

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ RODINNÉHO DOMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ANDREA BENDOVÁ

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Vladimír Jelínek, Csc.

2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Andrea Jméno: Bendová Osobní číslo: 423253
Zadávací katedra: Technická zařízení budov (k 125)
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění a větrání rodinného domu

Název bakalářské práce anglicky: Heating and ventilation of family house

Pokyny pro vypracování:

Studie parametrů a systémů vytápění, technická legislativa, tepelně technické výpočty, varianty systémů a zdrojů. Projekt v podobnosti DPS, půdorysy, řezy, zdroje tepla, výpočty, technická zpráva, výpis použitých prvků a zařízení.

Seznam doporučené literatury:

PETRÁŠ, Dušan. Vytápění rodinných a bytových domů, 1. české vyd. Bratislava: Jaga group, 2005

Vytápění. ISBN 80-8076-020-9

KABELE, Karel. Technická zařízení budov: vytápění - podklady pro cvičení. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013, 79 s. ISBN 978-80-01-05203-7

KABELE, Karel. 2005. Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění. Vyd. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 281 s. ISBN 80-010-3327-9

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 19. 2. 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27. 5. 2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Zakrytý podpis

Zakrytý podpis

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

22. 2. 18

Datum převzetí zadání

Zakrytý podpis

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci Vytápění a větrání rodinného domu vypracovala samostatně, pod vedením doc. Ing. Vladimíra Jelínka, Csc., s použitím uvedené literatury a podkladů, které jsou uvedeny v souladu s právními předpisy, předpisy Fakulty Stavební a předpisy ČVUT.

V Praze dne 27.5.2018

Podpis

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu této bakalářské práce, doc. Ing. Vladimíru Jelínkovi, Csc. který mě vedl a byl mi při tvorbě této práce oporou. Dík také patří mé rodině, která přetrpěla toto období mého psaní a časté a opakované rozhovory o tématech této bakalářské práce.

Obsah

ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 INTERNÍ MIKROKLIMA.....	10
1.1 Tepelná pohoda ve vytápěných interiérech budov.....	10
1.2 Vnitřní prostředí budov	10
1.3 Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb	10
2 TEPELNÁ OCHRANA BUDOV.....	12
2.1 Tepelně technické požadavky.....	12
2.2 Tepelně technické parametry.....	13
2.3 Tepelně technické výpočty	14
2.3.1 Součinitel tepelné vodivosti λ	14
2.3.2 Tepelný odpor R	15
2.3.3 Odpor konstrukce při prostupu tepla R_T	15
2.3.4 Odpor při přestupu tepla R_{si} , R_{se}	16
2.3.5 Součinitel prostupu tepla U_T	17
3 PRAVIDLA PRO VYTÁPĚNÍ	18
3.1 Obecné zásady pro výpočet tepelných ztrát	18
3.2 Pravidla pro vytápění dle vyhlášky č. 194/2007 Sb.	18
3.2.1 Teplotní podmínky	19
3.2.2 Regulace ústředního vytápění v budově.....	19
4 ZDROJE TEPLA OBECNĚ.....	20
4.1 Umístění zdroje tepla.....	20
4.2 Paliva	20
4.3 Vytápění elektřinou.....	21
5 ZDROJ TEPLA - KOTEL	22
6 ZDROJ TEPLA - TEPELNÁ ČERPADLA.....	24
6.1 Dotace.....	24
6.2 Popis principu fungování TČ.....	25
6.3 Aplikace TČ	25
6.3.1 Rodinné domy a TČ.....	25
6.3.2 Volba TČ	26
6.3.3 TČ a ohřev teplé vody	26
6.4 Tepelná čerpadla ZEMĚ - VODA.....	26
6.4.1 Princip tepelného čerpadla země - voda.....	27

6.4.2	Výhody a nevýhody tepelných čerpadel země - voda	28
6.5	Tepelná čerpadla VODA – VODA.....	28
6.5.1	Princip tepelného čerpadla voda – voda	29
6.5.2	Výhody a nevýhody tepelných čerpadel voda - voda	29
6.6	Tepelná čerpadla VZDUCH – VODA	30
6.6.1	Princip tepelného čerpadla vzduch – voda	30
6.6.2	Výhody a nevýhody tepelných čerpadel vzduch - voda.....	31
6.7	Tepelná čerpadla VZDUCH – VZDUCH	31
6.7.1	Výhody a nevýhody tepelných čerpadel vzduch - vzduch	32
6.8	Parametry pro hodnocení efektivity soustav s TČ.....	32
7	OTOPNÉ SOUSTAVY	33
7.1	Parní otopné soustavy.....	33
7.2	Vodní otopné soustavy	34
7.2.1	Základní rozdělení	34
7.2.2	Prostorové propojení otopných těles	36
7.2.3	Způsoby vedení přípojek k otopným tělesům.....	37
7.2.4	Materiál potrubí	38
7.2.5	Armatury.....	38
7.2.6	Výhody a nevýhody teplovodního a nízkoteplotního vytápění.....	38
7.3	Otopná tělesa a plochy	39
7.3.1	Článeková	39
7.3.2	Desková	39
7.3.3	Trubková	39
7.3.4	Konvektory	40
7.3.5	Plošné vytápění.....	40
7.4	Teplovzdušné otopné soustavy	41
	ZÁVĚR.....	43
	POPIS PROJEKTOVÉ ČÁSTI.....	44
	ÚVOD	44
8	CHARAKTERISTIKA OBJEKTU.....	45
8.1	Popis objektu.....	45
8.2	Klimatické podmínky.....	45
8.3	Půdorysy	46
8.4	Skladby konstrukcí a součinitel prostupu tepla U	47
8.5	Tepelná bilance objektu.....	48

8.5.1	Tepelné ztráty objektu	48
9	NÁVRH OTOPNÉHO SYSTÉMU	50
9.1	Návrh otopných těles	50
9.2	Návrh vytápění místnosti s bazénem	51
9.2.1	Vytápění místnosti s bazénem: Varianta 1	51
9.2.2	Vytápění místnosti s bazénem: Varianta 2	52
9.2.3	Vytápění místnosti s bazénem: Varianta 3	53
9.2.4	Výběr varianty	54
9.3	Návrh zdroje tepla	54
10	NÁVRH SYSTÉMU VĚTRÁNÍ	56
10.1	Prvky přívodu vzduchu	56
10.2	Prvky odvodu vzduchu	57
11	NÁVRH SYSTÉMU VĚTRÁNÍ – BAZÉN	59
11.1	Zásady větrání a vytápění bazénů	59
11.2	Volba řešení	59
11.3	Distribuční prvky	60
	ZÁVĚR	63
	Seznam použitých informačních zdrojů	64
	Seznam obrázků	67
	Seznam tabulek	68
	Zákony, vyhlášky, normy, směrnice	68
	Použitý software	69
	Seznam příloh	70

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vytápěním a větráním rodinného domu o třech nadzemních podlažích, jehož součástí je vnitřní bazén. Práce se soustředí na vytápění a větrání rodinného domu a problematika místnosti s bazénem tvoří samostatný celek, který však není posuzován do detailu. V úvodních kapitolách týkajících se teoretické části jsou vysvětleny jednotlivé varianty provedení systémů vytápění a zdrojů, které sloužily jako podklad pro návrh praktické části.

Klíčová slova

Rodinný dům, vytápění, podlahové vytápění, otopná soustava, prvky vytápění, zdroje tepla, větrání, vzduchotechnika, tepelné ztráty.

Abstract

This bachelor thesis deals with heating and ventilation of the family house with three above-ground floors, including the indoor swimming pool. The work focuses on the heating and ventilation of the family house, and the issue of the room with swimming pool is a separate unit that is not considered in detail. In the introductory chapters, which concern the theoretical part, the individual variants of the heating systems and sources are explained. This text part served as a basis for the design of the practical part.

Keywords

Family house, heating, underfloor heating, heating system, heating elements, heat sources, ventilation, air condition, heat losses.

ÚVOD

Vytápění rodinných domů je všeobecné téma, které se dá řešit několika způsoby. Tyto způsoby v sobě mohou zahrnovat také větrání místností, nebo se větrání může stát samostatnou kapitolou. Systém musí být objektu šitý na míru. Je tedy důležité ke každé řešené budově přistupovat individuálně, dle jejích možností. Základem a cílem je vytvořit příjemné vnitřní mikroklima v podobě tepelné pohody, která je pro člověka a jeho příjemné fungování nezbytná.

Toto téma ovšem souvisí s nepřeberným množstvím dalších odvětví. Návrh otopného systému by měl být efektivní, ekonomický, šetrný k životnímu prostředí a jeho nedílnou součástí je také estetika. Obzvláště v dnešní době a při myšlence na budoucnost, je snahou tepelné ztráty objektu pokrýt co nejefektivněji, s minimální spotřebou paliv a energie a nejlépe s využitím obnovitelných zdrojů.

S tím také samozřejmě souvisí již počáteční návrh objektu, kde by se mělo přihlížet zejména na skladbu konstrukcí, které udávají součinitel prostupu tepla a tím také energetickou bilanci objektu.

Energetická náročnost objektu je v posledních letech neodmyslitelnou součástí návrhu a posouzení budov. Zahrnuje a ovlivňuje ji systémy vytápění, ohřevu vody, větrání, klimatizace a osvětlení.

TEORETICKÁ ČÁST

1 INTERNÍ MIKROKLIMA

1.1 Tepelná pohoda ve vytápěných interiérech budov

Stav, v němž člověk nepocituje chlad, ani teplo. To je cílem všech návrhů vnitřního mikroklimatu. V dnešní moderní společnosti stráví člověk větší část svého života, často i 23 hodin denně, v interiérovém životním prostředí, ať už doma, na pracovišti nebo i v dopravních prostředcích. Nejdůležitější složkou tohoto životního prostředí je tepelně vlhkostní mikroklima, charakterizované zajištěním optimálního tepelného stavu interiéru – tepelné pohody.

Člověk se v souvislosti se svým fyzickým a psychickým stavem může přizpůsobit určitému mikroklimatu, existuje však rozpětí (neutrální zóna), v němž se člověk cítí nejlépe. Součástí této neutrální zóny tepelně vlhkostního mikroklimatu je i zóna tepelné pohody. Tu podmiňují subjektivně příjemné pocity, při objektivně rovnovážné tepelné bilanci člověka v prostředí, které nezatěžují jeho termoregulační systém. [1]

1.2 Vnitřní prostředí budov

[2] Vzhledem k výše zmíněné době, kterou člověk stráví v interiérech budov, má vnitřní prostředí v budovách významný vliv na lidské zdraví. S kvalitou prostředí v budovách se pojí výskyt alergií a jiných obtíží dýchacích cest. Je známo, že pokud se v budovách nevyskytuje vlhkost a je dostatečně větráno, tzn. je zajištěn přívod dostatečného množství čerstvého vzduchu, je riziko vzniku problémů spojených s kvalitou prostředí nízké.

Vnitřní prostředí v budovách vytváří mnoho složek. Mezi zásadní patří tepelně vlhkostní, oděrová, aerosolová, mikrobiální a akustická složka. Zásadní vliv na člověka mají tepelně-vlhkostní parametry obytné místnosti. Z hlediska dopadu na lidské zdraví se zdá, že nejdůležitějším faktorem je kvalita vzduchu. Většinu těchto složek vnitřního prostředí ovlivňujeme větráním.

Jako měřítko kvality vzduchu se nejčastěji používá koncentrace CO₂. V obytném prostředí, kde vlivem lidské činnosti (koupání, vaření) vzniká vlhkost, je výstižnějším parametrem relativní vlhkost vzduchu.

1.3 Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb

[2] Vycházíme-li z hygienických požadavků, tak je kvalita vnitřního prostředí budov popsána souhrnem fyzikálních, chemických a biologických ukazatelů a měla by být zaručena dodržěním stanovených limitů na jednotlivé faktory tak, aby bylo vyloučeno zdravotní riziko pro člověka, nebo vymezeno alespoň „příjemné riziko“ tam, kde působení škodlivin je bezprahové a žádné „bezpečné limity“ stanovit nelze.

Přestože větrání je opatření energeticky značně náročné a v současném trendu šetření energií se hledají všechny možné cesty úspor, tak je nutné zdůraznit, že hygienické a provozní požadavky (tedy i větrání) musí být vždy nadřazeny požadavkům energetickým.

V obytných místnostech je dle ČSN EN 15665/Z1 nutné zajistit, aby v době pobytu osob bylo množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³/h na osobu, nebo minimální výměna vzduchu 0,5 h⁻¹. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1500 ppm. Je to jediný předpis, kde je CO₂ označen jako základní škodlivina. Přestože není cítit, velmi podstatně se podílí na pocitu pohody, únavě, nesoustředěnosti i drobných zdravotních potížích – viz Tab. 1. [2]

Koncentrace [ppm]	Účinky
cca 350	úroveň venkovního prostředí
do 1000	doporučená úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorách
1200–1500	doporučená maximální úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorách
1000–2000	nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace
2000–5000	nastávají možné bolesti hlavy
5000	maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
> 5000	nevolnost a zvýšený tep
> 15000	dýchací potíže
> 40000	možná ztráta vědomí

Tab. 1 - Koncentrace CO₂ a jeho následky [2]

V obytných místnostech musí být zajištěno dostatečné větrání čerstvým venkovním vzduchem a vytápění v souladu s normovými hodnotami. Podrobné požadavky na větrání bytů a bytových domů, včetně doporučených systémů větrání, celé koncepce větrání bytů a vzorových výpočtů, uvádí ČSN EN 15665/Z1. [2]

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m ³ /(h-os)]	Kuchyně [m ³ /h]	Koupelny [m ³ /h]	WC [m ³ /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Tab. 2 - Požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy Z1 k ČSN EN 15665 [2]

[38] Také na konkrétní typy činností jsou určeny požadavky, které jsou zaměřeny na mikroklimatické parametry vnitřního prostředí budov. Tyto požadavky jsou uvedeny v prováděcích předpisech pro jednotlivé zákony.

Obecně požadavky na kvalitu vnitřního prostředí upravují zákony, normy a nařízení vlády. Jedná se například o požadavky v následujících předpisech:

- zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí bytových místností některých staveb (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

2 TEPELNÁ OCHRANA BUDOV

Předpisy související s výpočtem a hodnocením prostupu tepla stavební konstrukce v České republice představují řadu norem ČSN 73 0540 - 1 až 4 Tepelná ochrana budov.

- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody

Dále je to ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce: tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – výpočtová metoda. Dále jsou to ČSN EN ISO 10456 Stavební materiály a výrobky: tepelně-vlhkostní vlastnosti – tabelovavé návrhové hodnoty a postupy pro stanovení deklarovaných a návrhových tepelných hodnot, ČSN EN ISO 13370 Tepelné chování budov: Přenos tepla zeminou - Výpočtové metody, ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov: Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda. [8]

2.1 Tepelně technické požadavky

Tepelně technické požadavky na vlastnosti stavebních konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami. Přesněji ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Jejím obsahem jsou popsány požadavky na vnitřní povrchovou teplotu konstrukce a součinitel prostupu tepla, ve výsledku tedy na šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy. Dále pak na šíření vlhkosti a vzduchu konstrukcí a obálkou budovy, i tepelnou stabilitou místnosti a další veličiny související s touto problematikou. [3]

Součinitel prostupu tepla

Výše zmíněná norma ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, určuje normové hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ jednotlivých konstrukcí. Přesněji požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně. [4]. Náhled do tabulky těchto normových hodnot součinitele prostupu tepla viz Tab.3

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,5

Tab. 3 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2. [4]

Již při návrhu obálky (obvodového pláště) budovy můžeme objekt kategorizovat do nízkoenergetického nebo pasivního standardu. Při výpočtech se postupuje podle ČSN EN ISO 13 790: Energetická náročnost budov – výpočet spotřeby energie na vytápění, v souladu s předpisem TNI 73 0330: Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy, TNI 73 0329 (rodinné domy) a dále s již zmíněnou normou ČSN 73 0540-2 Z1: Tepelná ochrana budov. [39]

2.2 Tepelně technické parametry

V současné době stále stoupají ceny energií a do budoucna tomu nemá být jinak. S ohledem na tuto skutečnost je v našem nejlepším zájmu nové objekty stavět v nízkoenergetickém či pasivním standardu, spolu s využitím obnovitelných zdrojů.

[40] Budova v nízkoenergetickém standardu je definována měrnou roční potřebou tepla na vytápění nepřekračující 50 kWh/m². Při výpočtu se postupuje podle normy ČSN EN ISO 13 790, v souladu s TNI 73 0329 či TNI 73 0330 a s normou ČSN 73 0540.

Budova v pasivním standardu by neměla překročit měrnou roční potřebu tepla na vytápění 20 kWh*m⁻² pro rodinné domy a 15 kWh*m⁻² pro bytové domy. V tomto případě je ovšem definována dalšími požadavky, jako například neobnovitelnou primární energií, neprůvzdušností obálky budovy či maximální četností překročení nejvyšší povolené teploty vnitřního vzduchu v letním období a mnoho dalšími vedlejšími požadavky.

U obou případů se však jedná o dobrovolný standard, který není v České republice nijak legislativně vyžadován.

V následující Tab. 4 je přehled požadavků pro dosažení pasivního standardu rodinného domu. [41]

	Jev, veličina	Označení	Jednotka	Požadavek	Způsob prokázání	Poznámka
Prostup tepla						
1a	Součinitel prostupu tepla všech jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	U	W/(m ² K)	Splnění požadavku na doporučené hodnoty podle ČSN 73 0540-2, pokud není výjimečné a zdůvodněné jinak (podrobněji TNI 73 0329).	Výpočet v souladu s ČSN 73 0540-4	Podle konkrétních podmínek se doporučuje splnění hodnot na úrovni 2/3 až 3/4 hodnot doporučených normou ČSN 73 0540-2.
1b	Střední hodnota součinitele prostupu tepla	U_{em}	W/(m ² K)	$U_{em} \leq 0,22$	Výpočet v souladu s ČSN 73 0540-2	Podle konkrétních podmínek se doporučuje: $U_{em} \leq 0,15 - 0,18$
Kvalita vzduchu a tepelná ztráta výměnou vzduchu						
2	Prívod čerstvého vzduchu do všech pobytových místností	--	--	Zajištěn.	Kontrola projektové dokumentace, slovní hodnocení.	
4	Neprůvzdušnost obálky budovy A. ve fázi přípravy stavby	n_{50}	[1/h]	$n_{50} = 0,6$	Kontrola projektové dokumentace, zejména úplné celistvosti vzduchotěsního systému.	Projektový předpoklad
	B. po dokončení stavby	n_{50}	[1/h]	$n_{50} \leq 0,6$	Měření metodou tlakového spádu a výpočet n_{50} v souladu s ČSN EN 13829, metoda B.	Výjimečně se v souladu s TNI 73 0329 za určitých podmínek akceptuje $n_{50} \leq 0,8$, nejpozději však do 31.12.2009.

Zajištění pohody prostředí v letním období						
5	Nejvyšší teplota vzduchu v obytné místnosti	θ	°C	≤ 27	Výpočet podle ČSN 73 0540-4.	Strojní chlazení se nepředpokládá.
Potřeba tepla na vytápění						
6	Měrná potřeba tepla na vytápění	E_A	kWh/(m ² a)	≤ 20	Výpočet podle ČSN EN ISO 13790 a dalších norem, upřesnění podle TNI 73 0329	Doporučená hodnota: ≤ 15
Potřeba primární energie						
7	Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy	PE_A	kWh/(m ² a)	≤ 60	Výpočet podle TNI 73 0329	

Tab. 4 - Technické a energetické požadavky pro dosažení pasivního standardu. (Rodinné domy) [41]

2.3 Tepelně technické výpočty

Tepelně technické výpočty jsou základem při navrhování objektů i při jejich rekonstrukci. Tepelně technickými výpočty jsme schopni ovlivnit energetickou náročnost budovy, co se týče stavebního provedení. Skladba konstrukcí se neodmyslitelně pojí se součinitelem prostupu tepla. Právě ten je určující hodnotou pro vyhovující skladbu konstrukcí, jež musí splňovat normové hodnoty. Viz kapitola 2.1.

S jeho hodnotou souvisejí veličiny tepelný odpor R [m²K/W] a součinitel tepelné vodivosti λ_u [W·m⁻¹·K⁻¹], spolu s tloušťkou jednotlivých vrstev konstrukce. Tyto hodnoty spolu charakterizují tepelněizolační schopnost stavební konstrukce. [8]

2.3.1 Součinitel tepelné vodivosti λ

[9] Definicí je λ [W/(m·K)] schopnost stejnorodého, isotropního materiálu při dané střední teplotě vést teplo. Je dán vztahem:

$$\lambda = \frac{q}{-\text{grad}\theta} \quad (1)$$

Kde:

q ... vektor hustoty ustáleného tepelného toku sdíleného vedením, proudícího stejnorodým isotropním materiálem [W/m²]

$\text{grad } \theta$... gradient teploty [K/m]

Součinitel tepelné vodivosti je přímo závislý na více faktorech, např. na vlhkosti, střední teplotě, objemové hmotnosti, tloušťce materiálu atd.

Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_D (W/m.K)

Deklarovaná hodnota je hodnota stanovená výrobcem podle příslušné výrobní normy při definovaných podmínkách. Tyto hodnoty součinitele tepelné vodivosti mohou tvořit podklad pro stanovení návrhových hodnot. [9]

Návrhová (výpočtová) hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_u (W/m.K)

Návrhová hodnota je odvozena pro určené teplotní a vlhkostní podmínky, popř. mechanické namáhání. Určené tepelné a vlhkostní podmínky musí odpovídat tepelnému

a vlhkostnímu namáhání a způsobu zabudování výrobku do stavby a užívání dané konstrukce, čímž se zajišťuje bezpečný návrh stavebních konstrukcí.

Návrhové hodnoty vlastností vybraných stavebních výrobků jsou uvedeny v tabulkách v přílohách ČSN 73 0540-3 a jsou stanoveny pro nejméně příznivé zabudování výrobku do stavební konstrukce. Tyto hodnoty se v případě potřeby dají stanovit výpočtem. [9]

2.3.2 Tepelný odpor R

[5] Tepelný odpor vyjadřuje, jakou plochou konstrukce a při jakém rozdílu teplot na jejích površích, dojde k přenosu 1 Wattu, čili k přenosu energie o velikosti 1 J za 1 sekundu.

Definicí se jedná o tepelně izolační vlastnost vrstvy materiálu, popř. nesterjnorodé vrstvy materiálu, popř. stavební konstrukce dané tloušťky. Je-li známa hodnota součinitele tepelné vodivosti vrstvy materiálu a je-li konstantní, povrchy kolmé na směr tepelného toku jsou vzájemně rovnoběžné a vrstvou tak proudí rovnoměrný tepelný tok. Tepelný odpor definován vztahem:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}] \quad (2)$$

Kde:

d ... je tloušťka vrstvy; tloušťka vrstvy v konstrukci [m]

λ ... součinitel tepelné vodivosti [W/(m·K)]

Tepelný odpor konstrukce je roven součtu tepelných odporů jednotlivých vrstev, ze kterých je posuzovaná konstrukce složena:

$$R = \sum R_j \quad (3)$$

kde R_j je tepelný odpor j -té vrstvy konstrukce, v [m²·K/W], stanovený pro hmotné vrstvy konstrukce ze vztahu:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}] \quad (4)$$

Kde:

d_j ... tloušťka j -té vrstvy konstrukce [m]

λ_j ... návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu j -té vrstvy konstrukce [W/(m·K)], stanovený v souladu s ČSN 73 0540-3.

2.3.3 Odpor konstrukce při prostupu tepla R_T

[5] R_T [m²·K/W], úhrnný tepelný odpor bránící výměně tepla mezi prostředím oddělenými od sebe stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, je definován vztahem:

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \quad (5)$$

Kde:

R_{si} ... odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m²·K/W]

R odpor konstrukce [m²·K/W]
 R_{se} ... odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m²·K/W]

2.3.4 Odpor při přestupu tepla R_{si}, R_{se}

[6] Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce h_{si} [W/(m²·K)], je definován vztahem:

$$h_{si} = \frac{q}{\theta_{ai} - \theta_{si}} \quad (6)$$

Kde:

q ... hustota tepelného toku [W/m]
 θ_{ai} ... teplota vnitřního vzduchu [°C]
 θ_{si} ... vnitřní povrchová teplota konstrukce [°C]

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} [m²·K/W]

Jedná se o tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy přiléhající bezprostředně k vnitřní straně konstrukce, je definován vztahem:

$$R_{si} = \frac{1}{h_i} \quad (7)$$

Kde:

h_i ... součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [W/(m²·K)]

Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} [m²·K/W]

Jedná se o tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy přiléhající bezprostředně k venkovní/vnější straně konstrukce, je dán vztahem:

$$R_{se} = \frac{1}{h_e} \quad (8)$$

Kde:

h_e ... je součinitel přestupu tepla na venkovní/vnější straně konstrukce [W/(m²·K)]

Tepelné odpory při přestupu tepla se také dají rovnou odečíst z normové tabulky podle typu povrchu, účelu výpočtu a typu konstrukce či povrchu, viz Tab.5.

Povrch	Účel výpočtu	Konstrukce / povrch	Tepelný odpor při přestupu tepla R _{se} a R _{si} [m ² ·K/W]
vnější	souč. prostupu tepla, povrchové teploty	jednoplášťová	0,04
		dvouplášťová	stejně jako R _{si}
zemina		styk se zeminou	0
vnitřní	souč. prostupu tepla, tepelné toky	stěna (horizont. tep. tok)	0,13
		střecha (tep. tok vzhůru)	0,10
		podlaha (tep. tok dolů)	0,17

Tab. 5 - Tepelné odpory při přestupu tepla dle ČSN 73 0540-3. [6]

2.3.5 Součinitel prostupu tepla U_T

[7] Součinitelem prostupu tepla vyjadřujeme, kolik tepla unikne konstrukcí o ploše 1 m^2 při rozdílu teplot jejich povrchů 1 K .

Definicí je součinitel prostupu tepla U_T , U [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředními vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami. Zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce, je definován vztahem:

$$U_T(U) = \frac{1}{R_T} \quad (9)$$

Kde:

R_T ... je odpor konstrukce při prostupu tepla (z prostředí do prostředí) [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$] viz kapitola 2.3.3

Hodnotí vliv celé konstrukce a k ní přilehlých vzduchových vrstev na šíření tepla prostupem. Je odvozena z tepelného odporu konstrukce R . Vzájemný vztah těchto dvou veličin, tedy součinitele prostupu tepla U [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] a tepelného odporu konstrukce R [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$], popř. odporu při prostupu tepla R_T , v [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$], je dán vztahy:

$$U_T(U) = \frac{1}{R_{Si} + R + R_{Se}} = \frac{1}{R_T} \quad (10)$$

Vyjadřují prostup tepla celou konstrukcí. Z tohoto důvodu musí zahrnovat vliv všech tepelných mostů a jiných zdrojů navýšení tepelných toků obsažených v konstrukci. Je zde možnost zanedbání vlivu tepelných mostů v konstrukci, pokud jejich souhrnné působení je menší než 5 % součinitele prostupu tepla, vypočteného s vlivem tepelných mostů.

Celkový součinitel prostupu tepla U_c [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

Pro upřesnění jsou následně do výpočtu zahrnuty vlivů vzduchové vrstvy, popř. vlivy přímého styku tepelné izolace se srážkovou vodou. Tato korekce přímého působení nepříznivých vlivů na tepelně-izolační vlastnost konstrukce, se stanoví ze vztahu:

$$U_c = U + \Sigma \Delta U \quad (11)$$

Kde:

U ... součinitel prostupu tepla [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

$\Sigma \Delta U$... celkové zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem netěsností a mezer v tepelných izolacích a vlivem srážek zatékajících do vrstvy tepelné izolace ve střeších s obráceným pořadím vrstev [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$].

3 PRAVIDLA PRO VYTÁPĚNÍ

3.1 Obecné zásady pro výpočet tepelných ztrát

Text v kapitole 3 a jejích podkapitolách je čerpán ze zdroje [42], uvedeného v seznamu použité literatury.

Za tepelnou ztrátu budovy uvažujeme „výkon budovy“, tedy množství tepla „ztracené“ prostupem tepla z budovy do chladnějšího venkovního prostoru nebo větráním budovy přívodem „čerstvého“ chladnějšího venkovního vzduchu do budovy.

