dochází k spálení tuhého paliva v spalovací komoře. Pro spalování biopaliv je možné použití i kotlů klasických, to však není doporučeno vzhledem ke konstrukci určené pro odlišný druh paliva a spalovacího procesu. Kvalita spalování je přímo závislá na vlhkosti paliva, která se doporučuje menší jako 20%. Dále pak množstvím přiváděného vzduchu, teplotou spalování a její stabilitou. Zplyňovací kotle pak můžeme také dělit na kotle s ručním přikládáním a automatickým.

Kotel s ručním přikládáním pracuje nejlépe při konstantních podmínkách, což znamená při provozních teplotách 80-90°C a stabilním režimu. Účinnost kotle je pak 85%. Regulace kotle je odkázána pouze na přívodu vzduchu, což se může negativně projevit na účinnosti a produkci emisí. Pro případ přebytku energie se doporučuje osadit kotel zásobníkem akumulací tepla.

Automatické kotle jsou zásobeny palivem ve formě pelet, štěpky nebo pilin. To vše je dopravováno mechanicky do spalovacího prostoru. Zapalování probíhá formou přebytkového tepla nebo elektricky. Regulace probíhá pomocí řízení v jakém množství je palivo dodáváno do kotle a přívodem vzduchu. To vše zajišťuje regulaci v rozsahu 25-100%. Celková účinnost tak dosahuje rozpětí 85-92%. I v tomto případě dochází k přebytku tepla a je na místě kotel osadit akumulátorem tepla. U automatických kotlů je nutné i rozlišit typ, protože každý se vyznačuje specifickou konstrukcí podle typu paliva.

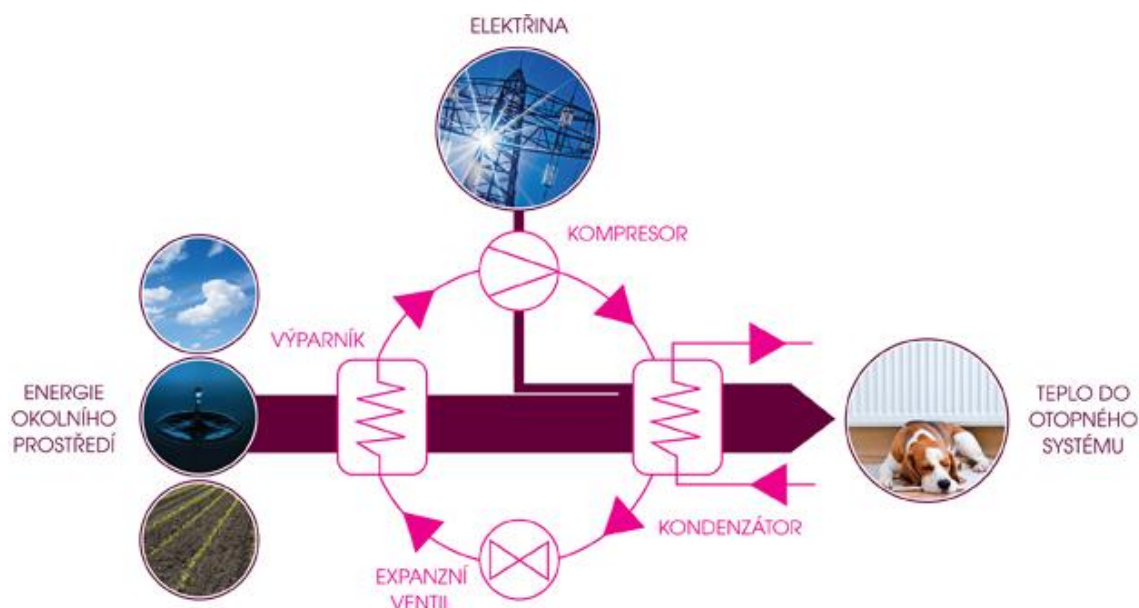
Interiérová lokální topidla

Mezi tyto spotřebiče patří krby, krbové vložky, krbová kamna. Jejich účinnost je malá a mají poměrně vysoký požadavek na přívod vzduchu. Z tohoto pohledu jsou nejvíce přínosná krbová kamna vybavená teplovodním výměníkem, který vyprodukované teplo přenesou do otopné vody. Jediná regulace probíhá vzduchem. Za dobrých okolností je účinnost až 80%. Pro integraci teplovodního výměníku jsou vhodná kamna se špatnou účinností a vysokou teplotou odcházejících spalin. U kvalitních kamen bychom tak docílili negativního efektu ve formě špatného tahu komína, jeho zanášení a spalování. Po konstrukční stránce zůstává problémem přívod vzduchu do kamen, protože tím můžeme narušit neprůvzdušnost budovy.

2.2.1 Tepelná čerpadla

Princip čerpadla

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebrané teplo venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku.



Obr. 5 [zdroj: www.tzb-info.cz]

Existuje několik typů čerpadel, my se zaměříme na ty nevíce používané kombinace. Jako nečastější kombinace jsou používána čerpadla typu: vzduch/vzduch, vzduch/voda, voda/voda, země/voda. Postupně si rozebereme jednotlivá čerpadla po typu prostředí, ze kterého je energie odebírána.

Čerpadlo odebírající teplo ze vzduchu

Zde můžeme čerpadla rozdělit podle umístění. První typ má samostatnou jednotku venku a uvnitř. Jednotky jsou propojeny izolovaným potrubím, jímž proudí chladivo. Venkovní jednotka může být umístěna na zem nebo na střechu objektu. Jejich vzájemná vzdálenost je omezena kvůli efektivitě systému a doporučuje se co nejmenší.

Kompletní venkovní provedení. Čerpadlo je celé umístěno mimo objekt. S otopnou soustavou je propojeno opět izolovaným potrubím.

Kompletní vnitřní provedení. Je nutné zajistit přívod a odvod vzduchu pro čerpadlo. Sací a výfukový otvor musí být od sebe v patřičné vzdálenosti, aby tak nedocházelo ke zkratu. Čerpadlo ve formě vzduchu lze použít prakticky bez omezení lokálními podmínkami klimatu. Žádné zásahy do okolní přírody. Nevýhodou je hlučný provoz ať už venku nebo uvnitř budovy. Účinnost systému závisí na teplotě venkovního prostředí. Čím nižší teplota, tím nižší účinnost. Jedná se o čerpadla vzduch/voda, vzduch/vzduch.

Čerpadlo odebírající teplo z vody

Vodu můžeme odebírat několika způsoby. Prvním je ze studny, druhý je odběr povrchové vody a poslední z hloubkových vrtů. Čerpadlo odebírající vodu ze studny je označováno jako voda/voda. Vodu odebírá ze studny pomocí ponorného čerpadla, pak ji vrací do vsakovací nádrže, která je vyhloubená v dostatečné vzdálenosti, aby neměla žádný vliv na studnu samotnou. Pro toto řešení je zapotřebí, aby studna měla dostatečný zdroj vody a minimální teplotu z důvodů nezamrznutí při ochlazení v tepelném čerpadlu. Takovéto technické řešení klade nároky na dostatečné množství vody a její teplotu a také pravidelnou údržbu.

Voda povrchová je odebírána z rybníků a řek. Pro odběr slouží kolektor, v němž proudí nezamrzá kapalina. Ochlazená voda je potom zpět vypouštěna do rybníku či řeky. Čerpání vody povrchové přináší v sobě rizika znečištěné vody a její nedostatek.

Čerpadlo odebírající teplo ze země

Též označované jako země/voda spočívá v kolektorech uložených v hloubce 1m spirálovitě nebo meandrovitě zatočených, v nichž proudí nezamrzá kapalina. Plocha takového tělesa může být až několik desítek metrů. Na 10 kW výkonu připadá zhruba 250-350m². Systém odebírající teplo ze země je náročný na velikost plochy pro kolektory. V zimních měsících dochází k snížení výkonu.

2.2.2 Solární soustavy

Princip spočívá v přeměně slunečního záření na tepelnou energii v solárních kolektorech. Solární kolektory jsou různého typu dle přenosu média (vzduchové, kapalinové) nebo konstrukčního uspořádání (zasklené, nezasklené, ploché, trubkové, jedностěnné, dvoustěnné). Jedná se o soustavu, která je velice závislá na způsobu provozu. Každý druh kolektoru má výhody a nevýhody, záleží hlavně na způsobu provozu, abychom dosáhli co největší účinnosti soustavy. Například nezasklené kolektory se vyznačují vysokou optickou účinností, ale vysokými tepelnými ztrátami. Solární soustava, vzhledem ke klimatickým podmínkám v České republice, nikdy nemůže sloužit jako hlavní zdroj tepla, ale pouze jako částečné pokrytí nebo formou spořiče energie. Pro zhodnocení efektivity solární soustavy je použito poměru mezi plochou solární soustavy a tepelnými zisky potřebné pro pokrytí potřeby tepla.

Solární soustavy pro přípravu teplé vody jsou vhodné díky přibližně konstantnímu odběru tepla. Celoroční produkce se tak zastaví na čísle 300-400kWh/(m²a). Jedná se o tepelné zisky a při navrhování odběru teplé vody se počítá s pokrytím 50-70%. Soustava tak najde uplatnění nejenom u energeticky úsporných domů, ale i u větších objektů typu hotely, sportovní centra, ústavy sociální péče, kde je stálá potřeba teplé vody.

Spojením potřeby solární soustavy využít pro přípravu teplé vody, ale i ve vytápění je jedna z možností. Jedná se tak o efektivní využívání solární soustavy. Při nárocích na celoroční provoz a pokrytí tepla jak pro ohřev, tak pro vytápění, narážíme na problém v časové rozdílnosti maximální špičky produkci tepla solární soustavy a na straně druhé potřeby tepla především v chladnějších měsících. Proto dochází pouze k částečnému pokrytí potřeby tepla během roku. Pro rodinné domy se dodávají už kombinované soustavy víceméně už kompletní podle daných nároků na provoz a zapojení další zdrojů tepla to soustavy. Pro velkoplošné solární soustavy se kombinovaný ohřev vody a vytápění příliš nepoužívá, volí se spíše varianta pouze s přípravou teplé vody. V letních měsících při přebytku je možné teplo využít pro chlazení. Nastává tak kombinace příprava teplé vody-vytápění-chlazení. Další využití spočívá v ohřevu vzduchu přiváděného zvenčí nebo oběhového, což má sice v letních měsících omezené možnosti, ale je zde možnost využití teplosměnných výměníků vzduchu, kdy můžeme využít

přebytečné teplo k ohřevu vody. V Česku jsou však zatím solární soustavy za účelem ohřevu vzduchu neuplatňovány z důvodů vysokých nároků při práci s touto formou.

U solárních soustav platí, že aby byla soustava účinná a produkovala tepelné zisky, musí mít vhodně navrženou akumulaci tepla. I sebelepší výkonnější soustava by byla neefektivní bez vhodně zvoleného akumulátoru.

2.2.3 Zdroje chladu

S nárůstem spotřebičů v domácnosti roste produkce tepla a tím pádem i tepelné zátěže objektů. Je nutné se zamýšlet, jakým způsobem docílíme toho, abychom dosáhli co nejlepší tepelné pohody uvnitř objektů. Jak pro administrativní, tak i menší rodinné domy, je už dnes skoro samozřejmostí zřízení zdroje chladu za účelem ideálních podmínek užívání vnitřních prostorů. Základním prvkem je samotné architektonicko-stavební řešení budovy spolu s dalšími aspekty, jako jsou poloha vůči světovým stranám, přílehlá zástavba, stínění oken a další. Rozhodujícím faktorem jsou pak tepelně technické vlastnosti použitých materiálů a jejich skladba v obálce budovy, která mají za následek výslednou schopnost akumulace/ztrátu tepla v/z objektu.

Výsledná efektivita chladících zařízení se posuzuje na základě chladicího faktoru EER, který vyjadřuje poměr mezi vydaným chladem a potřebou energie na provoz zdroje chladu. Do zdroje chladu se započítává i samotná chladicí soustava včetně energií na pomocná zařízení (ventilátory, čerpadla). Hodnota EER se zpravidla pohybuje od 2-4, přičemž čím větší je hodnota, tím větší efektivita zdroje.

Vyjádřeno vzorcem

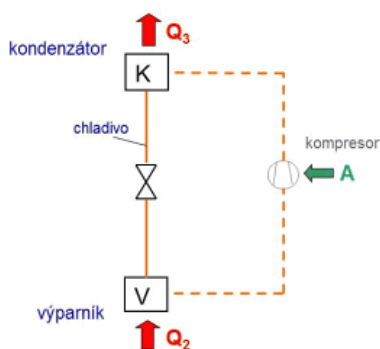
$$EER = \frac{\text{chladicí výkon}}{\text{příkon}}$$

Obecně lze říci, že celkový faktor chladicího zařízení lze vyjádřit jako poměr celkově odvedeného tepla klimatizací k celkovému příkonu celého chladicího zařízení. Současně je ale musíme věnovat i pozornost náročnost provozu zdroje chladu na primární energii vyjádřený značkou PER.

Jednotlivé způsoby chlazení lze rozdělit do 3 skupin:

- a) Kompresorové chlazení
- b) Sorpční chlazení
- c) Nízkoenergetické chlazení

Kompresorové chlazení



Dnes nejčastěji používaný typ chlazení pracující s parním oběhem chladiva. Následující obrázek ilustruje princip kompresorového chlazení. Vše začíná u výparníku, který odejme teplo ochlazoné látky, která putuje přes kompresor (změna skupenství a teploty) do kondenzátoru, kde kondenzací je teplo odvedeno do venkovního prostoru nebo k dalšímu využití a kapalina odchází přes expanzní ventil (škrcení a přeměně kapaliny na plyn) znovu do výparníku.

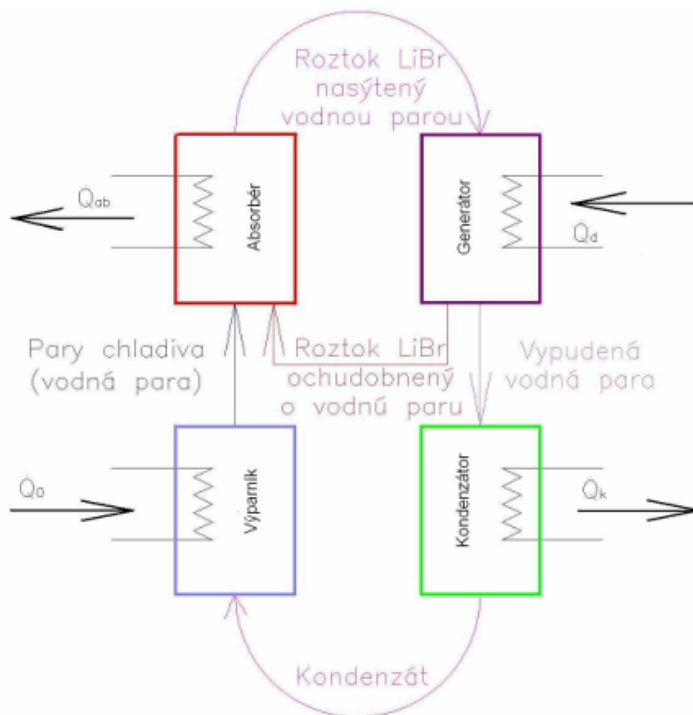
Obr. 6 [zdroj: www.tzb-info.cz]

Pro kompresorové chlazení platí, že chladicí faktor EER je tím větší, čím jsou teploty mezi výparníkem a kondenzátorem bližší. V praxi to znamená vysoká teplota chlazené vody a nižší teploty látek odcházejících z kondenzátoru. Pro tento systém je vhodné použití ve formě sálavých ploch (stěn, stropů). Vliv na chod celého systému má uložení kondenzátoru, který by neměl být pod přímým slunečním zářením, ale naopak uložen v místnostech tmavých, bez vysoké teploty.

Sorpční chlazení

Absorpce je fyzikální děj, při němž se rozpouští plynná fáze v kapalině. Kapalina se nazývá absorbent a plyn absorbát. Jako pracovní dvojice se používají nejčastěji amoniak (NH₃) - voda, voda - vodný roztok bromidu litného (LiBr). Vzhledem k tomu, že pro dvojici amoniak - voda je chladivem (absorbátem) amoniak, lze dosáhnout teplot chlazené látky, které jsou pod nulou. Zařízení s roztokem LiBr pracují při teplotách

vyšších než nula (chladivem je voda) a jsou proto vhodné pro klimatizační systémy.



Vše začíná u výparníku, kde dochází k vypařování chladiva, které jsou posléze převedeny do absorbéru, kde dojde k již zmíněnému rozpuštění plynu v kapalině. Takto nasycený roztok je přečerpán do generátoru (desorbéru), kde dochází k předání tepla roztoku, načež dochází k jeho vypařování, odkud poté putuje do kondenzátoru, kde pár zkapalní, odevzdají energii a putují znovu do výparníku.

Obr. 7 [zdroj: www.tzb-info.cz]

Pracovní teploty se pohybují v rozmezí 80-100°C pro cyklus jednostupňový. Pro cyklus dvoustupňový je zapotřebí 120-170°C. Pokud se jedná o tuhý sorbent, celý proces se tak jmenuje adsorpce a využívají pro adsorpci tuhé porézní látky typu zeolit a silikagel s pracovní teplotou 60-80 °C. Energie pro funkci generátoru (desorbéru) je přiváděna buďto přímo přes plynové hořáky nebo nepřímo teplosměnnými plochami ohříváné teplotonosnou látkou. Zařízení je vhodné umisťovat především tam, kde je v letním období nadbytek tepla. To může být například z kogeneračních jednotek nebo obnovitelných zdrojů tepla typu solárních panelů, či vlivem spalování biomasy.

Nízkoenergetické chlazení

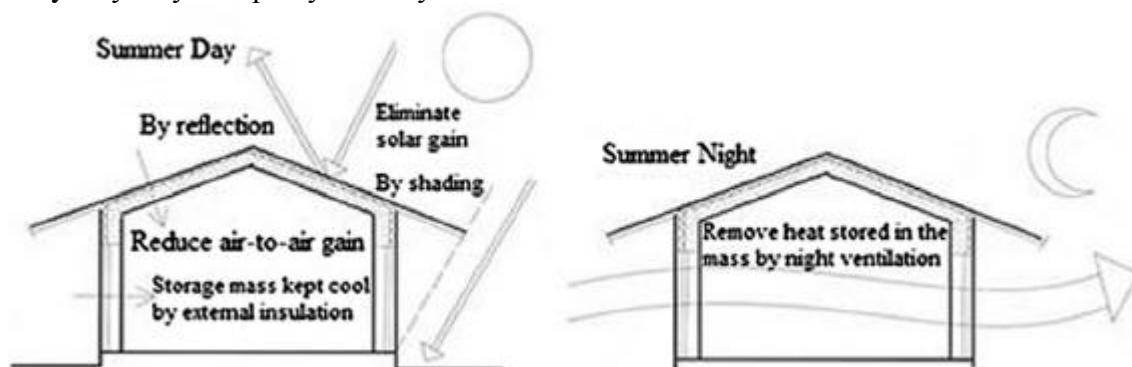
Vyžaduje úzkou spolupráci mezi profesemi napříč od prvního návrhu až po uvádění do provozu a nastavení regulace. Nízkoenergetické chlazení je náročné z hlediska hlubšího chápání fungování objektu jako celku. Mezi typy nízkoenergetického chlazení pak můžeme řadit

- a) Noční větrání
- b) Adiabatické chlazení
- c) Využití zemského polomasivu
- d) Noční radiační chlazení

a) Noční větrání

Jedna ze základních metod nízkoenergetického větrání. Spočívá v nočním ochlazování konstrukcí, které se pak přes den zase nahřívají. Důležitou roli proto hraje materiál a jeho tepelně akumulací schopnosti. Dostatečně nízká teplota při nočním větrání též potřebná pro účinnost tohoto systému. Posledním důležitým prvkem je, aby větrání probíhalo napříč budovou a větrací vzduch se tak dostal do kontaktu s co největší vnitřní plochou akumulací materiálu.

U přirozeného větrání je výhodou nulová potřeba energie, ale je nutné ho doplňovat dalším způsobem chlazení. Naproti tomu nucené větrání je zajišťované ventilátory v kombinaci se vzduchotechnickými rozvody. Větrání by nemělo přesahovat určitý časový úsek, aby nebylo vynaloženo více energie na větrání než na při chlazení. Noční větrání dokáže odvést 20-30kW/m² a snížit teplotu o 2-3K. Noční větrání je vhodné pro budovy s dostatečnou tepelnou kapacitou a tepelným stíněním, naopak není vhodné pro budovy s vysokými tepelnými zisky.



Obr. 8 [zdroj: www.researchgate.net]

b) Adiabatické chlazení

Princip tohoto způsobu chlazení spočívá ve vázání tepla obsažené ve vzduchu na kapičky vody vstříkované do vzduchu. Kapičky se poté vypařují a snižují teplotu vzduchu a zvyšují jeho vlhkost. Takovýto způsob chlazení můžeme provádět dvojím způsobem – přímým a nepřímým.

Přímé – ochlazování vzduchu přímo přiváděného do prostoru

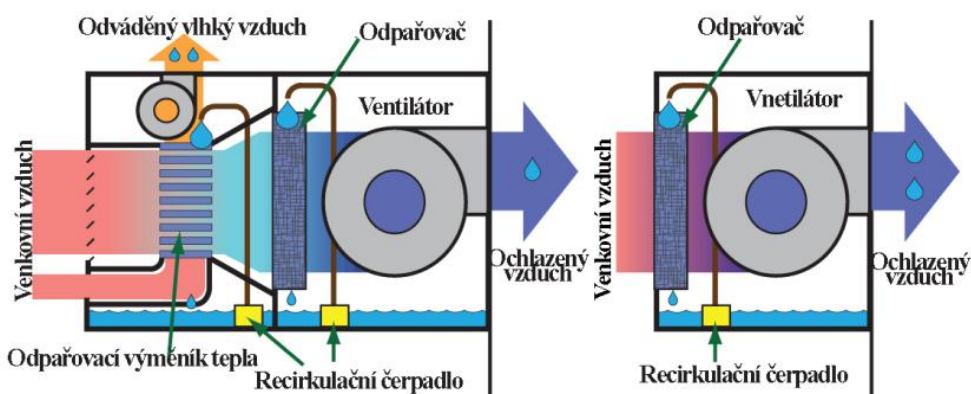
Nepřímé – prováděno přes teplosměnnou plochu, je chlazen vzduch sekundární nebo chladicí voda a tyto látky slouží k další distribuci vzduchu.

Účinnost adiabatického chlazení je dána rozdílem teploty vzduchu a mezní teploty adiabatického chlazení. Další vliv na účinnost má také vlhkost vzduchu.

Přímé chlazení se hodí pro suché a horké klima, naopak se nehodí do klimatu vlhkého. V českých podmínkách není schopno zaručit tepelný komfort po celý rok. Přímé adiabatické chlazení je vhodné pro budovy s malými tepelnými zisky. Hlavní výhodou jsou nízké pořizovací náklady a velký objem průtoku vzduchu. Nevýhodou je možné riziko vzniku bakterií v chladícím zařízení.

Nepřímé chlazení

Vyšší výkon a výhoda v nezvyšování vlhkosti primárního vzduchu. Vhodná pro vysokoteplotní chladicí soustavy (chladicí stropy, stěny), kde lze dosáhnout vysokého chladicího faktoru EER.



Obr. 9 vlevo kombinaci přímého a nepřímého adiabatického chlazení, vpravo chlazení přímé [zdroj: www.starupper.com]

c) Využití zemského polomasivu

Pod výrazem zemský polomasiv si můžeme představit velký akumulátor schovaný pod zemí v dostatečné hloubce, kam je odváděno teplo přes výměník, který odebere teplo teplotně nosné látky. Teplotně nosnou látkou může být vzduch nebo voda. Pro přímé chlazení jsou použity spodní, ale i povrchové zdroje vody. Výkon vzduchového výměníku je 5-15W/m, kdežto kapalinové 2-5W/m uloženého potrubí. Na výkon má také vliv rozteč potrubí, jeho světlost a hloubce uložení. Celkový výkon je dán délkou výměníku tzn. velikostí teplosměnného povrchu, teploty na vstupu a podloží.

d) Noční radiční chlazení

Jedná se o sálání povrchu objektu vůči výrazně chladnější obloze za jasné noci, i přestože teplota exteriéru může být teplejší, než teplota povrchu konstrukce. Podmínkou fungování toho systému je jasná noční obloha s nízkou teplotou a vysoká emisivita povrchu konstrukce objektu. Omezením prouděním vzduchu se zvýší výkon na 40-50W/m².

Akumulace chladu

Akumulace chladu je vhodné provádět zejména v noci díky nízké teplotě exteriéru a pak také vlivem nízkého tarifu elektrické energie. energii naakumulovanou pak můžeme převést do dalšího dne, což nám sníží náklady na ochlazování. Akumulace chladu se nejčastěji provádí do binárního ledu nebo ledobank.

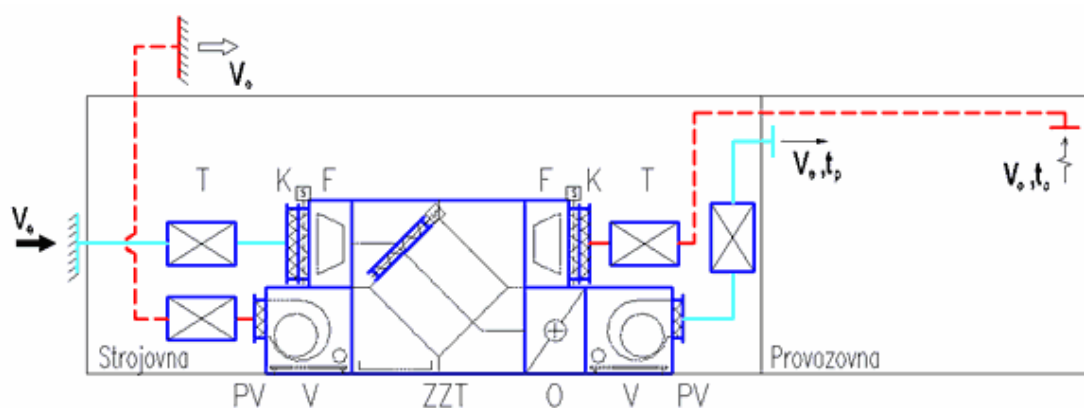
2.2.4 Klimatizační soustavy

Klimatizační soustavy slouží pro vnitřní úpravu vzduchu, přívod čerstvého a odvod starého vzduchu. Déle pak vytápění, chlazení a úpravu vlhkosti vzduchu (zvlhčování, odvlhčování). Podle látky, kterou klimatizace přivádí do prostoru, můžeme soustavy rozdělit:

- a) vzduchové
- b) vodní
- c) chladivové
- d) kombinované

a) Vzduchové soustavy

Jsou založeny na přívodu čerstvého vzduchu do vzduchotechniky, kde je vhodně upraven (směšování s oběhovým vzduchem, ohřátí, ochlazení, vlhčení, odvlhčení, filtrace) a transportován do prostoru. Využívají se především ve velkých objektech, kde je zapotřebí výměny velkého množství vzduchu, jako jsou koncertní sály, divadla, restaurace. Vhodné i pro přísné požadavky na dodržení teplot a vlhkosti. V případech nízkých rozdílů vnitřního a vnějšího vzduchu je zapotřebí vysoký výměna objemu vzduchu k docílení tepelné pohody. Vysoké nároky na výměnu vzduchu znamenají také vysoké nároky na provoz vzduchové soustavy. Zde lze využít obnovitelné zdroje jako doplňkový zdroj energie.



Obr. 10 vzduchová jednotka se zpětným získáváním tepla [zdroj: www.tzb.cz]

b) Vodní soustava

Vodní soustava dopravuje energii do prostoru ve formě chladící nebo otopné vodě. Pro takové účely se hodí nízkoteplotní otopné nebo vysokoteplotní chladící plochy (stropy stěny a v nich zabudovaný ohřev, chlazení) s převažující sálavou složkou nebo pak také prvky s rovnoměrnou složkou sálavou i konvekční. U vodního chlazení můžeme pak vidět jako koncový prvek fancoil, kde také probíhá úprava vzduchu. Pracuje se zejména s oběhovým vzduchem.

c) Chladivové systémy

Pro přenos energie využívají oběhu chladiva mezi venkovní a vnitřními jednotkami umístěných v užitných prostorách. Úprava vzduchu tak probíhá přímo v obsluhovaných místnostech. Vhodné pro administrativní budovy, obchodní centra a prostory s nároky na individuální řízení. Nejběžnějším koncovým prvkem je split.

2.2.5 Větrací, otopné, chladicí soustavy

Větrací soustavy

Větrací soustavy slouží k přívodu čerstvého venkovního a odvodu vzduchu znehodnoceného škodlivinami. Na znehodnocení vnitřního vzduchu má přímý vliv člověk, elektrické spotřebiče, prach z textilií. Požadavky na minimální výměnu vzduchu jsou zaneseny v české legislativě vyhláškou č. 137/2004 sb. o požadavky na větrání. U obytných budov se vychází z návrhové hodnoty 15-25 m³/(h.os) z doporučené intenzity větrání 0,3 do 0,5h⁻¹. U pracovních provozů se požadují návrhové hodnoty 50 m³/(h.os). Přiváděný vzduch se dopravuje do prostoru tak, aby negativně nepůsobil na lidi v místnosti. Vzduch se odvádí z místnosti společně se škodlivinami. S vysokou náročností na neprůvzdušnost otvorů ve stěně objektu se jeví větrání spárami oken, dveří jako nevyhovující. Jako vyhovující se dá použít větrání rovnotlaké se zpětným získáváním tepla, případně vlhkosti. Větrací soustava by měla umožnit regulaci průtoku vzduchu. Větrací soustava může být řízena automaticky na základě obsahu CO₂ ve vzduchu nebo počtu osob v místnosti/objektu. V místnostech, kde se nacházejí kotle či kamna, nesmí být vedeno podtlakové větrání z důvodů netěsnosti, zároveň je nutné k zařízením přivést dostatečné množství vzduchu. Soustavu větrání a přívod vzduchu pro spalovací zařízení je nutno svázat v jeden, aby nedocházelo k provozním problémům. Obecně se ale nedoporučuje pořizování spalovacích zařízení do objektů s vysokou neprůvzdušností, vyjma zařízení uzavřených s vlastním přívodem vzduchu. Způsob jakým lze využít odváděné teplo do venkovního prostředí nabízí systém zpětného získávání tepla. První způsob získání tepla probíhá přímo mezi odváděným (předává teplo) a získávaným vzduchem (teplo přijímá). Druhá možnost říká, že odváděný vzduch předá teplo do akumulární hmoty, která jej poté předá vzduchu přiváděnému. Pro přehlednost způsoby předávání tepla mezi přiváděným a odváděným vzduchem.

a) Rekuperační deskové výměníky

Nejčastěji v provedení protiproudém nebo křížovém s teplotními faktory od 40 do 90% podle velikosti teplosměnné plochy a průtoku.

b) Regenerační rotační výměníky

Akumulační hmota ve tvaru válce rotuje mezi proudem přiváděného a odváděného vzduchu. Teplotní faktor se pohybuje nad 60%. Využívá se u velkých zařízení.

c) Kapalinové teplosměnné okruhy

Jsou tvořeny dvěma výměníky, které jsou vzájemně odděleny od sebe kapalinovým okruhem (voda, nemrznoucí směs) pro přenos tepla na větší vzdálenost. Teplotní fakt 30-50%.

Otopné soustavy

Otopné soustavy se doporučuje navrhovat nízkoteplotní s teplotou pod 40°C. Výhodou nízkoteplotního systému je jeho velice dobrá regulovatelnost a využití obnovitelných zdrojů tepla díky čemuž můžeme dosáhnout vysokého stupně tepelné pohody. Realizovat se pak může ve dvou podobách a to buď jako teplovodní s otopnými tělesy rozmístěnými po budově, nebo velkoplošné stěnové, stropní, podlahové, která utvářejí nižší teplotu místnosti, ale stejnou tepelnou pohodu. Otopná soustava může fungovat jako teplovzdušná, což ale vyžaduje vyšší teplotu přiváděného vzduchu (30-35 °C). Soustava by měla vykazovat malou tepelnou setrvačnost, kterou ovlivňuje zejména celkový objem vody v otopné soustavě, oddělení otopných ploch od konstrukcí, aby tak mohla pružně reagovat na změnu venkovního klimatu a vnitřních změn vlivem spotřebičů, požadavků uživatelů daného objektu. Pokud bude větrací soustava využita pro teplovzdušné vytápění, je nezbytně nutné, aby byly dodrženy požadavky na maximální teplotu a rychlost přiváděného vzduchu, protože v zimních měsících by tak došlo k nepříjemně nízké vlhkosti vzduchu.

Chladicí soustavy

Navržení chladicí soustavy můžeme provést v konvekčním nebo sálavém provedení. Z hlediska úspory energie je výhodnější provedení sálavé. Sálavé stropy stěny mají nižší potřebu energie zdrojů v rozmezí 15-30%. Co se týče tepelné pohody, tak může být u sálavého systému na stejné úrovni i při dosažení vyšší teploty v místnosti zhruba o 2K. Na povrchu stěny při sálavé soustavě nesmí docházet ke kondenzaci. Sálavé soustavy pracují s vysokou teplotou vody (nad 16 °C) v oběžném systému, proto se nazývají soustavy vysokoteplotního chlazení. Svými parametry umožňují nejvhodněji využít jako zdroje chladu kompresorové nebo sorpční chladicí zařízení. Další možností je adiabatické chlazení, zemní výměníky a další. V případě, že je požadavek na odvlhčení přiváděného venkovního vzduchu, je zapotřebí zavést soustavu nízkoteplotní.

Rozvody tepla a chladu

Pro samotné rozvody platí, že pokud se nepodílí na sdílení energie, musí být opatřeny dostatečně silnou tepelnou izolací. To platí nejen pro potrubí, ale i pro armatury, čerpadla, výměníky a další. Pozornost se musí věnovat i místům, kde je potrubí fixováno nebo podpíráno. V případě, že hrozí porušení izolace vlivem umístění potrubí (exteriér), musíme izolaci opláštít a zamezit tak případnému poškození. Dalším efektem tepelné izolace kromě snížení tepelných ztrát je také zamezení kondenzace na povrchu potrubí. Často tak nezáleží na tloušťce izolace, ale na kvalitě zaizolování potrubí. Rozvody tepla a chladu by měly být ve vzájemné rovnováze po stránce hydraulické.

2.2.6 Příprava teplé vody

Zařízení pro přípravu teplé vody musí zajistit, aby bylo doručeno určité množství vody v požadované teplotě a s odpovídajícími hygienickými kvalitami. Všechny tyto požadavky jsou stanoveny vyhláškou č. 237/2014 Sb. Teplota na výtoku by měla mít hodnotu okolo 45 až 60°C. V odběrové špičce je možné i krátkodobé snížení teploty. V celkové energetické bilanci hraje příprava teplé vody velkou roli, proto je důležité využít zpětné získávání tepla z odpadní vody pro přehřev studené přívodní vody a dále také zamezit tepelným ztrátám zdroje a rozvodů a využít obnovitelné zdroje tepla.

Tepelné ztráty

Tepelné ztráty vznikají jednak při samotné přípravě teplé vody, jednak ztrátami v rozvodech. Zásobníky teplé vody se opatřují izolací, stejně tak jako rozvody a armatury. Zabráněním tepelným ztrátám v rozvodech můžeme pomocí topného kabelu. Izolovat se musí i cirkulační potrubí teplé vody. Pokud to není nutné, cirkulační potrubí nepoužíváme v soustavě (krátké rozvody).

Zpětné získávání tepla

Získání tepla je možné přes odebrání tepla odpadní vodě pro přiváděnou vodu studenou. Možné úspory mohou takto dosáhnout 20-50% potřeby energie. Způsob získávání tepla z odpadní vody můžeme čtyřmi způsoby.

- a) Centrální – zařízení pro zpětné získávání vody je nainstalováno před vstupem do soustavy přípravy teplé vody.
- b) Decentrální – zařízení pro zpětné získávání tepla je umístěno přímo u zařizovacího předmětu (sprcha, umyvadlo).
- c) Průtočný – odpadní voda ohřívá přiváděnou studenou vodu přes teplosměnnou plochu. Využít se dá i měděný výměník obtočený kolem potrubí s odtékající odpadní vodou.
- d) Akumulační – Centrální výměník zde ponechá po určitou dobu odpadní vodu a po předání tepla rekuperačním výměníkem studené vodě, je odpadní voda vypuštěna z výměníku.

3. Experimentální řešení

Kde měření probíhalo

Měření probíhalo ve stejném objektu, který byl posuzován na samotnou diplomovou práci. Jedná se o Sportovní zařízení s restauračním provozem nacházejícím se v obci Vranovice v okrese Brno-venkov 25 km jižně od Brna. V současné době je restaurační provoz uzavřený a v úvahu pro měření připadala pouze některá z místností v sportovním zařízení. Pro posuzování jsem si vybral největší místnost a to hlavní sál s podlahovou plochou přes 500 m² a světlou výškou 7 m. V hlavním sále je provoz po celý týden. Obvykle se jedná o sportovní kroužky, ale mohou se zde pořádat i kulturní akce, plesy atd. Konstrukční složení hlavní sálu je následující: Podlahová konstrukce je složena ze základového betonu, hydroizolace, betonové mazaniny a dřevěných parket. Obvodové konstrukce jsou tvořeny výhradně škvárobetonových tvárníc a železobetonových sloupů zapuštěných do patek. Střecha je tvořena z plechové krytiny, hydroizolace, tepelné izolace a železobetonovými vazníky a podhled je z cementotřískových desek. Okna jsou jednoduchá ocelová, v dnešním stavu už fixní. Orientace oken je na sever a jih v hustém pásu. Hlavní sál je ze ¾ obklopen přílehlými objekty, které jsou vytápěné s výjimkou skladovacího prostoru, kde je místnost nevytápěna.



Obr. 11 Hlavní sál [zdroj: -]

Pokud bych chtěl, aby byly přístroje zapojeny do elektrické sítě a měřily všechny hodnoty včetně oxidu uhličitého, musel bych je nainstalovat do předsálí. Při instalaci jsem musel též dbát na bezpečnost přístrojů, které nesměly být poškozeny, nebo aby samotné měření nebylo ovlivněno druhou osobou. Instalace přístrojů proběhla dne 2.11.2016, samotné spuštění měření proběhlo v čase 9:15. Ukončení měření proběhlo v 9.11. 22. hodiny večerní.

Použité přístroje

Pro měření byla použita přístrojová technika značky cometsystem. Jedná se o tzv. dataloggery pro měření teploty, oxidu uhličitého a teploty rosného bodu. Přístroje byly zapůjčeny z majetku VUT FAST. V důsledku nemožnosti napojení přístrojů na elektrický proud, byla měřena pouze teplota, vlhkost v místnosti a teplota rosného bodu. Pro komunikaci, import a export dat musíte mít nainstalován v počítači potřebný

Za jakých podmínek a kdy se měřilo

Pro měření jsem použil dva přístroje. Každý přístroj byl nainstalovaný na opačnou stranu sálu. První přístroj byl volně položen na parapet nižšího okna a druhý byl přichycen k plynovodnímu potrubí. Oba přístroje se tak nacházely ve stejné výšce. Vzhledem k obtížné instalaci nebylo možné, aby přístroje byly zapojeny do elektrické sítě.

software firmy cometsystem a kabel zakončený USB a magnetem. Paměť přístroje musí být před samotným experimentem vynulována. Ukládání dat, tzv. krokování lze nastavit na určitý interval od 1 sekundy až po 1 hodinu. Krokování jsem nastavil po 1 minutě. Přístroj je též opatřen sondou T+RV, který měří požadované hodnoty a přenáší je do přístroje. Přístroj má široké uplatnění je možné ho použít v různých odvětvích typu



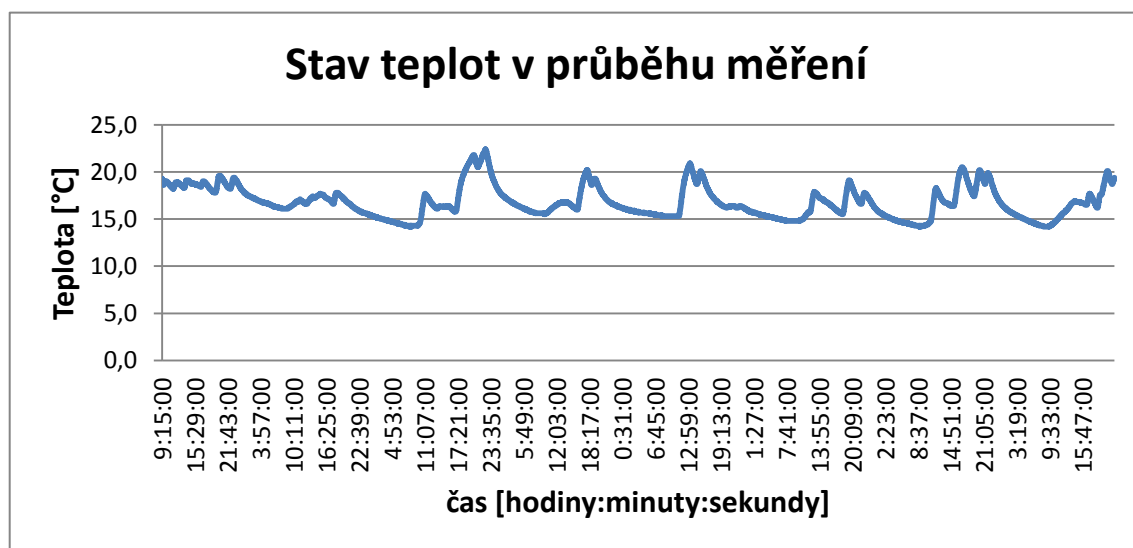
přeprava, skladování, výroba potravin a léčiv, potravinářský a pivovarnický průmysl (HACCP), farmaceutický průmysl, transfuzní stanice a lékárny, chov zvířat, pěstování rostlin, HVAC (vytápění, ventilace, klimatizace a chlazení), energetický management budov, výzkum a vývoj, laboratoře (GLP), technologické provozy, sklady, muzea, galerie, archivy, knihovny.

Obr. 12 Přístroj datalogger [zdroj: www.cometsystem.cz]

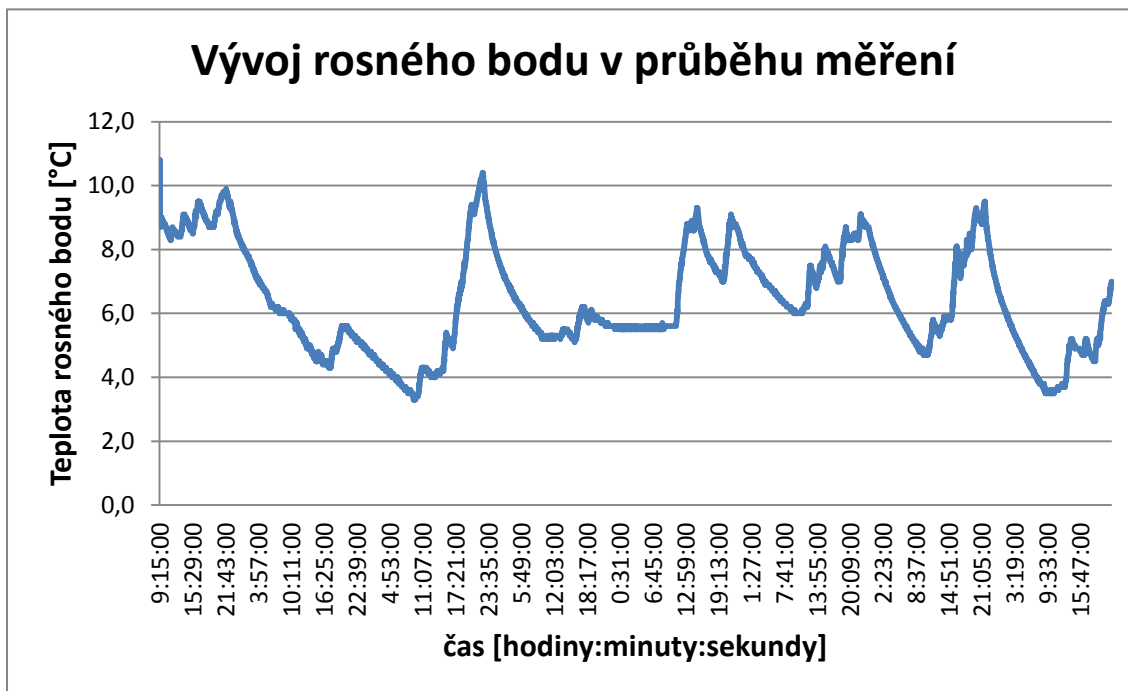
Měření a vyhodnocení 1

Pro měření jsem použil dva zmíněné přístroje, z nichž jeden fungoval jako záložní v případě chyby nebo se dal použít pro kontrolu dat, jestli zařízení funguje dobře. Pro vyhodnocení dat jsem obdržel údaje o celkové délce 7 dnů a krokování po 1 minutě, kdy přístroje měřily teplotu, vlhkost a teplotu rosného bodu. Výstup celého měření je ve formě grafů. Při zpracovávání grafů jsem se zaměřil na 2 oblasti. První oblast vyhodnocuje teplotu, vlhkost a teplotu rosného bodu po celou dobu měření. Druhá oblast řeší dobu, kdy je hlavní sál v provozu, je tedy vytápěn a probíhá v něm určitá činnost. Jde o časové pásmo od 10. do 21. hodiny večerní a pak dále dobu mimo provoz, jedná se o časové pásmo od 21. hodiny večerní do 10. hodiny dopolední.

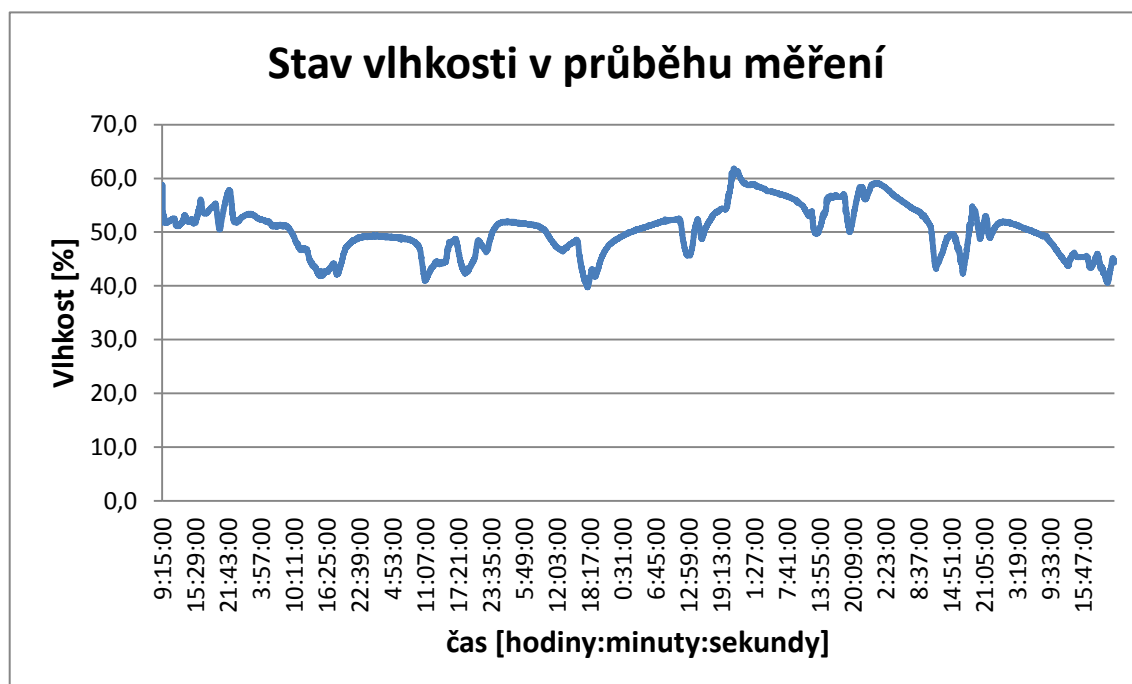
Oblast první – celkové měření



Graf 2 stav teploty v průběhu celého měření



Graf 3 stav rosného bodu v průběhu celého měření



Graf 4 stav vlhkosti v průběhu celého měření

Vyhodnocení oblasti 1

Křivka teploty se pohybuje v rozmezí 15 až 20 °C, ve výjimečných případech i mimo tuto hranici. Dle ČSN EN 12831 pojednávající o doporučené výpočtové teplotě je návrhová vnitřní teplota pro sportovní haly, tělocvičny 15 °C. Interiérová teplota v sále je tedy po celou dobu nad touto hranicí. Jako opatření proti nadměrné teplotě můžeme zvolit přirozené větrání, což je vzhledem k dostupnosti a současnému technickému stavu oken nemožné. Nabízí se tedy varianta vytápění o menším výkonu, kdy infrazářiče vytápějící hlavní sál pracují na menší výkon po dobu provozu.

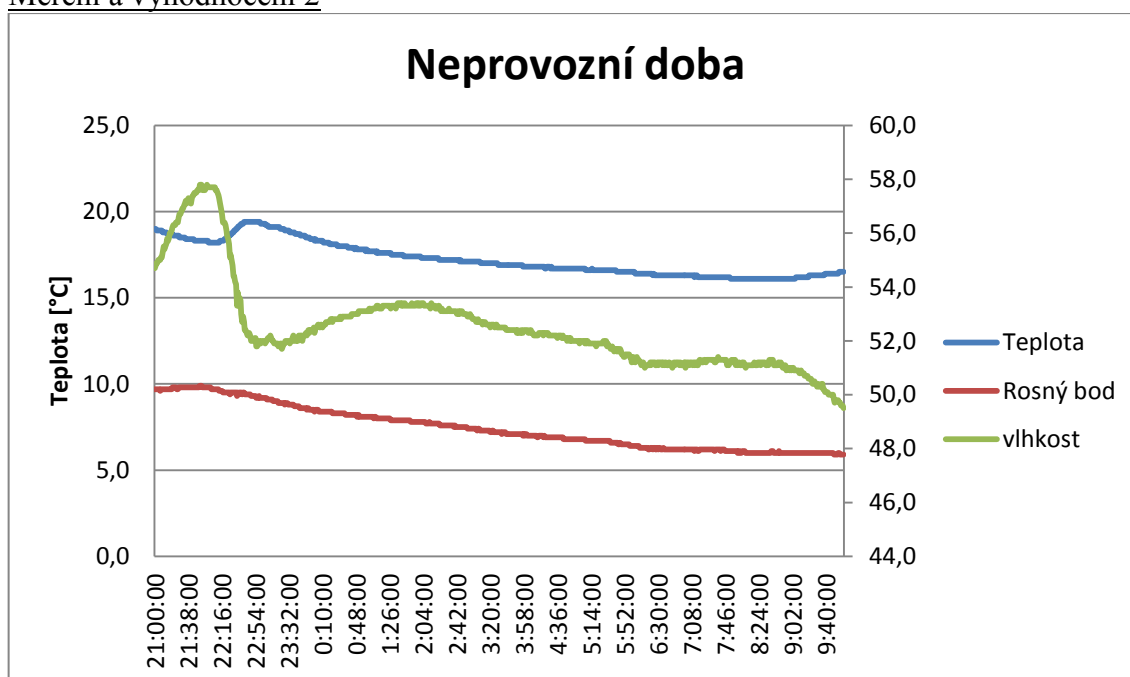
Vyhodnocení oblasti 2

Křivka pro teplotu rosného bodu se pohybuje v rozmezí od 4 do 10 °C. V extrémních případech se teplota rosného bodu vychýlí mimo tuto hranici. V závislosti na teplotě a vlhkosti můžeme říci, že teplota rosného bodu je v tabulkových hodnotách, které pro teplotu 15-20 °C uvádí hodnoty 4-10 °C.

Vyhodnocení oblasti 3

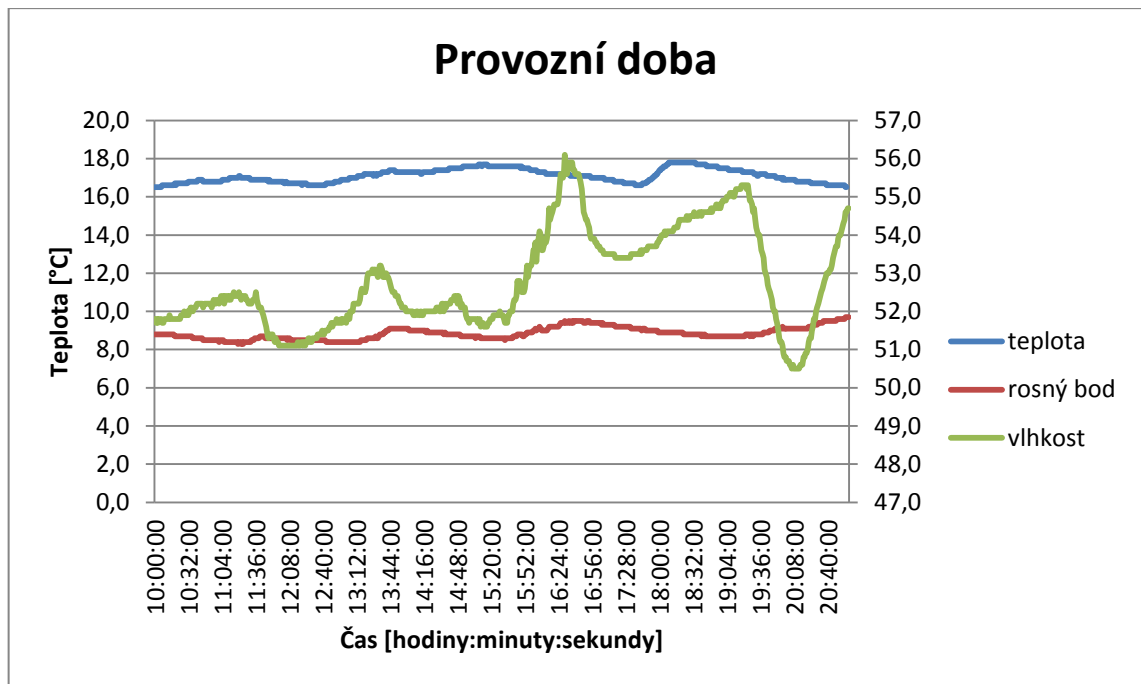
Křivka pro vlhkost rosného bodu se pohybuje v rozmezí 40-60%, což je velké rozpětí. Dle ČSN EN 12831 pojednávající o doporučené relativní vlhkosti vzduchu má být 70 % při návrhové teplotě 15 °C. Křivka vlhkosti vzduchu se tak pohybuje pod hranicí, než kde by se pohybovat měla. V sále je tak v jistých časových úsecích nepříjemně suchý vzduch, které můžeme spojit s netěsnostmi okenních otvorů. Pro zlepšení vlhkosti by se musela zlepšit tepelně technický stav obálky hlavního sálu.

Měření a vyhodnocení 2



Graf 5 neprovozní doba

Graf neprovozní doby začíná v čase 21:00, kdy je oficiálně ukončen denní provoz sportovního areálu. Křivka teploty vykazuje klesající hodnotu vlivem vypnutí vytápění a klesající teplotu v exteriéru, která ochlazuje konstrukce objektu, tudíž i vzduch v interiéru. Na teplotu navazuje vlhkost vzduchu, která měla po 21. hodině stoupající tendenci z důvodů vyšší fyzické zátěže osob v sále. S klesající teplotou klesá i vlhkost v sále. S klesající teplotou klesá i teplota rosného bodu. Teplota i teplota rosného bodu mají v neprovozní dobu plynulý klesající průběh. Vlhkost krátce po ukončení provozu ještě chvíli stoupá, což je způsobené vyšší lidskou zátěží. Poté strmě klesá, kdy je vypnuté vytápění a lidé už odešli, jakožto zdroj vlhčení vzduchu a teprve poté má stejnou klesající křivku jako teplota a teplota rosného bodu. Můžeme tedy říci, že kondenzace v neprovozní době nehrozí, teplota pro sál se nepohybuje v návrhových hodnotách a vlhkost je pro typ provozu nízká.



Graf 6 provozní doba

Křivka pro teplotu a teplotu rosného bodu se pohybuje přibližně po celou dobu ve stejných hodnotách. Teplota během provozu je v hranici 16-18 °C. Pro teplotu rosného bodu to je 8-10 °C. Nejvíce je po dobu provozu sálu ovlivněna vlhkost, která se prudce mění v závislosti na využívání sálu. V době vzestupu je sál využíván a v době sestupu křivky nevyužíván, nebo už skončila aktivita. Pokud porovnáme halový rozpis a křivku pro vlhkost, zjistíme, že jednotlivé vrcholy se nacházejí v časovém úseku, kdy proběhla zhruba půlka časového úseku sportovní aktivity. V provozním čase sálu tedy můžeme říci, že největší problém je vlhkost vzduchu, která má kolísavější charakter a je pro daný typ provozu nižší, než by bylo zapotřebí.

Závěr

V měření v celkovém časovém úseku vykazovalo velké výkyvy v porovnání s časovým úsekem jednoho dne, který jsem si vybral. Nejvíce nestabilní hodnoty vykazovala vlhkost, jak během celého měření, ale i během jednoho dne, vlivem nárazového používání sálu. Teplota a teplota rosného bodu naopak během jednoho dne vykazovaly plynulé stoupání nebo klesání. V měření celkovém naopak vykazovaly velice podobné výkyvy jako vlhkost. Grafy celkového měření odpovídají způsobu provozu objektu. Pokud porovnáme naměřené hodnoty a hodnoty návrhové odpovídajícímu provozu, zjistíme, že teplota se pohybuje nad doporučenou hodnotou 15 °C. Vlhkost se pohybuje v rozmezí od 40-60 %. Návrhová hodnota je 70%. Vzduch je tedy suchý pro daný typ provozu. Rosný bod se pohybuje v rozmezí cca 10-4 °C, nehrozí tedy žádná kondenzace.

4. Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

Při tvorbě diplomové práce jsem použil řadu softwarových programů, které mi pomohly usnadnit mou práci díky jejich výpočetní síle. Jsou to programy: Autocad, Microsoft Excel, PROTECH a Design Builder.

Cílem těchto programů je ulehčit a urychlit práci při vytváření projektů. S vývojem programů je zároveň zlepšována výpočetní technika, s kterou se denně setkáváme. Tento vývoj klade na každého pracovníka, který pracuje nebo dělá s počítačem, konkrétní nároky. Programy vyvíjené ve stavebnictví mají za úkol nasimulovat, vymodelovat, zachytit co nejvěrněji připravovaný projekt, abychom se tak mohli co nejvíce přiblížit skutečnému stavu. Díky těmto programům můžeme sledovat simulace provozu, chování místnosti v reakci na změnu teplot, proudění vzduchu v potrubí, vizualizaci domu a dalších. Programů zabývajících se problematikou technického zařízení budov je více, proto jich zde uvedu jen několik.

PROTECH

Je počítačový software, který vyvíjí česká společnost. PROTECH se zabývá oblastí hodnocení energetické náročnosti budov a technického zařízení budov. Skládá se z několika vzájemně propojenými programy a moduly. Obsahuje též širokou databázi technických a výpočtových parametrů výrobků, které jsou ve spolupráci s výrobcem a dodavatelem neustále aktualizovány.

Design Builder

Design Builder je komplexní program pro pokročilejší uživatele. Jedná se o program vhodný pro dynamické simulace v 3D prostoru. Obsahuje též velkou databázi prvků a nastavení pro typy provozů, materiálů, data pro konkrétní lokace a další. Design Builder je používán také pro certifikace budov podle hodnocení LEED, BREEAM, hodnocení tepelné pohody, výpočet denního osvětlení, environmentální vyhodnocení, multikriteriální optimalizace a CDF analýza vnitřních i vnějších prostor.

FineHVAC

Software pro vytápění a vzduchotechniku. Vhodným způsobem vytváří kompletní výstupy pro vzduchotechnický nebo topenářský projekt. Hlavními komponentami v tomto programu je „CAD“ a „Výpočty“, které se starají o kompletní výstupy, jež obsahují výkresové dokumentace, výpis výrobků a technické dokumentace.

Raucad

Počítačový software, který zpracovává projekty ústředního vytápění. Software obsahuje výpočet tepelné ztráty objektu, návrh dimenzí a regulaci otopné soustavy. Dále dokáže navrhnout potrubní rozvody vody a kanalizace.

CalA

Program zabývající se řešením vedení tepla v 2D prostoru. Program dále pracuje se simulacemi jevů v podobě vlhkosti ve stavebních materiálech či řešení potencionálního izoentropického proudění nebo rychlostního pole při laminárním proudění vazké tekutiny. Autorem programu jsou pracovníci ústavu VUT FAST Ondřej Šíkula a Josef Plášek.

BSim

Výpočetní program sloužící k analýze budov a instalací v nich. Program obsahuje několik pokročilých nástrojů k vyhodnocování simulací, ale i výpočtu vnitřního tepelného klimatu, energetickým ztrátám, návrhu denního osvětlení, ale i simulace transportu energie v konstrukcích a prostoru.

RadiA

Software založený na nestacionárním modelování přenosu tepla sáláním v 1D nestacionárním vedením tepla a 2D geometrii.

B - Aplikace tématu na zadané budově

1. Zhodnocení stávajícího stavu objektu

1.1 Popis objektu

Objekt se nachází na Jižní Moravě v okrese Brno-venkov 25 kilometrů jižně od Brna ve vesnici jménem Vranovice. Číslo popisné 573. Samotný objekt byl postaven v 70. letech minulého století během tzv. akcí Z. Nejdříve byl postaven hlavní sál, největší část budovy, poté přilehlé části a nakonec restaurační zařízení. K účelům, ke kterým byl postaven, slouží dodnes. Chod objektu tak lze rozdělit na dvě části. Hlavní sál s přilehlými místnostmi slouží pro sportovní účely během celého roku, v zimním období větší měrou díky navštěvování haly žáky místní ZŠ. Dále to pak jsou kroužky, sportovní aktivity, které vyplňují program až do večera. Druhá část objektu restaurační zařízení nikdy nezměnilo svůj účel. V současné chvíli je zavřené. Majitelem je Tělocvičná jednota Sokol Vranovice.

1.2 Technické zhodnocení

Budova se nachází na 3 parcelách. Jsou to parcely 719, 720 a 535/1. Objekt je částečně podsklepený, jednopodlažní. Hlavní sál je železobetonová konstrukce se střešními vazníky. Zbylé části objektu jsou postaveny tehdejšími klasickými technologickými postupy. Obvodové konstrukce jsou z několika typu a tl. materiálu. Převládá škvárobeton, dále pak klasická cihla pálená a siporex. Otvorové výplně jsou taky složené z několika druhů. Hlavní sál, restaurační zařízení a předsálí obsahují ocelová velkoformátová okna. Dále to pak jsou okna dřevěná dvojité a posledním rekonstrukčním cyklu i okna plastová. Dveře v objektu jsou převážně dřevěné, hlavní vchodové pak z oceli. Izolační materiály můžeme najít pouze na střešní konstrukci. Obvodové, ani základové konstrukce izolaci neobsahují. Od vzniku budovy nebyly prováděny téměř žádné větší technicko-stavební zásahy. Základy, obvodové konstrukce, střešní konstrukce, otvorové výplně nezaznamenaly téměř žádnou změnu.

1.2.1 Popis jednotlivých konstrukcí

Obvodové konstrukce

Restaurační zařízení - suterén		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m ² K]
Cihla pálená	500	1,001
Hydroizolace	-	

Restaurační zařízení – hlavní prostor		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m ² K]
Omítka	15	1,081
Cihla pálená	450	
Omítka	15	

Sportovní areál - předsálí a kuchyňka		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Omítka	15	1,081
Cihla pálená	450	
Omítka	15	

Sportovní areál - skladovací prostory a posilovna		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Omítka	15	1,294
Škvárobetonové zdivo	350	
Omítka	15	

Sportovní areál - hlavní sál		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Omítka	15	1,287
Škvárobetonové zdivo	500	
Omítka	15	

Restaurační zařízení – skladovací prostory a kuchyň		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Omítka	15	1,081
Cihla pálená	450	
Omítka	15	

Sportovní areál – sklady, kuchyň, wc		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Omítka	15	1,385
Škvárobetonové zdivo	450	
Omítka	15	

Sportovní areál – nevytápěný prostor		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Omítka	15	1,059
Škvárobetonové zdivo	500	
Omítka	15	

Podlahové konstrukce

Sportovní areál – hlavní sál a posilovna		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Podsyp škvára	200	0,815
Beton prostý	200	
hydroizolace	-	
Beton prostý	40	
Parkety	20	

Sportovní areál a restaurační zařízení – chodby, sklady, hl. restaurační prostor, kuchyň		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]

Podsyp škvára	200	0,828
Beton prostý	200	
hydroizolace	-	
Beton prostý	30	
Žulová pochozí vrstva ložená do betonu	50	

Restaurační zařízení – suterén		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Železobeton	200	2,731
hydroizolace	-	
Žulová pochozí vrstva ložená do betonu	50	

Střešní konstrukce

Restaurační zařízení a místnosti přilehlé k hlavnímu sálu –		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Beton prostý	180	0,898
Minerální izolace	20	
Beton prostý	40	
Škvára	20-200	

Sportovní areál – hlavní sál		
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Železobetonové desky	50	2,63
Minerální izolace	50	
Plochová krytina	-	

Otvorové výplně – dveře

Název	Rozměry [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál - ocelové vstupní dveře	2950x2020	5,5

Název	Rozměry [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení - dřevěné vstupní dveře	800x2020	4,2

Název	Rozměry [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – dřevěné vedlejší vstupní dveře	1550x2020	2,7

Název	Rozměry [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – ochlazované dveře z nevytápěné strany	1550x2020	2,7

Název	Rozměry [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení – zásobovací dveře	1250x2020	2,7

Okna

Název	Rozměry [mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení – ocelová okna	2950x2350	3,9

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – plastová okna sprchy	1380x570	1,8

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – plastová okna wc	880x1170	1,8

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení – ocelová okna	1500x2370	3,9

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – plastová okna posilovna	2350x1100	1,8

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení – dřevěná okna jednoduchá	570x880	4,5

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení – dřevěná okna jednoduchá zásobovací hala	570x850	4,5

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – ocelová okna jednoduchá hlavní sál	1450x2400	4,5

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – ocelová okna jednoduchá hlavní sál	1780x1450	4,5

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – dřevěná okna zdvojená kuchyňka	1350x1300	2,7

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Sportovní areál – dřevěná okna zdvojená kuchyňka	1500x1480	2,7

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení –	1330x1330	2,7

dřevěná okna dvojitá sklady		
-----------------------------	--	--

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucelkem [W/m2K]
Restaurační zařízení – dřevěná okna zdvojená kuchyň	1750x1440	2,7

1.2.2 Vytápění

Restaurační zařízení

Celý objekt je vytápěn plynem, avšak nikoliv centrálně. Restaurační zařízení má vlastní plynový kotel závěsný EUROTHERM ECO 1.2, výkon 9,3-25,8 kW. Všechny místnosti jsou pak vytápěny deskovými otopnými tělesy s termostatickou hlavici. U restauračního zařízení jsou vytápěny pouze přízemní místnosti, suterén už pak nikoliv. Rozvody plynovodu jsou ocelové bezešvé vedené hlavně po zdech.

Sportovní areál

Hlavní sál je vytápěn infrazářiči o celkem 6 kusech, přičemž výkon každého z nich je roven 14 kW. Dále pak posilovna je zahřívána 2 kusy topidly KARMA Beta 5 po 4,7 kW. Ostatní místnosti wc, kuchyňka, sklady, sprchy a předsálí jsou vytápěny kotlem BUDERUS Logmax GB s výkonem 11,7-26,1 kW pomocí deskových otopných těles s termostatickou hlavici. Prostor nevytápěný se nachází vedle hlavního sálu a posilovny. Tento prostor je používán jako sklad sportovního nářadí, stolů a židlí. Rozvody plynovodu jsou ocelové bezešvé vedené hlavně po zdech.

1.2.3 Zdravotechnika

Vodovod

Oba typu provozů využívají v menším měřítku, V restauračním zařízení slouží primárně pro hygienická zařízení, protože v samotné kuchyni se nevaří. V sportovním zařízení jde také o hygienická zařízení, primární roli však hrají sprchy. Vnitřní rozvody vodovodu jsou plastové, vedené pod stropem a při zdech.

Kanalizace

Rozvody jak pro restaurační zařízení, tak pro sportovní halu jsou vedené v zemi. Materiál je litina. Přípojka je jednotná, napojená na kanalizační řad.

Příprava TV

O přípravu TV je postaráno pro každý druh provozu zvlášť. Pro restaurační zařízení obstarává přípravu teplé vody plynový ohříváč TUV QUANTUM Q 720MKZ o objemu 80 litrů a celkovém příkonu 5,3 kW. Pro sportovní halu obstarává přípravu nepřímotopný zásobník vody TATRAMAT VT 100H o celkovém objemu 100 litrů. Příprava teplé vody je řízena s ohledem na přerušovaný provoz obou provozů.

1.2.4 Tepelné ztráty

Jelikož se jedná o objekt, jehož stáří je více než 40 let a po celou dobu jeho životnosti nebyly provedeny žádné větší tepelně technické změny, tepelné ztráty jsou vysoké. S přihlédnutím na výše vypsany technický stav konstrukcí a technického zařízení budovy je jasné, že chod restauračního zařízení a především sportovní haly je omezen pouze na nejnútnejší věci tak, aby mohl fungovat po celý rok s co možná nejnútnejšími náklady.

Pro výpočet tepelných ztrát jsem použil český softwarový program PROTEC se školní licenci pro VUT Fast. Samotný program pracuje a vyhodnocuje výpočet podle ČSN 060210 pro výpočet tepelných ztrát objektu, z něhož lze dále vypracovávat průkaz energetické náročnosti budovy podle vyhlášky 148/2007 sb. a také štítek energetické náročnosti obálky budovy podle ČSN 73 0540-2:2011.

Je nutné uvést sadu vzorců, které by byly použity, kdybych použil standartní postup v „ručním“ výpočtu podle již zmíněné ČSN 73 0540-2:2011.

Součinitel prostupu tepla

$$U_k = \frac{1}{R}$$

$$R = R_{si} + R + R_{se}$$

$$R = \sum_i^n \frac{d_i}{\lambda_i}$$

$$R_{si} = \frac{1}{\alpha_{si}}$$

$$R_{se} = \frac{1}{\alpha_{se}}$$

$$U_k = U_N$$

Značka	název	Jednotka
U_k	součinitel přestupu tepla	[W/m ² K]
U_N	Požadovaný součinitel	[W/m ² K]
$U_{pas,20}$	Požadovaný součinitel pro pasivní domy	[W/m ² K]
R_{tot}	Celkový tepelný odpor	[m ² K/W]
R	Tepelný odpor konstrukce	[m ² K/W]
R_{si}	Tepelný odpor přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	[m ² K/W]
R_{se}	Tepelný odpor přestupu tepla na vnější straně konstrukce	[m ² K/W]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	[W/(m.K)]
D	Tloušťka materiálu	[m]
α_{si}	Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	[W/(m ² K)]
α_{se}	Součinitel přestupu tepla na vnější straně konstrukce	[W/(m ² K)]

Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát je počítáno podle ČSN 12831 – tepelné soustavy v budovách, výpočet tepelného výkonu. Tepelné ztráty se počítají pro každou místnost zvlášť. Celkové tepelné ztráty poté použijeme pro návrh otopných ploch a zdroje tepla.