Ve výpočtu musí být výkon otopné plochy místnosti navržen na extrémní dohodnuté podmínky venkovního prostředí. Tento výkon slouží pouze pro návrh zařízení vytápění a nemůže být podkladem pro energetické hodnocení budovy.

Tento výkon se stanovuje na základě dohodnutých návrhových podmínek:

- venkovní teploty
- výsledné teploty místnosti

Případně z:

- rychlosti větru – proudění venkovního vzduchu
- přírážek, zohledňujících tvarový nebo provozní stav budovy.

Výpočet tepelné ztráty se provádí podle:

- v současné době platné ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- dříve platné ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, se kterou se setkáváme u většiny bytové výstavby při její rekonstrukci

Tepelná ztráta je tvořena:

- **prostupem tepla**, představujícím tepelný tok, procházející v ustáleném stavu všemi plochami (podlaha, strop, stěny) do venkovního prostředí, resp. do sousedních chladnějších místností
- **větráním**, představujícím tepelný tok, potřebný k ohřátí venkovního vzduchu, přiváděného do místnosti přirozeným nebo nuceným větráním.

3.2 Pravidla pro vytápění dle vyhlášky č. 194/2007 Sb.

Tato vyhláška ve shrnutí upravuje a stanovuje délku otopného období a dodávku tepla, omezení nebo přerušování vytápění, vytápění mimo otopné období, stejně tak jako teplotní podmínky a rozdělení regulace.

Délka otopného období a dodávka tepla

Otopné období začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku.

Zahájení dodávky tepelné energie v otopném období nastane, pokud klesne průměrná denní teplota venkovního vzduchu v dané lokalitě 2 dny za sebou pod +13 °C a neočekává se následující den její opětovné zvýšení nad +13 °C.

Omezení nebo přerušení vytápění

Jedná se o opačný případ oproti předešlému. Nastává tedy pokud v otopném období překročí průměrná denní teplota (venkovního vzduchu) v dané lokalitě 2 dny za sebou +13 °C a neočekává se následující den její opětovné snížení. Při opětovném poklesu teploty pod +13 °C se dodávka tepelné energie obnovuje.

Vytápění mimo otopné období

V případě souhlasu nejméně 2/3 konečných spotřebitelů se vytápění uskutečňuje mimo otopné období, vyžaduje-li to průběh venkovních teplot a připouští-li to technické a zásobovací podmínky.

3.2.1 Teplotní podmínky

Jsou v nich zahrnuté: venkovní výpočtová teplota, výpočtová teplota vnitřního vzduchu, průměrná vnitřní teplota, vliv chladných stěn, vytápění na vyšší teploty, limity průměrných teplot a výpočtové podmínky a relativní vlhkosti.

Tyto podmínky zajišťují například teploty vnitřního vzduchu stanovené projektem budovy a celkově teploty ovlivňující výpočet.

3.2.2 Regulace ústředního vytápění v budově

Regulace vytápění bytových a nebytových budov se provádí:

- regulací parametrů teplotonosné látky, a to zejména podle průběhu klimatických podmínek nebo venkovní teploty vzduchu ve vztahu k vnitřní teplotě vzduchu ve vytápěném prostoru nebo podle zátěže.
- samostatnou automatickou regulací části vnitřního zařízení – zónová regulace (pokud to budova vyžaduje)
- individuálním automatickým regulačním zařízením u jednotlivých spotřebičů určených pro vytápění reagujícím na změny vnitřních teplotních podmínek, s výjimkou případů, kde je to z technických nebo bezpečnostních důvodů neuskutečnitelné (sálavého vytápění, teplovzdušného vytápění atd.)
- regulací tlakové diference v odběrném tepelném zařízení, pokud to vnitřní rozvod tepelné energie vybavený individuální regulací vyžaduje.

4 ZDROJE TEPLA OBECNĚ

V následující kapitole 4 a jejích podkapitolách najdete text, který je parafrází zdroje [1], uvedeného v seznamu použité literatury.

Potřeba tepla se v rodinných domech zajišťuje převážně z nízkotlakých kotlen, které jsou vybaveny zařízením pro ohřev teplotosné látky. Ta poté zásobuje otopnou soustavu objektu a odevzdává tepelnou energii do místa spotřeby. Tato zařízení současně mohou připravovat teplou vodu pro hygienické účely, vzduchotechniku či technologii. [10]

Zdrojem tepla může být kotel, tepelné čerpadlo, kogenerační jednotka, solární kolektory apod. Obecně se odlišují podle technického a konstrukčního provedení, druhu spalovaného paliva, odvodu spalin, přívodu spalovacího vzduchu a polohy umístění v prostoru.

4.1 Umístění zdroje tepla

Nejčastěji se zdroje tepla umísťují do kotelný, tedy místnosti, jež tvoří samostatný provozní soubor, který musí vyhovovat požadavkům podle platných předpisů a norem z hlediska stavebního, konstrukčního, dispozičního, bezpečnostního, hygienického a technického vybavení.

Zásadní vliv na umístění zdroje tepla má druh spalovaného paliva, na němž závisí základní prvek centrální výroby tepla.

V současnosti se vyrábí zdroje v širokém výkonovém rozsahu, v různém materiálovém provedení, s různým řešením spalovacího prostoru a způsobu odvodu spalin, který je klíčový pro řešení dispozice kotelný.

4.2 Paliva

Palivem se všeobecně nazývá libovolná látka, která je schopná se slučovat s kyslíčoxidem v nové, chemicky stabilnější produkty, přičemž se z ní uvolňuje určité množství tepla a vedlejší produkty. Následující Tab. 6 představuje základní energetická paliva, která mohou být pohonnou složkou při výrobě tepelné energie.

Skupenství paliva	Původ	
	přírodní	umělá
tuhá	antracit černé uhlí hnědé uhlí lignit rašelina dřevo	koks polokoks brikety uhelný prášek
kapalná	ropa	nafta benzín petrolej topné oleje dehtové oleje syntetické oleje
plynná	zemní plyn	svítiplyn karbonizovaný plyn generátorový plyn reformovaný plyn vodní plyn propan-butan bioplyn

Tab. 6 - Druhy paliv podle skupenství a původu [1]

Dalšími zdroji mohou být také elektřina, dálkové zásobování teplem a v poslední době velice oblíbená tepelná čerpadla.

4.3 Vytápění elektřinou

I přes vysoké provozní náklady je vytápění elektřinou oblíbeným způsobem zajištěním tepla pro domov. Ať už je jedná o elektrický kotel, nebo i tepelné čerpadlo, spolu s teplovodní otopnou soustavou, nebo také o samotný rozvod elektřiny konstrukcemi v podobě podlahového, stěnového a stropního vytápění. Případně také rovnou prostřednictvím elektrických topných těles a prvků.

Jednoznačně se totiž jedná o řešení vytápění s nejnižšími pořizovacími náklady a nejkomfortnějším provozem. Využívá se především u vytápění domů s nízkou spotřebou energie. [32]

5 ZDROJ TEPLA - KOTEL

[1] Rozdělení druhů kotlů je vskutku široké. Dělí se například dle:

- druhu spalovaného paliva
 - teploty teplotnosné látky
 - způsobu odvodu spalin
 - způsobu přívodu vzduchu
 - materiálu
 - druhu hořáku
- a dalších.

Velice žádané jsou zejména **nástěnné kotle**, které jsou určeny výhradně ke spalování plyných paliv a navrhují se pouze pro teplovodní otopné soustavy a pro ohřev teplé vody.

Jejich výhody jsou zřetelné:

- pohotový provoz a v případě potřeby okamžitá dodávka tepla
- kompaktní konstrukce kotle
- malé rozměry kotle a minimální dispoziční prostor
- malý objem vody
- automatická regulace kotle
- ekonomický a bezpečný provoz
- jednoduchá montáž
- estetický vzhled

Jedná se převážně o kotle o výkonu do 50 kW a konstruují se ve dvou provedeních, dle účelu využití energie:

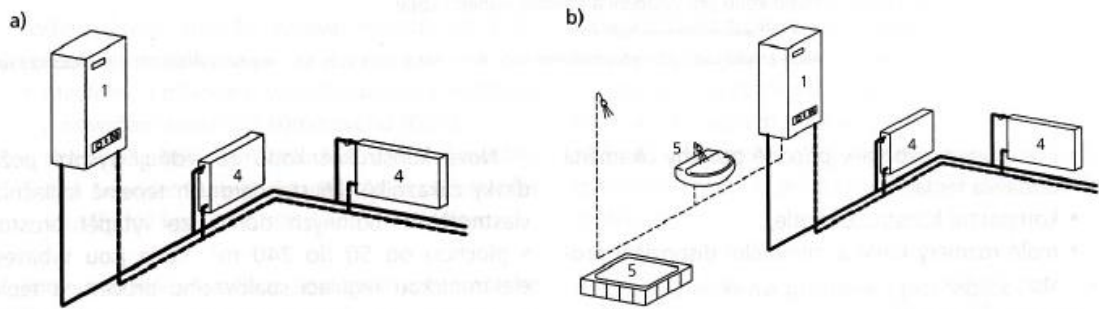
- energie pouze pro vytápění
- energie pro vytápění a ohřev teplé vody, tzv. kombinované

Stacionární kotle jsou pak určeny spíše pro teplovodní otopné soustavy větších dispozičních prostor a pro přípravu teplé vody. Mohou spalovat všechny druhy paliv a musejí být připojeny na komínové těleso. Oproti nástěnným kotlům jsou umístěny na pevné podlaze a liší se konstrukcí spalovací komory.

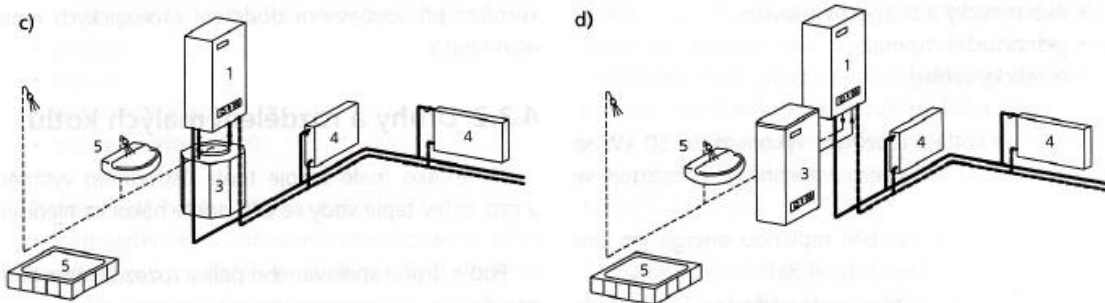
Jejich základní rozdělení, dle konstrukce hořáku, je:

- kotle s atmosférickým hořákem
- kotle s tlakovým hořákem

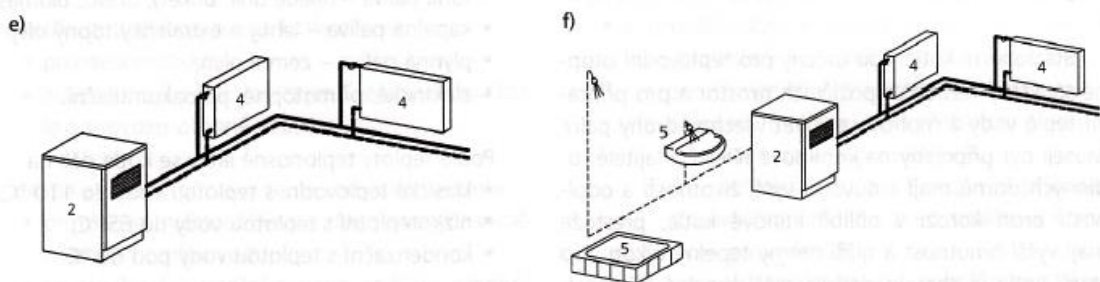
Na následujících obrázcích 1-3 [1] jsou znázorněny způsoby zhotovení a umístění nástěnných a stacionárních kotlů o tepelném výkonu do 50 kW.



Obr. 1a - Nástěnný kotel, určený pouze k vytápění, 1b - Nástěnný kotel kombinovaný s vnitřním průtokovým nebo zásobníkovým ohřevem teplé vody.



Obr. 2c - Nástěnný kotel kombinovaný s vnějším ohřevem teplé vody a se zásobníkem umístěným pod kotlem, 2d - Nástěnný kotel kombinovaný s vnějším ohřevem teplé vody a zásobníkem umístěným vedle kotle.



Obr. 3e - Stacionární kotel určený k vytápění, 3f - Stacionární kotel určený k vytápění se zásobníkovým ohřevem teplé vody

Na trhu existuje velká nabídka kotlů různých značek a provedení a je důležité si při jeho výběru pečlivě pročíst všechny materiály a zvážit všechna pro a proti. Každý objekt je originálem a výběr kotle musí být každé budově šitý na míru.

6 ZDROJ TEPLA - TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelná čerpadla (TČ) patří mezi alternativní zdroje energie, které odnímají teplo z okolního prostředí. Toto teplo převádějí na vyšší teplotní hladinu, které se následně využívá při vytápění a ohřevu teplé vody. Pro tento proces je nutno dodat určité množství energie. [11]

6.1 Dotace

Využití tepelného čerpadla jako zdroj tepla pro systém vytápění sebou přináší jisté výhody, které jsou stanoveny v rámci tzv. Zeleného bonusu. Jedná se o finanční podporu pro výrobu tepla, která je dána: Cenovým rozhodnutím ERÚ č. 3/2017, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie (POZE). Viz Tab. 7. [30]

Zelený bonus na teplo

(1) Pro podporu tepla platí následující ceny:				
ř./sl.	Podporovaný druh energie	Datum uvedení výroby do provozu		Zelené bonusy [Kč/GJ]
		od (včetně)	do (včetně)	
800	Výrobní tepla s výjimkou výroby tepla z bioplynu	-	31. 12. 2018	52
801	Výrobní tepla z bioplynu zpracovávající převážně statková hnojiva a vedlejší produkty živočišné výroby	1. 1. 2016	31. 12. 2018	830
802	Výrobní tepla z bioplynu zpracovávající převážně biologicky rozložitelný odpad	1. 1. 2016	31. 12. 2018	830

Tab. 7 - Zelený bonus, ceny pro podporu tepla. [30]

Dále, v případě výměny starého zdroje tepla za tepelné čerpadlo lze zažádat o určité dotace.