Hlavní vzorec:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$$

Vysvětlivky

Φ_iCelková tepelná ztráta

$\Phi_{T,i}$Tepelná ztráta prostupem

$\Phi_{V,i}$Tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \times (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Vysvětlivky

$\theta_{int,i}$Výpočtová (návrhová) teplota interiéru

θ_eTeplota exteriéru

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostoru

$$H_{T,ie} = \sum (A_k \times U_k \times e_k) + \left(\sum \Psi_i \times l_i \times e_i + \sum \chi_i \times e_i \right)$$

Vysvětlivky:

A_kPlocha ochlazované konstrukce

U_kSoučinitel přestupu tepla ochlazované konstrukce

e_k, e_ikorekční součinitelé

l_idélka lineárního tepelného mostu

Ψ_ičinitel lineárního prostupu tepla tepelného mostu

χ_ibodový činitel prostupu tepla

Měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru

$$H_{T,iue} = \sum (A_k \times U_k \times b_u) + \sum \left(\sum \Psi_i \times l_i \times b_u \right)$$
$$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) \times (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

b_usoučinitel redukce teploty

θ_uteplota nevytápěného prostoru

Měrná tepelná ztráta do vytápěného prostoru s odlišnou teplotou

$$H_{T,ij} = \sum (f_{ij} \times A_k \times U_k)$$
$$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Vysvětlivky:

f_{ij}součinitel redukce teploty

θ_jteplota vytápěného prostoru s odlišnou teplotou

Měrná tepelná ztráta do zeminy

$$H_{T,ig} = f_{g1} \times f_{g2} \times \left(\sum A_k \times U_{equie,k} \times G_w \right)$$

$$f_{g1} = 1,45$$

$$f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Vysvětlivky:

f_{g1}opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty

f_{g2}opravný součinitel, zahrnující rozdíl mezi průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou

G_wopravný součinitel na vliv spodní vody (méně než 1 m od úrovně terénu se uvažuje 1,15, jinak 1)

$U_{equie,k}$...ekvivalentní součinitel přestupu tepla konstrukce v kontaktu se zemínou (určí se podle tabulek ČSN EN 12831 v závislosti na vzdálenosti podlahy od terénu)

$\theta_{m,e}$průměrná roční výpočtová teplota

Tepelná ztráta větráním

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \times (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$H_{V,i} = V_i \times \rho \times c = V_i \times 0,34$$

$$V_i = \max(V_{inf,i}; V_{min,i})$$

Vysvětlivky:

$H_{V,i}$měrná tepelná ztráta větráním

ρ hustota vzduchu

cměrná tepelná kapacita vzduchu

$V_{inf,i}$množství vzduchu z infiltrace pláštěm budovy

$V_{min,i}$...nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů

$$V_{min,i} = n_{min} \times V_m$$

$$V_{min,i} = 2 \times V_m \times n_{50} \times e_i \times \varepsilon_i$$

Vysvětlivky:

n_{50}Intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa

e_istínící součinitel

ε_ikorekční součinitel na výšku od úrovně terénu

Tepelné ztráty posuzovaného objektu

Tepelné ztráty posuzovaného objektu jsou hodnoceny ve 3 bodech. Tepelná ztráta prostupem, tepelná ztráta výměnou vzduchu a celková hodnota. V hodnotě tepelná ztráta prostupem je započítána i hodnota pro zátopové období.

Název místnosti	Tepelná ztráta prostupem [kW]	Tepelná ztráta výměnou vzduchu [kW]	Celkem [kW]
1.01 Zádveří	1,96	0,16	2,11
1.02 Restaurace - hl.místnost	20,86	1,87	23,05
1.04 Restaurace – chodba na wc	0,71	0,09	0,8
1.05 Restaurace – wc ženy	0,58	0,07	0,67
1.06 Restaurace – wc muži	0,31	0,02	0,33
1.07 Restaurace – sklad věcí	0,89	0,11	1,0
1.08 Restaurace – sklad věcí	0,49	0,04	0,53
1.09 Restaurace – wc personál	0,60	0,06	0,66
1.10 Restaurace - zádveří	1,02	0,32	1,34
1.12 Restaurace – kuchyň	1,32	0,22	1,54
1.15 Sportovní hala - předsálí	7,18	1,65	9,45
1.16 Sportovní hala – sklad věcí	1,27	0,14	1,41
1.17 Sportovní hala - kuchyňka	1,9	0,12	2,12
1.18 Sportovní hala – sklad sportovního náčiní	1,94	0,22	2,16
1.19 Sportovní hala - převlékárny	1,3	0,14	1,44
1.20 Sportovní hala - sprcha	1,07	0,2	1,27
1.21 Sportovní hala – wc ženy	0,84	0,09	0,93
1.22 Sportovní hala – wc muži	1,57	0,17	1,74
1.23 Sportovní hala – chodba	1,90	0,4	2,34
1.24 Sportovní hala – hlavní sál	97,1	16,88	113,4
1.25 Sportovní hala -	5,25	0,84	6,1

posilovna			
1.26 Sportovní hala – sklad stolů a židlí	4,82	0,58	5,4
Celkem			174,3

Vyhodnocení posuzovaného objektu

Jak si můžete všimnout, posuzované místnosti mají menší či větší tepelnou ztrátu. Nejvíce v tomto směru vybočují především velké a prosklené místnosti. Konkrétně restaurační sál s celkovou ztrátou 23,05 kW, největší podíl na celkové ztrátě má hlavní sál s výsledným 113,4 kW. Do celkového vyhodnocení nebyly započítány tepelné zisky kvůli nepravidelnému provozu, díky němuž by tak byly velice těžko přesně spočítatelné. Přiklonil jsem se tak radši na stranu bezpečnou a tepelné zisky nepočítal. Veškerý výpočet může být ovlivněn chybou neznalosti/neznámosti všech konstrukcí, které nebylo možno dopátrat nebo zcela přesně určit. Zejména pak střešní konstrukce jsou hrubě odhadnuty od její tloušťky po skladbu konstrukcí. Při přesnějším zadání nebo stavebními sondami bychom dostali přesnější informace o skladbě konstrukcí a došli bychom tak zcela jistě k zjištění, že celkové tepelné ztráty by byly zcela jistě větší.

Skutečná spotřeba objektu a jeho zařazení

Podle fakturačního období za rok 2015/16 činila spotřeba za energie elektřina + plyn dohromady více než 88,55 kWh. Kdybychom tak měli objekt o dvou typech provozu zařadit podle energetické náročnosti budovy, dostali bychom se do kategorie B, což není k stáří objektu, skladbě a typu materiálů, typem použitých technologií technického zařízení budov možné. Tento výsledek lze pochopit tak, že současný typ vytápění (hraje hlavní roli) je poddimenzovaný nebo velice málo využívaný.

2. Návrh stavebně technického řešení

Objekt je v současné době zásoben plynem, který je využíván jak pro vytápění, ale i pro přípravu TV. Můj návrh spočívá v celkovém využití elektrické energie. Plynové kotle budou nahrazeny elektrickými. Rozvody pro vytápění budou rozděleny na několik okruhů. Samostatná restaurační větev je pak tvořena především z důvodů samostatného vyúčtování energií. Další významný okruh je tvořen hlavním sálem, který svojí spotřebou energií je hlavní tepelně-ekonomickou zátěží a je potřeba zde koncentrovat největší při návrhu nejen otopného okruhu ale i vzduchotechnické jednotky. Elektrické kotle včetně expanzní nádrže budou odděleny od otopné soustavy rozdělovačem-sběračem. Ohřev vody bud centrální pro oba provoz, protože potřeba TV není tak velká, aby byla rozdělena na dvě části.

Abý celý objekt mohl spadat do kategorie nízkoenergetický objekt, je zapotřebí masivního zateplení všech konstrukcí spojených s exteriérem. Veškeré zateplení a výpočty jsou provedeny v programu PROTECH pro zimní provoz. Letní provoz a sním spojená tepelná zátěž je řešena ve většině objektu přirozeným větráním s výjimkou hlavního sálu, kde je tepelná zátěž v létě odváděna pomocí vzduchotechnického zařízení.

2.1 Návrh variant

2.1.1 Návrh 1. varianty

V první variantě jsou navrženy solární panely do soustavy na přípravu TV. V této variantě by tedy solární panely pokrývaly v zimním a letním provozu přípravu TV v co největší možné míře. Vyhodnocení oproti variantě číslo 2 by pak spočívalo, zdali je ekonomicky výhodnější. Schéma varianty je obsažena ve výkresu.

2.1.2 Návrh 2. varianty

V druhé variantě jsou navrženy nejen do otopné, ale i vytápěcí soustavy. V zimním provozu by pokrývala elektřina vyráběná fotovoltaickými panely přípravu TV, a v letním pak navíc i částečně provoz VZT zařízení na odvětrávání hlavního sálu. Opět porovnáváme, zda-li je ekonomicky výhodnější fototermické nebo fotovoltaické řešení. Schéma varianty je obsažena ve výkresu.

2.2 Hodnocení variant

2.2.1 Z hlediska vnitřního prostředí

Provozem vytápění, přípravou TV nebo VZT není žádným způsobem narušeno vnitřní prostředí a ani tak není nutno žádným způsobem navrhopat určitá opatření. Jediné, co musíme vyhodnotit je hlukový limit pro chod vzduchotechnické jednotky v hlavním sále, aby splňovala požadované normy.

2.2.2 Z hlediska uživatele

Rekonstrukce objektu zaručuje, že je docíleno tepelného komfortu pro uživatele jak sportovní haly, tak i restauračního zařízení. Objekt je celý vytápěn deskovými tělesy na pokrytí tepelných ztrát prostupem a částečně vzduchotechnikou na pokrytí ztrát větráním. Obě námi navržené varianty mohou dobře posloužit uživatelům díky pokrytí přípravy TV v letním i zimním provozu.

2.2.3 Z hlediska prostorových nároků

Varianta je na prostorové požadavky výhodnější díky většímu výkonu solárních panelů a menší tak navrhované ploše v porovnání s variantou 2. Vezmeme-li však v úvahu, že jak solární, tak fotovoltaické panely budou nainstalovány na střechu hlavního sálu, kde žádným způsobem nebudou zabírat důležitý prostor, je problém prostorových nároků irelevantní, protože střešní plocha hlavního sílu se pohybuje v desítkách metrů čtverečních a nehraje tak velkou roli.

2.2.4 Hledisko ekonomické

Obě dvě varianty čerpají z obnovitelného zdroje energie, a proto se zde nabízí pouze otázka za jak dlouho se mi investice v podobě panelů solárních, nebo fotovoltaických vrátí. Vzhledem k tomu, že příprava TV není v objektu tak důležitá nabízí se řešení pomocí fotovoltaických panelů, které sice vyžadují větší počáteční investici, avšak díky tomu, že dokážou v letním provozu dodávat a částečně pokrývat provoz VZT jednotky, se jeví výhodnější. Další výhodou fotovoltaiky je menší starosti s údržbou, kdy není potřeba vyměňovat kapalinu proudící v solární soustavě plus izolaci potrubí. Další výhodou je, že fotovoltaické panely dokáží (malým výkonem ale dokáží) pracovat i při zatažené obloze a nepotřebují tak „čistou“ oblohu bez mráčků. Se zvýšením výkonu by se tak dalo dosáhnout i v zimním provozu částečně pokrytí otopné soustavy, s tím by však souvisely ale i rostoucí náklady, které nejsou součástí bilance. Je ale jasné, že s rostoucím výkonem by byla jasnější volba fotovoltaika vzhledem k nízké potřebě TV v objektu.

2.2.5 Hledisko životního prostředí

Vzhledem k tomu, že celá soustava je poháněná elektrickou energií, nevzniká tak žádný problém s odvodem škodlivin z objektu ať už v podobě kondenzátu z plynových či dalších zařízení. Obě varianty jsou tedy velice šetrné k životnímu prostředí.

2.2.6 Volba varianty

Pro technické řešení volím variantu číslo 2 kvůli letnímu provozu, kdy jsou fotovoltaické panely schopny přeměrovat vyrobenou elektřinu nejen to přípravy TV, ale i do chladicího systému v podobě chladicí VZT jednotky.

2.3 Ostatní profese TZB

2.3.1 ZTI

2.3.1.1 Vodovod

Všechny rozvody vnitřního vodovodního potrubí budou vedeny v podhledu a izolovaný podle vyhlášky č. 193/2007 hovořící o povinnosti opatřit rozvody TV a vytápění tepelnou izolací a nahradí tak staré decentralizované rozvody. Tl. potrubní izolace tak bude navržena v závislosti na průměru potrubí. Zásobování vody je záležitostí především hygienických zařízení pro oba provozy. Teplá voda je pak v podstatě rozdělena podle potřeby do 3 částí. Podstatná část je potřeba na celkový úklid podlahové plochy, pak je to sprchování a nakonec to je mytí rukou a další méně podstatné činnosti. Celková příprava TV vody je pak už výše zmiňovaná centrálně pro oba provozy, které se částečně kryjí. Potřeba teplé vody je v obou provozech není tak důležitá a nehraje tak primární roli. Detailnější popis přípravy teplé vody je pak věnován v konkrétním návrhu řešení přípravy TV.

2.3.1.2 Kanalizace

Veškerá vnitřní kanalizace je vedena v zemi. V rámci rekonstrukce bude nahrazené staré litinové za nové plastové PVC KG vhodné pro rozvody vedené v zemi. Všechny přípojovací kanalizační potrubí jsou svedeny do kanalizačního řádu pomocí stávající kanalizační přípojky HDPE. Samotné dimenzování vnitřní kanalizace by pak bylo provedeno podle ČSN EN 12056-2 a ČSN 75 6760, které spočívá ve stanovení průtoků odpadních vod a návrhu jmenovitých světlostí potrubí, které má určitou hydraulickou kapacitu větší nebo rovnou vypočtenému průtoku.

2.3.2 Vytápění

Základem vytápěnou jsou dva elektrické kotle, na které jsou napojeny 4 okruhy vytápění. První okruh vytápí předsálí, záchody, sklady, kuchyňku, sprchy v sportovní hale. Druhý okruh vytápí samotný hlavní sál z důvodů vyšších tepelných ztrát oproti ostatním prostorům. Třetí okruh je restaurační zařízení, které má samostatnou větev z důvodů placení energií. Poslední větev vytápí pouze posilovnu a skladovací prostory pro židle, stoly a sportovní potřeby. Návrh výkonu otopné soustavy (elektrických kotlů) vychází z výpočtů programu PROTECH určující tepelnou ztrátu objektu. Otopná soustava je dimenzována podle ČSN 06 0310. Samotné místnosti jsou vytápěny deskovými otopnými tělesy s dvoutrubkovými rozvody. Potrubní rozvody jsou z velké části vedené v podlaze a z menší části v podhledu. Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací podle již zmíněné vyhlášky č. 193/2007.

2.3.3 Vzduchotechnika

Vzduchotechnická jednotka řeší v zimním provozu dostatečné pokrytí tepelných ztrát výměnou vzduchu a v letním provozu tepelnou zátěž hlavního sálu. Pro zimní provoz je VZT jednotka vybavena zpětným získáváním tepla, díky kterému předává teplo odváděného vzduchu příchozímu. Pro letní provoz zase využívá VZT jednotka chlazení a odvádí tak přebytečné tepelné zisky v kombinaci s příchozím chlazeným vzduchem. Dimenzování vzduchotechnické jednotky je provedeno podle ČSN EN 13779 pro větrání nebytových budov.

2.4 Technická realizace varianty číslo 2

2.4.1 Výpočet součinitel prostupu tepla konstrukcemi

Výpočet součinitel prostupu tepla byl prováděn v softwarové programu PROTECH, který pracuje a zhodnocuje zadaný objekt podle ČSN EN 12831. V programu samotném jsem zadával nikoliv místnost po místnosti, ale podle typu konstrukcí na sebe navazujících. Jak už bylo řečeno výše, objekt se skládá především ze škvárobetonových tvárnic a cihel plných pálených. Jako opatření jsem celý objekt zateplil od střechy až po suterén. Při výpočtech jsem nevěnoval dostatečný důraz na skladebnost a návaznost jednotlivých vrstev na sebe, jako spíše na dosažený součinitel prostupu tepla a jeho celkové porovnání s normovou hodnotou pro pasivní stavby.

Celkové zadání objektu a nastavení okrajových podmínek má za následek, aby se celkový výpočet, co nejlépe blížil skutečným podmínkám.

Restaurační zařízení - suterén				
Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m ² K]	Urec,20[W/m ² K]	Upas,20[W/m ² K]
Cihla pálená	500	0,179	0,25	0,18
Izolace XPS	150			
Hydroizolace	-			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavků pasivní stavby				

Restaurační zařízení – hlavní prostor				
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucel[W/m ² K]	Urec,20[W/m ² K]	Upas,20[W/m ² K]
Omítka	15	0,176	0,25	0,18
Cihla pálená	450			
Izolace EPS	160			
Omítka	15			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Sportovní areál - předsálí a kuchyňka				
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucel[W/m ² K]	Urec,20	Upas,20
Omítka	15	0,176	0,25	0,18
Cihla pálená	450			
Izolace EPS	160			
Omítka	15			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Sportovní areál - skladovací prostory a				
---	--	--	--	--

posilovna				
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Omítka	15	0,182	0,25	0,18
Cihla pálená	350			
Izolace EPS	160			
Omítka	15			
Ucel>Upas,20 Nevyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Sportovní areál - hlavní sál				
Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m2 K]	Urec,20[W/m2 K]	Upas,20[W/m2 K]
Omítka	15	0,179	0,25	0,18
Škvárobetonové zdivo	500			
Izolace EPS	160			
Omítka	15			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Restaurační zařízení – skladovací prostory a kuchyně				
Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Omítka	15	0,176	0,25	0,18
Cihla pálená	450			
Izolace EPS	160			
Omítka	15			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Sportovní areál – sklady, kuchyně, wc				
Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m2 K]	Urec,20[W/m2 K]	Upas,20[W/m2 K]
Omítka	15	0,182	0,25	0,18
Škvárobetonové zdivo	450			
EPS	160			
Omítka	15			
Ucel>Upas,20 Nevyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Podlahové konstrukce

Sportovní areál – hlavní sál a posilovna				

Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Podsyp škvára	200	0,150	0,22	0,15
Beton prostý	200			
hydroizolace	-			
Beton prostý	40			
EPS NeoFloor	130			
Parkety	20			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Sportovní areál a restaurační zařízení – chodby, sklady, hl. restaurační prostor, kuchyň				
Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Podsyp škvára	200	0,150	0,22	0,15
Beton prostý	200			
hydroizolace	-			
EPS NeoFloor	130			
Bet.mazanina	40			
Dlažba ker.	20			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Restaurační zařízení – suterén				
Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Beton prostý	200	0,159	0,22	0,15
hydroizolace	-			
EPS neofloor	160			
Beton prostý	50			
Ucel>Upas,20 Nevyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Střešní konstrukce

Restaurační zařízení a místnosti přilehlé				

k hlavnímu sálu –				
Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m ² K]	Urec,20[W/m ² K]	Upas,20[W/m ² K]
Beton prostý	180	0,144	0,16	0,15
Parozábrana	-			
Minerální izolace	20			
Beton prostý	40			
Isover EPS	200			
Difúzní folie	-			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Sportovní areál – hlavní sál				
Název vrstvy	Tloušťka a vrstvy [mm]	Ucel[W/m ² K]	Urec,20[W/m ² K]	Upas,20[W/m ² K]
Železobetonové desky	50	0,150	0,15	0,5
Parázábrana	-			
Isover EPS	200			
Difúzní folie	-			
Oplechování	-			
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Otvorové výplně – dveře

Název	Rozměry [mm]	Ucel[W/m ² K]	Urec,20[W/m ² K]	Upas,20[W/m ² K]
Sportovní areál - plastové vstupní dveře	2950x2020	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry [mm]	Ucel[W/m ² K]	Urec,20[W/m ² K]	Upas,20[W/m ² K]
Restaurační zařízení - plastové vstupní dveře	800x2020	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry	Ucel[W/m ² K]	Urec,20[W/m ² K]	Upas,20[W/m ² K]
-------	---------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------

	[mm]]]]
Sportovní areál – plastové vedlejší vstupní dveře	1550x2020	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Sportovní areál – ochlazované dveře z nevytápěné strany	1550x2020	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Restaurační zařízení – zásobovací dveře	1250x2020	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Okna

Název	Rozměry [mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Restaurační zařízení – plastová okna	2950x2350	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Sportovní areál – plastová okna sprchy	1380x570	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Sportovní areál –	880x1170	0,8	1,1	0,8

plastová okna wc				
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Restaurační zařízení – plastová okna	1500x2370	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Sportovní areál – plastová okna posilovna	2350x1100	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Restaurační zařízení – plastová okna	570x880	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Restaurační zařízení – plastová okna	570x850	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]
Sportovní areál – plastová okna	1450x2400	0,8	1,1	0,8
Ucel<Upas,20 Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m2K]	Urec,20[W/m2K]	Upas,20[W/m2K]

Sportovní areál – plastová okna	1780x1450	0,8	1,1	0,8
Ucel < U _{pas,20} Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m ² K]	U _{rec,20} [W/m ² K]	U _{pas,20} [W/m ² K]
Sportovní areál – dřevěná okna zdvojená kuchyňka	1350x1300	0,8	1,1	0,8
Ucel < U _{pas,20} Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m ² K]	U _{rec,20} [W/m ² K]	U _{pas,20} [W/m ² K]
Sportovní areál – plastová okna	1500x1480	0,8	1,1	0,8
Ucel < U _{pas,20} Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m ² K]	U _{rec,20} [W/m ² K]	U _{pas,20} [W/m ² K]
Restaurační zařízení – plastová okna	1330x1330	0,8	1,1	0,8
Ucel < U _{pas,20} Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Název	Rozměry ŠxV[mm]	Ucel[W/m ² K]	U _{rec,20} [W/m ² K]	U _{pas,20} [W/m ² K]
Restaurační zařízení – plastová okna	1750x1440	0,8	1,1	0,8
Ucel < U _{pas,20} Vyhovuje požadavkům pasivní stavby				

Co se týká obvodových konstrukcí – stěn, podlah, střeš, tak ve velké míře nebyly dosaženy hodnot pasivních domů, i když se k nim velice přibližovali. Okna a dveře náročnou normu pasivních domů podmínku splňují. U těchto konstrukcí by v praxi bylo spíše problémem napojení na stěnové konstrukce a celkové provedení instalací.

2.4.2 Tepelné ztráty objektu

Celkové tepelné ztráty objektu jsou rozděleny stejně jako při hodnocení jednotlivých konstrukcí do několika skupin podle druhu použitého materiálu. Celkové tepelné ztráty se stávající z tepelných ztrát prostupem tepla a větráním. V mnohem větší míře jsou

zastoupeny tepelné ztráty prostupem, ztráty větráním pak vyplňují pouze několik procent. Tepelné ztráty a větráním jsem skoro v celém objektu pokryl tepelným výkonem deskových těles nainstalovaných podél obvodových stěn po parapetech oken. Jediná výjimka je hlavní sál, kdy tepelné ztráty jsou pokryty otopnými tělesy a ztráty větráním pokrývá vzduchotechnická jednotka. Tepelné ztráty objektu, stejně tak jako součinitel prostupu tepla, je spočítán pomocí programu PROTECH.

Název místnosti	Tepelná ztráta prostupem [kW]	Tepelná ztráta výměnou vzduchu [kW]	Celkem [kW]
1.01 Zádveří	0,48	0,16	0,64
1.02 Restaurace - hl.místnost	4,13	2,2	6,23
1.04 Restaurace – chodba na wc	0,30	0,11	0,41
1.05 Restaurace – wc ženy	0,26	0,08	0,33
1.06 Restaurace – wc muži	0,11	0,03	0,14
1.07 Restaurace – sklad věcí	0,29	0,11	0,4
1.08 Restaurace – sklad věcí	0,15	0,06	0,216
1.09 Restaurace – wc personál	0,11	0,03	0,14
1.10 Restaurace - zádveří	0,36	0,12	0,48
1.12 Restaurace – kuchyň	0,40	0,19	0,59
1.15 Sportovní hala - předsálí	3,00	1,65	4,65
1.16 Sportovní hala – sklad věcí	0,69	0,33	1,02
1.17 Sportovní hala - kuchyňka	0,35	0,14	0,49
1.18 Sportovní hala – sklad sportovního náčiní	0,5	0,2	0,7
1.19 Sportovní hala - převlékárny	0,23	0,12	0,35
1.20 Sportovní hala - sprcha	0,35	0,19	0,543
1.21 Sportovní hala – wc ženy	0,45	0,23	0,68
1.22 Sportovní hala – wc muži	0,31	0,15	0,46
1.23 Sportovní hala – chodba	0,81	0,4	1,21
1.24 Sportovní hala –	16,66	16,88	33,54

hlavní sál			
1.25 Sportovní hala - posilovna	1,8	0,84	2,64
1.26 Sportovní hala – sklad stolů a židlí	0,94	0,54	1,48
Celkem			57,34

Zhodnocení obálky budovy

Když porovnáme objekt před rekonstrukcí a objekt po rekonstrukci, dojdeme k velkému rozdílu mezi tepelnými ztrátami. Při bližším prozkoumání zjišťujeme, že přílehlé místnosti k hlavnímu sálu včetně restauračního zařízení mají velice nízké tepelné ztráty v porovnání s hlavním sálem, který se podílí na tepelném úniku více než z poloviny a je tak hlavní zátěží v energetickém provozu objektu.

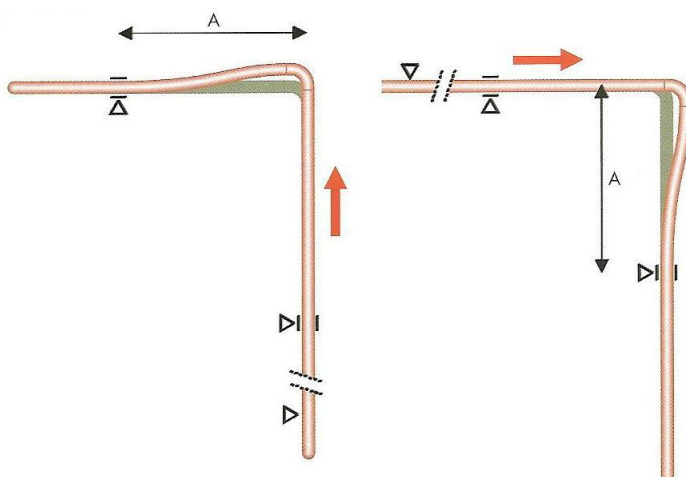
2.4.3 Dimenzování otopné soustavy

Celkovou otopnou soustavu dimenzujeme na pokrytí tepelné ztráty spočítané v programu PROTECH. Pro nás jsou celkové ztráty prostupem tepla čítající hodnotu 40,5 kW. Celkový výkon otopné soustavy respektive otopných těles musí být větší než uváděná tepelná ztráta.

2.4.3.1 Rozvody

Pro dimenzování vnitřních rozvodů bude použito materiálu z mědi a nahradí tak bývalé ocelové a plastové rozvody. Rozvody budou taženy v podlaze a podhledech a opatřeny tepelnou izolací proti tepelným únikům. V rámci objektu jsou rozvody taženy pouze vnitřními prostory, nikoliv venkovními. Protože jsou rozvody „schovány“, riziko mechanického poškození je tak minimalizováno. Uchycení a vedení potrubí musí být vždy v souladu výrobce a řídit se tak jeho pokyny.

Návrh uchycení potrubí:



Obr. 13 [zdroj: www.schiessl.cz]

Návrh tepelné izolace

Návrh tepelné izolace pro měděné rozvody jsem provedl podle vyhlášky č. 193/2007, která stanovuje povinnost opatřit rozvody pro vytápění a TV tepelnou izolací v závislosti na DN izolovaných rozvodů.

Použitý typ výpočtu:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d-2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [\text{W/mK}]$$

Výpočet [zdroj: www.tzb-info.cz]

č. úseku	Q-celk [W]	Q-nárus t [W]	l [m]	d [m]	D [m]	st [m]	α_e [W/m ² K]	λ_t [W/mK]	λ_{iz} [W/mK]	U_o [W/mK]	tl. izolace [mm]
Hlavní větev 1 - předsálí, sklady, kuchyň, wc											
1	676	676	1,5	0,012	0,070	0,001	10	393	0,046	0,15	35
2	2327	1651	3,7	0,018	0,080	0,001	10	393	0,046	0,18	40
3	3978	1651	3,7	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
4	5629	1651	7,5	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
5	6162	533	3,5	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
6	6695	533	2,5	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
7	7228	533	3,5	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
8	7752	524	2,8	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
9	8276	524	2,5	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
10	8800	524	3,2	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
11	9327	527	3,8	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
12	9891	564	3,4	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
13	10625	734	7,4	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
14	11938	1313	35,6	0,022	0,080	0,001	10	393	0,046	0,21	40
Vedlejší větev 1 - koupelna											
1-10	527	527	0,9	0,012	0,070	0,001	10	393	0,046	0,15	35
Vedlejší větev 1 - chodba											
1-2	789	789	6,8	0,012	0,070	0,001	10	393	0,046	0,15	35
2-13	1313	524	0,8	0,015	0,070	0,001	10	393	0,046	0,17	35
Vedlejší větev 2 - hlavní sál											
1	873	873	2,5	0,015	0,070	0,001	10	393	0,046	0,17	35

					0	1						
2	1746	873	3,7	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
3	2619	873	2,6	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
4	3492	873	3,6	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
5	4365	873	2,5	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
6	5238	873	3,6	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
7	6111	873	2,5	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
8	6984	873	3,6	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
9	7857	873	2,5	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
10-9	8730	873	1,3	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
Hlavní větev 2 - hlavní sál												
1	902	902	3,5	0,015	0,07 0	0,00 1	10	393	0,046	0,17	35	
2	1775	873	2,5	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
3	2648	873	3,6	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
4	3521	873	2,5	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
5	4394	873	3,6	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
6	5267	873	2,5	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
7	6140	873	3,6	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
8	7013	873	2,5	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
9	7886	873	18,4	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
10	1661 6	8730 6	6	0,028	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,25	40	
Hlavní větev 3 - restaurace												
1	1651	1651	3,6	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40	
2	3302	1651	3,6	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
3	4953	1651	9,7	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	
4	5410	457	1,8	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40	

5	5600	190	1,6	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
6	5762	162	0,5	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
7	5924	162	3,5	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
8	6413	489	2,4	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
9	6711	298	1,7	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
10	6873	162	9	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
11	7362	489	2,8	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
12	7973	611	2,1	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
13	9452	1479	23	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
Vedlejší větev 3 - restaurace											
1	493	493	3,2	0,012	0,07 0	0,00 1	10	393	0,046	0,15	35
2	986	493	4	0,015	0,07 0	0,00 1	10	393	0,046	0,17	35
3-12	1479	493	7,1	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40
Vedlejší větev 3 - restaurace-wc											
1-6	162	162	0,7	0,008	0,04 0	0,00 1	10	393	0,046	0,16	20
Vedlejší větev 3 - restaurace-zádveří											
1-10	489	489	3,1	0,012	0,07 0	0,00 1	10	393	0,046	0,15	35
Vedlejší větev 3 - restaurace-kuchyň											
1-11	611	611	3,3	0,012	0,07 0	0,00 1	10	393	0,046	0,15	35
Hlavní větev 4 - Posilovna											
1	986	986	3,1	0,015	0,07 0	0,00 1	10	393	0,046	0,17	35
2	1972	986	3,1	0,018	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,18	40
3	2958	986	3,7	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
4	3847	889	3,6	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40
5	4736	889	3	0,022	0,08 0	0,00 1	10	393	0,046	0,21	40

Protože jsou vodovodní rozvody taženy pouze ve vytápěném prostředí, není zapotřebí tak velkých průměrů izolací. Navrhují proto poloviční tloušťku izolací, tepelná ztráta

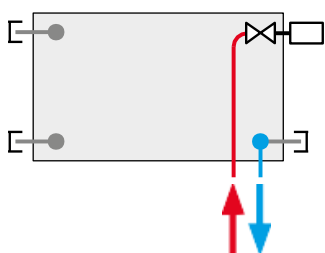
potrubí je tak tedy pokryta z okolního prostředí. Jediná místnost, kde tloušťka tepelných izolací zůstane stejná, je technická místnost, která není sama o sobě vytápěná.

2.4.3.2 Otopná tělesa

Dimenzování otopných těles byl proveden pomocí softwaru Excelu. Pro celý objekt budou využita desková tělesa firmy Korado v provedení VK a trubková Koralux. Desková tělesa budou využita v celém objektu, s výjimkou sprchy, kde bude použit trubkové těleso. Všechna desková tělesa mají pravé spodní napojení pomocí přímého šroubení. Deskové těleso dále obsahuje termostatický ventil s termostatickou hlavicí pro regulaci výkonu. V objektu je počítáno s těmito typy deskových otopných těles: 10 VK, 11 VK, 20 VK, 21 VK, 22 VK. Trubkové těleso instalované v sprchách má spodní střední připojení s přímým šroubením. Dimenze otopných těles a celého otopného systému byla navržena na teplotní spád 55/40 °C.

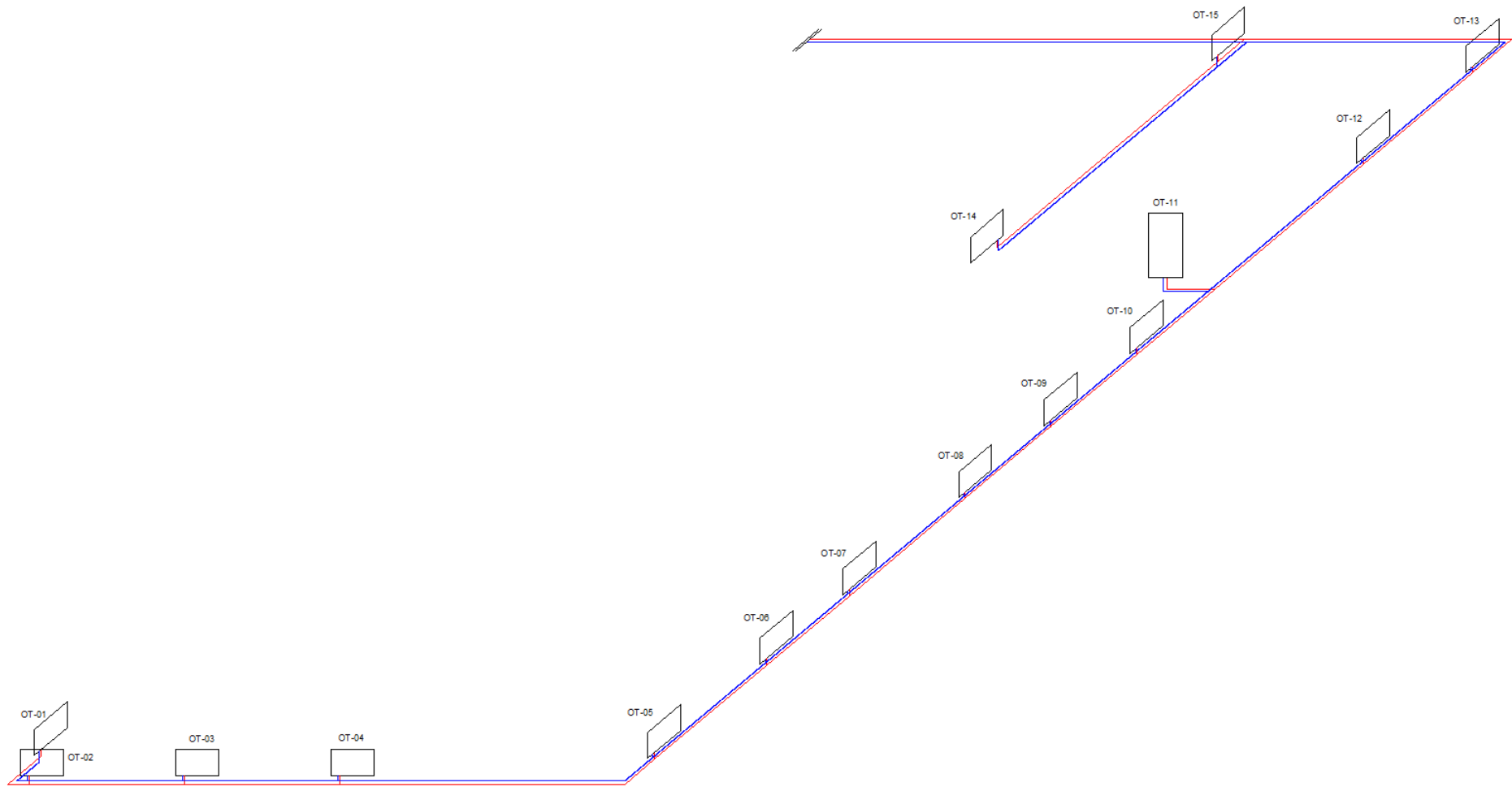
Základní technické údaje o radiátorech VK

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 20 VK	66 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	Pravé spodní

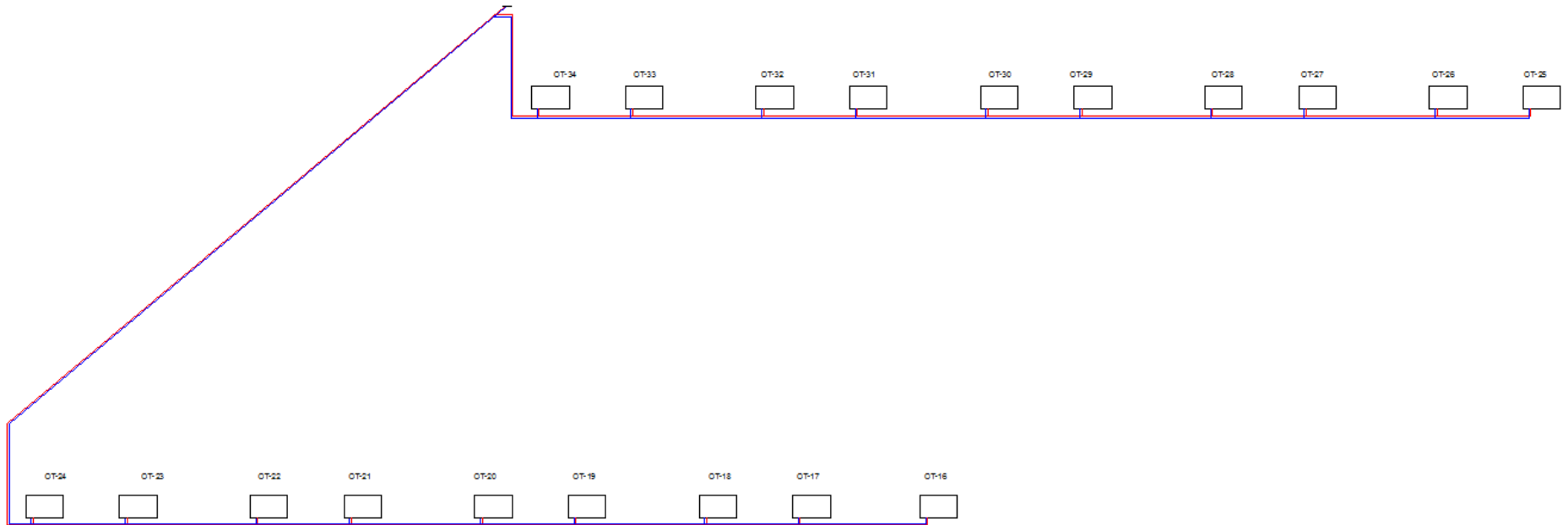


Obr. 14 [zdroj:www.korado.cz]

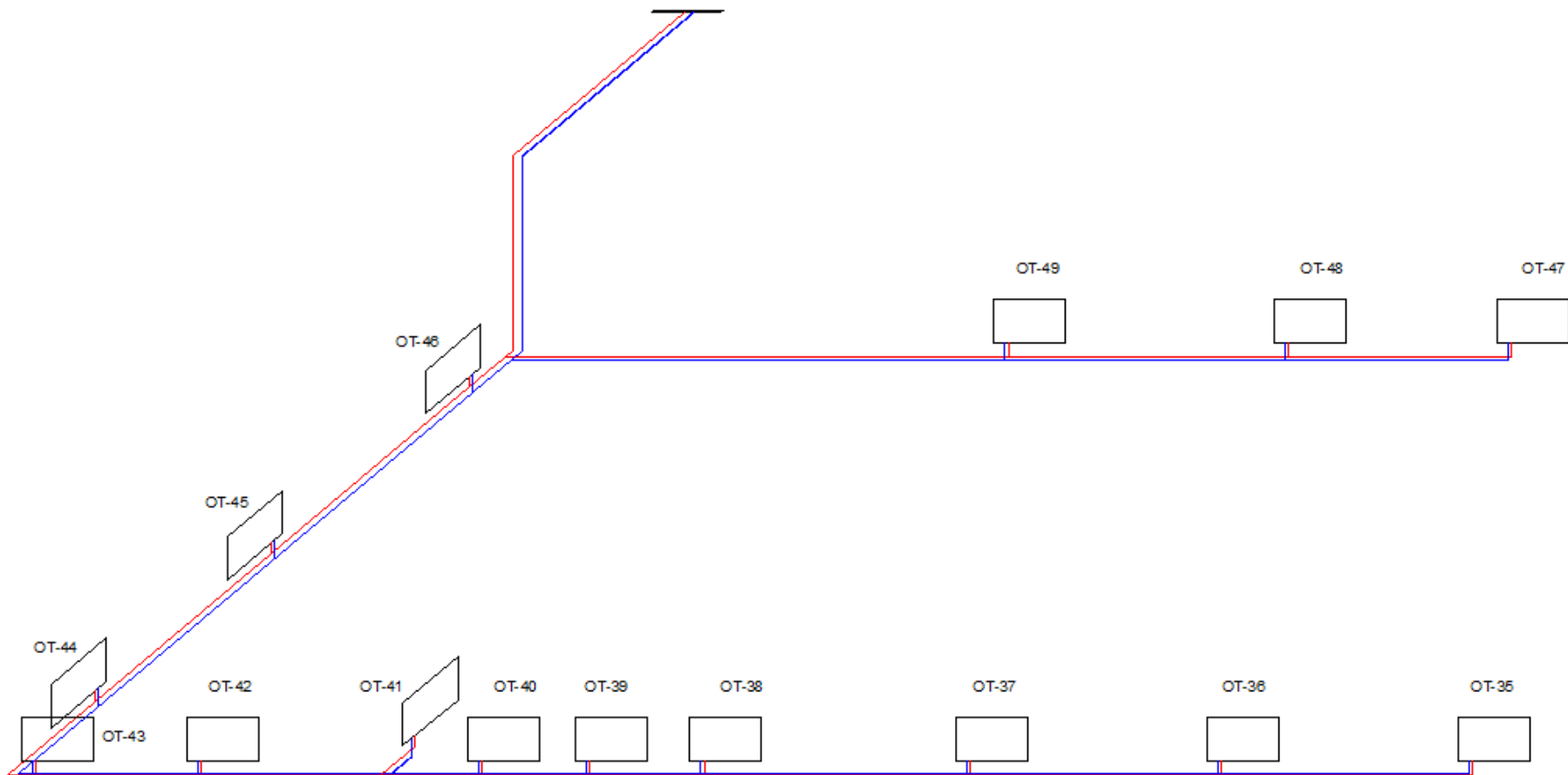
Č. úseku	Q-celkem [W]	Q-nárůst [W]	M [kg/h]	l [m]	DN [Dxt]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	ŠROUBENÍ	TRV stupeň	Δp_{RV} [Pa]	$R^*l + \Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
VĚTEV V1 - HLAVNÍ - předsálí,sklady,kuchyň, wc															
B1	676	676	39	1,5	12x1	43,9	0,14	65,85	13,7	134,3	4 1/2	6	260	326	326
B2	2327	1651	133	3,7	18x1	37,5	0,19	138,75	15,5	279,8	4 1/2	6	0	139	465
B3	3978	1651	228	3,7	22x1	33,3	0,20	123,21	15,2	304,0	4 1/2	6	0	123	588
B4	5629	1651	323	7,5	22x1	61	0,24	457,5	12,6	362,9	4 1/2	6	0	458	1045
B5	6162	533	353	3,5	22x1	70	0,32	245	4,8	238,1	4 1/2	5	0	245	1290
B6	6695	533	384	2,5	22x1	83,4	0,35	208,5	4,8	294,0	4 1/2	5	0	209	1499
B7	7228	533	414	3,5	22x1	94,6	0,39	331,1	4,8	365,0	4 1/2	5	0	331	1830
B8	7752	524	444	2,8	22x1	108,2	0,39	302,96	4,8	365,0	4 1/2	5	0	303	2133
B9	8276	524	474	2,5	22x1	125	0,44	312,5	4,8	464,6	4 1/2	5	0	313	2445
B10	8800	524	504	3,2	22x1	133,5	0,46	427,2	9,3	983,9	4 1/2	4	0	427	2873
B11	9327	527	535	3,8	22x1	148,6	0,48	564,68	4,8	553,0	-	-	0	565	3437
B12	9891	564	567	3,4	22x1	164,3	0,51	558,62	4,8	624,2	4 1/2	4	0	559	3996
B13	10625	734	609	7,4	22x1	185	0,54	1369	10,0	1458,0	4 1/2	3	0	1369	5365
B14	11938	1313	684	35,6	22x1	231,5	0,62	8241,4	64,0	12300,8	-	-	0	8241	13606
V1 - VEDLEJŠÍ - koupelna															
B1-10	527	527	30	0,9	12x1	27,8	0,11	25,02	5,9	35,7	1 3/4	1	1000	1025	2873
V1 - VEDLEJŠÍ - chodba															
B1-2	789	789	45	6,8	12x1	55	0,16	374	2,6	33,3	3	3	350	724	724
B2-13	1313	524	75	0,8	15x1	38,2	0,16	30,56	2,5	32,0	4 1/2	6	0	31	5365



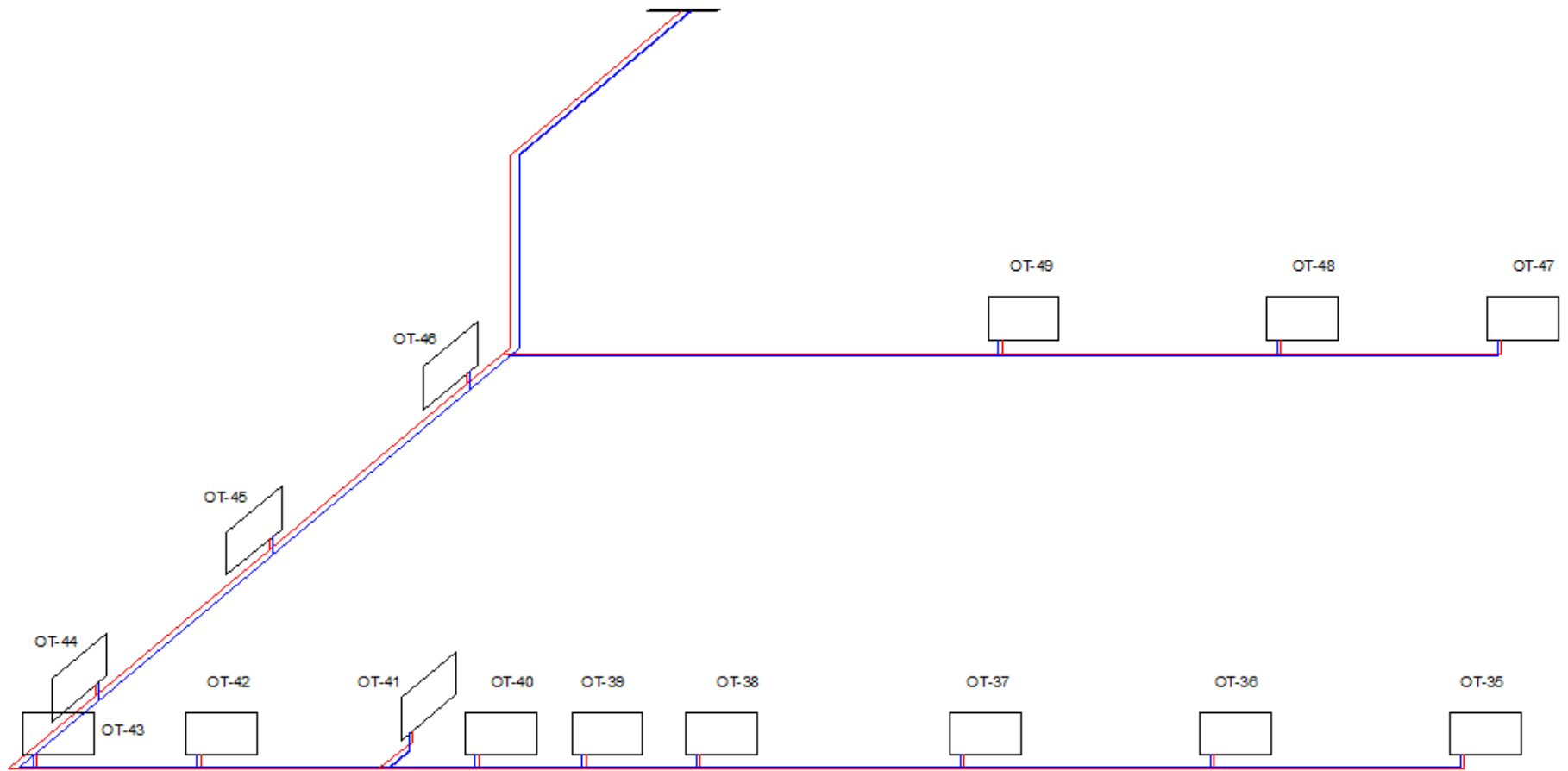
V2 - VEDLEJŠÍ - hlavní sál															
C.1	873	873	50	2,5	15x1	19	0,107	47,5	2,9	16,6	3	4	400	447,5	448
C.2	1746	873	100	3,7	18x1	23,9	0,14	88,43	4,8	47,0	4 1/2	6	0	88	536
C.3	2619	873	150	2,6	18x1	44,8	0,205	116,48	4,8	100,9	4 1/2	6	0	116	652
C.4	3492	873	200	3,6	18x1	74,6	0,273	268,56	4,8	178,9	4 1/2	6	0	269	921
C.5	4365	873	250	2,5	18x1	108	0,339	270	5,1	293,0	4 1/2	6	0	270	1191
C.6	5238	873	300	3,6	22x1	53,8	0,268	193,68	4,8	172,4	4 1/2	6	0	194	1385
C.7	6111	873	350	2,5	22x1	70	0,315	175	4,8	238,1	4 1/2	6	0	175	1560
C.8	6984	873	400	3,6	22x1	89,6	0,358	322,56	4,8	307,6	4 1/2	6	0	323	1882
C.9	7857	873	450	2,5	22x1	108,6	0,4	271,5	4,8	384,0	4 1/2	6	0	272	2154
C.10-9	8730	873	500	1,3	22x1	130	0,448	169	5,1	511,8	4 1/2	6	0	169	3932
V2 - HLAVNÍ - hlavní sál															
C1	902	902	52	3,5	15x1	19	0,107	66,5	5,9	33,8	4 1/2	6	460	526,5	527
C2	1775	873	102	2,5	18x1	23,9	0,14	59,75	4,8	47,0	4 1/2	6	0	60	586
C3	2648	873	152	3,6	18x1	44,8	0,205	161,28	4,8	100,9	4 1/2	6	0	161	748
C4	3521	873	202	2,5	18x1	74,6	0,273	186,5	4,8	178,9	4 1/2	6	0	187	934
C5	4394	873	252	3,6	18x1	108	0,339	388,8	5,1	293,0	4 1/2	6	0	389	1323
C6	5267	873	302	2,5	22x1	53,8	0,268	134,5	4,8	172,4	4 1/2	6	0	135	1457
C7	6140	873	352	3,6	22x1	70	0,315	252	4,8	238,1	4 1/2	6	0	252	1709
C8	7013	873	402	2,5	22x1	89,6	0,358	224	4,8	307,6	4 1/2	6	0	224	1933
C9	7886	873	452	18,4	22x1	108,6	0,4	1998,24	12,9	1032,0	4 1/2	4	0	1998	3932
C10	16616	8730	952	6	28x1	140	0,547	840	14,6	2184,2	-	-	0	840	4772



V3 - HLAVNÍ - restaurace															
D1	1651	1651	95	3,6	18x1	21,2	0,133	76,32	16,3	144,2	4 1/2	6	1100	1176,32	1176
D2	3302	1651	189	3,6	22x1	24	0,17	86,4	15,2	219,6	4 1/2	6	0	86,4	1263
D3	4953	1651	284	9,7	22x1	49,6	0,253	481,12	20,4	652,9	4 1/2	6	0	481,12	1744
D4	5410	457	310	1,8	22x1	56,6	0,28	101,88	10	392,0	4 1/2	6	0	101,88	1846
D5	5600	190	321	1,6	22x1	60	0,29	96	4,8	201,8	4 1/2	3	0	96	1942
D6	5762	162	330	0,5	22x1	63,7	0,31	31,85	7,5	360,4	4 1/2	3	0	31,85	1974
D7	5924	162	340	3,5	22x1	65,9	0,31	230,65	4,8	230,6	-	-	0	230,65	2204
D8	6413	489	368	2,4	22x1	77,1	0,34	185,04	4,8	277,4	4 1/2	5	0	185,04	2389
D9	6711	298	385	1,7	22x1	83,9	0,35	142,63	7,4	453,3	4 1/2	4	0	142,63	2532
D10	6873	162	394	3,1	22x1	88,8	0,36	275,28	4,8	311,0	4 1/2	2	0	275,28	2807
D11	7362	489	422	3,5	22x1	98,5	0,38	344,75	4,8	346,6	4 1/2	4	0	344,75	3152
D12	7973	611	457	0,6	22x1	111,6	0,41	66,96	4,8	403,4	4 1/2	6	0	66,96	3219
D13	9452	1479	542	23	22x1	150,8	0,49	3468,4	14,6	1752,7	-	-	0	3468,4	6687
V3 - VEDLEJŠÍ - restaurace															
D.1	493	493	28	3,2	12x1	24,1	0,1	77,12	2,9	14,5	1 3/4	2	1000	1077,12	1077
D.2	986	493	57	4	15x1	23,9	0,12	95,6	5,1	36,7	4 1/2	6	0	95,6	1173
D.3-12	1479	493	85	7,1	18x1	17,5	0,12	124,25	5,1	36,7	4 1/2	6	0	124,25	3219
V3 - VEDLEJŠÍ - restaurace-wc															
D.1-6	162	162	9	0,7	8x1	67,6	0,09	47,32	5,9	23,9	1 1/4	1	500	547,32	1974



V4 - HLAVNÍ - Posilovna															
E1	986	986	57	3,1	15x1	23,9	0,12	74,09	5,9	42,5	4 1/2	6	550	624,09	624
E2	1972	986	113	3,1	18x1	27,9	0,16	86,49	5,1	65,3	4 1/2	6	0	86,49	711
E3	2958	986	170	3,7	22x1	20	0,15	74	4,8	54,0	4 1/2	6	0	74	785
E4	3847	889	221	3,6	22x1	31,5	0,2	113,4	4,8	96,0	4 1/2	6	0	113,4	898
E5	4736	889	271	3	22x1	44,9	0,24	134,7	17,2	495,4	-	-	0	134,7	1033



Celkový seznam navržených těles včetně jejich výkonu a čísla místnosti:

Označení tělesa	Umístění v místnosti	Výkon tělesa [W]
Topný okruh číslo 1		
OT-01	1.01	676
OT-02	1.15	1651
OT-03	1.15	1651
OT-04	1.15	1651
OT-05	1.16	533
OT-06	1.17	533
OT-07	1.17	533
OT-08	1.18	524
OT-09	1.18	524
OT-10	1.19	524
OT-11	1.20	527
OT-12	1.21	564
OT-13	1.22	734
OT-14	1.23	524
OT-15	1.23	789
Topný okruh číslo 2		
OT-16	1.24	902
OT-17	1.24	873
OT-18	1.24	873
OT-19	1.24	873
OT-20	1.24	873
OT-21	1.24	873
OT-22	1.24	873
OT-23	1.24	873
OT-24	1.24	873
OT-25	1.24	873
OT-26	1.24	873
OT-27	1.24	873
OT-28	1.24	873
OT-29	1.24	873
OT-30	1.24	873
OT-31	1.24	873
OT-32	1.24	873
OT-33	1.24	873
OT-34	1.24	873
Topný okruh číslo 3		
OT-35	1.02	1651
OT-36	1.02	1651
OT-37	1.02	1651
OT-38	1.04	457
OT-39	1.05	190
OT-40	1.05	162
OT-41	1.06	162
OT-42	1.07	489

OT-43	1.08	298
OT-44	1.09	162
OT-45	1.10	489
OT-46	1.12	611
OT-47	1.02	489
OT-48	1.02	489
OT-49	1.02	489
Topný okruh číslo 4		
OT-50	1.25	889
OT-51	1.25	889
OT-52	1.25	889
OT-53	1.26	889
OT-54	1.26	889

Otopná soustava byla navržena podle ČSN EN 12828 +A1 navrhování teplovodních otopných soustav.

2.4.3.3 Oběhová čerpadla

Oběhová čerpadla pro jednotlivé otopné větve byly dimenzovány v online programu firmy Grundfos. Dimenzování oběhových čerpadel bylo prováděno na základě hmotnostního průtoku jednotlivých otopných větví. Průtok a dopravní výška byly spočítány v programu excel. Pro výpočet byly použity následující vzorce:

Měrná ztrátová energie

$$Y_{rf} = \frac{\Delta p_{RF}}{\rho} \text{ [J/kg]}$$

Měrná potenciální energie

$$Y_P = g * h_g \text{ [J/kg]}$$

Měrná celková energie

$$Y = Y_{RF} + Y_P \text{ [J/kg]}$$

Dopravní výška

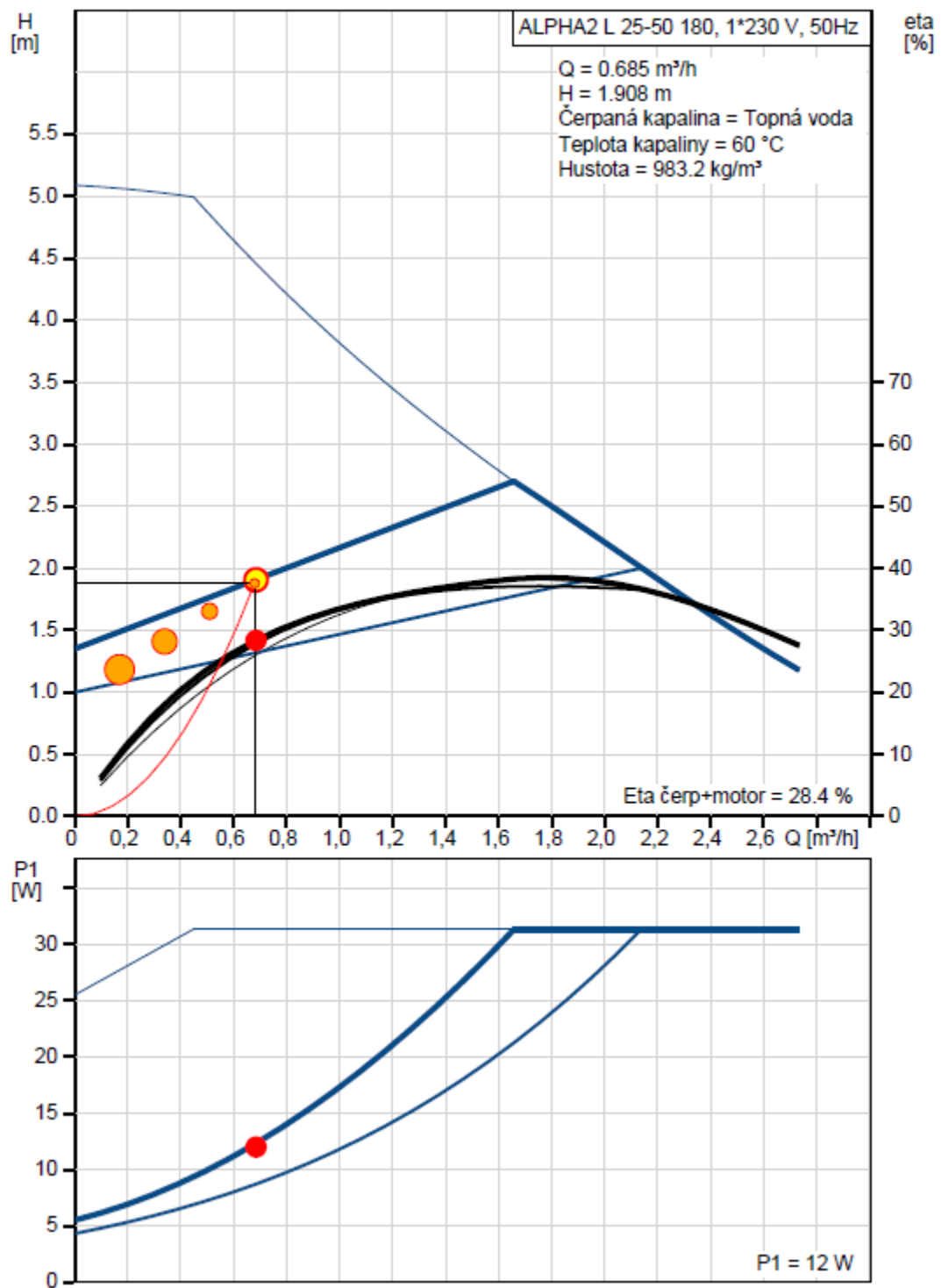
$$H = \frac{Y}{g} \text{ [m]}$$

Průtok a dopravní výška jednotlivých otopných okruhů:

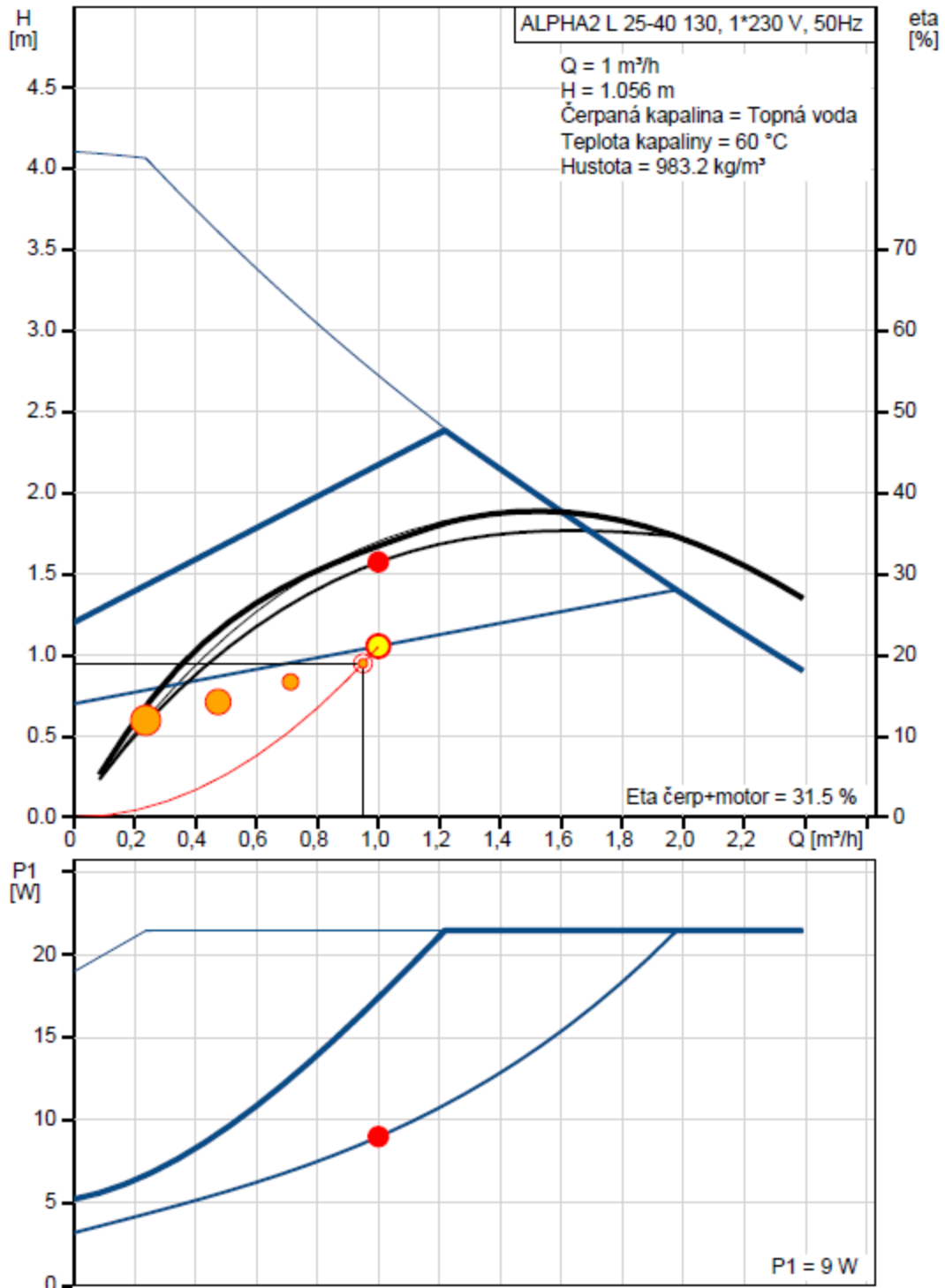
	Větev 1- Sportovní areál – předsálí, sklady, wc,	Větev 2 – Sportovní areál – hlavní sál	Větev 3 – Restaurační zařízení	Větev 4 – Sportovní areál – posilovna, sklad sportovního náčiní
--	--	---	--------------------------------------	---

	kuchyňka			
Průtok [m ³ /h]	0,68	0,95	0,54	0,27
Dopravní výška [m]	1,88	0,95	1,29	0,61

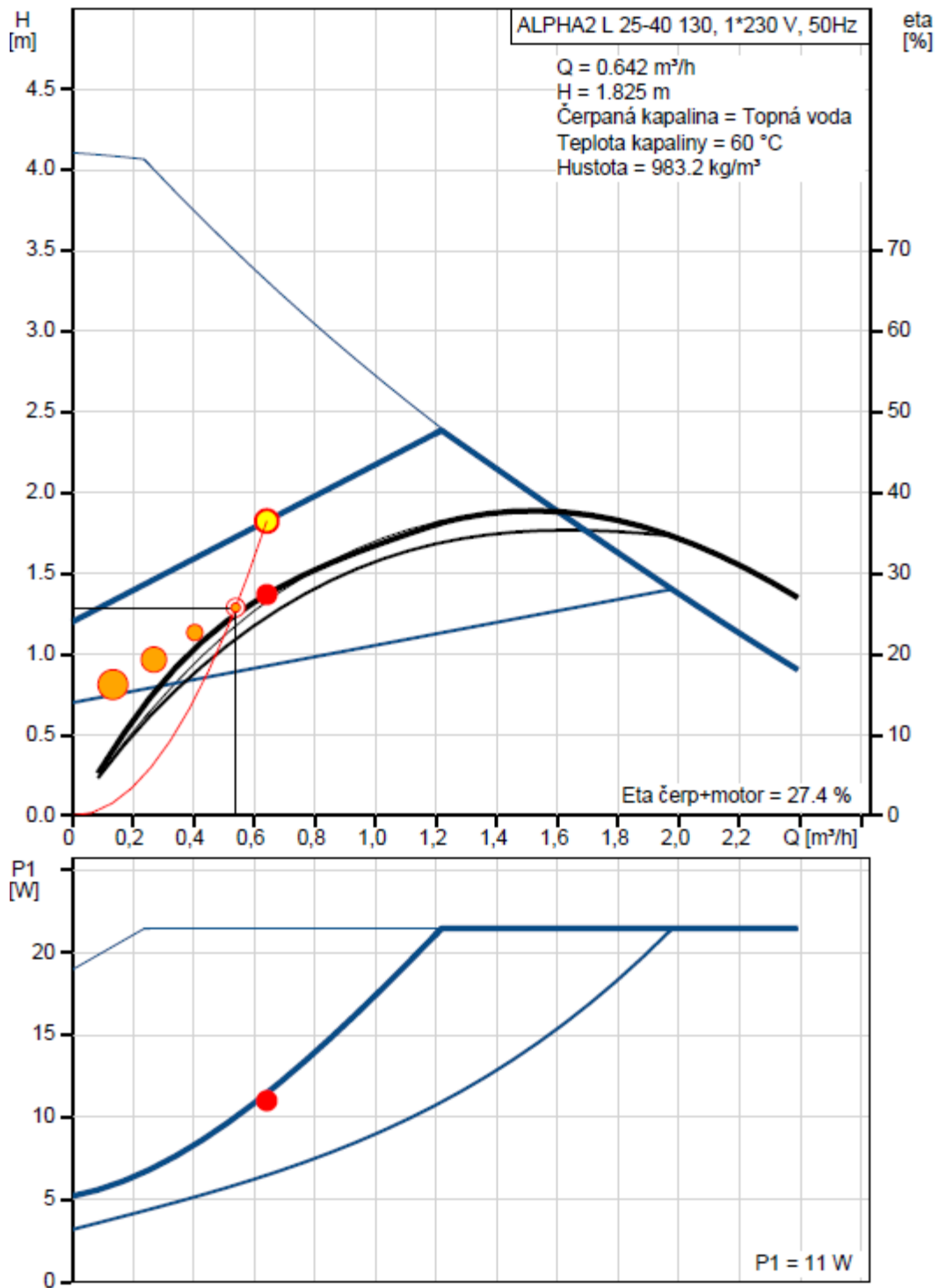
Pracovní diagram pro otopný okruh č. 1



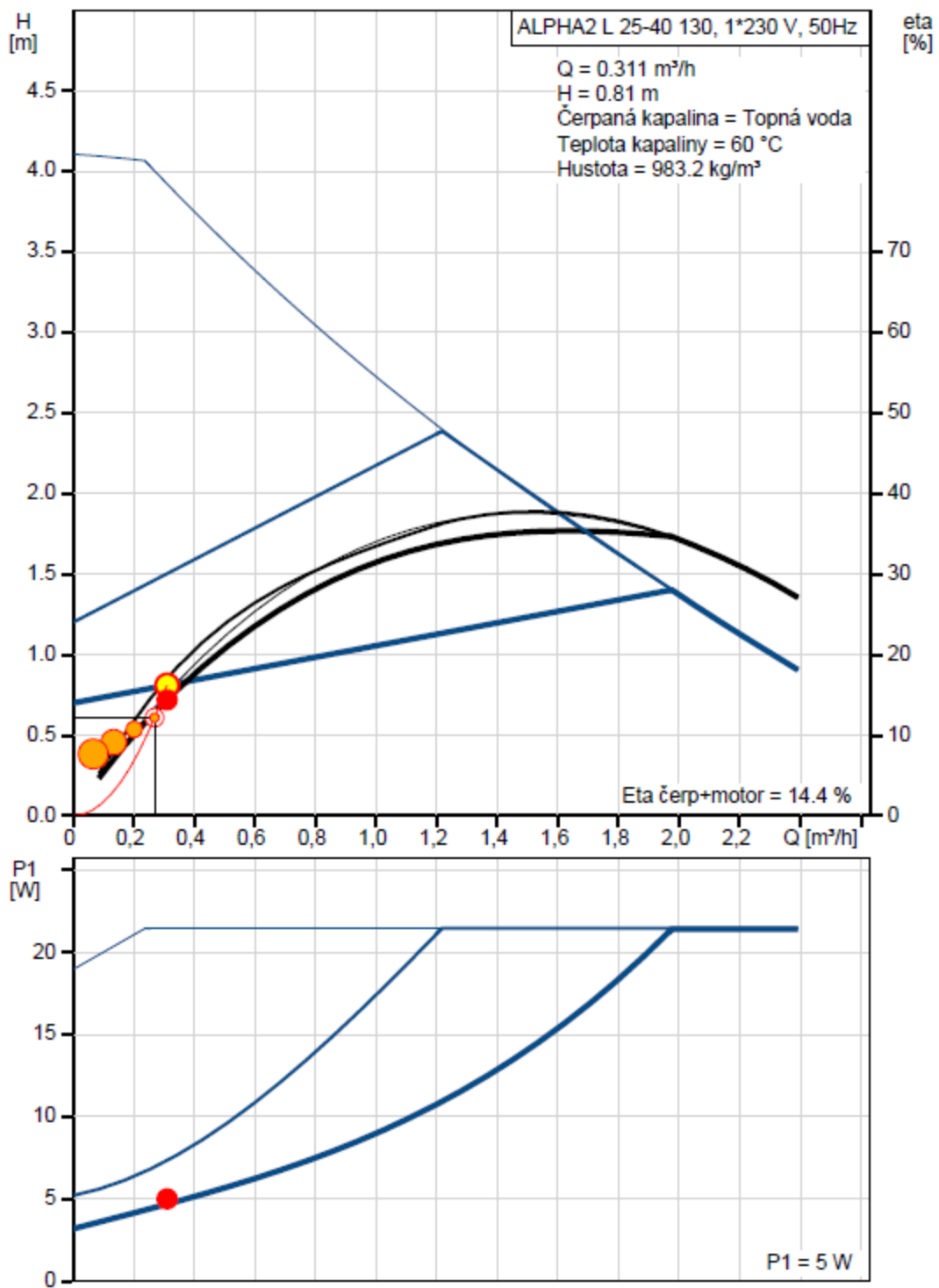
Pracovní diagram pro otopný okruh č. 2



Pracovní diagram pro otopný okruh č. 3



Pracovní diagram pro otopný okruh č. 4



Navrhuji čerpadla Grundfos ALPHA2 L 25-40 130 a ALPHA2 L 25-50 180.