Například při výměně starého kotle na tuhá paliva, který je v emisní třídě 1 a 2 se žádá o tzv. Kotlíkové dotace. Tato dotace se poskytuje na zdroje vytápění včetně technologie ohřevu teplé vody a regulace, nákladů na jeho instalaci, nové otopné soustavy či její rekonstrukce, i projektovou dokumentaci.

Je vytvořena díky Ministerstvu životního prostředí a Státnímu fondu životního prostředí ČR a lze díky ní získat až 127 500 Kč na nový ekologický zdroj tepla. Cílem je nahrazení starých kotlů na tuhá paliva, které v současnosti patří mezi největší znečišťovatele ovzduší. Proto dávají možnost vyměnit tyto kotle za nové ekologičtější zdroje, jako jsou např. tepelná čerpadla (TČ) nebo i plynové kotle. [31]

Také se nabízí dotace tzv. Nová zelená úsporám. V tomto případě se jedná o výměnu elektrického vytápění (také elektrokotle) za tepelné čerpadlo. Zde je cílem realizovat opatření na snížení energetické náročnosti budov nebo na efektivní využití zdrojů energie v budovách. Dotace se týká pořízení hlavního zdroje tepla na vytápění s případnou přípravou teplé vody včetně příslušenství a jeho zapojení do otopné soustavy.

V případě instalace tepelného čerpadla vzduch/voda může výše dotace činit až 75 000 Kč. V případě volby tepelného čerpadla země/voda je možno dosáhnout na částku až 115 000 Kč. [31]

Důležité je také zmínit, že v rámci pořízení tepelného čerpadla získá domácnost relativně levnou elektřinu. V tarifu pro tepelná čerpadla je nízký tarif („noční proud“) k dispozici 22 hodin denně. Tedy v domě s TČ je i provoz domácích elektrospotřebičů asi dvakrát levnější než v domě, kde se topí například dřevem nebo plynem. Úspora těchto nákladů pak může být několik tisíc korun ročně. [33]

6.2 Popis principu fungování TČ

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu:

- výparník
- kompresor
- kondenzátor
- expanzní ventil

Teplo odebrané 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. [11]

6.3 Aplikace TČ

Tepelná čerpadla nacházejí svá uplatnění jak pro vytápění, chlazení, přípravu teplé vody, tak i pro technologické účely ohřevu nebo chlazení. Dají se použít nejen v rodinných a bytových domech, ale i ve stavbách občanské vybavenosti, průmyslu, zemědělství, sportovištích a bazénech. [11]

6.3.1 Rodinné domy a TČ

V kapitole 6.3.1, 6.3.2 a 6.3.3 najdete text, který je parafrází zdroje [12], uvedeného v seznamu použité literatury.

Tepelná čerpadla jsou v provozu rodinných domů čím dál tím oblíbenější volbou pro zdroj tepla. Stávají se především náhradou za vytápění elektřinou nebo za zdroje na tuhá a kapalná paliva (uhlí, topný olej, atd.) Výhodou oproti vytápění elektřinou je 2,5 až 4 násobně nižší spotřeba elektrické energie a výhodou proti tuhým palivům je komfort provozu.

Velikost úspory a také celkové efektivnosti pak zaleží na typu primárního zdroje a na druhu otopné soustavy, které spolu určují sezónní topný faktor SPF.

Primární zdroje, ze kterých je teplo pro TČ odebíráno, jsou:

- země (odebírají teplo nejčastěji ze svislých zemních vrtů nebo horizontálních výměníků)
- vzduch
- voda

Volba systému voda-voda, tím spíše v kombinaci s podlahovým vytápěním a bez ohřevu teplé vody, zajišťuje nejlepší sezónní topný faktor. Toto provedení však v našich podmínkách není příliš obvyklé z důvodu nedostatku použitelných zdrojů vody.

Nejčastějším řešením je provedení země-voda a vzduch-voda.

Z ekonomického a technického hlediska je vždy nutné posoudit, jaká instalace je pro daný dům nejvhodnější.

6.3.2 Volba TČ

Parametry, na jejichž základě se výběr posuzuje, jsou především tepelná ztráta objektu, extrémní venkovní teploty a hodnoty hluku. Toto se týká především provedení TČ vzduch-voda.

Tepelné ztráty se pohybují od 8 kW – 24 kW u starších nezateplených domů, 5 kW -10 kW pro novostavby a 1 kW-5 kW pro nízkoenergetické a pasivní domy.

Ceny instalací s TČ se pohybují od 150 000 Kč – 500 000 Kč. Do této ceny je třeba zahrnout kromě tepelného čerpadla také akumulární nádobu, zhotovení vrtu, oběhová čerpadla, potrubí, nemrzoucí směs, dopravu atd. Pořízení systému s tepelným čerpadlem se tedy evidentně nejvíce projeví v pořizovacích nákladech. Následné úspory však budou citelné a při správném návrhu se jistě vyplatí.

V návrhu je, oproti běžným kotlům, které se dimenzují i na 2krát vyšší výkony, než jsou tepelné ztráty, rozdíl v dimenzování přibližně na 70 % tepelných ztrát objektu (zbytek pokryje bivalentní zdroj). Toto je dáno především cenou za výkonnější TČ nebo za vrt.

Důležitým pojmem je zde poté bivalentní zdroj (provoz), který v nejchladnějším období roku doplňuje, nebo zcela nahrazuje zdroj tepla. Jedná se například o elektrickou topnou patronu nebo elektrokotel. Další možností je přitápění v kotli na tuhá paliva nebo v krbu. Existují také systémy, které jsou podporovány solárními kolektory připojenými na vnitřní jednotku.

Zásadní vlastnost aplikací s tepelným čerpadlem, která při návrhu soustavy nesmí být opomíjena, je nižší teplota teplotnosné látky. TČ jsou vhodná do nízkoteplotní soustavy, kde se teplota otopné vody pohybuje zpravidla v rozmezí 35 °C až 55 °C (oproti běžným 70 °C). S tím souvisí volba otopných ploch nebo těles. Vhodnější jsou proto větší otopné plochy, kde postačuje jejich nižší teplota. Tyto instalace s podlahovým nebo stěnovým vytápěním pak dosahují vyšších úspor energie. Další možností jsou větší otopná tělesa (radiátory).

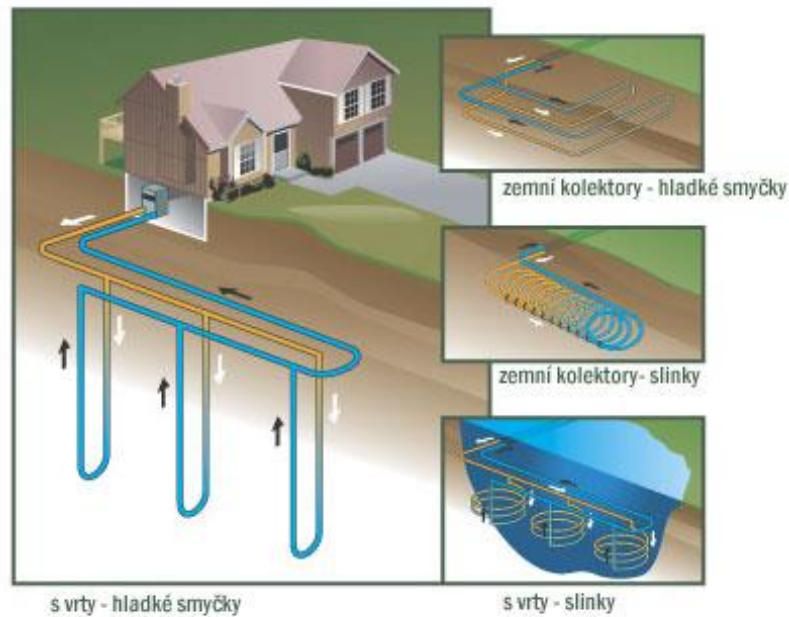
6.3.3 TČ a ohřev teplé vody

Ve většině případů musí tepelné čerpadlo zajistit také ohřev teplé vody (TV). Zde je nevýhoda v požadované teplotě této teplé vody, a to sice 50 – 60 °C, zatímco vytápění je řešeno ekvitermně. V závislosti na parametrech systému se tento problém řeší pomocí nádrže v nádrži nebo dvěma akumulárními nádobami a přepínáním zdroje trojcestným ventilem do vytápění anebo na přípravu TV.

6.4 Tepelná čerpadla ZEMĚ - VODA

V následující kapitole 6.4 a jejích podkapitolách najdete text, který je parafrází zdroje [13], uvedeného v seznamu použité literatury.

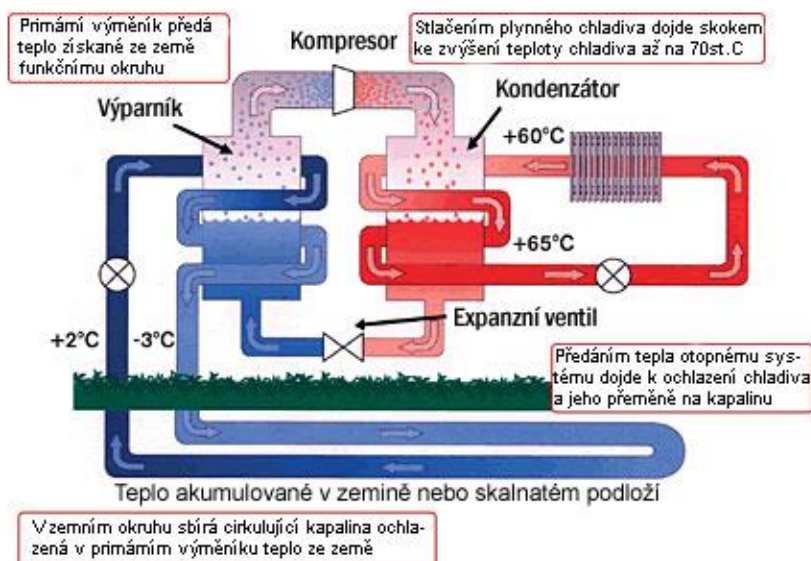
Tepelná čerpadla země - voda pracují na principu odběru tepelné energie ze země (z půdy anebo skalního podloží) a předávání tepla do systému teplovodního vytápění objektu. Viz Obr. 4.



Obr. 4 - Tepelná čerpadla země – voda [13]

6.4.1 Princip tepelného čerpadla země - voda

Teplo je odebíráno z půdy kapalinou proudící soustavou trubek uložených v zemi (zemní kolektor nebo vrt). Ohřátá kapalina je hnána vodním čerpadlem do primárního výměníku, kde je teplo předáno chladivu funkčního okruhu tepelného čerpadla. Zde je tekuté chladicí médium ohřáto teplotou zeminy, která je i v zimě vyšší než teplota chladicího média ve výparníku. Tím dojde k přeměně jeho skupenství na páru. Ohřáté chladivo putuje do kompresoru, kde je stlačeno a v důsledku toho dojde k nárůstu jeho teploty. Ohřáté chladivo ve vnitřním sekundárním výměníku předá teplo teplovodnímu otopnému systému, který jej pomocí rozvodů vytápění rozvede po objektu. Viz Obr. 5.



Obr. 5 - Princip tepelného čerpadla země – voda [13]

Předáním tepla dojde k ochlazení chladiva, a to se změní na kapalinu. Ochlazené médium prochází expanzním ventilem, v němž dojde ke snížení tlaku. V důsledku expanze chladicího média dojde k poklesu jeho tepelné energie a tekuté chladivo je opět vyvedeno do primárního výměníku s výparníkem k dalšímu ohřevu. Tento cyklus se stále opakuje.

6.4.2 Výhody a nevýhody tepelných čerpadel země - voda

- + Vysoký topný faktor a tím i vysoká účinnost
- + Značné úspory za vytápění při použití spolu s nízkoteplotním otopným systémem
- + Vysoká dosažitelná teplota vody v otopném systému - vhodná i pro otopná tělesa (např. radiátory)
- + I v mimořádně chladných dnech se obejdou bez přitápění jiným topidlem
- + Nízká spotřeba elektrické energie
- + Nízká hlučnost - neobsahují hlučné ventilátory

- Vysoké náklady na vybudování sběračů tepla - zemních kolektorů či vrtů
- Potřeba odpovídající plochy volného pozemku
- Potřeba zemních prací spojených s vybudováním zemního kolektoru nebo vrtů
- Potřeba stavebního povolení v případě provádění vrtů

6.5 Tepelná čerpadla VODA – VODA

V následující kapitole 6.5 a jejích podkapitolách najdete text, který je parafrází zdroje [14], uvedeného v seznamu použité literatury.

Podzemní voda je díky své vysoké tepelné vodivosti velmi dobrý přenašeč tepelné energie, která pochází převážně ze slunečního záření a geotermálního tepla Země. Je-li pod pozemkem dostatečně vydatný zdroj podzemní vody, pak lze teplo vydávané zemí a přenášené i akumulované vodní masou využít pro vytápění objektu pomocí tepelného čerpadla voda - voda. A to přesto, že se jedná o vodu studenou.

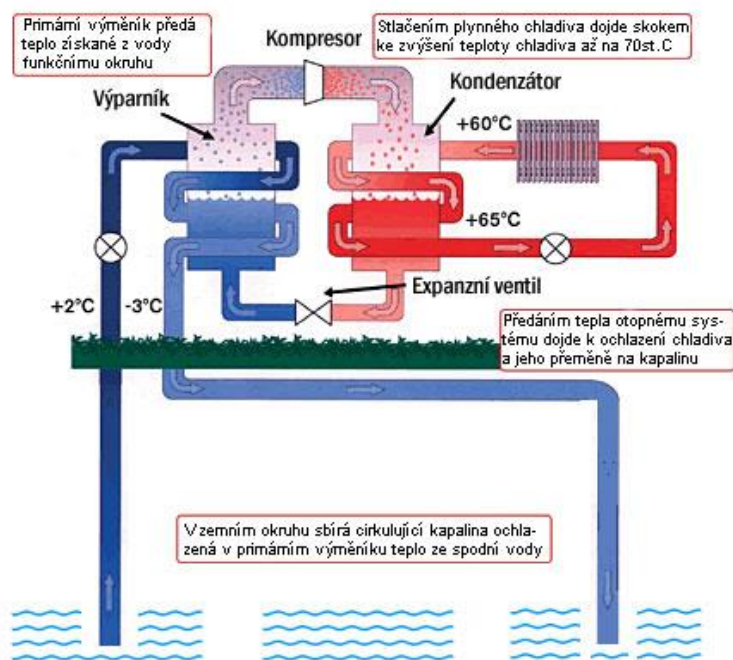
Tepelná čerpadla voda - voda pracují na principu odběru tepelné energie ze země prostřednictvím spodní vody a předávání tepla do systému teplovodního vytápění objektu. Viz Obr.6.