2.4.3.4 Pojistný ventil

Pojistný ventil je navrhován nejvyšší dovolený provozní přetlak. Při jeho překročení se ventil otevře a tím odvede médium mimo chráněná zařízení. Další hodnota, kterou potřebují znát je nejvyšší bod soustavy, hustota vody a tíhové zrychlení. Návrh pojistného ventilu je proveden podle ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení.

Konstrukční přetlak pro jednotlivá zařízení:

Konstrukční přetlak	kPa	výška od M.R.
Kotel	300	0,5
čerpadlo	1000	0,5
otopná tělesa	1000	-0,8
Nevyšší bod soustavy h		2,8

Vzorec pro nejnižší dovolený provozní přetlak:

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g / 1000$$

$$p_{ddov} \geq \frac{1,1 \cdot 2,8 \cdot 1000 \cdot 9,82}{1000} = 30,2 \text{ kPa}$$

Volím $p_d = 31 \text{ kPa}$

Vysvětlivky:

h.....nejvyšší bod soustavy

ρhustota vody

g.....tíhové zrychlení

Vzorec pro nejvyšší dovolený provozní přetlak:

$$p_{hdov} \leq p_k - (hMR \cdot \rho \cdot g / 1000)$$

$$p_{hdov} \leq 300 - \left(\frac{0,5 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} \right) = 295,1 \text{ kPa}$$

Volím $p_{ot} = 275 \text{ kPa}$

Navrhuji pojišťovací ventil Ivar.PV 527 1"x 5/4"

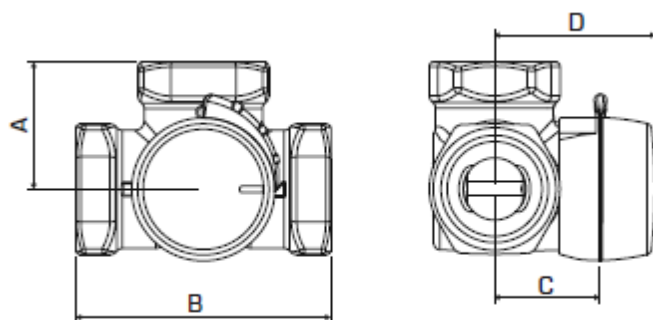
2.4.3.5 Třicestný ventil

Návrh trojcestného ventilu je proveden podle hmotnostního průtoku jednotlivých větví a průměrů potrubí.

Okruhy	Průtok okruhů [m ³ /h]	DN potrubí [mm]	Navrhované DN ventilu [mm]	Kvs ventilu [m ³ /h]	Připojení	Úhel otevření [°]
Okruh V1	0,684	22x1	15	0,4	G 3/4''	59
Okruh V2	0,952	28x1	15	1,0	G 3/4''	0
Okruh V3	0,542	22x1	15	0,4	G 3/4''	35
Okruh V4	0,271	22x1	15	0,4	G 3/4''	0

Obj. č.	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Nahrazuje	Pozn.
1160 15 00	VRG132	15	0.4	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 16 00	VRG132	15	0.63	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 17 00	VRG132	15	1	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 18 00	VRG132	15	1.63	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 19 00	VRG132	15	2.5	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 20 00	VRG132	15	4	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 21 00	VRG132	20	2.5	G 1"	36	72	32	50	0.43	–	
1160 22 00	VRG132	20	4	G 1"	36	72	32	50	0.43	–	
1160 23 00	VRG132	20	6.3	G 1"	36	72	32	50	0.43	3 MGA 20-6.3	
1160 24 00	VRG132	25	6.3	G 1 1/4"	41	82	34	52	0.70	–	
1160 25 00	VRG132	25	10	G 1 1/4"	41	82	34	52	0.70	3 MGA 25-12	
1160 26 00	VRG132	32	16	G 1 1/2"	47	94	37	55	0.95	3 MGA 32-18	
1160 27 00	VRG132	40	25	G 2"	58	116	44	62	1.75	–	
1160 28 00	VRG132	50	40	G 2 1/4"	62	125	44	62	2.05	–	

Tabulka 1: [zdroj: www.bola.cz]



Obr. 13. [zdroj: www.bola.cz]

2.4.3.6 Expanzní nádoba

Výpočet tlakové expanzní nádoby je proveden podle ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – zabezpečení a stanovuje se z objemu vody celé soustavy. Voda se zahřívá na požadovanou teplotu soustavy, což je 55 °C.

Celkový objem vody v soustavě:	
Kotel 2x	29
Otopná tělesa	894
rozvody	340
VZT	721
Celkem V_e	1984

Expanzní objem

Vzorec:

$$V_e = 1,3 \cdot V_e \cdot n =$$

$$V_e = 1,3 \cdot 1984 \cdot 0,014 = 0,036 \text{ m}^3 = 36,1 \text{ l}$$

Vysvětlivky:

Pro $\Delta t = 15 \dots n = 0,014$

Předběžný objem expanzní nádoby:

Vzorec:

$$V_{ep} = V_e \cdot (p_{ot} + 100) / (p_{ot} - p_d) =$$

$$V_{ep} = 36,1 \cdot \frac{(275 + 100)}{(275 - 31)} = 0,055 \text{ m}^3 = 55 \text{ l}$$

Vysvětlivky:

Pot...nejvyšší dovolený otvírací přetlak

Pd...nejnižší dovolený otvírací přetlak

Navrhuji objem expanzní nádrže 60 l

Průměr expanzního potrubí

Vzorec:

$$d_{ep} = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} =$$

$$d_{ep} = 10 + 0,6 \cdot (22,5 + 22,5)^{0,5} = 14,02 \text{ mm}$$

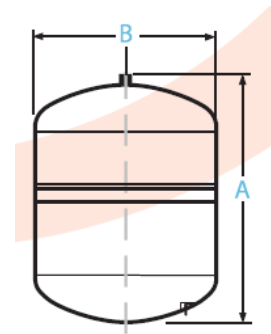
Vysvětlivky:

Qp...celkový výkon elektrických kotlů

Navrženo expanzní potrubí DN 15x1

Specifikace expanzní nádrže:

Název	HeatWave HW60V
Výška x šířka	626x388
Maximální pracovní tlak	10 bar
Maximální pracovní teplota	99 °C
Váha	12,3
Upevnění	Na stěnu



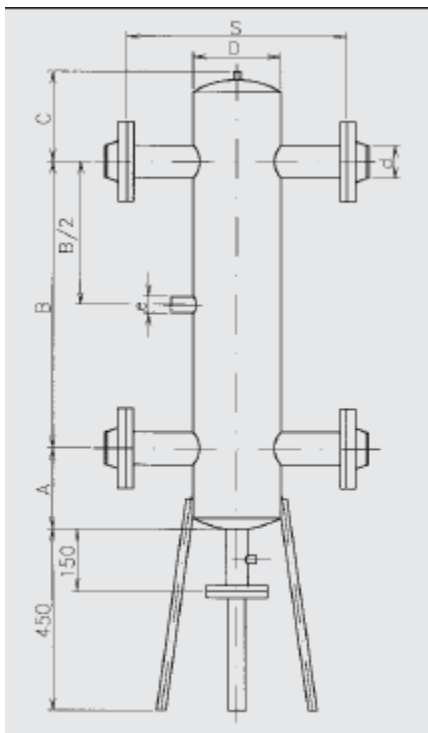
Obr. 15 [zdroj:

<http://www.domintex.cz>]

2.4.3.7 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"
VIa	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"

Obr. 16 [zdroj: www.etl.cz]



Hydraulický vyrovnávač tlaků navrhují na maximální průtok, který roven 6,55 m³/h.

Výpočet:

$$M = Q / (c \times \Delta t \times \rho) =$$

$$M = (22,5 + 22,5 + 66,1) / (1,163 \times 15 \times 977,7) = 5$$

$$M = 6,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím proto variantu HDTV II.

Obr. 17 [zdroj: www.etl.cz]

2.4.3.8 Rozdělovač a sběrač

Pro rozdělovač a sběrač platí stejná podmínka a to výběr dle hmotnostního průtoku. Pracujeme tedy stále s hodnotou 6,55 m³/h.

Technické údaje:

Název	HV 70/125
Maximální průtok	8 m ³ /h
Maximální tlak	6 bar
Osová vzdálenost trubek	125 mm
Délka	1508 mm
Termoizolační obal	110x110 mm



Obr. 17 [zdroj: www.regulus.cz]

2.4.4 Příprava teplé vody

Příprava teplé vody bude probíhat centrálně navzdory tomu, že v objektu probíhají dva rozdílné typy provozů. Zásobník teplé vody je navržen elektrického typu, jehož chod během celého roku bude pokrýván s co největší mírou pomocí fotovoltaického zdroje energie. V případě nedostatečného pokrytí elektrinou vyrobené FV, bude zásobník odebírat teplou z rozdělovače a sběrače. Celkový návrh pro přípravu teplé vody bude prováděn podle ČSN 06 0320 příprava teplé vody.

Teplota připravované vody: 55°C

Denní potřeba TV

Restaurační zařízení	
Potřeba teplé vody na mytí rukou	2 l osobu/den
Max. počet lidí	40 osob
Potřeba TV	80 l
Sportovní areál	
1 sprchová lavice	25 l
Počet hlavic	8
Potřeba TV	200
Společné potřeby	
Umývání podlahy	20 l na 100 m ²
Podlahová plocha	999 m ²
Potřeba TV	199,8 l
Celková potřeba TV	
Vcel=479,8 l	

Teoretická denní potřeba pro ohřev TV E_{2t}

T₁=55°C

T₂=10°C

c...měrná tepelná kapacita 1,163 J/kgK

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

$$E_{2t} = 1,163 \times 479,8 \times (55 - 10) = 25,11 \text{ kW}$$

Tepelné ztráty při ohřevu TV E_{2z}

z...poměrné ztráty

z...volím 0,2

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

$$E_{2z} = 25,11 \times 0,2 = 5,02 \text{ kW}$$

Tepllo dodané ohříváčem během jednoho dne E_{2p}

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z}$$

$$E_{2p} = 25,11 + 5,02 = 30,13 \text{ kW}$$

Fáze odběru v jednotlivé části dne

Restaurační zařízení – 10 hodinový provoz (14:00-24:00)

Sportovní areál – 11 hodinový provoz (10:00-21:00)

Následné rozvržení odběru:

11-14 hodina	20%	5,02 kW
14-15 hodina	10%	2,5 kW
15-21 hodina	30 %	7,5 kW
21-24 hodina	40%	10 kW

$$\Delta E_{\max} = 9,7 \text{ kW}$$

Návrh objemu nádrže V_z

$$V_z = \frac{\Delta E_{\max}}{[c \times (t_1 - t_2)]} =$$

$$V_z = \frac{9700}{[1,163 \times (55 - 10)]} = 185,34 \text{ l}$$

Navrhuji nádrž o objemu 200 l

Jmenovitý výkon nádrže Q_{1n}

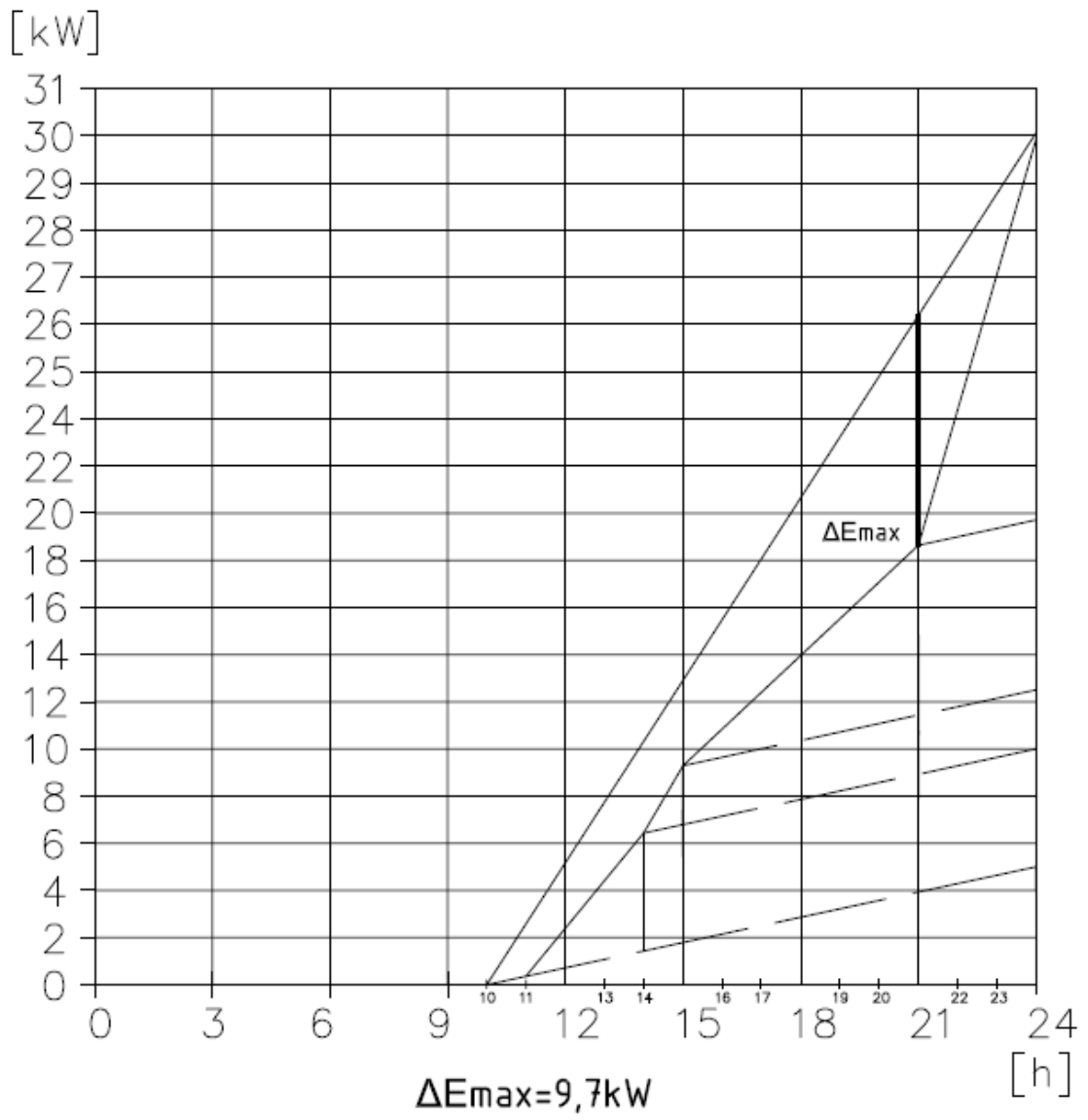
$$Q_{1n} = \frac{E_{2p}}{t}$$

$$Q_{1n} = \frac{30,13}{14} = 2,15 \text{ kW}$$

Pro kombinovaný ohřev vody, kdy větší část by měla být pokryta zdrojem z fotovoltaické energie a v případě nedostatečného pokrytí by odebírala teplou vodu z rozdělovače a sběrače. Pro takový to případ je vhodný zásobník teplé vody OKCE 200 Dražice s instalovaným topným tělesem pro elektrický ohřev ze sítě, tak topným tělesem pro elektrický ohřev z fotovoltaických panelů.

Specifikace zásobníku vody:

Objem	200 l
Max. provozní přetlak v nádobě	0,6 MPa
Max. teplota TV	90 °C
Výška ohřívače	1287 mm
Průměr ohřívače	584 mm
Doba ohřevu z 10 °C na 60 °C	20,34 min



2.4.1 Dimenzování vzduchotechnické jednotky

Vzduchotechnická jednotka musí pokrýt ztráty větráním v hlavním sále, které dohromady činí 16,88 kW. Celkovou koncepci větrání VZT jednotky pro zimní a letní provoz je řešen následovně. V zimním provozu budeme využívat VZT jednotku se zpětným získáváním vzduchu a tím pokryjeme tepelné ztráty větráním. V létě naopak budeme chladit hlavní sál, tzn., že VZT jednotka musí odvádět minimální množství vzduchu stanovené dle maximálního počtu lidí v sále nebo podle typu provozu v kombinaci s tepelnou zátěží.

2.4.1.1 Zimní provoz

Výpočet nucené výměny vzduchu

Výměna vzduchu pro 1 os/m ³	
Pro osoby sedící	50 m ³ /h
Pro osoby vykonávající pohyb	90 m ³ /h
Celkový počet lidí	250
Počet sedících osob	200
Počet osob vykonávajících pohyb	50

Nutná výměna vzduchu

$$V_{min} = 200 \times 50 + 50 \times 90 = 14\,500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Výkon VZT jednotky se ZZT v zimě

Vzorec:

$$Q = \eta \times V_{min} / 3600 \times c \times \rho \times (t_i - t_e)$$

$$Q = 0,45 \times \frac{14\,500}{3600} \times 1010 \times 1,2 \times (18 - (12)) = 66\,160 \text{ W} = \mathbf{66,16 \text{ kW}}$$

Vysvětlivky

η účinnost

V_{min} minimální výměna vzduchu

c měrná tepelná kapacita vzduchu

ρ hustota vzduchu

t_i návrhová teplota interiéru

t_e teplota exteriéru pro daný kraj

Potřebný výkon VZT jednotky, aby dokázala pokrýt ztráty ve výši 16,88 kW, musí mít výkon alespoň 66,16 kW.

2.4.1.2 Letní provoz

V letním provozu si musíme stanovit teplotu interiéru, tepelnou zátěž a poté si spočítat teplotu přiváděného vzduchu, z které poté zjistíme, jaký výkon musí mít chladič. Tepelná zátěž je vypočítána z celkové tepelné zátěže stanovené pro 21.

Červenec. Celková tepelná zátěž je spočítána jako součet tepelné zátěže oken radiací, oken konvekce, tepelné zátěže vnějších stěn, vnitřních stěn, lidí a svítidel. Na dalších stránkách je výpočet dimenze pro odvod a přívod vzduchu z hlavního sálu sportovního areálu.

Teplota interiéru t_i

$t_i = 26 \text{ °C}$

Tepelná zátěž v letním období

$Q_{cit} = 21,9 \text{ kW}$

Vzorec:

$$t_p = t_i - Q_{cit} / \left(\frac{V_{min}}{3600} \right) \times c \times \rho$$

$$t_p = 26 - 21900 / \left(\frac{14500}{3600} \right) \times 1010 \times 1,2 = 21,5 \text{ °C}$$

Vysvětlivky:

t_pteplota přiváděného vzduchu

Q_{cit} ...tepelná zátěž

V_{min} ..minimální výměna vzduchu

ctepelná kapacita vzduchu

ρ hustota vzduchu

Výpočet výkonu chladiče Q_{ch}

Vzorec:

$$Q_{ch} = 1,3 \times V_{min} \times c \times \rho \times (t_e - t_p)$$

$$Q_{ch} = 1,3 \times \frac{14500}{3600} \times 1010 \times 1,2 \times (30 - 21,5) = 53,94 \text{ kW}$$

Vysvětlivky:

t_pteplota přiváděného vzduchu

t_eteplota venkovního prostředí

V_{min} ..minimální výměna vzduchu

ctepelná kapacita vzduchu

ρ hustota vzduchu

Výkon chladicí jednotky pro letní období je 53,94 kW.

Přiváděný vzduch do hlavního sálu														
Úsek	V	V	L	$W_{před}$	$d_{před}$	S	AxB	d	W_{sk}	R	R*L	ξ	Δp_{ξ}	R*L + Δp_{ξ}
[-]	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
1	1150	0,319444	2,1	5	0,285212	0,063889	1000x180	0,305	4,372258	0,53	1,113	0,6	6,88199	7,99499
2	2230	0,619444	2,1	5,1	0,393252	0,12146	1000x250	0,4	4,929382	0,67	1,407	0,6	8,747571	10,15457
3	3345	0,929167	2,1	5,2	0,47698	0,178686	1000x315	0,479	5,156235	0,42	0,882	0,6	9,571234	10,45323
4	4460	1,238889	2,1	5,3	0,545548	0,233753	1000x400	0,571	4,838049	0,39	0,819	0,6	8,426418	9,245418
5	5575	1,548611	2,1	5,4	0,604268	0,28678	1000x450	0,621	5,112923	0,37	0,777	0,6	9,411115	10,18811
6	6690	1,858333	2,1	5,5	0,655897	0,337879	1000x500	0,667	5,318413	0,38	0,798	0,6	10,18279	10,98079
7	7805	2,168056	2,1	5,6	0,702096	0,387153	1000x560	0,718	5,354657	0,4	0,84	0,6	10,32205	11,16205
8	8920	2,477778	2,1	5,7	0,743959	0,434698	1000x630	0,773	5,279752	0,42	0,882	0,6	10,03528	10,91728
9	10035	2,7875	2,1	5,8	0,782255	0,480603	1000x710	0,83	5,151916	0,34	0,714	0,6	9,555207	10,26921
10	11150	3,097222	2,1	5,9	0,817552	0,524953	1000x710	0,83	5,724352	0,35	0,735	0,6	11,79655	12,53155
11	12265	3,406944	2,1	6	0,85028	0,567824	1000x800	0,889	5,488727	0,26	0,546	0,3	5,422703	5,968703
12	13380	3,716667	2,1	6,1	0,880779	0,60929	1000x800	0,889	5,987702	0,29	0,609	0,3	6,453464	7,062464
13	14500	4,027778	7,4	6,5	0,888242	0,619658	1000x800	0,889	6,488915	0,38	2,812	1,2	30,31633	33,12833
											12,934		137,1227	150,0567

Odváděný vzduch z hlavního sálu														
Úsek	V	V	L	$W_{před}$	$d_{před}$	S	AxB	d_{skut}	W_{sk}	R	R^*L	ξ	Δp_{ξ}	$R^*L + \Delta p_{\xi}$
[-]	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
1	2900	0,805556	5	5	0,452916	0,161111	1000x315	0,479	4,470279	0,4	2	0,3	3,59701	5,59701
2	5800	1,611111	5	5,1	0,634209	0,315904	1000x500	0,667	4,610881	0,35	1,75	0,3	3,826841	5,576841
3	8700	2,416667	5	5,2	0,76924	0,464744	1000x630	0,773	5,149533	0,41	2,05	0,3	4,773185	6,823185
4	11600	3,222222	5	5,3	0,879822	0,607966	1000x800	0,889	5,191132	0,23	1,15	0,3	4,850614	6,000614
5	14500	4,027778	22,6	5,4	0,97452	0,745885	1000x1000	1	5,128326	0,23	5,198	1,5	23,66975	28,86775
											12,148		40,7174	52,8654

2.4.1.1 Rekapitulace

Všechny potřebné výkony jsme spočítali konkrétním způsobem. Potřebný výkon pro vytápění jsme získali součtem všech otopných těles v otopné soustavě. Výkon pro přípravu teplé vody jsme získali z návrhu zásobníku a jeho ohřevu. Poslední výkon pro VZT jednotku jsme získali z tepelných ztrát větráním, které musíme pokrýt. Potřebný výkon pro chlazení v letním období jsme spočítali z tepelné zátěže a nutné výměny vzduchu pro hlavní sál. Chlazení je navrženo pouze pro hlavní sál z důvodů největší tepelné a provozní zátěže. Zbylé místnosti budou větrány přirozeně. Pro letní provoz je počítáno s fotovoltaickými panely jako plnohodnotnými zdroji energie.

Výpočet potřebného energetického výkonu pro zimní období

Potřebný výkon pro vytápění	Φ_{vyt}	44,53 kW
Potřebný výkon pro přípravu TV	Φ_{tv}	2,15 kW
Potřebný výkon pro VZT jednotku	Φ_{vzt}	16,88 kW
Celkový potřebný výkon	Φ_{cel}	63,56 kW

Výpočet potřebného energetického výkonu pro letní období

Potřebný výkon pro vytápění	Φ_{vyt}	0 kW
Potřebný výkon pro přípravu TV	Φ_{tv}	2,15 kW
Potřebný výkon pro VZT jednotku	Φ_{vzt}	21,91 kW
Celkový potřebný výkon	Φ_{cel}	24,06 kW

Navržené zdroje výkonu pro zimní provoz

Elektrický kotel	Φ_{ut}	22,5 kW
Elektrický kotel	Φ_{ut}	22,5 kW
VZT jednotka	Φ_{vzt}	66,16 kW
Celkový výkon	Φ_{cel}	116,16 kW

Navržené zdroje výkonu pro letní provoz

VZT jednotka	Φ_{vzt}	53,94 kW
Celkový výkon	Φ_{cel}	53,94 kW

2.4.2 Fotovoltaika a fototermika

Pro zvolení, který technologie pro výrobu obnovitelné energie je výhodnější je zapotřebí si udělat zhodnocení potřeby energie za letní a zimní období. V každém období jsem počítal s potřebou energií za vytápění, potřebu teplé vody a vzduchotechniku. Základní návrh počítal s tím, že obnovitelný zdroj energie počítá s pokrytím potřeby teplé vody za zimní období. Potřeba energie byla počítána podle

denostupňové metody. Data o teplotě v jednotlivých dnech byly použity z webu brněnských tepláren za kalendářní rok 2014/2015.

Zimní období bylo počítáno jako časový úsek od 1. září 2014 do 31. května 2015. Letní období je počítáno od 1. června do 31. srpna 2015.

Použité vzorce pro jednotlivé potřeby pro zimní provoz:

Vytápění:

$$Q_{vyt} = 24 \times Q_c \times \varepsilon \times D / (t_{is} - t_e)$$

Vysvětlivky:

Q_{vyt} ...denní potřeba tepla

Q_ctepelná ztráta objektu

εopravný součinitel na snížení teploty

Dpočet denostupňů

t_{is}průměrná výpočtová vnitřní teplota

t_eteplota v exteriéru podle tepelné oblasti

TV:

$$Q_{TUV} = \rho \times c \times V_{2p} \times (t_2 - t_1) \times (1 + z) / 3600 =$$

Vysvětlivky:

$Q_{TUV,d}$ denní potřeba tepla pro přípravu TV

ρ hustota vody

c tepelná kapacita vody

V_{2p} denní potřeba vody pro přípravu TV

t_2 teplota ohřáté vody

t_1 teplota studené vody

z tepelné ztráty při ohřevu a distribuci

VZT:

$$Q_{vzt} = 0,9 \times \eta \times T_z \times V_p \times \rho \times c \times (t_i - t_{es}) =$$

Vysvětlivky:

η ... účinnost VZT jednotky

T_z ... časové období kdy je VZT činnosti

V_p ... objem vyměněného vzduchu/3600

ρ ... *hustota vzduchu*

c ... měrná tepelná kapacita vzduchu

t_i ... návrhová teplota interiéru

t_{es} ... teplota v exteriéru

Použité vzorce pro jednotlivé potřeby pro letní provoz:

Vytápění:

Stejný výpočet jako v zimním režimu

TV:

Stejný výpočet jako v zimním režimu

VZT:

$$Q_{vzt} = 1,3 \times \left(\frac{V_e}{3600} \right) \times \rho \times c \times (t_e - t_p)$$

Vysvětlivky:

V_e objem vzduchu nuceného vyměnit

ρ hustota vzduchu

c měrná tepelná kapacita vzduchu

t_e teplota v exteriéru

t_p teplota přiváděného vzduchu

Potřeba tepla za jednotlivé měsíce rozdělená dle příslušných kategorií

	UT [kWh]	TV [kWh]	VZT [kWh]
Leden	9069	918	5823
Únor	8658	860	5682
Březen	7123	915	4737
Duben	3783	892	2789
Květen	500	879	911
Červen	0	618	731
Červenec	0	604	3475
Srpen	0	622	3971
Září	685	892	696
Říjen	3841	918	2835
Listopad	6285	886	4062
Prosinec	8416	958	3919
Celkem Zima	48,4	8,2	31,5
Celkem léto	0	1,8	8,2

Ve výpočtech jsou zhodnoceny i dny, kdy byl pro zastaven a nebylo tak potřeba žádného tepla. Tyto dny spadají pod státní svátky a pracovní volna.

Energie vyrobená fotovoltaikou a fototermikou v jednotlivých měsících

Fototermika [kWh]	
Leden	338,8
Únor	623,5
Březen	1117,1
Duben	1596,4
Květen	2115,7
Červen	2030,0
Červenec	2114,2
Srpen	1892,6
Září	1200,6
Říjen	681,4

Listopad	330,5
Prosinec	243,1
Celkem zima	8247
Celkem léto	6037

Fotovoltaika [kWh]	
Leden	386
Únor	634
Březen	1160
Duben	1510
Květen	1540
Červen	1490
Červenec	1530
Srpen	1480
Září	1160
Říjen	849
Listopad	460
Prosinec	307
Celkem zima	8006
Celkem léto	4500

TV [kWh]	
Leden	918
Únor	860
Březen	915
Duben	892
Květen	879
Červen	618
Červenec	604
Srpen	622
Září	892
Říjen	918
Listopad	886
Prosinec	958
Celkem zima	8177
Celkem léto	1843

Pro oba zdroje byly navrženy stejné výkonnostní kapacity. Pro oba zdroje byl použit výkon 8 kWp. Fototermický výkon byl spočítán částečně online softwarem na stránkách suncalc.org a dopočet byl učiněn v programu microsoft excel. Fotovoltaické panely a jejich výkon pro jednotlivé měsíce byl spočítán pomocí online softwaru na stránkách evropské unie europa.eu.

Investice

V investičních položkách počítám s čistou cenou za solární a fotovoltaické panely. Položky za instalaci, údržbu, vedlejší náklady a další byly v rámci zjednodušení vynechány.

Fototermika	
rozměry	1170x2150x84 mm
Počet ks	8
Celkový výkon	14,4 kW
Celková cena	120 032 Kč

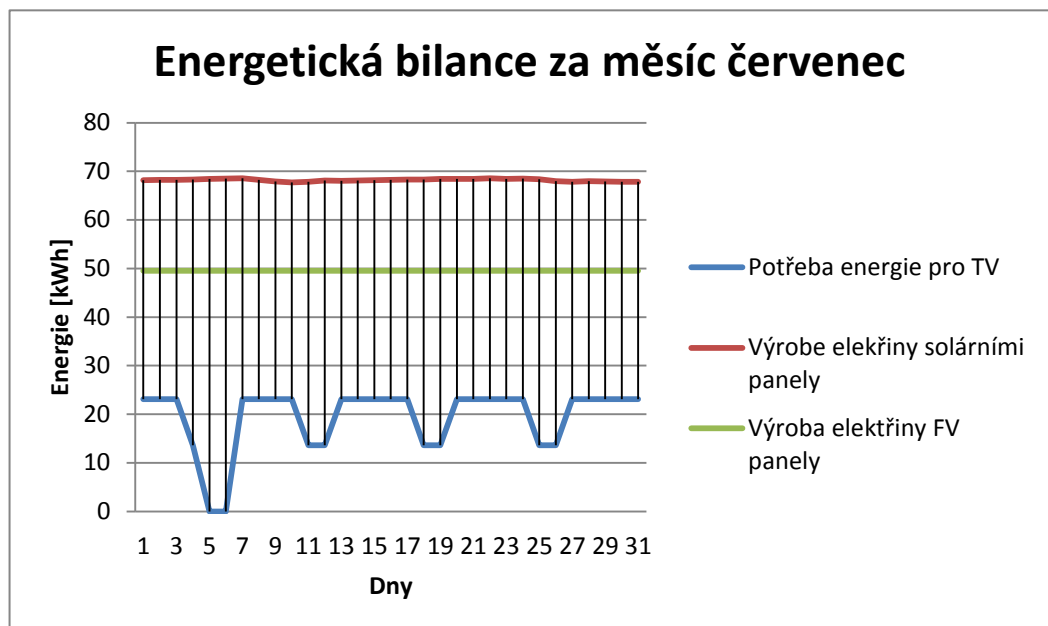
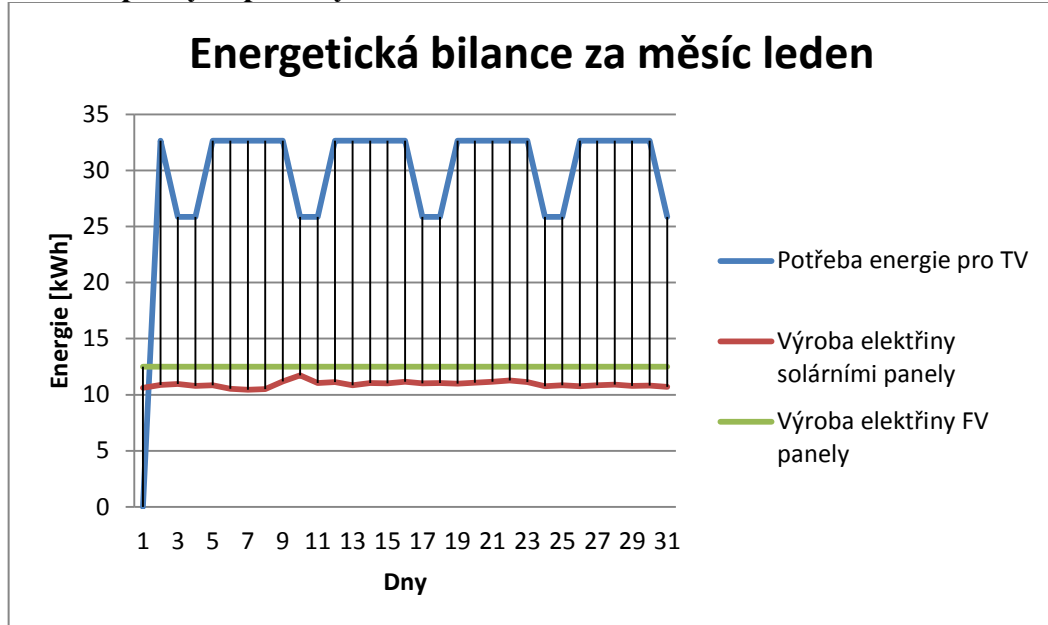
Fotovoltaika	
rozměry	1640x992x40 mm
Počet ks	46
Celkový výkon	11,5 kW
Celková cena	197 800 Kč

Když se podíváme na srovnání vyrobené energie v zimním (otopném) období, výkony fototermiky a fotovoltaiky jsou porovnatelné. Pokud bychom tedy navrhovaly obnovitelný zdroj pouze na zimní provoz, fototermiky je vzhledem k velikosti investice výhodnější. Velkou roli hraje ve srovnání potřeba tepla pro přípravu teplé vody, která je v letních měsících menší (1,8 MWh), než v zimních (8,2 MWh). Pokles potřeby tepla pro přípravu teplé vody je výsledkem ukončení školního roku, školních, ale nejen školních sportovních aktivit, které po celý týden byly v hlavním sále pořádány. Pokud tedy dosahujeme přebytků v rámci výroby tepla pro přípravu teplé vody pomocí fototermiky, není už kam přebytky ukládat. V případě fotovoltaiky můžeme přebytky přeměňovat pro chlazení hlavního sálu v letních měsících. Celková potřeba v otopném období je z větší části pokryta. Nejkritičtější jsou v tomto směru měsíce leden

a prosinec, kdy je pokrytí zhruba pouze 30 %. V dalších měsících je pokrytí potřeby větší než poloviční nebo pokryto celé.

V letním otopném období je tak fotovoltaiky schopna vyprodukovat přebytky za jednotlivé měsíce ve výši 912, 926 a 858 kWh.

Ukázka pokrytí spotřeby v zimním a letním měsíci:



Přebytky vyprodukované fotovoltaikou a fototermikou

Fototermika [kWh]	
Leden	0
Únor	0
Březen	202,1
Duben	704,4
Květen	1236
Červen	1412
Červenec	1510
Srpen	1270
Září	308
Říjen	0
Listopad	0
Prosinec	0

Fotovoltaika [kWh]	
Leden	0
Únor	0
Březen	245
Duben	618
Květen	661
Červen	872
Červenec	926
Srpen	858
Září	268
Říjen	0
Listopad	0
Prosinec	0

Přebytky vyrobené fototermikou, které dosahují v letních měsících velkých hodnot, nemůžeme žádným způsobem zužitkovat. Aby byl chod fototermiky výhodnější v porovnání s fotovoltaikou, musela by se buď zvýšit potřeba teplé vody, což by se v praxi muselo projevit větší návštěvností/odběrem objektu, anebo navrhnout soustavu o menším výkonu, která nepokryje v zimních měsících tak velkou

spotřebu, ale bude optimalizovaná pro chod v letních měsících, kdy nebude produkovat přebytek v takové míře a její investice tak bude výhodnější.

Pokud bychom přebytky vyprodukované fotovoltaikou převedli na peníze, dostaneme se k těmto číslům:

Uvažujeme cenu elektřiny 3,7 Kč za kWh. Celkový přebytek elektřiny má tak hodnotu 10 191 Kč. Fotovoltaika je tedy v tomto provedení výhodnější řešení v porovnání s fototermikou.

2.5 Celkové zhodnocení objektu a možnosti uplatnění energie v regionu

Hlavní parametr, aby byl dům zařaditelný do kolonky „Dům s téměř nulovou spotřebou energie“ je, aby energie na vytápění byla co nejmenší. V českých podmínkách je hlavní určující parametr výborná obálka budovy s maximální měrnou potřebou tepla na vytápění 15 kWh/m² za rok. Pokud tuto podmínku aplikujeme na náš objekt, jehož podlahová plocha je 1061 m² a s celkovou spotřebou 85,5 kWh částečně pokrytou obnovitelnými zdroji, dostaneme se na číslo zhruba 80 kWh/m² za rok. Pokud bychom tedy chtěli, aby objekt spadl do kategorie nízkoenergetických domů, jednou z cest je může být masivnější nasazení obnovitelných zdroj.

V našem případě nemůžeme uplatnit možnosti obnovitelných zdrojů a jejich směrování přebytků do objektů, která s vámi v tomto směru spolupracují. Pokud by ovšem taková situace nastala, vhodným objektem pro tuto spolupráci je místní Domov důchodců s užitnou podlahovou plochou přibližující se řešenému objektu.

2.6 Technická zpráva

2.6.1 Úvod

Umístění a popis objektu

Posuzovaný objekt se nachází v obci Vranovice okres Brno-venkov 25 km jižně od města Brna. Objekt se sestává ze sportovního a restauračního provozu. Jedná se o jednopodlažní objekt ze 70. let minulého století. Hlavními stavebními materiály jsou beton, cihla pálená a škvárobeton. Největší část objektu sál je železobetonová konstrukce postavená ze sloupů zakončených patkou, škvárobetonových tvárnic a střecha je tvořena železobetonovými vazníky zesponu podbitá cementotřískovými deskami.

Provoz objektu

Jak už bylo zmíněno výše, provoz je rozdělen na dvě části. První je sportovní areál, kde mohou být pořádány i kulturní akce v hlavním sálu. Druhý provoz je restaurační zařízení. Restaurace je v současné chvíli zavřená. V restauraci se nevaří, čímž je provoz zúžen pouze na podávání nápojů.

2.6.2 Podklady

Výkresová dokumentace

Žádná výkresová dokumentace k objektu nebyla, a proto jsem si ji musel vytvořit celou sám. Jediné podklady, které k objektu byly, jsou výkresy půdorysu plynu z 80. let minulého století. Celý objekt je tak do posledního detailu změřený a vyrýsovaný mnou.

Energetické podklady

Dokumenty o celkové spotřebě za energie jsem si zažádal zastupitelce organizace paní Marii Goliášové, která dokumentaci velice ochotně zpřístupnila.

2.6.3 Tepelná ztráta a potřeba tepla

Klimatické poměry

Nadmořská výška objektu je 177 m n.m. Venkovní výpočtová teplota je -12 °C. Průměrná teplota v otopném období je 3,6 °C. Délka otopného období je 222 dnů. V objektu bude vytápění přerušované. Budova je v rovinném terénu situovaná na hlavní ulici v zastavěném území. Průměrná vnitřní teplota v objektu je 16,3 °C. Provoz je navržen jako automatický.

Vnitřní teploty místností

Číslo místnosti	Návrhová teplota místnosti [°C]
1.01	15
1.02	20
1.03	20
1.04	15
1.05	15
1.06	15
1.07	15
1.08	15

1.09	15
1.10	15
1.11	15
1.12	20
1.13	15
1.14	20
1.15	15
1.16	15
1.17	20
1.18	15
1.19	24
1.20	24
1.21	15
1.22	15
1.23	15
1.24	18
1.25	18
1.26	15

Tepelné ztráty objektu

Zateplení celého objektu je navrženo a provedeno podle ČSN 73 0540-2. Samotný výpočet byl proveden pomocí programu PROTECH. Součinitel prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce objektu jsou uvedeny v části B. Výpočet tepelných ztrát bylo též provedeno v programu PROTECH. Uvedené hodnoty jsou opět v části B.

Celkové tepelné ztráty pro objekt: tepelná ztráta prostupem 32,59 kW, tepelná ztráta větráním 24,75 kW, celková tepelná ztráta: 57,34 kW

Potřeba tepla pro vytápění, větrání a přípravu TV

Rozdělení v zimním provozu vytápění za pomoci elektrických kotlů (celý objekt) a vzt jednotky se zpětným získáváním tepla (pouze hlavní sál), které tak pokrývají výše zmíněné tepelné ztráty objektu. Příprava teplé vody je navržena na základě potřeby teplé vody. V letním provozu je řešeno větrání (chlazení) hlavního sálu a opět potřeba teplé vody.

2.6.4 Zdroje tepla

Dodávka elektřiny

Elektrická přípojka je do objektu zabudována, není však v současné chvíli vedené do technické místnosti. Část objekt by tedy musela projít renovací elektrických rozvodů.

Zdroj tepla pro vytápění a ohřev TV

Oba elektrické kotle jsou umístěny v technické místnosti. Dveře technické místnosti jsou otvíravé směrem ven. Podlaha místnosti je zaopatřena vpustí a vyspádovaná podle

předpisu. Protože se jedná o kotle elektrické, není zapotřebí nových prostupů pro přívod vzduchu ani sběrač pro kondenzát, musí se však řídit ČSN EN 15456 o spotřebě elektrické energie zdrojů tepla. Každý elektrický kotel má výkon 22,5 kW a je zavěšený na stěnu. Příprava teplé vody bude probíhat také v technické místnosti. K tomuto účelu bude sloužit zásobník vody OKCE 200 o objemu 200 l. Příprava vody bude pokryta elektrickými kotli a částečně fotovoltaickými panely v zimním provozu. V letním bude pokryta kompletně fotovoltaikou. Jelikož se jedná pouze o provoz elektrický, není zapotřebí větracích otvorů pro přívod vzduchu. VZT jednotka bude situována na střechy technické místnosti.

Zabezpečovací a expanzní zařízení

Hydraulické: Na přívodním potrubí je osazen tlakoměr a pojistný ventil Ivar.PV 527 1"x 5/4". Pojistným ventilem DN 32 je vybaven každý kotel. Otevírací přetlak pojistných ventilů je nastaven na 275 kPa. Kotelna je vybavena expanzní nádrží Heatwave HW60V o objemu 60 l připojené na vratné potrubí.

Elektrické

Dle vybavení kotlové automatiky, každý kotel je vybaven havarijním termostatem, který v případě poruchy kotel vypne.

2.6.5 Otopná soustava

Popis otopné soustavy

Otopná soustava je konstruována s nuceným oběhem topné vody. Jedná se o soustavu nízkoteplotní s teplotním spádem 55/40 °C. Celá trubní soustava je tvořena z mědi. Spojování potrubí bude probíhat pájením. Veškeré potrubí bude opatřeno tepelnou izolací. Potrubí bude vedeno v podlaze, drážkách a podhledech, schované aby nemohlo dojít k mechanickému poškození ze strany uživatelů objektu.

Čerpací technika

Každá otopná větev je opatřena čerpadlem firmy Grundfos série Alpha. Každé čerpadlo bylo dimenzováno podle spočítané dopravní výšky. Oba elektrické kotle mají v sobě integrované čerpadlo opět značky Grundfos ze série UPS.

Plnění a vypouštění soustavy

Plnění soustavy bude probíhat plněním pitné vody z vodovodního řadu pomocí napouštěcího ventilu značky Honeywell umístěný přímo u elektrického kotle. Napouštěcí ventil je opatřen dimenzí DN 15. Připojení vodovodu musí být opatřeno zpětným ventilem. Doplnění vody musí být provedeno v odstavce, kdy není otopná soustava v provozu. Vypouštění otopné soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty DN 15. U deskových otopných těles bude vypouštění probíhat přes zátku.

Otopné plochy

Do celého objektu jsou navrženy především desková otopná tělesa Korado Radik VK. Do sprch je navržen trubkový otopný žebřík Korado Koralux. Desková otopná tělesa budou nainstalována vrchní hrany 750 mm. Spodní hrana tělesa je ve výšce 150 mm. Instalace těles je zaopatřena pomocí instalačních prvků od firmy Korado, které jsou součástí dodávky. Připojení deskových těles na trubní rozvody bude provedeno pomocí přímého šroubení. Každé těleso obsahuje termostatický ventil osazený termostatickou hlavicí a odvzdušňovací ventil DN 8.

Regulace a měření

Jednotlivé okruhy jsou měřeny na základě venkovní teploty vzduchu. Systém regulace bude dodán s elektrickými kotli. Veškeré údaje o tlakové ztrátě, regulačních ventilech nebo parametrech čerpadel jsou popsány v části B. Soustava je regulována pomocí škrcení na připojení na otopných tělesech. Nastavení škrcení je popsáno částí B a také ve výkresové dokumentaci.

Izolace potrubí

Návrh izolace potrubí byl spočítán a navrhnout potřebný průměr izolace pro uvedený průměr potrubí. Vzhledem k tomu, že potrubí je vedeno ve vytápěných prostorech, není zapotřebí takové tloušťky izolace. Vypočtené tloušťky izolací jsou uvedené v části B.

2.6.6 Příprava TV

Celý objekt je zásoben z jednoho zásobníku teplé vody. Podle výpočtu potřeby teplé vody byl navržen zásobník o celkovém objemu 200 l. Pro tyto potřeby byl navržen zásobník OKCE 200 od firmy Dražice. V zimním provozu si teplou vodu odebírá zásobník z rozdělovače sběrače a částečně je ohřev pokrýván zásobou elektrické energie vyráběný z fotovoltaických panelů. V letním provozu je příprava plně pokryta z fotovoltaických panelů.

2.6.7 Požadavky na ostatní profese

Stavební práce

V rámci rekonstrukce je zapotřebí nových podlah, které budou obsahovat trubní rozvody pro vytápění. Taktéž je zapotřebí prostupů v stěnách a střeše pro trubní rozvody a elektrickou kabeláž vedoucí od fotovoltaických panelů do technické místnosti. Střešní prostor je zapotřebí nachystat na instalaci fotovoltaických panelů a vzduchotechnické jednotky. Fotovoltaické panely budou na střeše instalovány kotvící technikou, aby byla vyloučena možnost jakéhokoliv poškození vlivem větru.

Elektroinstalace

Veškerá elektrická zařízení v technické místnosti jsou napojeny na nové elektrické rozvody s připojením 230V. Pod veškerými elektrickými zařízeními je myšleno čerpadla a kotle.

2.6.8 Montáž a uvedení do provozu

Zdroj

Instalaci zdroje tepla provede odpovídající osoba s klasifikací. Revize elektroinstalace, dle dodané dokumentace zařízení provádí pouze příslušná osoba.

Otopná soustava

Otopná soustava bude zabudována podle normy ČSN 060310 tepelné soustavy v budovách – projektování a montáž.

Topná zkouška a tlaková zkouška

Zkoušky se provádí dle ČSN 06 0310. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím zchlazením. Během zkoušky nesmí v žádném případě dojít k závadám, jinak by se zkouška musela opakovat. Součástí zkoušky bude i dvojnásobný proplach otopné soustavy ohřátou vodou. Topná zkouška trvá v rozsahu 24h. Součástí zkoušky je i nastavení regulace otopné soustavy – posouzení nerovnoměrného ohřívání. O provedení všech zkoušek bude proveden zápis.

Zkouška těsnosti

Zkouška těsnosti musí být provedena před zaizolováním potrubí a jejich konečné položení do podlahy. Celá topná soustava je naplněna vodou o maximální teplotě 50 °C, celá musí být odvzdušněna a zároveň je provedena vizuální kontrola, zdali někde není poškozena. Takto soustava zůstane napuštěna po dobu 6 hodin pod stálým tlakem 0,1 MPa. Po uplynutí této doby je soustava opět zkontrolována, a pokud se neobjeví žádné netěsnosti či pokles tlaku, tak je zkouška vyhodnocena jako úspěšná.

Zkouška provozní

Platí totéž co pro zkoušku těsnosti. Musí být provedena před zaizolováním potrubí a konečným uložením potrubí do podlahy. Při této zkoušce je ovšem voda v potrubí ohřata na nejvyšší pracovní teplotu a poté se nechá zchladnout na teplotu okolního vzduchu. Tento postup je zopakován ještě jednou. Pokud během zkoušky není odhalena netěsnost či jiná závada, je zkouška vyhodnocena jako úspěšná. V opačném případě by zkouška musela být zopakována. Od této zkoušky je možnost upustit, pokud se domluví investor s dodavatelem. Tato varianta se však nedoporučuje. Provozní zkouška je prováděna ze správnosti fungování armatur, regulačních prvků, otopných prvků a zabezpečovacích prvků. O průběhu celé zkoušky je sepsán protokol, přičemž v protokolu jsou zapsány naměřené hodnoty pro regulace, signalizace a havarijní opatření. Tato zkouška by měla trvat nejméně 24 hodin.

Obsluha a ovládání

S obsluhou a ovládáním otopné soustavy bude seznámeno vedení představenstva Tělovýchovné jednoty Sokola Vranovice.

2.6.9 Ochrana zdraví a životního prostředí

Ochrana životního prostředí

Instalací nového systému do budovy jeho celkovou rekonstrukcí nedojde ke zhoršení vlivu na životní prostředí.

Hospodaření s odpady

Při rekonstrukci a zavádění nového systému do budovy, ale i během chodu objektu je nutno se řídit zákonem o hospodaření s odpady 185/2001.

2.6.10 Bezpečnost a požární ochrana

Požární ochrana

Zvláštní požadavky na ochranu nejsou v objektu kladeny.

Bezpečnost při realizaci

Při realizaci musí být dodrženy zákony a vyhlášky týkající se bezpečnosti. Jedná se o zákon zákoníku práce 262/2006 sb. a nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništi. Instalaci smí provádět pouze kvalifikované osoby, které před realizací řádně proškoleny o BOZP. Všechna navržená zařízení musí být instalována a provozována v souladu s návodem uváděný výrobcem.

Bezpečnost při užívání a provozu

Za údržbu a správný provoz zodpovídá pouze jedna osoba, která je k tomuto účelu zaškolená.

2.6.11 Technické normy

ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – projektování a montáž

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov

ČSN EN 15456 - Spotřeba elektrické energie zdrojů tepla

C - Modelování a simulace

1. Modelové řešení

Použitý program

Pro modelování posuzovaného objektu jsem použil software Design Builder, který je používán pro energetické posouzení budov, denní osvětlení, certifikaci budov atd. Pro modelování jsem použil verzi 4.5. trial, tudíž nebylo možné dosáhnout více výstupů, hodnot a nastavení.

Cíl modelování

První z cílů bylo nasimulovat podmínky zimního provozu a zjistit tak celkovou tepelnou ztrátu pro celý objekt a srovnat je s výstupem z programu PROTECH. Druhým cílem bylo vypočítat vnitřní teploty při simulaci objektu v zimním provozu. Třetí cíl měl za úkol spočítat tepelnou zátěž hlavního sálu v letním provozu, průběh teplota v sále, vlhkosti. Celkových cílů modelování bylo více, kdy jsem chtěl dosáhnout simulace celoročního provozu, teplotní pole jednotlivých místností a jiných, to vše ale nebylo uskutečněno z důvodů omezené verze programu.

1.1 Popis modelování

V úvodu samotného modelování musím poznamenat, že Design Builder má velice širokou škálu nastavení modelu, zaměřil jsem se tedy na nastavení, u kterého jsem si byl jistý, že musí být definováno podle posuzovaného objektu. U nastavení, které bylo velice detailní, jsem ponechal hodnoty defaultní. U popisovaného modelu uvedu pouze důležitá nastavení, která hrají největší roli v celkovém výsledku.

Lokalizace objektu

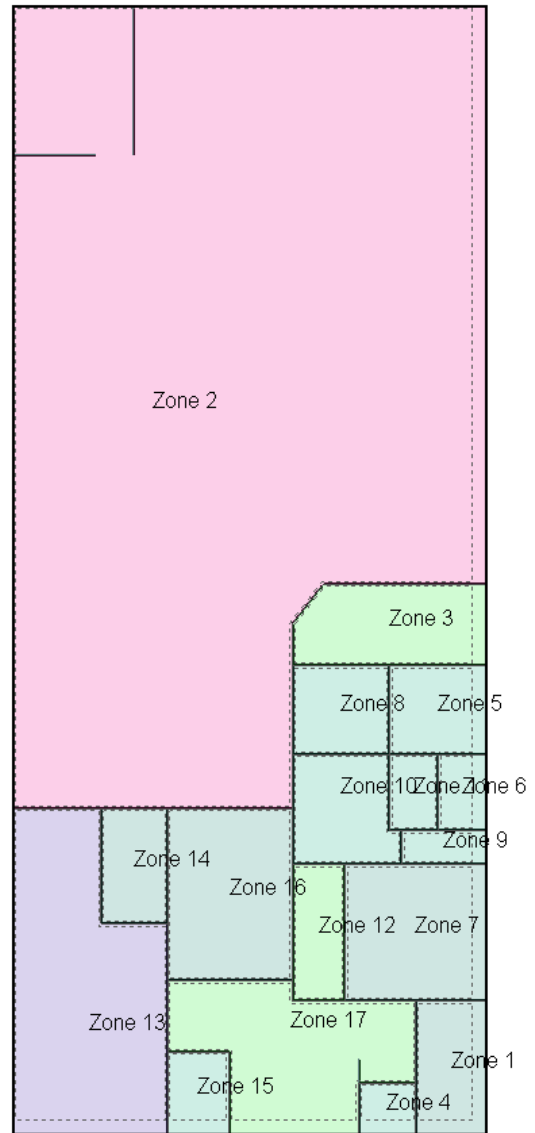
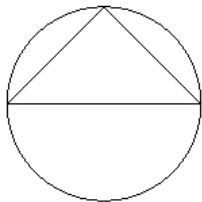
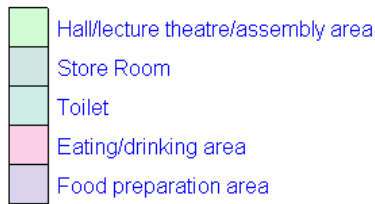
Nejbližší místo na mapě pro posouzení jsem vybral Brno-Tuřany už s přednastavenými hodnotami. Poloha objektu lze nastavit i ručně, to by však znamenalo ruční nastavení i dalších přednastavených hodnot, proto jsem zadal Brno.

Popis konstrukcí

Pro jednotlivé typy konstrukcí jsem zvolil stejné tloušťky a parametry. V případech, že jsem nemohl daný materiál dohledat, zvolil jsem takový typ materiálu, které nejvíce odpovídal vzoru. Konstrukce, které jsem navrhoval v programu jsou tyto: obvodové stěny, střechy, stropy, podlahové konstrukce přilehlé k zemině, vnitřní nosné stěny a vnitřní příčky. Materiál stěn je v celém objektu rozdílný, proto bylo velice důležité dbát na nastavení každé stěny v objektu.

Provoz v objektu

Provoz v objektu je rozdělen do tzv. „zón“. Každá zóna je vlastně jedna místnost, která se automaticky vytvoří v momentě, kdy kolem ní vytvoříte stěnu. Proto každé zóně musíte přisoudit její provoz, ať se jedná o sebemenší místnost. Ne vždy jsem našel typ zóny, který by přesně splňoval její účel, snažil jsem se proto najít co nejvíce adekvátní náhradu tomuto provozu



Konstrukční výplně

U obvodových okenních výplní jsem musel nastavit parametry zasklení. Parametry jsem zadal ručně na požadovanou hodnot pasivních staveb $U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. U dveřních výplní parametry nemohly být zadány. U nastavení je důležité si stála hlídat kolonku region, kde musí být nastavená Česká republika.

Svícení

Zde jsem nastavil časový harmonogram, od kdy do kdy se v jednotlivých zónách svítí. Hodnotu hustotu světelného toku jsem nechal defaultní.

Ohřev

Pro všechny místnosti jsem plošně nastavil zdroj vytápění, pak ke každé místnosti zvlášť maximální teplotu dodávaného vzduchu a opět časový harmonogram od kdy do kdy je místnost vytápěná.

Heating	
<input checked="" type="checkbox"/> Heated	
Fuel	1-Electricity from grid
Heating system seasonal CoP	1,000
Type	
Supply Air Condition	
Maximum supply air temperature (°C)	20,00
Maximum supply air humidity ratio (g/g)	0,0160
Heating limit type	1-Limit flow rate
Operation	
Schedule	PROVOZ VYTAPENI

Chlazení

Pro letní provoz jsem musel nastavit pro hlavní sál systém chlazení. Vyplněn energetický zdroj chlazení, minimální teplota dodávaného vzduchu a časový harmonogram od kdy do kdy bude místnost chlazená.

Cooling	
<input checked="" type="checkbox"/> Cooled	
Cooling system	Default
Fuel	1-Electricity from grid
Cooling system seasonal CoP	4,500
Supply Air Condition	
Minimum supply air temperature (°C)	18,00
Minimum supply air humidity ratio (g/g)	0,008
Cooling limit type	1-Limit flow rate
Operation	
Schedule	chlazení

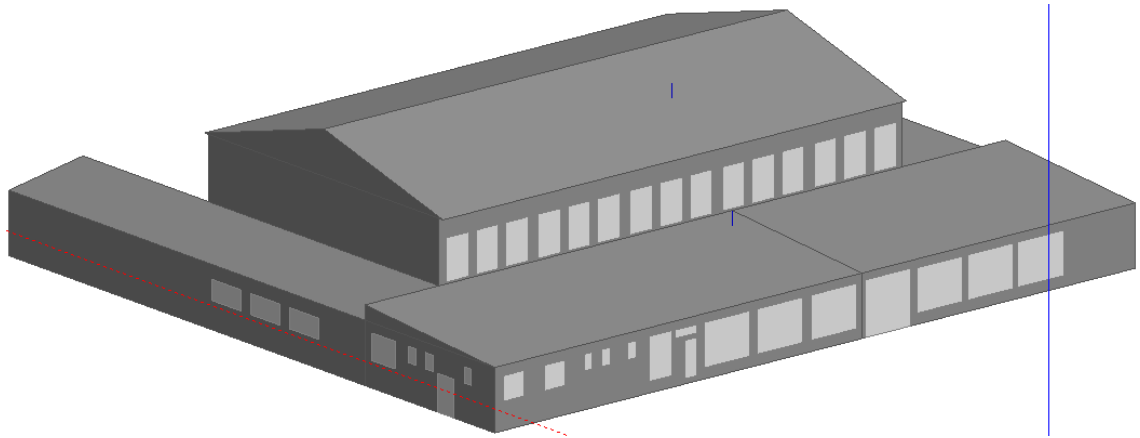
Příprava TV

Platí to stejné jako u chlazení. Zdroj energie, časový harmonogram a teplota přívodní a vratné vody.

DHW	
<input checked="" type="checkbox"/> On	
DHW Template	OHREV_VODY
Type	3-Stand-alone water heater
DHW CoP	0,8500
Fuel	1-Electricity from grid
Water Temperatures	
Delivery temperature (°C)	60,00
Mains supply temperature (°C)	10,00
Operation	
Schedule	PRIPRAVA TV

1.2 Model objektu

Výsledný model objektu při pohledu zvenčí v editační podobě.



Výsledný model objektu při pohledu zvenčí ve vizualizační podobě.

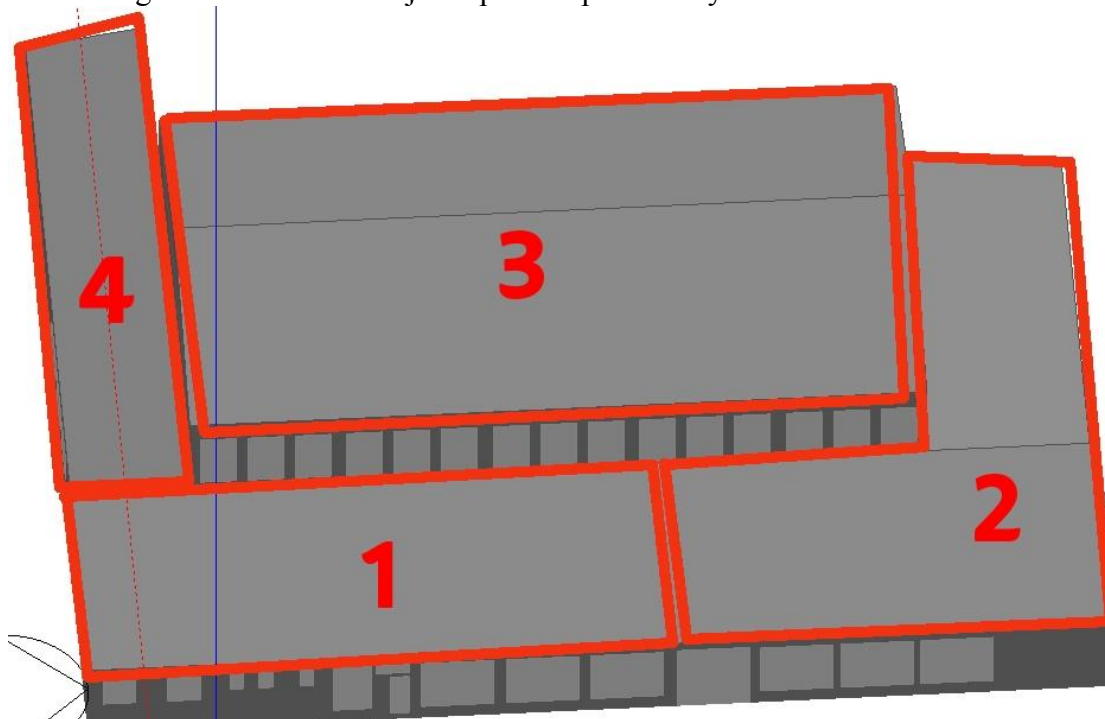


1.3 Výsledné hodnoty

Výsledné hodnoty jsem prováděl pouze pro návrh vytápění a chlazení. Celoroční simulace chodu objektu bohužel nešla zprovoznit. I výsledky pro „Heating design“ a „Cooling design“ byly pouze omezené z důvodů nedostatečné databáze programu nebo chyby na výstupu, která nešla žádným způsobem obejít. V nastavení je nejdůležitější výkon systému, který se může nastavit i na hodnotu přesahující 100%. Ponechal jsem hodnotu na 100%.

1.3.1 Zimní provoz

Pomocné grafické rozdělení objektu podle tepelného výkonu na 4 části.



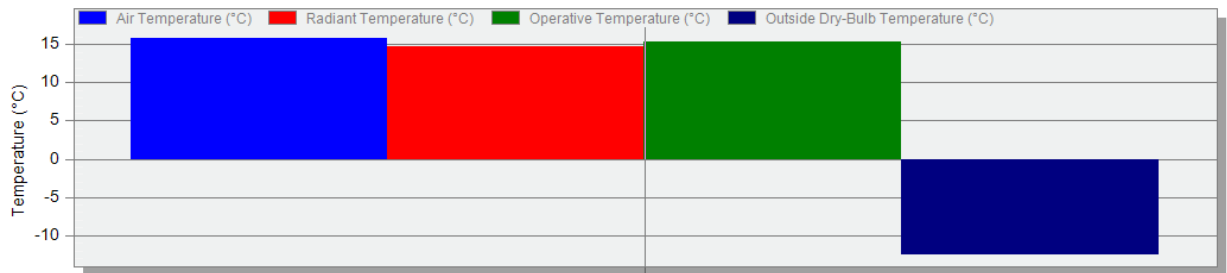
Výsledné tepelné ztráty:

Část objektu číslo 1	9,74 kW
Část objektu číslo 2	9,87 kW
Část objektu číslo 3	36,93 kW
Část objektu číslo 4	4,04 kW
Celkem	60,58 kW

Pokud bychom porovnali výstupy Design Builderu a Protechu, měli bychom dojít k podobným číslům. Celkový rozdíl by se měl pohybovat v řádu 10-20 %.

	Design builder	Protech
Část objektu číslo 1	9,74 kW	8,94 kW
Část objektu číslo 2	9,87 kW	10,74 kW
Část objektu číslo 3	36,93 kW	33,54 kW
Část objektu číslo 4	4,04 kW	4,12 kW
Celkem	60,58 kW	57,34 kW

Celkový rozdíl je 5% při celkovém součtu.



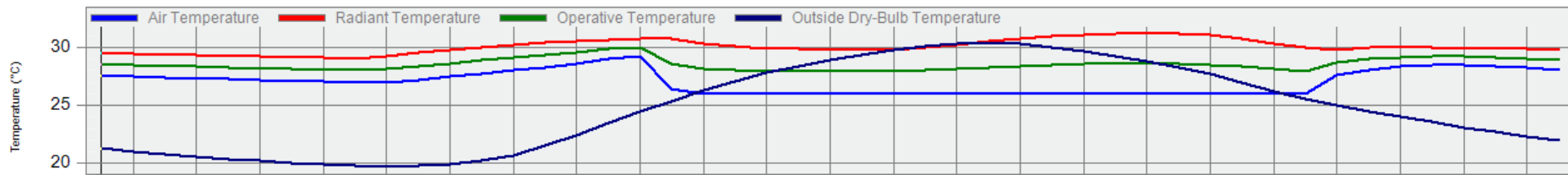
Obrázek popisuje jednotlivé roztřídění teplot podle typu. Modrá teplota popisuje střední teplotu vzduchu, která se pohybuje na úrovni 15,8 °C. Červená ukazuje teplotu sáláním, hodnota 14,7°C . Zelená hodnota ukazuje rovnoměrnou teplotu uzavřené černé plochy, uvnitř které by člověk sdílel sáláním a prouděním stejně tepla jako v prostředí skutečném, hodnota 15,3 °C. Poslední teplota je teplota vzduchu exteriéru, jeho hodnota je -12,6 °C.

1.3.2 Letní provoz

Výsledky letního provozu jsem navrhoval pouze pro hlavní sál, tak jako v projektu. Výsledkem se mi staly grafy, které ukazují průběh teploty v sále, relativní vlhkost a navrhovaný výkon chlazení. Vše je řízeno podle časového harmonogramu. Softwarový výpočet byl posouzen na 21. Července pro běžný pracovní provoz.

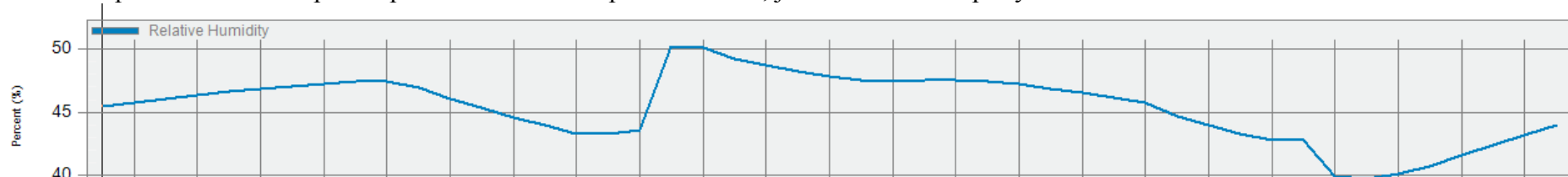
```
Schedule:Compact
DayCtr_DrySptHall_Cool
Temperature,
Through: 31 Dec,
For: Weekdays SummerDesignDay,
Until: 00:01, 0,
Until: 10:00, 0,
Until: 20:30, 1,
Until: 24:00, 0,
For: Weekends,
Until: 00:01, 0,
Until: 10:00, 0,
Until: 20:30, 1,
Until: 24:00, 0,
For: Holidays,
Until: 00:01, 0,
Until: 10:00, 0,
Until: 21:00, 1,
Until: 24:00, 0,
For: WinterDesignDay AllOtherDays,
Until: 24:00, 0;
```

Harmonogram bylo možné nastavit na několik typů. Zvolil jsem detailní popis od kdy do kdy bude fungovat chladicí jednotka. Chladicí jednotka byla posuzována pro část „For: Weekdays Summer design day“. Za časovým údajem je vždy napsána 0 nebo 1. Při přechodu času z 0 na 1 je chlazení zapnuté. V opačném gardu je chlazení vypnuté.