Obr. 6 - Tepelná čerpadla voda – voda [14]

6.5.1 Princip tepelného čerpadla voda – voda

Teplu je odebíráno z podzemní vody kapalinou proudící soustavou trubek uložených minimálně ve dvou studních, viz obr.7. Z první studny se voda čerpá a je hnána vodním čerpadlem do primárního výměníku, kde předá teplo chladivu tepelného čerpadla. Ochladená voda se pak vypouští do druhé studny. Ohřáté chladivo tepelného čerpadla ve výparníku změní své kapalně skupenství na plynné a putuje z primárního výměníku do kompresoru. Zde je kompresorem tepelného čerpadla stlačeno a v důsledku toho dojde ke skokovému nárůstu jeho teploty na teplotu potřebnou pro vytápění objektu.



Obr. 7 - Princip tepelného čerpadla voda – voda [14]

Následující cyklus je obdobný u všech typů TČ a je popsán detailněji v kapitole 6.4.1.

Ke správné funkci tohoto typu tepelného čerpadla voda – voda je zapotřebí, aby vodní zdroj splňoval určité podmínky. Například, aby se jednalo o bohatý zdroj podzemní vody, a to za každého počasí. Důležitá je také kvalita vody, která musí splňovat určitá kritéria a další.

6.5.2 Výhody a nevýhody tepelných čerpadel voda - voda

- + Nejvyšší topný faktor, a tedy nejvyšší účinnost ze všech druhů tepelných čerpadel
- + Nejvyšší úspory za vytápění při použití spolu s nízkoteplotním otopným systémem
- + Nejvyšší dosažitelná teplota vody v otopném systému - vhodná i pro otopná tělesa (např. radiátory)
- + I v mimořádně chladných dnech se obejdou bez přitápění jiným topidlem
- + Nejnižší spotřeba elektrické energie ze všech typů tepelných čerpadel

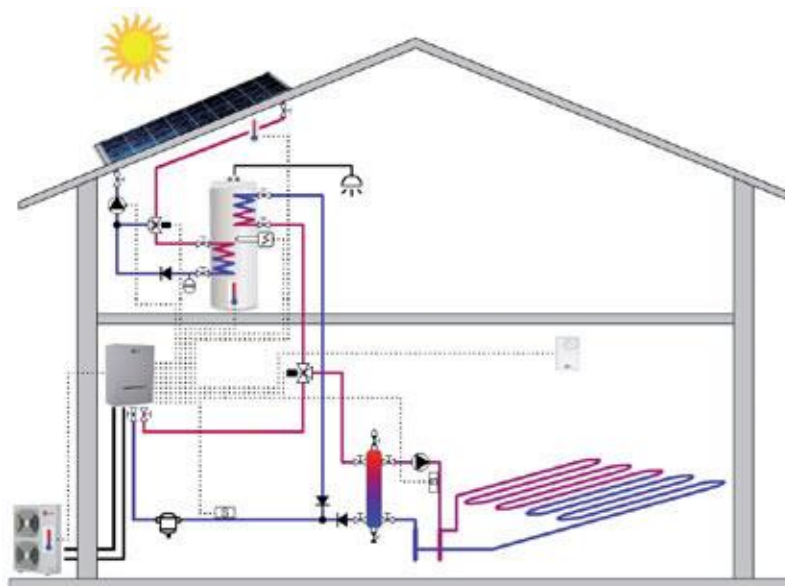
- + Nejnižší hlučnost ze všech typů tepelných čerpadel - neobsahují hlučné ventilátory
- Nejvyšší náklady na vybudování kolektorů - studní
- Potřeba odpovídající plochy volného pozemku
- Potřeba zemních prací spojených s vybudováním studní
- Potřeba stavebního povolení v případě vrtání studní

6.6 Tepelná čerpadla VZDUCH – VODA

V následující kapitole 6.6 a jejích podkapitolách najdete text, který je parafrází zdroje [15], uvedeného v seznamu použité literatury.

V případě, že na pozemku není k dispozici dostatečný prostor nebo podmínky pro zemní kolektory, vrty nebo studny, a přejete si využít výhod tepelných čerpadel, pak je tento typ čerpadla vhodným řešením.

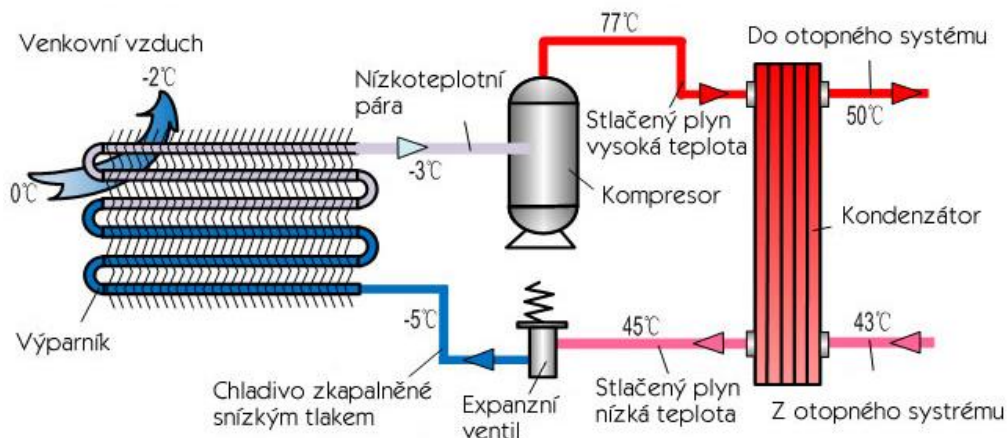
Tepelná čerpadla vzduch - voda pracují na principu odběru tepelné energie z okolního vzduchu a předávání tepla do systému teplovodního vytápění objektu. Viz Obr. 8.



Obr. 8 - Tepelné čerpadlo vzduch – voda [15]

6.6.1 Princip tepelného čerpadla vzduch – voda

Teplo je odebíráno ve venkovní části venkovním výměníkem, jehož hlavní součástí je výparník chladicího média, k němuž je přiváděn vzduch odebraný z okolí domu. Zde je chladicí médium ohřáto teplotou okolního vzduchu, která je i v zimě vyšší než teplota chladicího média ve výparníku. Tím dojde k přeměně jeho skupenství na páru. Následuje kompresor a proces shodný s ostatními druhy TČ, viz kapitola 6.4.1 a Obr.9.



Obr. 9 – Princip tepelného čerpadla vzduch – voda. [15]

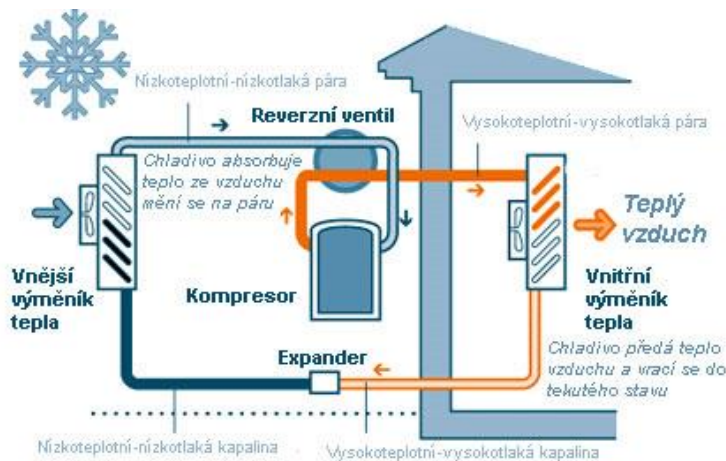
6.6.2 Výhody a nevýhody tepelných čerpadel vzduch - voda

- + Konstrukčně jednoduché zařízení pro vytápění objektů
- + Nemá třeba zemních kolektorů, vrtů a studní, tedy značná úspora v pořizovacích nákladech
- + V letním období může fungovat tepelné čerpadlo ve spojení s teplovzdušnými rozvody jako klimatizace s nízkými náklady
- + V letním období může tepelné čerpadlo sloužit k vyhřívání bazénu
- + Instalace tohoto typu tepelného čerpadla je velmi rychlá a nezasahuje zásadním způsobem do konstrukce domu a okolního terénu

- Nižší topný faktor a účinnost, oproti ostatním typům tepelných čerpadel
- Ve velmi chladných dnech je potřeba kombinovat vytápění s dalším klasickým topidlem v tzv. bivalentním provozu

6.7 Tepelná čerpadla VZDUCH – VZDUCH

Tepelná čerpadla vzduch - vzduch pracují na principu odběru tepelné energie z okolního vzduchu a předávání tepla do systému teplovzdušného vytápění objektu. Viz Obr.10. [16]



Obr. 10 - Princip tepelného čerpadla vzduch – vzduch [16]

6.7.1 Výhody a nevýhody tepelných čerpadel vzduch - vzduch

- + Konstruktivně jednoduché zařízení pro vytápění objektů teplým vzduchem
 - + V letním období fungují jako klimatizace s nízkými náklady
 - + Společně se vzduchovými rozvody a filtry slouží zároveň jako úsporná ventilace s filtrací vzduchu, čímž vytváří zdravé prostředí vhodné i pro alergiky
 - + Integrací do systému teplovzdušného vytápění s rekuperací teplého vzduchu je schopno dosáhnout ekonomicky výhodného a maximálně účinného teplovzdušného vytápění a klimatizace spojeného s nucenou obměnou vzduchu
 - + Instalace tohoto typu tepelného čerpadla je velmi rychlá a nezasahuje zásadním způsobem do konstrukce domu a okolního terénu
-
- Teplovzdušným systémem vytápění nelze ohřívat vodu pro mytí, ani vodu v bazénu, pro její ohřev je nutný jiný topný agregát pracující na odlišném principu
 - Potřeba instalace teplovzdušných rozvodů - zpravidla vedených pod stropem anebo nad stropními podhledy
- [16]

6.8 Parametry pro hodnocení efektivity soustav s TČ

Rozlišují se dva přístupy při hodnocení TČ. Prvním je hodnocení TČ jako samostatných výrobků, bez ohledu zapojení do systému vytápění (druhu soustavy). Zde se udává jmenovitý topný faktor COP a sezónní topný faktor SCOP, které definují energetickou náročnost tepelného čerpadla. Toto hodnocení je prováděno pro standardizované provozní podmínky, a v realizacích poté neodpovídají konkrétní instalaci tepelného čerpadla v budově.

Pro tyto hodnoty, které je TČ schopno zajistit v reálném provozu, je pak sezónní topný faktor SPF, který vyjadřuje hodnocení energetické náročnosti nasazení elektricky poháněných tepelných čerpadel v reálných aplikacích.

Pro porovnání efektivity provozu soustav s TČ s ohledem na spotřebu neobnovitelných zdrojů energie s jinými zdroji tepla, např. spalovacími zařízeními, je používán faktor využití primární energie PER. [17]

7 OTOPNÉ SOUSTAVY

Obecné definice

Otopná soustava je část tepelné soustavy určená pouze k vytápění, která prostřednictvím otopných těles, případně jiných spotřebičů tepla, zajišťuje v jednotlivých místnostech předepsaný teplotní stav vnitřního prostředí. Skládá se ze zdroje tepla, potrubní sítě a spotřebičů tepla. [1]

Teplonosná látka je pracovní látka s proměnnou teplotou, která ve zdroji tepla přijímá tepelnou energii a v otopných prvcích ji odevzdá do vytápěného prostoru. [1]

Základní rozdělení otopných soustav je dle druhu teplonosné látky. Existují následující varianty provedení. Každá varianta má své uplatnění a je například upřednostňována v určitých provozech. Vždy se však skládá ze zdroje tepla, rozvodu tepla a spotřebiče tepla. [18]

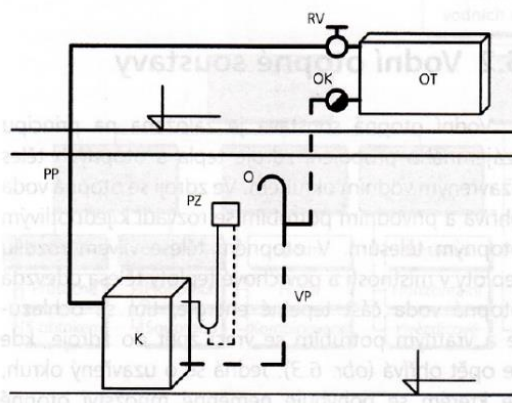
7.1 Parní otopné soustavy

Tato soustava využívá pro přenos tepla od zdroje (kotle) do otopného tělesa přehřátou párou. Pára zkondenzuje na chladnějších stěnách otopných těles, odevzdá výparné teplo a v podobě kondenzátu se vrací zpět do zdroje. Tento proces je zajištěn rozpínáním páry, jejíž kondenzát se vrací zpět ke zdroji samospádem, nebo je odváděn do jímky, odkud je do zdroje přečerpáván.

Nevýhodou parní soustavy je její špatná regulovatelnost. [1]

Hlavní prvky parní otopné soustavy

- Potrubní síť, uzavírací a regulační armatury, odvodnění, odvzdušnění, zabezpečovací zařízení, viz Obr. 11



Obr. 11 - Schéma parní otopné soustavy [1]

Potrubní síť a její materiál

[1] Dle uspořádání přívodního, parního a vratného potrubí a zdroje tepla se systém dělí na soustavy s horním a dolním rozvedem přívodu a podle vedení kondenzátního potrubí, na soustavy s mokrým nebo suchým kondenzátním potrubím.

Z hlediska pracovních tlaků pak na podtlakové, nízkotlaké a středotlaké soustavy.

Materiálově se nejčastěji jedná o ocelové bezešvé trubky závitové, dle ČSN 42 5711 a hladké, dle ČSN 42 5716.