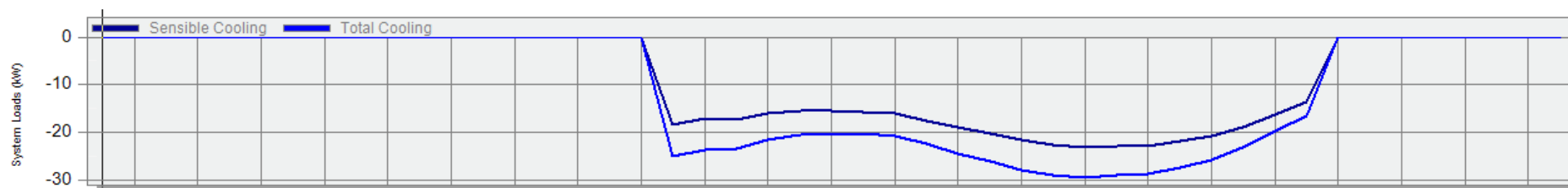
Průběh teplot

Z grafu je jasně patrný zlom-propad vnitřní teploty (světlá modrá) vzduchu během 10. hodiny, stejně tak jako operativní teploty (zelená). Naopak na teplotní složku sálavou (červená) nemá chlazení skoro žádný vliv. Námí navržená teplota vnitřního vzduchu 26 je v návrhové podobě velice podobná. 25,9 °C. Maximální teplota exteriéru je v 14:00. Můžeme tedy říct, že chladicí jednotka a stoupající teplota venkovního vzduchu má vliv na teplotu vzduchu a teplotu operativní. Na co naopak vliv nemá, je sálavá složka teploty.



Vlhkost v sále

V grafu vlhkosti stále můžeme vidět ztrátu vlhkosti vlivem chlazení v době 09:00-21:00. Tento problém by šel programově vyřešit přidáním více vlhkosti do přiváděného vzduchu. Vlhkost začne stoupat až po vypnutí chlazení po 20. Hodině, kdy také klesá teplota v exteriéru.



Výkon chladicí jednotky

Chladicí jednotka začíná odebírat elektřinu už od 9. hodiny a zhruba v 9:30 už je plně funkční. Největší odběr elektřiny je pak během 16. hodiny. Jednotka pak od 19. hodiny tlumí svůj výkon a v 20:00 přestává fungovat, venkovní teplota je 25 °C. Návrhová vnitřní teplota je 26 °C.

1.4 Zhodnocení modelování

V programu Design Builder jsme vymodelovali a navrhli posuzovaný objekt. Navrhli obálku budovy, materiál, tloušťku jednotlivých konstrukcí a přisoudili jim určité fyzikálně-technické parametry. Samotný průběh modelování byl poznamenán omezenou verzí programu, kdy nemohly být nastaveny, zejména při výstupu dat, větší možnosti výstupního aparátu. V konečném výsledku nás tedy zajímalo hlavně návrh otopné soustavy pro zimní provoz a chlazení hlavního sálu pro provoz letní. Zejména v letním provozu lze vidět na výstupních grafech vliv chlazení na celkové mikroklima sálu. V zimním provozu pak srovnání s dalším výpočtovým programem PROTECH. Výstupy z obou programů byly velice podobné.

Závěr

V rámci diplomové práce jsem navrhl komplexní řešení, které by bylo pro řešený objekt vhodné. Návrh jsem provedl s příslušnými požadavky, právními předpisy a normami. Objekt to je velice rozsáhlý, členitý a komplikovaný, proto nebudu tvrdit, že moje řešení je nejvhodnější. Existuje jistě celá řada dalších řešení, které by mohl být vhodné. Můj návrh spočíval v co největší možné míře použít elektrickou energii a její obnovitelný zdroj. O vytápění v objektu se tady starají dva elektrické kotle a vzduchotechnická jednotka plus fotovoltaické panely pokrývající potřebu přípravy teplé vody v zimním provozu. Pro letní provoz je to výhradně chlazení a fotovoltaika. Distribuční prvky tepla budou otopná tělesa Korado Radik VK se spodním připojením a trubková tělesa Korado Koralux.

Seznam použitých zdrojů

Zákony, normy, vyhlášky:

ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

ČSN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 601101 Otopná tělesa pro ústřední vytápění

ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov – základní požadavky na větrání a klimatizační systémy

Zákon 318/2012 o hospodaření energií

Vyhláška 78/2013 sb. o energetické náročnosti budov

Vyhláška č. 193/2007 sb. o opatřit rozvody vytápění a TV tepelnou izolací

Literatura:

Humm-Othmar---Nízkoenergetické-domy

Jan Tywoniak a kolektiv – Nízkoenergetické domy 1,2,3

Internetové zdroje:

www.tzb-info.cz

www.nulovedomy.org

www.pasivnidomy.cz

www.ekobonus.cz

www.nalezeno.cz

www.starupeer.com

www.adamshvancinc.com

www.schiessl.cz

<http://www.teplarny.cz/>

europa.eu

www.regulus.cz

www.eshopelektronika.cz

www.suncalc.org

<http://tzb.fsv.cvut.cz/>

www.publi.cz

www.odbornecasopisy.cz

www.ivacs.cz

www.korado.cz

www.protherm.cz

www.topin.cz

www.sos-shop.cz

www.grundfos.cz

www.teplarny.cv

<http://www.etl.cz/>

www.dzd.cz

www.mandik.cz

www.bola.cz

<http://eur-lex.europa.eu/>

Seznam použitých zkratk a symbolů

R	Tepelný odpor konstrukce	[m ² .K/W]
R	Měrná tlaková ztráta třením (z tabulek nebo diagramů)	[Pa, kPa]
R _{si}	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (přestup)	[m ² .K/W]
R _{se}	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (přestup)	[m ² .K/W]
R _{tot}	Celkový tepelný odpor stěny	[m ² .K/W]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	[W/(m.K)]
D	Tloušťka materiálu	[m]
U_{pas,20}	Požadovaný součinitel pro pasivní domy	[W/m ² K]
U_N	Požadovaný součinitel	[W/m ² K]
U_{rec,20}	Doporučený součinitel	[W/m ² K]
Φ_i	Celková tepelná ztráta	[W, kW]
$\Phi_{T,i}$	Tepelná ztráta větráním	[W, kW]
$\Phi_{T,i}$	Tepelná ztráta prostupem	[W, kW]
$\theta_{int,i}$	Výpočtová (návrhová) teplota interiéru	[°C]
θ_e	Teplota exteriéru	[°C]
A_k	Plocha ochlazované konstrukce	[m ²]
U_k	Součinitel přestupu tepla ochlazované konstrukce	[W/m ² K]
e_k, e_i	korekční součinitelé	[-]
l_i	délka lineárního tepelného mostu	[m]
Ψ_i	činitel lineárního prostupu tepla tepelného mostu	[W/(m.K)]
χ_i	bodový činitel prostupu tepla	[W/(m ² .K)]
b_u	součinitel redukce teploty	[-]
θ_u	teplota nevytápěného prostoru	[°C]
f_{ij}	součinitel redukce teploty	[-]
θ_j	teplota vytápěného prostoru s odlišnou teplotou	[°C]
f_{g1}	opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty	[-]
f_{g2}	opravný součinitel, zahrnující rozdíl mezi průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou	[-]
G_w	opravný součinitel na vliv spodní vody (méně než 1 m od úrovně terénu se uvažuje 1,15, jinak 1)	[-]
U_{equie,k}	ekvivalentní součinitel přestupu tepla konstrukce v kontaktu se zemínou	[W/m ² K]
$\theta_{m,e}$	průměrná roční výpočtová teplota	[°C]
H_{v,i}	měrná tepelná ztráta větráním	[W/m]
ρ	hustota vzduchu	[kg/m ³]

c	měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kgK]
V_{inf,i}	množství vzduchu z infiltrace pláštěm budovy	[m ³ /h]
V_{min,i}	nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů	[m ³ /h]
n₅₀	Intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa	[h ⁻¹]
e_i	stínící součinitel	[-]
ε_i	korekční součinitel na výšku od úrovně terénu	[-]
M	Hmotnostní tok	[kg/h]
DN	Jmenovitá světlost	[Dxt]
W	Rychlost proudící vody	[m/s]
ξ	Součinitel místního odporu	[-]
Z	Součinitel vřazeného odporu	[Pa]
ΔpDIS	Celková tlaková ztráta	[Pa]
ΔpRV	Tlaková ztráta tělesa	[Pa]
H	Dopravní výška	[m]
Y	Měrná celková energie	[J/kg]
Y_p	Měrná potenciační energie	[J/kg]
Y_{rf}	Měrná ztrátová energie	[J/kg]
p_{ddov}	Nejnižší dovolený provozní přetlak	[kPa]
p_{hdov}	Nejvyšší dovolený provozní přetlak	[kPa]
h	Nejvyšší bod soustavy	[m]
g	Tíhové zrychlení	[m/s ²]
Pot	Nejvyšší dovolený otevírací přetlak	[kPa]
Pd	Nejnižší dovolený otevírací přetlak	[kPa]
Δt	Rozdíl teplot	[°C]
E_{2t}	Teoretická denní potřeba ohřev TV	[kW]
E_{2z}	Tepelné ztráty při ohřevu	[kW]
E_{2p}	Teplo dodané ohřívacem během 1 dne	[kW]
z	Poměrné ztráty	[-]
η	účinnost	[%]
t_e	Teplota exteriéru	[°C]
T_p	Teplota přiváděného vzduchu	[°C]
D	Počet denostupňů	[-]

Zkratky:

HDTV – Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

TZB – technické zařízení budov

ÚT – ústřední topení

VZT - vzduchotechnika

ZTI – zdravotně technické instalace

TV – teplá voda

BOZP – bezpečnost práce

Citace

[1] Úřední věstník Evropské Unie<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.208.01.0046.01.CES&toc=OJ:L:2016:208:TOC>

Seznam příloh

Výkresy

SITUACE	B.01
PŮDORYS 1.NP	B.02
PŮDORYS SÁLU 1.NP	B.03
SVISLÉ SCHÉMA VYTÁPĚNÍ	B.04
PŮDORYS SÁLU 1.NP	B.05
PŮDORYS STŘECHY – FOTOVOLTAICKÉ PANELY	B.06
SCHÉMA ZAPOJENÍ 1	B.07
SCHÉMA ZAPOJENÍ 2	B.08

Technické listy

Měděné potrubí
Zásobník TV OKCE 200 Dražice
Pojistný ventil IVAR.PV 527
Napouštěcí ventil VF06
Třícestný ventil VRG 130
Expanzní nádoba HW60V
Elektrický kotel Protherm 23
HDTV II
Rozdělovač/sběrač HV 70/125-6
Čerpadlo Grundfos alpha L 25-50 180
Čerpadlo Grundfos alpha L 25-40 130

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUSKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
0,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0240 0,0005	0,122 0,0012	0,384 0,0022	0,938 0,0034	2,68 0,0057	6,15 0,0086	15,0 0,0135	36,6 0,0211	71,1 0,0250	123 0,0292	246 0,0353
1,0	m (kg/h) v (m/s)	0,0480 0,0011	0,243 0,0024	0,768 0,0043	1,88 0,0067	5,36 0,0114	12,3 0,0173	30,0 0,0270	73,3 0,0422	107 0,0377	186 0,0439	368 0,0530
1,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0720 0,0016	0,365 0,0036	1,15 0,0065	2,81 0,0101	8,04 0,0171	18,4 0,0259	45,0 0,0405	68,7 0,0396	136 0,0479	236 0,0557	466 0,0671
2,0	m (kg/h) v (m/s)	0,0960 0,0022	0,486 0,0049	1,54 0,0086	3,75 0,0135	10,7 0,0228	24,6 0,0346	60,0 0,0540	81,6 0,0469	162 0,0568	279 0,0659	551 0,0793
2,2	m (kg/h) v (m/s)	0,106 0,0024	0,535 0,0053	1,69 0,0095	4,13 0,0148	11,8 0,0251	27,0 0,0380	46,3 0,0417	86,3 0,0497	171 0,0600	295 0,0697	582 0,0837
2,4	m (kg/h) v (m/s)	0,115 0,0026	0,583 0,0058	1,84 0,0104	4,50 0,0162	12,9 0,0274	29,5 0,0415	48,8 0,0439	90,9 0,0523	180 0,0632	310 0,0733	612 0,0880
2,6	m (kg/h) v (m/s)	0,125 0,0028	0,632 0,0063	2,00 0,0112	4,88 0,0175	13,9 0,0297	32,0 0,0449	51,2 0,0461	95,3 0,0548	188 0,0662	325 0,0768	641 0,0922
2,8	m (kg/h) v (m/s)	0,134 0,0030	0,681 0,0068	2,15 0,0121	5,25 0,0189	15,0 0,0319	34,4 0,0484	53,5 0,0481	99,5 0,0573	197 0,0691	339 0,0802	669 0,0962
3,0	m (kg/h) v (m/s)	0,144 0,0032	0,729 0,0073	2,31 0,0130	5,63 0,0202	16,1 0,0342	36,9 0,0518	55,8 0,0502	104 0,0597	205 0,0720	353 0,0834	696 0,100
3,3	m (kg/h) v (m/s)	0,158 0,0036	0,802 0,0080	2,54 0,0143	6,19 0,0223	17,7 0,0376	40,6 0,0570	59,0 0,0531	110 0,0631	217 0,0761	373 0,0882	735 0,106
3,6	m (kg/h) v (m/s)	0,173 0,0039	0,875 0,0087	2,77 0,0155	6,75 0,0243	19,3 0,0411	44,3 0,0622	62,2 0,0559	115 0,0664	228 0,0801	392 0,0927	773 0,111
4,0	m (kg/h) v (m/s)	0,192 0,0043	0,972 0,0097	3,07 0,0173	7,50 0,0270	21,4 0,0456	35,5 0,0499	66,2 0,0595	123 0,0707	242 0,0851	417 0,0986	821 0,118
4,5	m (kg/h) v (m/s)	0,216 0,0049	1,09 0,0109	3,46 0,0194	8,44 0,0304	24,1 0,0513	38,1 0,0536	70,9 0,0638	132 0,0757	260 0,0912	446 0,106	878 0,126
5,0	m (kg/h) v (m/s)	0,240 0,0054	1,22 0,0121	3,84 0,0216	9,38 0,0337	26,8 0,0570	40,6 0,0570	75,5 0,0679	140 0,0805	276 0,0969	474 0,112	933 0,134
5,5	m (kg/h) v (m/s)	0,264 0,0059	1,34 0,0134	4,23 0,0238	10,3 0,0371	29,5 0,0627	43,0 0,0604	79,9 0,0718	148 0,0852	292 0,102	501 0,118	985 0,142
6,0	m (kg/h) v (m/s)	0,288 0,0065	1,46 0,0146	4,61 0,0259	11,3 0,0405	32,1 0,0684	45,2 0,0636	84,1 0,0756	156 0,0896	307 0,108	527 0,125	1035 0,149
6,5	m (kg/h) v (m/s)	0,312 0,0070	1,58 0,0158	4,99 0,0281	12,2 0,0439	34,8 0,0741	47,4 0,0667	88,1 0,0793	163 0,0939	321 0,113	551 0,130	1084 0,156
7,0	m (kg/h) v (m/s)	0,336 0,0076	1,70 0,0170	5,38 0,0302	13,1 0,0472	37,5 0,0798	49,6 0,0697	92,1 0,0828	170 0,0980	335 0,118	575 0,136	1131 0,163
7,5	m (kg/h) v (m/s)	0,360 0,0081	1,82 0,0182	5,76 0,0324	14,1 0,0506	29,0 0,0616	51,7 0,0726	95,9 0,0862	177 0,102	349 0,123	599 0,142	1176 0,169
8,0	m (kg/h) v (m/s)	0,384 0,0086	1,94 0,0194	6,15 0,0346	15,0 0,0540	30,1 0,0641	53,7 0,0754	99,6 0,0896	184 0,106	362 0,127	621 0,147	1220 0,176
9,0	m (kg/h) v (m/s)	0,432 0,0097	2,19 0,0219	6,92 0,0389	16,9 0,0607	32,3 0,0687	57,5 0,0809	107 0,0960	197 0,113	388 0,136	665 0,157	1305 0,188
10,0	m (kg/h) v (m/s)	0,480 0,0108	2,43 0,0243	7,68 0,0432	18,8 0,0675	34,4 0,0732	61,2 0,0861	113 0,102	210 0,121	412 0,145	706 0,167	1385 0,199
11,0	m (kg/h) v (m/s)	0,528 0,0119	2,67 0,0267	8,45 0,0475	20,6 0,0742	36,4 0,0775	64,8 0,0910	120 0,108	222 0,128	435 0,153	746 0,176	1463 0,210
12,0	m (kg/h) v (m/s)	0,576 0,0130	2,92 0,0292	9,22 0,0518	22,5 0,0810	38,3 0,0816	68,2 0,0958	126 0,114	233 0,134	457 0,161	784 0,185	1537 0,221
13,0	m (kg/h) v (m/s)	0,624 0,0140	3,16 0,0316	9,99 0,0561	24,4 0,0877	40,2 0,0855	71,5 0,100	132 0,119	244 0,140	479 0,168	820 0,194	1608 0,231
14,0	m (kg/h) v (m/s)	0,672 0,0151	3,40 0,0340	10,8 0,0605	26,3 0,0945	42,0 0,0894	74,7 0,105	138 0,124	255 0,147	500 0,176	856 0,202	1677 0,241

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
15,0	m (kg/h) v (m/s)	0,720 0,0162	3,65 0,0364	11,5 0,0648	28,1 0,101	43,7 0,0931	77,8 0,109	144 0,129	265 0,153	520 0,183	890 0,210	1744 0,251
16,0	m (kg/h) v (m/s)	0,768 0,0173	3,89 0,0389	12,3 0,0691	30,0 0,108	45,4 0,0967	80,8 0,113	149 0,134	275 0,158	540 0,190	923 0,218	1809 0,260
17,0	m (kg/h) v (m/s)	0,816 0,0184	4,13 0,0413	13,1 0,0734	22,7 0,0816	47,1 0,100	83,7 0,118	155 0,139	285 0,164	559 0,196	956 0,226	1872 0,269
18,0	m (kg/h) v (m/s)	0,864 0,0194	4,38 0,0437	13,8 0,0777	23,5 0,0844	48,7 0,104	86,5 0,122	160 0,144	295 0,170	577 0,203	988 0,234	1934 0,278
19,0	m (kg/h) v (m/s)	0,912 0,0205	4,62 0,0462	14,6 0,0821	24,2 0,0872	50,3 0,107	89,3 0,125	165 0,148	304 0,175	595 0,209	1018 0,241	1994 0,287
20,0	m (kg/h) v (m/s)	0,960 0,0216	4,86 0,0486	15,4 0,0864	25,0 0,0899	51,9 0,110	92,0 0,129	170 0,153	313 0,180	613 0,215	1049 0,248	2052 0,295
22,0	m (kg/h) v (m/s)	1,06 0,0238	5,35 0,0534	16,9 0,0950	26,5 0,0952	54,8 0,117	97,3 0,137	180 0,162	331 0,190	647 0,227	1107 0,262	2166 0,312
24,0	m (kg/h) v (m/s)	1,15 0,0259	5,83 0,0583	18,4 0,104	27,9 0,100	57,7 0,123	102 0,144	189 0,170	348 0,200	680 0,239	1163 0,275	2275 0,327
26,0	m (kg/h) v (m/s)	1,25 0,0281	6,32 0,0632	20,0 0,112	29,2 0,105	60,5 0,129	107 0,151	198 0,178	364 0,209	712 0,250	1217 0,288	2380 0,342
28,0	m (kg/h) v (m/s)	1,34 0,0302	6,81 0,0680	21,5 0,121	30,5 0,110	63,2 0,135	112 0,157	207 0,186	380 0,219	743 0,261	1269 0,300	2482 0,357
30,0	m (kg/h) v (m/s)	1,44 0,0324	7,29 0,0729	23,1 0,130	31,8 0,114	65,8 0,140	117 0,164	215 0,193	395 0,227	773 0,271	1320 0,312	2580 0,371
33,0	m (kg/h) v (m/s)	1,58 0,0356	8,02 0,0802	18,1 0,102	33,7 0,121	69,6 0,148	123 0,173	227 0,204	417 0,240	816 0,287	1393 0,329	2722 0,392
36,0	m (kg/h) v (m/s)	1,73 0,0389	8,75 0,0875	19,0 0,107	35,4 0,127	73,2 0,156	130 0,182	239 0,215	439 0,252	857 0,301	1464 0,346	2859 0,411
40,0	m (kg/h) v (m/s)	1,92 0,0432	9,72 0,0972	20,3 0,114	37,7 0,136	77,9 0,166	138 0,194	254 0,228	466 0,268	910 0,320	1553 0,367	3034 0,436
45,0	m (kg/h) v (m/s)	2,16 0,0486	10,9 0,109	21,7 0,122	40,4 0,145	83,4 0,178	148 0,207	272 0,244	498 0,287	973 0,342	1660 0,393	3241 0,466
50,0	m (kg/h) v (m/s)	2,40 0,0540	12,2 0,121	23,2 0,130	43,0 0,155	88,7 0,189	157 0,220	288 0,259	529 0,305	1033 0,363	1762 0,417	3439 0,495
55,0	m (kg/h) v (m/s)	2,64 0,0594	13,4 0,134	24,5 0,138	45,5 0,164	93,8 0,200	166 0,233	305 0,274	559 0,322	1090 0,383	1859 0,440	3627 0,522
60,0	m (kg/h) v (m/s)	2,88 0,0648	14,6 0,146	25,8 0,145	47,9 0,172	98,6 0,210	174 0,245	320 0,288	587 0,338	1145 0,402	1953 0,462	3809 0,548
65,0	m (kg/h) v (m/s)	3,12 0,0702	15,8 0,158	27,1 0,152	50,2 0,181	103 0,220	182 0,256	335 0,302	615 0,354	1198 0,421	2043 0,483	3983 0,573
70,0	m (kg/h) v (m/s)	3,36 0,0756	17,0 0,170	28,3 0,159	52,4 0,189	108 0,230	190 0,268	350 0,315	641 0,369	1250 0,439	2130 0,504	4152 0,597
75,0	m (kg/h) v (m/s)	3,60 0,0810	18,2 0,182	29,6 0,165	54,6 0,196	112 0,239	198 0,278	364 0,327	667 0,384	1299 0,456	2214 0,524	4315 0,621
80,0	m (kg/h) v (m/s)	3,84 0,0864	19,4 0,194	30,9 0,172	56,7 0,204	117 0,248	206 0,289	378 0,340	692 0,398	1348 0,473	2296 0,543	4474 0,644
90,0	m (kg/h) v (m/s)	4,32 0,0972	22,0 0,220	34,2 0,184	60,7 0,218	125 0,266	220 0,309	404 0,363	739 0,426	1440 0,506	2453 0,580	4778 0,688
100	m (kg/h) v (m/s)	4,80 0,108	24,0 0,240	36,4 0,196	64,6 0,232	133 0,282	234 0,329	429 0,386	785 0,452	1528 0,537	2602 0,615	5068 0,729
110	m (kg/h) v (m/s)	5,28 0,119	26,4 0,264	38,8 0,207	68,3 0,246	140 0,298	247 0,347	453 0,407	829 0,477	1613 0,567	2745 0,649	5345 0,769
120	m (kg/h) v (m/s)	5,76 0,130	28,8 0,288	41,2 0,218	71,8 0,258	147 0,314	260 0,365	476 0,428	870 0,501	1694 0,595	2882 0,682	5610 0,807
130	m (kg/h) v (m/s)	6,24 0,140	31,2 0,312	43,6 0,229	75,2 0,271	154 0,328	272 0,382	498 0,448	911 0,524	1772 0,622	3015 0,713	5866 0,844

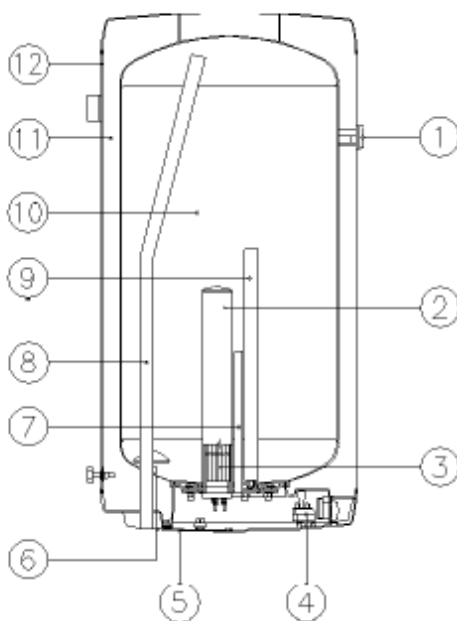
R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
140	m (kg/h) v (m/s)	6,72 0,151	19,2 0,191	42,5 0,239	78,5 0,282	161 0,343	284 0,398	519 0,467	950 0,547	1847 0,649	3142 0,743	6113 0,880
150	m (kg/h) v (m/s)	7,20 0,162	20,0 0,199	44,2 0,249	81,7 0,294	168 0,357	295 0,414	540 0,486	987 0,568	1920 0,674	3266 0,772	6352 0,914
160	m (kg/h) v (m/s)	7,68 0,173	20,7 0,207	45,9 0,258	84,9 0,305	174 0,370	306 0,430	560 0,504	1024 0,589	1991 0,699	3386 0,801	6585 0,947
170	m (kg/h) v (m/s)	8,16 0,184	21,5 0,215	47,6 0,268	87,9 0,316	180 0,383	317 0,445	580 0,522	1060 0,610	2060 0,724	3502 0,828	6810 0,980
180	m (kg/h) v (m/s)	8,64 0,194	22,2 0,222	49,2 0,277	90,8 0,327	186 0,396	327 0,460	599 0,539	1094 0,630	2127 0,747	3616 0,855	7030 1,01
190	m (kg/h) v (m/s)	9,12 0,205	22,9 0,229	50,8 0,286	93,7 0,337	192 0,408	338 0,474	618 0,556	1128 0,649	2192 0,770	3727 0,881	7244 1,04
200	m (kg/h) v (m/s)	9,60 0,216	23,7 0,236	52,3 0,294	96,6 0,347	198 0,421	348 0,488	636 0,572	1161 0,668	2256 0,793	3835 0,907	7454 1,07
220	m (kg/h) v (m/s)	10,6 0,238	25,0 0,250	55,3 0,311	102 0,367	209 0,444	367 0,516	671 0,604	1225 0,705	2380 0,836	4044 0,957	7858 1,13
240	m (kg/h) v (m/s)	11,5 0,259	26,3 0,263	58,2 0,327	107 0,386	219 0,467	386 0,542	705 0,634	1287 0,741	2499 0,878	4245 1,00	8247 1,19
260	m (kg/h) v (m/s)	8,94 0,201	27,6 0,276	61,0 0,343	112 0,404	220 0,489	403 0,567	738 0,663	1346 0,775	2613 0,918	4439 1,05	8621 1,24
280	m (kg/h) v (m/s)	9,35 0,210	28,8 0,288	63,6 0,358	117 0,422	240 0,510	421 0,591	769 0,692	1403 0,808	2723 0,957	4626 1,09	8982 1,29
300	m (kg/h) v (m/s)	9,74 0,219	30,0 0,300	66,2 0,372	122 0,439	249 0,530	438 0,615	800 0,719	1459 0,840	2830 0,994	4807 1,14	9331 1,34
330	m (kg/h) v (m/s)	10,3 0,232	31,7 0,317	70,0 0,393	129 0,464	263 0,560	462 0,649	844 0,739	1539 0,886	2985 1,05	5068 1,20	9837 1,42
360	m (kg/h) v (m/s)	10,9 0,244	33,4 0,334	73,6 0,414	135 0,487	277 0,589	485 0,682	886 0,797	1616 0,930	3133 1,10	5319 1,26	10321 1,49
400	m (kg/h) v (m/s)	11,6 0,260	35,5 0,355	78,2 0,440	144 0,518	294 0,625	515 0,724	941 0,846	1714 0,987	3323 1,17	5639 1,33	10940 1,57
450	m (kg/h) v (m/s)	12,4 0,279	38,0 0,380	83,7 0,471	154 0,554	314 0,668	551 0,774	1005 0,904	1831 1,05	3548 1,25	6020 1,42	11674 1,68
500	m (kg/h) v (m/s)	13,2 0,297	40,4 0,404	89,0 0,500	164 0,588	333 0,710	584 0,821	1066 0,959	1942 1,12	3762 1,32	6382 1,51	12372 1,78
550	m (kg/h) v (m/s)	14,0 0,314	42,8 0,427	94,0 0,528	173 0,621	352 0,749	617 0,867	1125 1,01	2048 1,18	3967 1,39	6727 1,59	13039 1,88
600	m (kg/h) v (m/s)	14,7 0,330	45,0 0,449	98,8 0,555	181 0,653	370 0,787	648 0,910	1181 1,06	2150 1,24	4163 1,46	7059 1,67	13679 1,97
650	m (kg/h) v (m/s)	15,4 0,346	47,1 0,471	103 0,582	190 0,683	387 0,823	678 0,952	1235 1,11	2248 1,29	4352 1,53	7378 1,74	14295 2,06
700	m (kg/h) v (m/s)	16,1 0,362	49,2 0,491	108 0,607	198 0,713	403 0,859	706 0,993	1288 1,16	2343 1,35	4534 1,59	7686 1,82	14889 2,14
750	m (kg/h) v (m/s)	16,8 0,377	51,2 0,511	112 0,631	206 0,741	419 0,893	734 1,03	1338 1,20	2435 1,40	4711 1,65	7985 1,89	15464 2,23
800	m (kg/h) v (m/s)	17,4 0,391	53,1 0,531	117 0,655	214 0,769	435 0,926	762 1,07	1388 1,25	2524 1,45	4883 1,72	8274 1,96	16022 2,31
900	m (kg/h) v (m/s)	18,6 0,419	56,9 0,568	125 0,701	229 0,822	465 0,990	814 1,14	1482 1,33	2695 1,55	5211 1,83	8829 2,09	17092 2,46
1000	m (kg/h) v (m/s)	19,8 0,446	60,4 0,604	132 0,744	243 0,873	493 1,05	863 1,21	1572 1,41	2857 1,64	5524 1,94	9356 2,21	18108 2,61
1100	m (kg/h) v (m/s)	21,0 0,471	63,8 0,638	140 0,786	256 0,922	521 1,11	911 1,28	1658 1,49	3012 1,73	5822 2,05	9860 2,33	19079 2,75

TYP		OKCE 50	OKCE 80/ OKHE 80	OKCE 100/ OKHE 100	OKCE 125/ OKHE 125	OKCE 160/ OKHE 160	OKCE 200
OBJEM	l	51	80	100	125	152	200
MAX. PROVOZNI PŘETLAK V NÁDOBĚ	MPa				0,6		
ELEKTRICKÉ PŘIPOJENÍ	V				1/N/PE ~ 230V/50Hz		
PŘÍKON	W				2200		
EL. KRYTÍ					IP 44		
MAX. TEPLOTA TV	°C				90		
DOPORUČENÁ TEPLOTA TV	°C				60		
VÝŠKA OHŘÍVAČE	mm	585	757 730	902 885	1067 1050	1255 1235	1287
PRŮMĚR OHŘÍVAČE (jen OKCE)	mm	524	524	524	524	524	584
ROZMĚR OHŘÍVAČE šířka x hloubka (jen OKHE)	mm				520x556		
MAX. HMOTNOST OHŘÍVAČE BEZ VODY	kg	28	32/34	39/38	43/45	49/51	66
DOBA OHŘEVU EL. EN. Z 10°C NA 60°C	hod	1,3	2,1	2,6	3,3	4	5,3
ZÁTĚŽOVÝ PROFIL		M	M	M	M	L	XL
DENNÍ SPOTŘEBA EL.ENERGIE	kWh	6,32	6,19	6,31	6,59	12,03	20,34
SMÍŠENÁ VODA V40	l	80,84	138,7	165,41	231,1	242,83	331,26

Tabulka 1

1.3 KONSTRUKCE A ZÁKLADNÍ ROZMĚRY OHŘÍVAČE

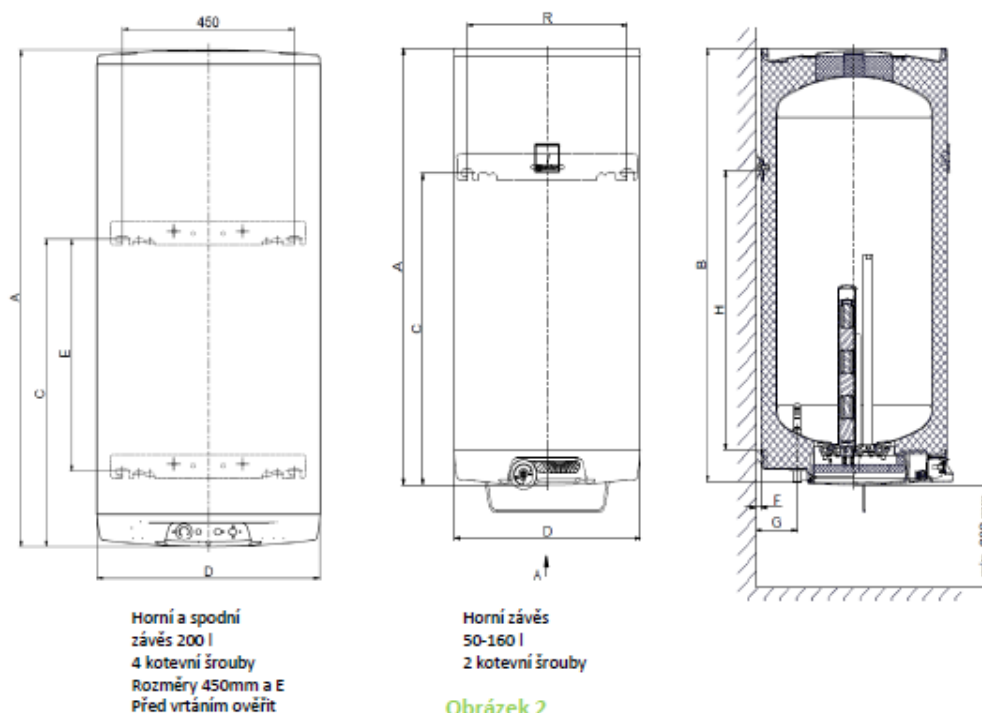
Nádoba ohřivače je vyrobena z ocelového plechu a zkoušena přetlakem 0,9MPa. Vnitřek nádoby je posmaltován. Ke spodnímu dnu nádoby je přivařena příruba, ke které je přišroubováno víko příruby. Mezi víko příruby a přírubu je vložen těsnící kroužek. Ve víku příruby jsou jímky pro umístění topného tělesa a čidel termostatu a bezpečnostní pojistky. Na matici M8 je namontována anodová tyč. Elektroinstalace je umístěna pod plastovým odnímatelným krytem. Popis základních částí ohřivače - Obrázek 1. Rozměry ohřivačů - Obrázek 2 a Tabulka 2, Obrázek 3 a Tabulka 3.