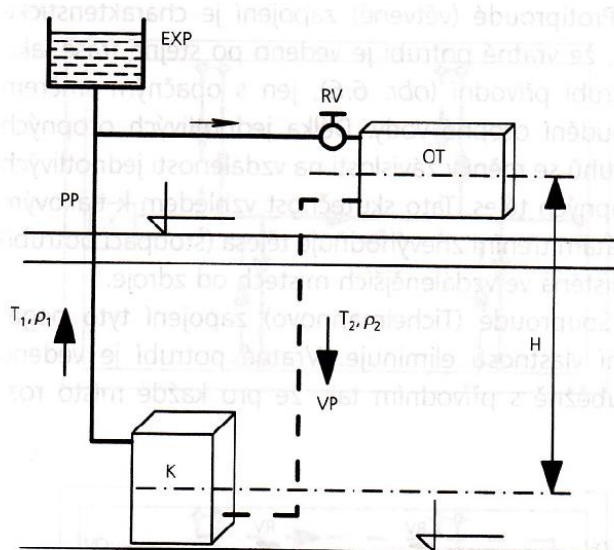
Spoje jsou svařované, nerozebíratelné, krom napojení otopných těles a u montážních spojů, kde se používají rozebíratelné šroubované spoje.

Použití parní otopné soustavy

Historicky jsou to první zařízení ústředního vytápění s nejvyšším rozmachem počátkem 20. století. Nicméně v současné době už se jedná spíše o historické soustavy a jsou případně navrhovány do objektů s přerušovaným provozem, jelikož nehrozí zamrznutí systému. [1]

7.2 Vodní otopné soustavy

Soustava, kde jsou zdroj tepla a otopná tělesa nebo plochy vzájemně propojeny vodním okruhem. Voda je ohřívána ve zdroji a přívodním potrubím je rozváděna k jednotlivým koncovým prvkům, kde odevzdá část své tepelné energie a ochlazená se vrací vratným potrubím do zdroje, kde se v tomto uzavřeném okruhu opět ohřívá, viz Obr.12. [1]



Obr. 12 - Schéma vodní otopné soustavy [1]

7.2.1 Základní rozdělení

Při návrhu teplovodní otopné soustavy je nutné systém vytvářet na míru řešené budově. Zapojení má nespočet provedení a vždy se najde vhodné řešení, které bude vyhovovat nárokům na vytápění daného objektu a jejím možnostem. Tato soustava se dá charakterizovat následujícími parametry [1]:

- Prostorové uspořádání – vzájemné propojení otopných těles, umístění ležatého rozvodu, vedení přípojek k tělesům
- Nejvyšší pracovní teplota otopné vody
- Konstrukce expanzní nádoby

- Způsob oběhu otopné vody
- Materiál potrubní sítě

Rozdělení soustav podle teploty teplotnosné látky [18], [1]

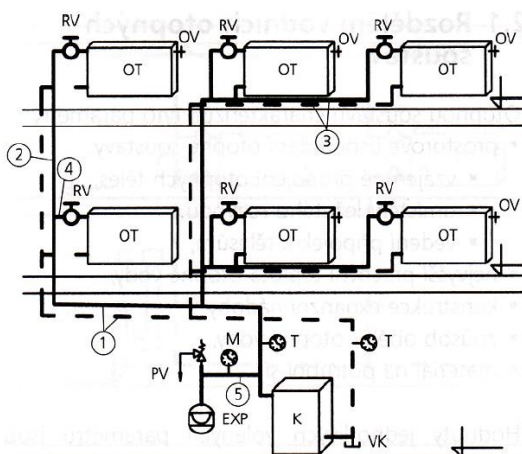
- **Nízkoteplotní** – Teplota teplotnosné látky do 65 °C. V současnosti nejoblíbenější u rodinných domů a při rekonstrukcích. Jedná se například o soustavy napojené na tepelná čerpadla. Teplotní spád 10 – 25 K.
- **Tepl vodní** – Teplota do 115 °C. Nejrozšířenější především v bytových domech a v rozsáhlejších objektech. Teplotní spád také 10 – 25 K.
- **Horkovodní** – Teplota nad 115 °C. Využívá se především v průmyslových objektech a pro dálkový přenos tepla. Teplotní spád je zde 40 – 50 K. Z důvodu bezpečnosti se pro svoji vysokou teplotu nepoužívají pro vytápění obytných budov.

Tepl vodní a nízkoteplotní otopné soustavy

[18] Dnes jsou nejvíce využívané tepl vodní a také nízkoteplotní otopné soustavy. Jejich hlavními výhodami jsou především snadnost regulace, a to i v místě spotřeby a velká teplotní kapacita (především u tepl vodních). Díky tomu je možné si nastavit systém vytápění s ohledem na úsporu energie. Mezi další výhody patří nižší povrchová teplota otopných těles, díky čemuž nehrozí popálení a také se na nich nespéká prach či nečistoty.

Nevýhodami tepl vodních a nízkoteplotních otopných soustav je, že mohou při nízkých teplotách zamrznat, a že dochází ke korozi kovových částí soustavy. Další nevýhodou je potřeba čerpadla pro rychlejší odezvu soustavy na změnu klimatických podmínek.

Dopravu otopné vody v soustavě nejčastěji zajišťují oběhová čerpadla (nucený oběh). Je zde však možnost i využití přirozeného oběhu, samotížného. Ten vychází z rozdílných teplot vody na přívodu a odvodu z tělesa a z rozdílné hustoty vody o různé teplotě. Přirozený oběh zajišťuje bezpečnější provoz a také nižší pořizovací náklady (nezahrnují oběhové čerpadlo). Trubky jsou zde ale dražší a odezva systému je pomalejší. S oběhovým čerpadlem je nevýhodou závislost na elektrické energii a její spotřeba při provozu čerpadla. [18], [1]



Obr. 13 - Části tepl vodní a nízkoteplotní otopné soustavy [1]:

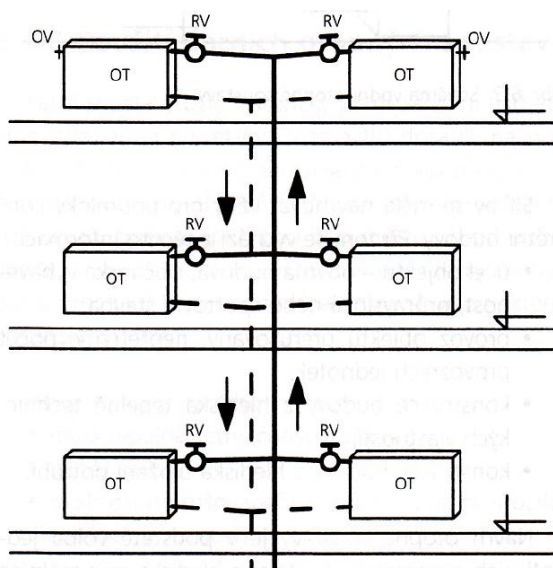
- 1 – hlavní ležaté rozvody, 2 – stoupačí potrubí, 3 – podlahové ležaté rozvody,
4 – připojovací potrubí, 5 – pojistná potrubí, 6 – armatury

7.2.2 Prostorové propojení otopných těles

Jedná se o rozdělení otopných soustav na jednotrubkové a dvoutrubkové.

Dvoutrubkové soustavy

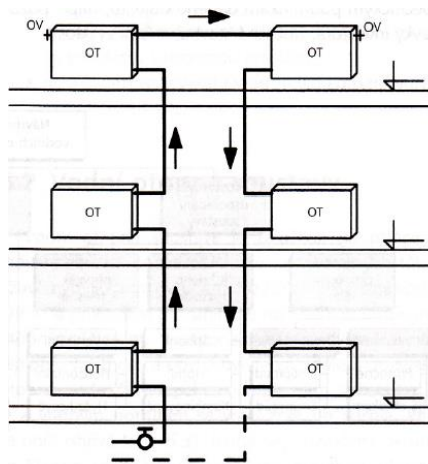
Zde jsou tělesa vzájemně zapojena paralelně a je zde možné rozlišit potrubí přívodní a vratné, viz obr.14. Její výhodou je stejná teplota otopné vody při vstupu do všech těles, její provozní spolehlivost a hydraulická stabilita. Dvoutrubkové soustavy patří mezi nejpoužívanější. Dle polohy přívodního a vratného potrubí se dále rozlišují na souproudé a protiproudé. [1]



Obr. 14 - Schéma dvoutrubkové soustavy [1]

Jednotrubkové soustavy

Zde jsou tělesa vzájemně zapojena sériově. Otopná voda na jedné větvi protéká postupně jednotlivými otopnými tělesy, viz Obr. 15. V potrubí se tedy nachází směs přívodní a vratné vody. Teplota otopné vody se od tělesa k tělesu postupně snižuje. Proto je třeba přepočítat měrný výkon otopných těles, podle jejich umístění na okruhu (podle skutečných teplot otopné vody) a přizpůsobit pak velikost otopného tělesa tak, aby byl jeho výkon dostatečný. [1]



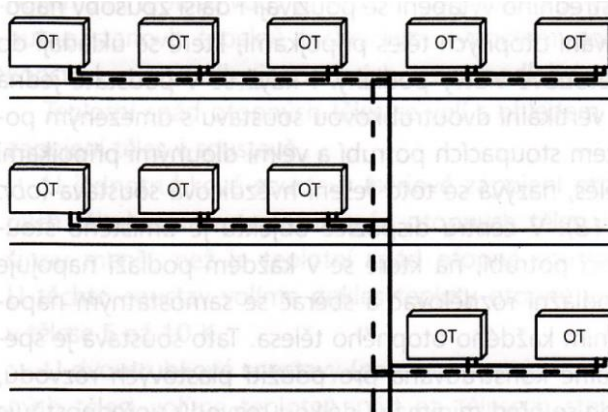
Obr. 15 - Schéma jednotrubkové soustavy [1]

7.2.3 Způsoby vedení přípojek k otopným tělesům

Volbu vedení přípojek ovlivňuje především druh provozu, tím je myšleno, zda se jedná například o rodinný nebo bytový dům, s čímž souvisí také měření a regulace soustavy.

Horizontální soustava

Soustava s minimálním počtem stoupacích potrubí, na které jsou napojeny horizontální okruhy jednotlivých podlaží (ležaté rozvody) s napojenými otopnými tělesy, viz Obr. 16. Speciální případem je etážová soustava, kdy jsou zdroj a rozvody s otopnými tělesy umístěny ve stejném podlaží. [1]



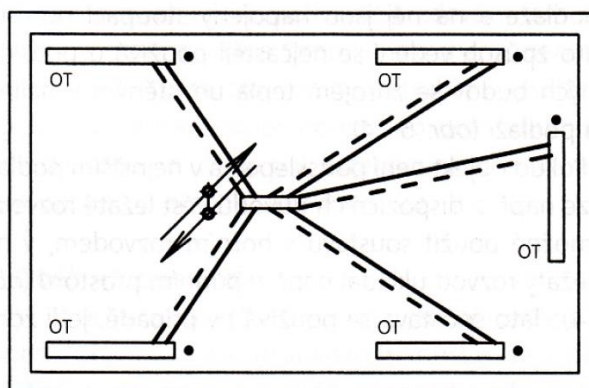
Obr. 16 - Horizontální otopná soustava ve vícepodlažním domě [1]

Vertikální soustava

Soustavy, kde jsou otopná tělesa napojena přímo na stoupací potrubí prostřednictvím krátkých horizontálních přípojek těles. Viz obr.14. [1]

Hvězdicová soustava

Speciální rozvody uzpůsobené použití plastových trubek. V podstatě se jedná o vertikální dvoutrubkovou soustavu s nízkým počtem stoupacích potrubí, na které jsou napojeny dlouhé horizontální přípojky těles. Centrem dispozice prochází stoupací potrubí a v každém podlaží se prostřednictvím rozdělovače a sběrače napojují zvlášť jednotlivá otopná tělesa, viz Obr. 17. Tím se omezuje množství spojů, které jsou potenciálním místem poruchy a jsou nákladné. [1]



Obr. 17 - Hvězdicová soustava [1]

7.2.4 Materiál potrubí

Základní volbou je, zda bude potrubí z plastů nebo kovů. Tyto materiály mají totiž rozdílné mechanické vlastnosti, které různě ovlivní návrh. Plastové potrubí je nutné chránit proti mechanickému poškození. [1]

Potrubí z oceli

Na rozvody ocelového potrubí se používá ocel třídy 11,353.0.

Na rozvody s DN < 50 se používají ocelové závitové trubky podle ČSN 42 5710/DIN2440, pro větší průměry se pak používají hladké bezešvé trubky podle ČSN 42 5716. Spojují se svařováním. [1]

Potrubí z mědi

Měděné trubky spojované pájením. Oproti potrubí z oceli mají výrazně menší tloušťku stěny, tedy i menší vnější průměr, a to při stejných mechanických vlastnostech, jako má ocel. Nelze je kombinovat s hliníkovými tělesy. [1]

Potrubí z plastů

Na trhu je velká nabídka těchto výrobků. Nejčastěji se jedná o potrubí ze síťovaného polyetylénu (PEX, VPE). V porovnání s tradičními materiály mají větší teplotní roztažnost a menší pevnost. Naopak montáž rozvodů je výrazně snazší a rychlejší, což je velkou výhodou. [1]

7.2.5 Armatury

[1] Prvky otopné soustavy zajišťující její plnou funkčnost. Základní armatury jsou rozděleny podle funkce na:

- Uzavírací – slouží k manuálnímu uzavírání protékajícího média, např. kohout, kulový kohout, šoupě, klapka, dvoucestný ventil
- Regulační – např. dvoucestný regulační ventil, regulátor tlakové difference, regulátor objemového průtoku, termostatický ventil pro otopná tělesa
- Vyvažovací – např. dvoucestný ventil s odběrem tlaků, vyvažovací ventil
- Rozdělovací – např. trojcestný ventil nebo klapka, přepouštěcí ventil
- Specificky funkční – např. filtr, odzdušňovací ventil, zpětný ventil, zpětná klapka, teploměry, tlakoměry, odvaděč kondenzátu

7.2.6 Výhody a nevýhody teplovodního a nízkoteplotního vytápění

Výhody [19]:

- lepší tepelné vlastnosti oproti vzduchu - rychlejší rozvod tepla, vytápění vzduchem vyžaduje lepší výměnu vzduchu a rekuperaci tepla
- tichý chod - nepotřebuje ventilátory, čerpadlo je umístěno v kotelně
- snadná regulace teploty pomocí přivírání nebo otevírání termostatického ventilu
- úsporné řešení - jeden kotel bohatě vystačí pro celý panelový dům

Nevýhody [19]:

- možnost zamrznutí - především v době mrazů z důvodu špatné izolace
- nutnost zasíťování budovy - teplovodní rozvody, otopná tělesa, regulační prvky, expanzní nádoba, ventily

7.3 Otopná tělesa a plochy

Úlohou těchto koncových prvků je dodávat do vytápěného prostoru teplo v takovém množství, aby v něm byla zajištěna tepelná pohoda. [1]

7.3.1 Článeková

Jsou klasikou mezi topnými tělesy. Jsou tvořeny z libovolného množství článků (dutá žebra) propojených horní a dolní komorou, kudy proudí otopná voda a plochou žeber předává teplo do místností sáláním. Jejich výhodou je vysoká účinnost a nízký hydraulický odpor. Vyrábějí se ze šedé litiny, slitin uhlíku a z ocelových plechů. [21]

7.3.2 Desková

Deskové „radiátory“ se používají nejčastěji. Oproti článkovým otopným tělesům jsou oblíbené svou nenápadností, a také nižší pořizovací cenou. Jsou zhotovena nejčastěji ze dvou až tří dutých desek, mezi nimiž je teplovzdušná komora. Deskami protéká topné médium a jejich plochou je tepelná energie předávána vně tělesa a také teplovzdušným komorám, které napomáhají rychlé výměně vzduchu v místnosti. [23]



Obr. 18 - Článekové (vlevo) vs. deskové (vpravo) otopné těleso [22]

7.3.3 Trubková

Jedná se o „radiátory“ různých tvarů, jejichž principem jsou rozvodné a sběrné komory, navzájem spojené sestavou trubek menších průřezů, viz Obr.19 a20. Jejich účinnost je v porovnání s ostatními druhy nízká, a proto bývají doplněné ještě jiným typem otopných těles. Nicméně díky svému provedení se nejčastěji osazují do koupelen

pro sušení ručníků, které se na ně dají zavěsit. Běžně se vyrábějí z ocelových trubek, ale pro speciálnější případy jsou k dispozici také z nerezové oceli, chromu i skla. [24]



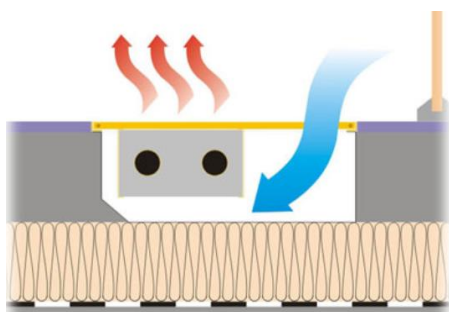
Obr. 19 - Trubkové těleso (běžné) [24]



Obr. 20 – Trubkové těleso (speciální) [24]

7.3.4 Konvektory

Konvektory předávají teplo na principu konvekce. Vytvářejí proud ohřátého vzduchu, který cirkulací rychle zahřeje vzduch v celé místnosti. Obvykle jsou složeny z výměníku tepla a skříně, v horní části opatřené výdechovou mřížkou. Vzduch vstupující do konvektoru je prudce ohřátý topným tělesem a dochází k jeho rozpínání a jeho výstupu horní mřížkou, viz Obr.21 a 22. Ohřátý vzduch následně stoupá podél stěn a stropu a také vytlačuje studený vzduch k zemi, kde je do konvektoru nasáván pro následný ohřev. Pro zvýšení intenzity cirkulace teplého vzduchu se vyrábí s ventilátorem. Do místnosti se dají zakomponovat v provedení nástěnném, podparapetním, samostojným, nebo zapuštěné do podlahy, stěny či stropu. [25]



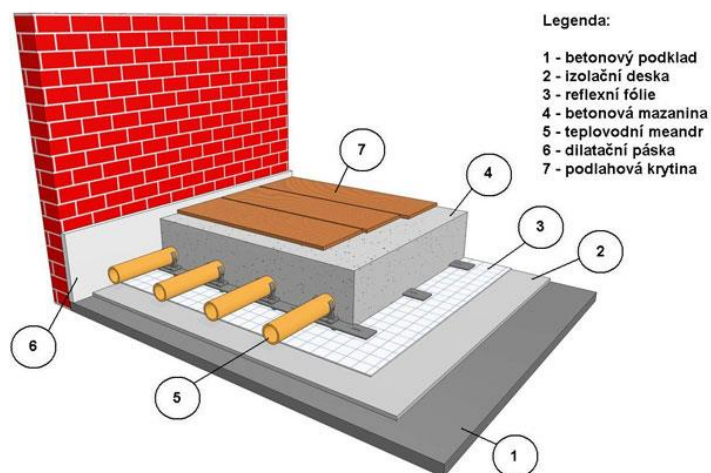
Obr. 21 - Schéma podlahového konvektoru [25]



Obr. 22 - Složení konvektoru [25]

7.3.5 Plošné vytápění

Pracuje na principu rozvodu tepla systémem trubek vedených v podlahách, stěnách či stropěch a přenosu tepla do místností sáláním, viz Obr. 23. Plošné vytápění má mnoho výhod, patří mezi ně nízká teplota topného média a z toho pramenící úspory paliva, osoby v místnosti mají pocit tepla, i když vzduch zůstává chladnější, a také nízká prašnost domácnosti, jelikož nevíří vzduch. Podíl tepelného toku sáláním je u stropního vytápění zhruba 80 %, u stěnového 65 % a u podlahového 55 %. [26], [28]



Obr. 23 - Schéma podlahového vytápění [26]

7.4 Teplovzdušné otopné soustavy

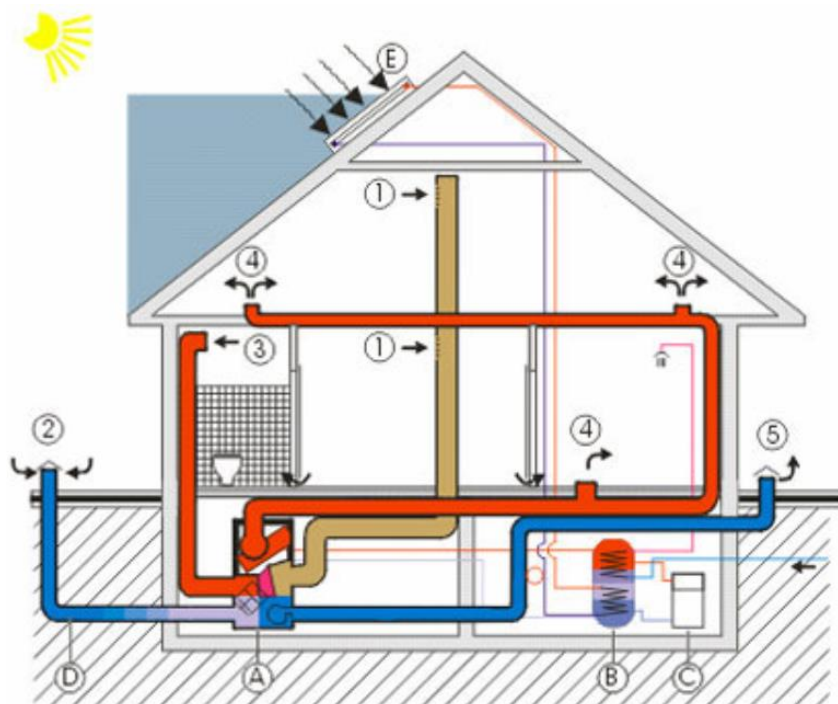
Při tomto druhu vytápění se tepelná energie dostává do místnosti prostřednictvím proudícího teplého vzduchu. Ten se v místnosti ochladí vlivem tepelných ztrát na pokojovou teplotu a následně se ochlazený odvádí mimo ni.

Teplonosnou látkou je zde tedy vzduch. V následující Tab. 8 jsou porovnány fyzikální vlastnosti vody a vzduchu. Je zde zřetelné, že vzduch je díky výrazně nižšímu měrnému teple a nižší teplotě horším nosičem tepla. To vede k větším dimenzím rozvodů, což může výrazněji zasahovat do stavby. [1]

Parametr	Voda	Vzduch
Měrné teplo c (J/kg · K)	4 186	1 010
Hustota (kg/m ³)	980	1,28
Teplotní spád používaný pro vytápění obytných budov (K)	10 – 25	20 – 30

Tab. 8 - Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu [1]

Teplovzdušné vytápění výhodně obstarává také požadovanou výměnu vzduchu v místnosti, čímž odpadá ztráty větráním. Nejčastěji je zabudováno se zařízením na rekuperaci tepla, které navíc pomocí odpadního vzduchu předejde přiváděnému vzduchu a klesá tak spotřeba energie na ohřev tohoto přivodního vzduchu. Na obr. 24 je schematicky popsáno proudění vzduchu a jeho úpravy při teplovzdušném vytápění.



Obr. 24 - Schéma teplovzdušného vytápění s rekuperací tepla [20]

Popis Obr.24:

- 1 – cirkulační vzduch z místností do rekuperační jednotky
- 2 – venkovní vzduch přiváděný zemním kolektorem
- 3 – odpadní vzduch (WC, koupelna atd.)
- 4 – cirkulační a větrací vzduch do obytných místností
- 5 – výfuk odpadního vzduchu po rekuperaci tepla
- A – vzduchotechnická dvouzónová vytápěcí a větrací jednotka
- B – integrovaný zásobník tepla
- C – zdroj tepla
- D – zemní kolektor
- E – solární vakuové kolektory

Přívod vzduchu (1) a (2) se v rekuperační jednotce směšuje, filtruje a dohřívá před přívodem do vytápěného prostoru. Venkovní přiváděný vzduch je v zimě předehříván zemním kolektorem, v letním období je zde ochlazován, takže uvedený systém může v létě pracovat také jako klimatizace. Pokud není nutné přiváděný vzduch ochlazovat, je možné jej přivést mimo zemní kolektor. [20]

ZÁVĚR

V teoretické části jsou popsány systémy vytápění a jednotlivé zdroje tepla spolu s vnitřním prostředím budov, které posloužily pro prvotní myšlenku návrhu systému vytápění v projektové části, a také pro jeho teoretické uskutečnění. Možnosti provedení tohoto systému jsou rozmanité a každý objekt je potřeba posuzovat individuálně pro jeho správný (efektivní), ekonomický a estetický návrh, který je zároveň šetrný k životnímu prostředí.

POPIS PROJEKTOVÉ ČÁSTI

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je návrh systémů vytápění a větrání rodinného domu a vytvoření jejich dokumentace v podrobnosti projektu pro provedení stavby (DPS). Projekt byl vytvořen na základě stavebních výkresů projektové dokumentace, viz VÝKRES Č. 1-5. Veškeré výpočty jsou provedeny v přílohách PV1 a PV2. Součástí jsou také technické zprávy pro oba systémy, TZVYT a TZVZT a další přílohy, uložené v samostatné projektové části.

Tomuto návrhu předcházela studie parametrů a systémů vytápění a větrání, ze kterých je část vytápění popsána v teoretické části.

Následující část představuje pouze seznámení se s řešeným rodinným domem a návrhem jeho systému vytápění a větrání. Veškeré informace o těchto systémech viz samostatná projektová dokumentace (PD). V této části naleznete také některé varianty provedení, které posloužily pro výběr nejefektivnějšího řešení.

8 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Lokace: Praha

Majitel objektu: soukromá osoba

Účel objektu: Rodinný dům

Počet osob: 4

8.1 Popis objektu

Jedná se o nepodsklepený třípodlažní rodinný dům s plochou střechou. V prvním nadzemním podlaží se nachází pokoj pro hosty s hygienickým zázemím, dále technická místnost, prádelna, komora a rekreační místnost s vnitřním bazénem. Místnost s bazénem z části lemuje posuvný systém oken Vekra, který umožňuje téměř úplné propojení místnosti s navazující venkovní terasou.

Ve druhém nadzemním podlaží najdeme kuchyni s jídelnou a obývací pokoj, na který navazuje pracovna. Dále pak koupelnu přístupnou z chodby a spíž.

Třetí nadzemní podlaží obsahuje dva pokoje, koupelnu a ložnici s přístupem do vlastní koupelny.

Celková plocha objektu činí cca 292.7 m².

Popis místnosti s bazénem (1.10 Bazén):

Podlahová plocha místnosti je cca 38,2 m², objem činí 112 m³. Světlá výška místnosti je 2,93 m, pouze v místech vedení rozvodů větrání je snížena na výšku 2,54 m, provedením vzduchotechnických SDK trámů. Rozměry bazénu jsou 4,5x2,4 m. Plocha vodní hladiny činí 10,8 m² a objem bazénu je 14,04 m³. Tuto místnost na straně jižní fasády lemuje systém posuvných oken Vekra, jež umožňuje otevřený přístup na venkovní terasu.