1. indikátor teploty
2. jímka topného tělesa
3. keramické topné těleso 2200W
4. provozní termostat s vnějším ovládním a bezpečnostní pojistka
5. kryt elektroinstalace
6. trubka napouštění studené vody
7. jímka pro čidla termostatů
8. trubka odběru teplé vody
9. Mg anoda
10. ocelová smaltovaná nádoba
11. polyuretanová izolace
12. plášť ohřivače

Obrázek 1

Technický popis: OKCE 50 – 200



Obrázek 2

	OKCE 50	OKCE 80	OKCE 100	OKCE 125	OKCE 160	OKCE 200
A	585	757	902	1067	1255	1287
B	576	748	893	1059	1246	1280
C	455	594	740	762	1011	800
D	524	524	524	524	524	584
E	-	-	-	-	-	600
F	14	14	14	14	14	14
G	116	116	116	116	116	116
H	369	508	654	682	925	-
R	450	450	450	450	450	450

Tabulka 2

1) Výrobek: **POJISTNÝ VENTIL PRO TOPENÍ**

2) Typ: **IVAR.PV 527**



3) Charakteristika použití:

- Pojistné ventily řady 527 jsou vyrobeny v souladu se základními požadavky normy pro bezpečnost tlakových zařízení, stanovené směrnicí 97/23CE (od 19/7/2016 směrnice 2014/68/UE) Evropského parlamentu a Rady Evropské Unie pro harmonizaci předpisů členských států pro tlaková zařízení.
- Pokyny uvedené v tomto návodu jsou v souladu s oblastí působnosti článku 3.4 - bod 1 směrnice 97/23/CE (od 19/07/2016 směrnice 2014/68/UE) a měly by být součástí každého výrobku dodávaného na trh.
- Bezpečnostní pojistné ventily se používají pro regulaci tlaku teplotonosné kapaliny v uzavřených okruzích tepelných zdrojů, otopných systémů nebo zásobníků TV.
- V klidové poloze je pojistný ventil uzavřen a po dosažení kalibrovaného tlaku, pojistný ventil otevře a odpustí přebytečný tlak.
- Zabraňují, aby systém nedosáhl takové úrovně, která by byla nebezpečná pro zdroj nebo komponenty v systému zabudované.
- Ruční ovládací hlavou lze provádět ruční odpouštění, periodickým odpouštěním lze odstranit případné mechanické nebo jiné nečistoty z těsnicího sedla.

4) Tabulka s objednacími kódy a základními údaji:

KÓD	TYP	SPECIFIKACE
527625	IVAR.PV 527	1" F x 5/4" F; 2,5 bar
527630	IVAR.PV 527	1" F x 5/4" F; 3 bar
527660	IVAR.PV 527	1" F x 5/4" F; 6 bar
527680	IVAR.PV 527	1" F x 5/4" F; 8 bar

5) Technické a provozní parametry:

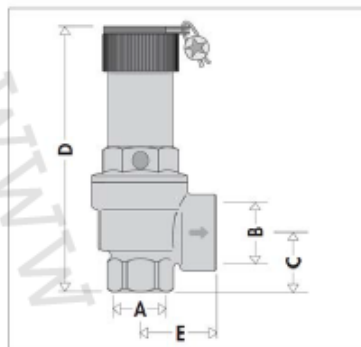
- maximální provozní tlak 10 bar
- rozsah provozní teploty +5 až +110 °C
- otevírací tlak 2,5; 3; 6 a 8 bar
- maximální rozdíl otevíracího tlaku Pset 10 %
- minimální rozdíl uzavíracího diferenčního tlaku Pset 20 %
- médium voda, vzduch
- kategorie PED - IV
- materiál: tělo mosaz CB753S dle UNI EN 1982, kryt mosaz CW617N dle UNI EN 12165, ovládací vřeteno mosaz CW614N dle UNI EN 12164, pružina ocel UNI EN 12270-1, ovládací hlava plast PA6G20, těsnění a membrána EPDM
- dodávaný rozměr, závit vnitřní 1" F x 5/4" F

Při projekčním návrhu je nutno vzít v úvahu otevírací přetlak 10 % pro správné dimenzování.

Rozměr	Ø výstupního otvoru (mm)	Plocha výstupního otvoru cm ²	Kalibrovaný tlak (bar)	Otevírací tlak (bar)	Uzavírací tlak (bar)
1" x 5/4"	25	4,9087	2,5	2,75	2,00
1" x 5/4"	25	4,9087	3	3,30	2,40
1" x 5/4"	25	4,9087	6	6,60	4,80
1" x 5/4"	25	4,9087	8	8,80	6,40

Rozměr	Výtokový součinitel K	Hmotnostní průtok (W) kg/h	Maximální výkon zdroje (kW)	Maximální výkon zdroje (kcal)/h
1" x 5/4"	0,88	762,30	443,20	381.100
1" x 5/4"	0,88	873,65	508,00	436.800
1" x 5/4"	0,88	1495,28	869,50	747.600
1" x 5/4"	0,88	1943,86	1130,30	971.900

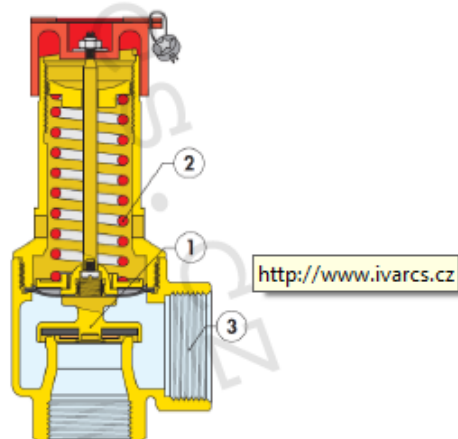
<http://www.ivarcs.cz>

6) Technický náčrt s rozměry:

Kód	A	B	C (mm)	D (mm)	E (mm)	Hmotnost (g)
5276..	1"	5/4"	39	166	48	1300

7) Princip činnosti

Uzavírací sedlo pojistného ventilu (1) pracuje s využitím tlaku působícího na přesnou pružinu (2), která dosažením nastaveného tlaku zcela otevře výstupní otvor (3). Hodnota tlaku se volí podle maximálního přípustného tlaku v systému. Rozměr výstupního otvoru (3) je roven nebo je o dimenzi větší než otvor vstupní. Pokud tlak klesá, dochází k opačné reakci a ventil uzavírá v rozsahu stanovených tolerancí.





Konstrukce

Napouštěcí ventil VF08 se skládá z:

- Tělesa ventilu
- Krytu pružiny s nastavovacím kolečkem a stupnicí
- Pružiny
- Vložky ventilu
- Vestavěného zpětného ventilu
- Vložky uzavíracího ventilu s vroubkovaným ovládacím kolečkem

Materiály

- Těleso z mosazi odolné proti dezincifikaci
- Kryt pružiny z vysoce odolného syntetického materiálu
- Pružina z pružinové oceli
- Vložka zpětného ventilu z vysoce odolného syntetického materiálu
- Membrána z vlákniny vyztuženého NBR
- Těsnění z NBR

Použití

Napouštěcí ventil VF08 umožňuje jednoduché a bezpečné napouštění nebo doplňování uzavřených otopných soustav. Pro přesnou kontrolu tlaku v systému po jeho naplnění, je na tělese ventilu hrdlo pro připojení manometru (lze objednat zvlášť jako volitelné příslušenství).

Hlavní rysy

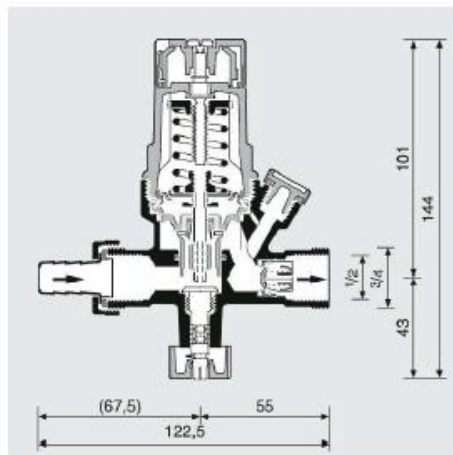
- Těleso ventilu s vnitřními i vnějšími závity.
- Jednoduché nastavení ovládacím kolečkem
- Hodnota nastaveného tlaku přímo zobrazena na stupnici
- Vyměnitelná vložka redukčního ventilu z odolného plastu
- Zpětný ventil schválen dle DIN/DVGW
- Redukční ventil s vyváženou kuželkou – kolísání vstupního tlaku neovlivní výstupní tlak
- Vestavěný uzavírací ventil
- Různé možnosti připojení

Rozsah aplikací

Uzavřené otopné soustavy dle DIN 4751

Technické parametry

Pracovní teplota	max 40°C dle DIN EN 1667 max 70°C (do tlaku 10 bar)
Vstupní tlak	16,0 bar
Výstupní tlak	nastavitelný v rozsahu 1,0 až 3,0 bar, z výroby nastaven 1,5 bar
Připojení	Vstup: závity R 1/2" vnitřní a R 3/4" vnější Výstup: závity R 1/2" vnitřní a R 3/4" vnější



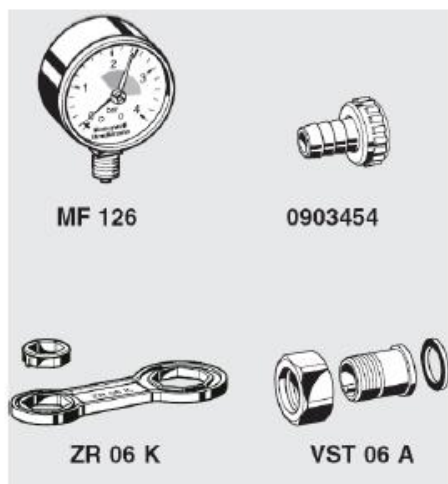
Popis funkce

Vestavěný redukční ventil pracuje na principu vyrovnání sil. Síla působící na membránu pracuje proti síle pružiny, která je nastavitelná otočným kolečkem. Vstupní tlak neovlivňuje otevírání ani přivírání ventilu. Proto kolísání vstupního tlaku neovlivňuje výstupní tlak a tím dochází ke kompenzaci vstupního tlaku. Integrovaný zpětný ventil chrání pitnou vodu v domovních rozvodech tím, že dovoluje průtok vody pouze jedním směrem.

V průtočném směru je sedlo ventilu otevíráno rozdílem tlaku vody, proti síle uzavírací pružiny zpětného ventilu.

Objednací číslo

Výrobek	Objednací číslo
Napouštěcí ventil s hadicovým nátrubkem	VF06-1/2A
Napouštěcí ventil se závitovým připojením	VF06-1/2B



Výrobek	Objednací číslo
Manometr Průměr pouzdra 63mm, spodní připojení se závitem G 1/4", rozsah 0 až 4,0 bar s červenou ručičkou nastavenou na 1,5 bar, červenou značkou na 2,5 bar a zeleným polem mezi 1,5 a 2,5 bar.	MF126-A4
Kompletní sada pro připojení hadice Obsahuje hadicový nátrubek, převlečnou matici a ploché těsnění	0903454
Kompletní sada pro závitové připojení na trubku Obsahuje závitový nátrubek, převlečnou matici a ploché těsnění	VST06-1/2A
Dvojitý montážní klíč Pro montáž a demontáž krytu pružiny	ZR06K

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY
SMĚŠOVACÍ VENTILY
ŘADA VRG130

Kompaktní otočné směšovací ventily řady VRG130 jsou k dispozici v dimenzích od 15 do 50 mm a ve třech typech připojení: s vnitřním i vnějším závitem a v provedení se svěrnými kroužky.

POPIS

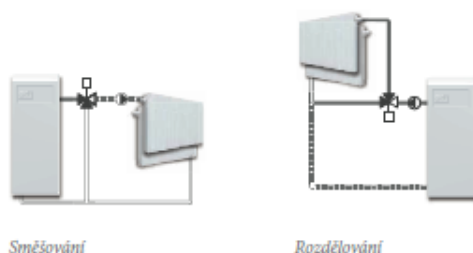
Kompaktní směšovací ventily řady VRG 130 jsou vyrobeny z mosazi typu DZR s ochranou proti vyluhování zinku s možností použití pro aplikace jak topení a chlazení tak rozvody pitné vody. Pro jednodušší a pohodlnější ovládání jsou ventily opatřeny protiskluzovými knoflíky s měkkým povrchem a nastavitelnými koncovými spínači s akčním rozsahem max 90°. Stupnice pod knoflíkem může být umístěna libovolně po dráze otáčení srdce klapky v závislosti k orientaci ventilu v aplikaci. Spolu se servopohonem ARA 600 vytváří ventily řady VRG130 neobyčejně přesný a ekonomický celek díky unikátnímu mimořádně stabilnímu spojení ventil-servopohon. Pro pokročilejší kontrolní funkce lze použít servopohon ESBE 90C.

SERVIS A ÚDRŽBA

Útlý a kompaktní design těla umožňuje velmi dobrou přístupnost pro instalaci ventilu. Pro všechny hlavní části ventilu jsou k dispozici náhradní díly. Výměnu dílu je možné realizovat bez nutnosti vymontovat ventil z aplikace.

PŘÍKLADY INSTALACÍ

Všechny příklady instalací mohou být zrcadlově obráceny. Stupnice ukazující pozici srdce může být libovolně otáčena v závislosti na poloze. Symboly (■●▲) označující jednotlivé výstupy minimalizují riziko nesprávné instalace.



VENTILY VRG 130 JSOU NAVRŽENY PRO

- Topení
- Ventilaci
- Chlazení
- Centrální rozvody
- Pitnou vodu
- Pitné vody
- Podlahové topení
- Teplé vody
- Solární systémy
- Chlazení

VHODNÉ KOMPATIBILNÍ SERVOPOHONY

Ventily řady VRG130 jsou kompatibilní k servopohonům:

- Řada ARA600
- Řada 90C
- Řada 90*
- Řada 90K
* nutný adaptér

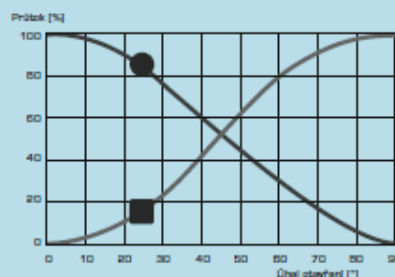
TECHNICKÁ DATA

Tlaková třída	PN 10
Max. statický tlak	1Mpa [10 bar]
Teploty média	max.trvalá 110°C
	max.dočasná 130°C
	min. -10°C
Ovládací síla (při nominálním tlaku)	6 Nm
Netěsnost v %	0,05
Pracovní tlak	1Mpa [10 bar]
Max. rozdíl tlakové ztráty	směšování 100 kPa
	rozdělování 200 kPa
Připojení	vnitřní závít, ISO 7 / 1
	vnější závít, ISO 22B / 1

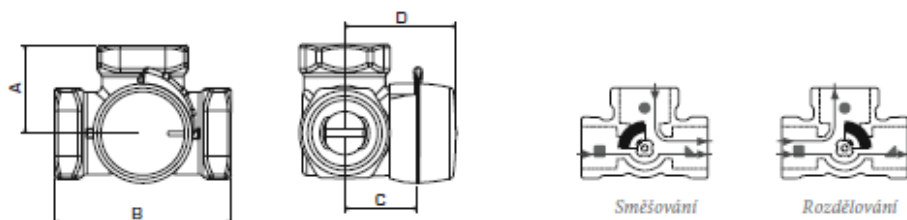
Materiál

Tělo ventilu a šoupátko	mosaz DZR
Osa a průchodka	kompozit PPS
O kroužky	EPDM

REGULAČNÍ CHARAKTERISTIKA



OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY
SMĚŠOVACÍ VENTILY
ŘADA VRG130



Zploštělý konec hřídele srdce ventilu, stejně jako ukazatel knoflíku indikuje otavřenou pozici

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADY VRG131, VNITŘNÍ ZÁVIT

Obj. č.	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Nahrazuje	Pozn.
1160 01 00	VRG131	15	0.4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 02 00	VRG131	15	0.63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-0.6	
1160 03 00	VRG131	15	1	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-1.0	
1160 04 00	VRG131	15	1.63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-1.6	
1160 05 00	VRG131	15	2.5	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-2.5	
1160 06 00	VRG131	15	4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 07 00	VRG131	20	2.5	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	–	
1160 08 00	VRG131	20	4	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	3 MG 20-4	
1160 09 00	VRG131	20	6.3	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	3 MG 20-6.3	
1160 10 00	VRG131	25	6.3	Rp 1"	41	82	34	52	0.70	3 MG 25-6	
1160 11 00	VRG131	25	10	Rp 1"	41	82	34	52	0.70	3 MG 25-12	
1160 12 00	VRG131	32	16	Rp 1 1/4"	47	94	37	55	0.95	3 MG 32-18	
1160 13 00	VRG131	40	25	Rp 1 1/2"	58	116	44	62	1.75	3 G 40-28	
1160 14 00	VRG131	50	40	Rp 2"	62	125	44	62	2.05	3 G 50-44	

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADY VRG132, VNĚJŠÍ ZÁVIT

Obj. č.	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Nahrazuje	Pozn.
1160 15 00	VRG132	15	0.4	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 16 00	VRG132	15	0.63	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 17 00	VRG132	15	1	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 18 00	VRG132	15	1.63	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 19 00	VRG132	15	2.5	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 20 00	VRG132	15	4	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	–	
1160 21 00	VRG132	20	2.5	G 1"	36	72	32	50	0.43	–	
1160 22 00	VRG132	20	4	G 1"	36	72	32	50	0.43	–	
1160 23 00	VRG132	20	6.3	G 1"	36	72	32	50	0.43	3 MGA 20-6.3	
1160 24 00	VRG132	25	6.3	G 1 1/4"	41	82	34	52	0.70	–	
1160 25 00	VRG132	25	10	G 1 1/4"	41	82	34	52	0.70	3 MGA 25-12	
1160 26 00	VRG132	32	16	G 1 1/2"	47	94	37	55	0.95	3 MGA 32-18	
1160 27 00	VRG132	40	25	G 2"	58	116	44	62	1.75	–	
1160 28 00	VRG132	50	40	G 2 1/4"	62	125	44	62	2.05	–	

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADY VRG133, SVĚRNÉ KROUŽKY

Obj. č.	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Nahrazuje	Pozn.
1160 29 00	VRG133	20	4	CPF 22 mm	36	72	32	50	0.40	–	
1160 30 00	VRG133	20	6.3	CPF 22 mm	36	72	32	50	0.40	3 MG 22-6.3	
1160 31 00	VRG133	25	10	CPF 28 mm	41	82	34	52	0.45	3 MG 28-8	

* Hodnota Kvs je v m³/h při tlakové ztrátě 1 bar. Viz průtočné charakteristiky na str. 13. CPF = svěrné kroužky

□

Model	Rozměry		Objem	Váha
	A	B		
	cm	cm	l	kg
HW2	18.3	12.7	2	1.0
HW8	31.7	20.3	8	2.6
HW12	36.6	24.4	12	3.2
HW18	36.8	27.9	18	4.3
HW24	44.4	29.2	24	5.6
HW35	48.1	31.8	35	7.0
HW60V	62.6	38.8	60	12.3
HW80V	79.0	38.8	80	16.7
HW100V	80.4	43.0	100	18.9
HW150V	107.0	43.0	150	26.0

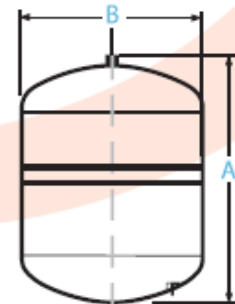
Natiskování od výrobce: HW2-HW24 0,7 bar/ 12 psi - HW35 1 bar/15psi - HW60V-HW150V 1,5 bar/ 22 psi

Maximální pracovní teplota: 210°F / 99°C Maximální pracovní tlak: 150 psi / 10 bar

Připojení systému: ocel HW2-HW80V 3/4" BSP - HW100V, HW150V 1" BSP

Příslušenství k upevnění na zeď

BR125	HW2
BR200	HW8
BR230	HW12
BR280	HW18
BR290	HW24
BR320	HW35
BR390	HW60V, HW80V



ISO 9001



CE

BRNO

U Svitavy 1, 618 00 Brno
Tel.: 548 422 611
Fax: 548 422 612
obchod@pumpa.cz

PRAHA

U Pekáren 2, 102 00 Praha 10
Tel.: 272 011 611
Fax: 272 011 616
praha@pumpa.cz

OLMOUC – tech. kancelář

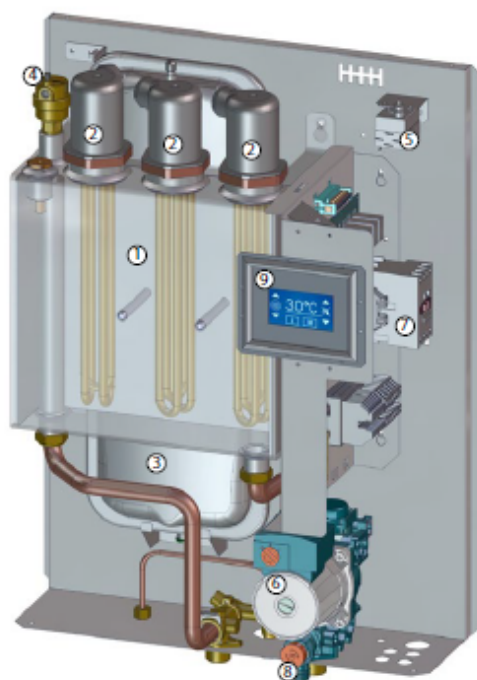
Střední Novosadská 10/18, 779 00 Olomouc
Tel.: 585 226 892
Fax: 585 229 180
olomouc@pumpa.cz

ELEKTROKOTLE

THERM EL 5, 9, 14, 8, 15, 23, 30, 38, 45

Elektrokotel lze využít jako univerzální zdroj tepla pro vytápění v bytech, rodinných domcích, rekreačních a průmyslových objektech apod. Kotle je zároveň možné využít k ohřevu teplé vody v externím zásobníku. V tomto případě je nutné kotel doplnit o příslušenství. Nespornou výhodou topného systému s elektrokotlem jsou velmi nízké pořizovací náklady - odpadá nutnost nákladné přípojky plynu či komína.

- mikroprocesorové řízení
- plynulá regulace výkonu
- dotykový displej (pouze EL 5, 9, 14)
- podpora systému HDO
- bezpečnostní spínací stykač
- možnost ovládání pomocí GSM
- bohatá standardní výbava
- možnost kaskádového zapojení
- široký výkonový rozsah
- vestavěná ekvitermní regulace



Ilustrační obr. THERM EL 5



THERM EL 5, 9, 14

- elektrokotel pro vytápění a přípravu teplé vody v externím zásobníku po doplnění trojcestného ventilu, provedení s dotykovým displejem

THERM EL 8, 15, 23, 30, 38, 45

- elektrokotel pro vytápění a přípravu teplé vody v externím zásobníku po doplnění trojcestného ventilu

- 1 - Kotlový výměník
- 2 - Topné těleso
- 3 - Expanzní nádoba topení
- 4 - Automatický odvězňovací ventil
- 5 - Havarijní termostat
- 6 - Třírychlostní čerpadlo
- 7 - Bezpečnostní stykač
- 8 - Pojistný ventil
- 9 - Ovládací dotykový displej

Externí ovládání příkonu

V době, kdy je v domácnosti zároveň zapnuto několik elektrických spotřebičů a domácnost vykazuje zvýšené nároky na odběr elektrické energie, ocení uživatel kotle THERM EL funkci externí ovládání příkonu. Do rozvaděče je nainstalován hlídač proudového maxima s nastavenou hodnotou elektrického proudu. Pokud proud dosáhne např. 30 A, kotel vypne nastavený počet topných tyčí, a odlehčí tak celému systému.

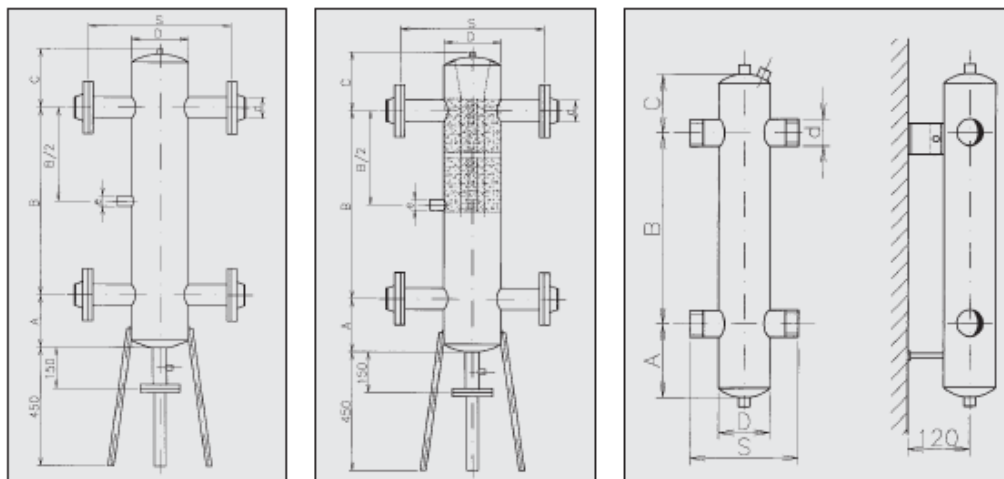


Hlídač proudového maxima HJ103T

TECHNICKÉ ÚDAJE

Technický popis	Jedn.	EL 5	EL 9	EL 14	EL 8	EL 15	EL 23	EL 30	EL 38	EL 45	
Jmenovitý tepelný výkon	kW	4,5	9,0	13,5	7,5	15,0	22,5	30,0	37,5	45,0	
Minimální regulační stupeň výkonu	W	500	1000	1500	2500	2500	2500	2500/5000	2500/5000	2500/5000	
Počet stupňů regulace výkonu	-	9	9	9	3	6	9	9	9	9	
Jmenovitý proud (jednofázové připojení)	A	7 (21)	13 (39)	20 (60)	11 (33)	22 (66)	33	44	55	66	
Stupeň elektrického krytí	-	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	IP 40	
Jmenovité napájecí napětí / frekvence	V / Hz	3 x 400 / 230 + N + PE / 50 ~					3 x 400 + N + PE / 50 ~				
Maximální jmenovitý proud	A	3 x 8 (1 x 24)	3 x 14 (1 x 42)	3 x 21 (1 x 63)	3 x 12 (1 x 36)	3 x 24	3 x 36	3 x 48	3 x 60	3 x 72	
Hlavní jistič elektroinstalace	A	10 (25)	16 (50)	25 (80)	16 (40)	25 (80)	40	50	63	80	
Jmenovitý proud pojistky ovládání	A	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	
Elektrická životnost relé	-	1.10 ⁶ cyklů (16 A, 250 V / 50 Hz)									
Mechanická životnost relé	-	10.10 ⁶ cyklů									
Vstup - výstup topné vody	G	3/4" vnější					6 1" vnější				
Min. pracovní přetlak otopné soustavy	bar	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Max. pracovní přetlak otopné soustavy	bar	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
Maximální teplota otopné vody	°C	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
Vodní objem kotle	l	6,0	6,0	6,0	14,5	14,5	14,5	28,0	28,0	28,0	
Účinnost při jmenovitém výkonu	%	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	
Objem expanzní nádoby	l	7	7	7	7	7	7	-	-	-	
Maximální počet kotlů v kaskádě	ks	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
Rozměry: výška / šířka / hloubka	mm	625 / 475 / 235					805 / 475 / 235				
Hmotnost kotle bez vody	kg	27	27	27	37	38	39	43	44	45	

HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ HVDT



Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků je určen pro hydraulické oddělení zdrojů tepla od otopné soustavy. Instalaci HVDT se odstraní problémy s přebytky dynamických tlaků čerpadel a upraví se celkové hydraulické poměry v síti.

Odvozeným výrobkem s vestavbou pro absorpční odplynění je hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků speciál HVDT-S, který slouží funkci kontinuálního odplyňování topného média s hydraulickou stabilizací okruhů otopné soustavy.

Podmínkou správné funkce HVDT je poměr průtoků topné vody mezi kotlovým okruhem a topnou soustavou. Průtok

kotlovým okruhem by měl být o 5-10% větší, než-li průtok otopnou soustavou. Dodávka je včetně protipřirub PN 6.

Popis funkce HVDT – Instalaci HVDT se zajistí:

- přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy se vyruší;
- oddělí se otopná soustava bez zásahu do hydraulické stability kotlového okruhu;
- průtok vody kotlovým okruhem není ovlivněn otopnou soustavou.

HVDT – ZÁKLADNÍ ROZMĚRY

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"
VIa	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"

* HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojny, jsou určeny k uchytení na zed (součástí dodávky je nástěnná konzola) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní tlá barva radiátorová.

ORIGINÁLNÍ TEPELNÁ IZOLACE Z PUR PĚNY S VNĚJŠÍ POVRCHOVOU AL ÚPRAVOU

Ke každému HVDT lze nyní objednat i originální tepelnou izolaci z PUR pěny s vnější povrchovou AL úpravou. Jednotlivé výstupní hrdla se již neizolují.

Izolace je dodávána volně, rozložená na dvě poloviny, které se nasadí na tělo HVDT a následně spojí. Povrchová úprava i vlastní

PUR pěna je citlivá na poškození, doporučujeme nasazení izolace těsně před předáním díla.

Pro aktuální cenu prosím laskavě kontaktujte vašeho obchodníka – dodavatele.

ROZDĚLOVAČE A VYROVNÁVAČE TLAKŮ



Rozdělovače/sběrače HV 70/125 pro 4-6 otopných okruhů

Rozdělovače s izolací pro připojení 4 až 6 otopných okruhů, vhodné pro výkon zdroje do 70 kW (při $\Delta t=20$ °C v primárním okruhu).

Umožňují osazení čerpadlových skupin otopných okruhů a připojení zdroje tepla buď přímo nebo přes hydraulický vyrovnávač tlaků. Umožňují připojit i expanzní nádobu.

Technické údaje

MAX. TLAK	6 bar
MAX. PRŮTOK	8 m ³ /h
PŘIPOJOVACÍ ROZMĚRY	k čerp. skupinám 1" M ke kotlům 5/4" M
OSOVÁ VZDÁLENOST TRUBEK	125 mm
TERMOIZOLAČNÍ OBAL	110 x 110 mm

Typy



Typ	Použití	Délka	Kód
HV 70/125-4	Pro připojení 4 otopných okruhů	1008 mm	9 509
HV 70/125-5	Pro připojení 5 otopných okruhů	1258 mm	9 510
HV 70/125-6	Pro připojení 6 otopných okruhů	1508 mm	9 511

Příslušenství




Nástěnný držák

Pár držáků k montáži rozdělovače na stěnu. Vzdálenost mezi stěnou a středem rozdělovače 100 mm.


Objednávací kód: 9 191

HV 70/125

13

Pozice	Počet	Popis
	1	<p>ALPHA2 L 25-40 130</p>  <p>Výrobní č.: 95047561</p> <p>GRUNDFOS ALPHA2 L Příští generace malých oběhových čerpadel s energetickým štítkem A</p> <p>ALPHA2 L je poslední člen výrobního programu vysoce jakostních oběhových čerpadel firmy Grundfos.</p> <p>Pořídíte-li si čerpadlo ALPHA2 L, můžete zapomenout na starosti s komplikovaným nastavováním vašeho čerpadla.</p> <p>ALPHA2 L je flexibilní, spolehlivé a ještě kompaktnější čerpadlo než kterékoliv jiné oběhové čerpadlo s energetickým štítkem A, jež je na trhu k dostání.</p> <p>Kompaktní konstrukce Nově řešená konstrukce činí z čerpadla ALPHA2 L nejkompaktnější oběhové čerpadlo Grundfos, které můžete získat. Díky řídicí elektronice integrované v tělese čerpadla je nyní možná instalace i ve velmi stísněných prostorových podmínkách</p> <p>Energetický štítek A Díky vestavěnému frekvenčním měničů, technologii s permanentními magnety a kompaktní kopstrukci statoru se čerpadlo ALPHA2 L dostává na nejvyšší příčku systému energetického štítkování. Čerpadlo ALPHA2 L tak potřebuje ke svému provozu až o 80 % energie méně než oběhová čerpadla nesoucí energetický štítek D.</p> <p>ALPHA zástrčka Vysoce ceněná a velmi populární ALPHA zástrčka je jedinou zástrčkou na trhu, která umožňuje unikátně jednoduché připojení napájecího kabelu bez nutnosti demontáže svorkovnice.</p> <p>Ovládání pomocí jednoho tlačítka Uživatelsky přívětivý systém ovládání pomocí jednoho tlačítka umožňuje jednoduché nastavování parametrů.</p> <p>Kapalina: Čerpaná kapalina: Topná voda Rozsah teploty kapaliny: 2 .. 110 °C Teplota kapaliny: 80 °C Hustota: 983.2 kg/m³ Kinematická viskozita: 1 mm²/s</p> <p>Techn.: Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 1 m³/h Výsledná dopravní výška čerpadla: 1.056 m Teplotní třída TF: 110 Schval. značky na typovém štítku: VDE,GS,CE</p> <p>Materiály: Těleso čerpadla: Litina</p>

Pozice	Počet	Popis
		<p>EN-JL 1020 ASTM A48-25 B Composit, PP</p> <p>Oběžné kolo:</p> <p>Instalace: Rozsah okolní teploty: 0 .. 40 °C Max. provozní tlak: 10 bar Potrubní přípojka: G 1 1/2 PN pro potrubní přípojku: PN 10 Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem: 130 mm</p> <p>Elektrické údaje: Příkon - P1: 5 .. 22 W Frekvence el. sítě: 50 Hz Jmenovité napětí: 1 x 230 V Max. spotřeba el. proudu: 0.05 .. 0.19 A Krytí (IEC 34-5): IP42 Třída izolace (IEC 85): F</p>

Pozice	Počet	Popis
	1	<p>ALPHA2 L 25-50 180</p>  <p>Výrobní č.: 98124072</p> <p>GRUNDFOS ALPHA2 L Příští generace malých oběhových čerpadel s energetickým štítkem A</p> <p>ALPHA2 L je poslední člen výrobního programu vysoce jakostních oběhových čerpadel firmy Grundfos.</p> <p>Pořídíte-li si čerpadlo ALPHA2 L, můžete zapomenout na starosti s komplikovaným nastavováním vašeho čerpadla.</p> <p>ALPHA2 L je flexibilní, spolehlivé a ještě kompaktnější čerpadlo než kterékoliv jiné oběhové čerpadlo s energetickým štítkem A, jež je na trhu k dostání.</p> <p>Kompaktní konstrukce Nově řešená konstrukce činí z čerpadla ALPHA2 L nejkompaktnější oběhové čerpadlo Grundfos, které můžete získat. Díky řídicí elektronice integrované v tělese čerpadla je nyní možná instalace i ve velmi stísněných prostorových podmínkách</p> <p>Energetický štítek A Díky vestavěnému frekvenčním měniči, technologii s permanentními magnety a kompaktní konstrukci statoru se čerpadlo ALPHA2 L dostává na nejvyšší příčku systému energetického štítkování. Čerpadlo ALPHA2 L tak potřebuje ke svému provozu až o 80 % energie méně než oběhová čerpadla nesoucí energetický štítek D.</p> <p>ALPHA zástrčka Vysoce ceněná a velmi populární ALPHA zástrčka je jedinou zástrčkou na trhu, která umožňuje unikátně jednoduché připojení napájecího kabelu bez nutnosti demontáže svorkovnice.</p> <p>Ovládání pomocí jednoho tlačítka Uživatelsky přívětivý systém ovládání pomocí jednoho tlačítka umožňuje jednoduché nastavování parametrů.</p> <p>Kapalina: Čerpaná kapalina: Topná voda Rozsah teploty kapaliny: 2 .. 110 °C Teplota kapaliny: 60 °C Hustota: 983.2 kg/m³ Kinetická viskozita: 1 mm²/s</p> <p>Techn.: Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 0.685 m³/h Výsledná dopravní výška čerpadla: 1.908 m Teplotní třída TF: 110 Schval. značky na typovém štítku: VDE,GS,CE</p> <p>Materiály: Těleso čerpadla: Litina</p>

Pozice	Počet	Popis
		EN-JL 1020 ASTM A48-25 B Oběžné kolo: Compozit, PP Instalace: Rozsah okolní teploty: 0 .. 40 °C Max. provozní tlak: 10 bar Potrubní přípojka: G 1 1/2 PN pro potrubní přípojku: PN 10 Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem: 180 mm Elektrické údaje: Příkon - P1: 5 .. 32 W Frekvence el. sítě: 50 Hz Jmenovité napětí: 1 x 230 V Max. spotřeba el. proudu: 0.05 .. 0.27 A Krytí (IEC 34-5): IP42 Třída izolace (IEC 85): F