8.2 Klimatické podmínky

Dle ČSN 06 0210: Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění a ČSN 38 3350 Zásobování teplem, objekt leží v oblasti s těmito klimatickými údaji:

Nadmořská výška: 181 m

Venkovní výpočtová teplota: -12°C

Vnitřní výpočtové údaje:

Obytné místnosti, chodba, prádelna, spíž:

20 °C

Technická místnost, komora:

18 °C

Koupelna:

24 °C

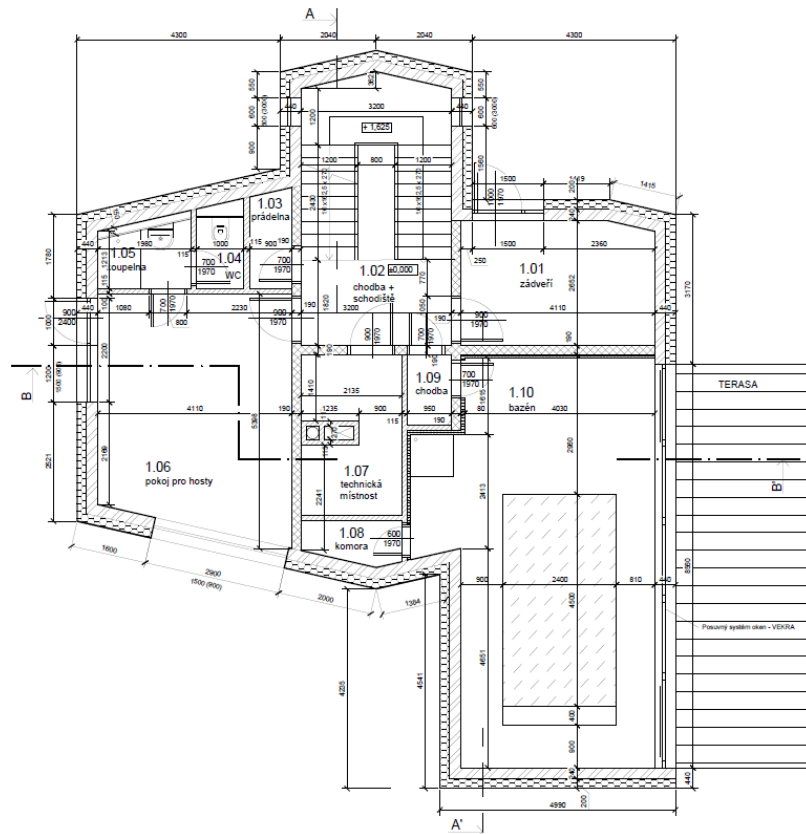
WC:

20 °C (krom v 1NP=24 °C)

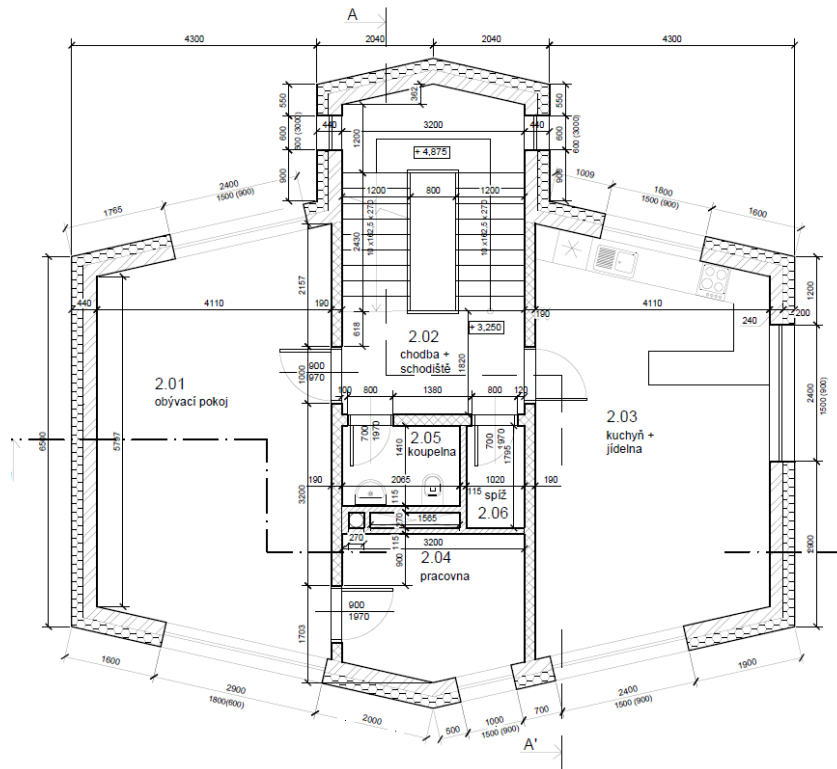
Místnost s bazénem:

28 °C

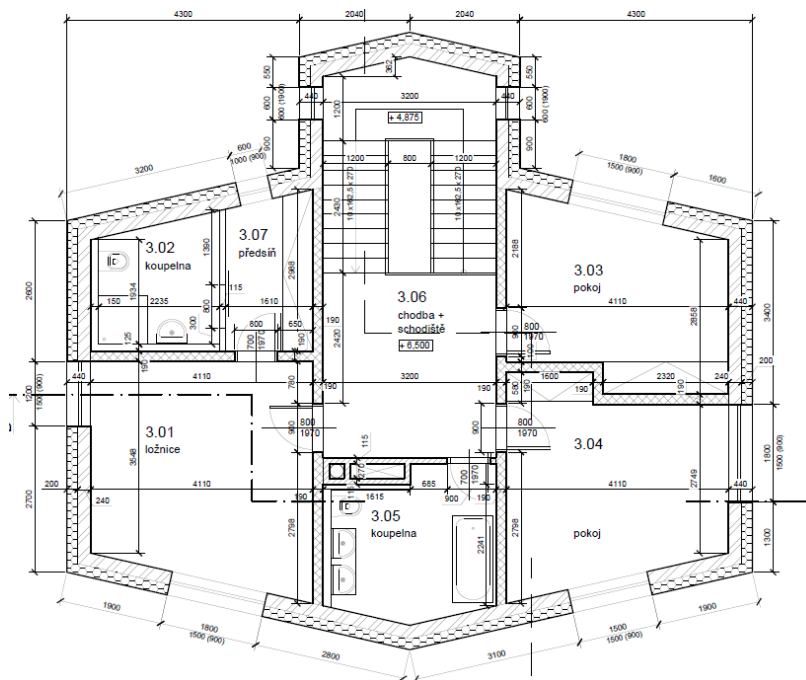
8.3 Půdorysy



Obr. 25 - Půdorys 1 NP



Obr. 26 - Půdorys 2 NP



Obr. 27 - Půdorys 3 NP

8.4 Skladby konstrukcí a součinitel prostupu tepla U

Rodinný dům je zděný. Obvodové konstrukce POROTHERM 24 Profi s tepelnou izolací tl. 200 mm. Vnitřní nosné stěny jsou POROTHERM 19 AKU a příčky typu POROTHERM 11,5 AKU Profi. Stropní konstrukce je ŽB monolitická. Hodnoty součinitele byly stanoveny pomocí online výpočtu součinitele prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí, na webových stránkách tzb.info.cz. [27], kde jsou počítány v souladu s ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody a ČSN EN ISO 6946: Stavební prvky a stavební konstrukce. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v Tab. 9.

KONSTRUKCE	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U_k [W/m ² K]
Vnější obvodová stěna: Vápenná omítka, Porotherm 24 Profi, Isover EPS 70F tl.0.2m, omítka perlitová	0.16
Vnitřní nosné zdivo Porotherm 19 AKU	1.1
Vnitřní nosné zdivo BAZÉN: Porotherm 19 AKU, EPS 80mm	0.31
Vnitřní nenosné zdivo BAZÉN Porotherm 11,5 AKU Profi, EPS 80mm	0.37
Vnitřní nenosné zdivo Porotherm 11,5 AKU Profi	1.4
Stropní kce.: ŽB tl. 200mm, tep. a akust. izolace tl.40mm, betonová mazanina 60mm, nášlap. vrstva	0.68
Stropní kce.BAZÉN: ŽB tl. 200mm, tep. a akust. izolace tl.50mm, betonová mazanina 60mm, nášlap. vrstva	0.58
Střešní kce.: ŽB deska 0.2m, pěnový polystyren tl.0.3m, hydroizolace	0.13
Podlaha přízemí: štěrk 0.15m, ŽB 0.15m, EPS 0.2m, bet.mazanina 0.06m, nášlapná vrstva	0.17
Okno trojsklo: Vekra Style EVO	0.71
Francouzská okna: Posuvný systém oken Vekra, Plastové HS portály	1.02
Vchodové dveře	0.93
Vnitřní dveře	2

Tab. 9 - Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Veškeré obalové a vnitřní stavební konstrukce splňují normové hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$, dle ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov a spíše se blíží hodnotám doporučeným pro pasivní budovy $U_{pas,20}$.

8.5 Tepelná bilance objektu

8.5.1 Tepelné ztráty objektu

Tepelné ztráty objektu byly spočteny po jednotlivých místnostech dle ČSN EN 12831, pro dané klimatické podmínky. Viz PD, PŘÍLOHA P1.

Místnost 3.01 (ložnice)					
Výpočet tepelné ztráty prostupem					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí a z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Ozn.Kce.	Popis	Plocha [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij} , b _u [-]	H _T [W/K]
SO	Vnější stěna	20.727	0.16	1	3.32
OT1	Okno trojsklo 1	1.8	0.71	1	1.28
OT2	Okno trojsklo 2	2.7	0.71	1	1.92
SN1	Stěna do koupelen	14.35	1.1	-0.125	-1.97
SCH	Střecha plochá	16.493	0.13	1	2.14
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí a z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.f_{ij}$ (W/K)					6.68
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $HT_{i,j} = HT_{i,e} + HT_{i,u} + HT_{i,j} + HT_{i,g}$					
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	
20	-12	32	6.68	213.83	
Výpočet tepelné ztráty větráním					
Objem místnosti Vm [m ³]	Dávka venkovního vzduchu (2 osoby) [m ³ /h]	Pož.množství přiváděného vzduchu [m ³ /h]	Souč. tepelné ztráty větráním Hv,i [W/K]		
48.32	50	50	16.63		
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	HV,i	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
20	-12	32	16.63	532.22	
Návrhový tepelný výkon pro vytápěný prostor $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ [W]					
$\Phi_{HL,i} =$	746.06 W				

Tab. 10 - Ukázka výpočtu tepelných ztrát místnosti, viz PŘÍLOHA P1

V následujících tabulkách 11-13 jsou výsledné hodnoty tepelných ztrát prostupem a větráním včetně základních parametrů místností. V tabulkách jsou také viditelné výsledné objemy vzduchu pro větrání jednotlivých místností, na které je systém větrání navržen.

*Hodnoty v místnosti 1.10 Bazén jsou již upraveny následujícím návrhem systému větráním, čímž téměř odpadá tepelná ztráta větráním.

Označení	Název	Plocha Ai [m ²]	Teplota θi [C°]	Int. větrání n [1/h]	Dávka venk. vzduchu (osoby) [m ³ /h]	Nárazové větrání (průtok odsávanéh o vzduchu) [m ³ /h]	Potřebný objem přiváděné ho vzduchu [m ³ /h]	Návrhová ztráta prostupem ΦT,i [W]	Návrhová ztráta větráním ΦV,i [W]	Návrhový tepelný výkon pro vytápěný prostor ΦHL,i [W]
OBYTNÁ ČÁST 1NP										
1.01	Zádveří	10.79	20	0.5	-	-	15.8	166.61	168.21	334.82
1.02	Chodba + schodiště	18.02	20	0.5	-	-	26.4	224.28	280.99	505.27
1.03	Prádelna	1.84	20	0.5	-	-	-	TEMPEROVANÝ POSTOR		
1.04	WC	1.80	24	1.5	-	50	50	84.16	0.00	84.16
1.05	Koupelna	2.85	24	1.5	-	175	175	116.71	232.85	349.56
1.06	Pokoj pro hosty	20.28	20	0.5	75	-	75	332.02	798.34	1130.35
1.07	Technická místnost	6.66	18	0.5	-	-	9.8	-49.55	97.41	47.86
1.08	Komora	1.79	18	0.5	-	-	-	TEMPEROVANÝ POSTOR		
1.09	Chodba	1.43	20	0.5	-	-	-	TEMPEROVANÝ POSTOR		
Samostatný úsek - BAZÉN *										
1.10	Bazén	38.23	28	3.7	-	415	415	1651.22	838.30	2489.52
									[W] Σ	4941.55

Tab. 11 - Tepelné ztráty prostupem a větráním 1NP*

Označení	Název	Plocha Ai [m ²]	Teplota θi [C°]	Int. větrání n [1/h]	Dávka venk. vzduchu (osoby) [m ³ /h]	Nárazové větrání (průtok odsávanéh o vzduchu) [m ³ /h]	Potřebný objem přiváděné ho vzduchu [m ³ /h]	Návrhová ztráta prostupem ΦT,i [W]	Návrhová ztráta větráním ΦV,i [W]	Návrhový tepelný výkon pro vytápěný prostor ΦHL,i [W]
OBYTNÁ ČÁST 2NP										
2.01	Obývací pokoj	27.65	20	0.5	100	-	100	359.41	1064.45	1423.86
2.02	Chodba + schodiště	18.00	20	0.5	-	-	25.02	123.76	266.32	390.09
2.03	Kuchyně + jídelna	27.65	20	0.5	100	150	150	335.86	1596.67	1932.53
2.04	Pracovna	7.75	20	0.5	25	-	25	62.69	266.11	328.80
2.05	Koupelna	2.91	20	1.5	25	75	75	17.52	0.00	17.52
2.06	Spíž - nevytápěno	1.83	20	0.5	-	-	-	TEMPEROVANÝ PROSTOR		
									[W] Σ	4092.80

Tab. 12 - Tepelné ztráty prostupem a větráním 2NP

Označení	Název	Plocha Ai [m ²]	Teplota θi [C°]	Int. větrání n [1/h]	Dávka venk. vzduchu (osoby) [m ³ /h]	Nárazové větrání (průtok odsávanéh o vzduchu) [m ³ /h]	Potřebný objem přiváděné ho vzduchu [m ³ /h]	Návrhová ztráta prostupem ΦT,i [W]	Návrhová ztráta větráním ΦV,i [W]	Návrhový tepelný výkon pro vytápěný prostor ΦHL,i [W]
OBYTNÁ ČÁST 3NP										
3.01	Ložnice	16.49	20	0.5	50	-	50	213.83	532.22	746.06
3.02	Koupelna	5.72	24	1.5	25	175	175	230.09	232.85	462.94
3.03	Pokoj	12.58	20	0.5	25	-	25	217.54	266.11	483.66
3.04	Pokoj	14.17	20	0.5	25	-	25	225.00	266.11	491.12
3.05	Koupelna	8.38	24	1.5	25	200	200	253.22	266.11	519.33
3.06	Chodba + schodiště	23.14	20	0.5	-	-	33.90	157.94	360.83	518.77
3.07	Předsíň	4.52	20	0.5	-	-	6.62	3.99	70.49	74.48
									[W] Σ	3296.35

Tab. 13 - Tepelné ztráty prostupem a větráním 3NP

Celková tepelná ztráta objektu je 12,33 kW.

9 NÁVRH OTOPNÉHO SYSTÉMU

Návrh systému vytápění byl proveden v programu RAUCAD TechCON. Návrh v tomto programu zahrnoval navržení otopných těles a ploch na vypočítané tepelné ztráty dle přílohy P1 a jejich napojení na potrubí, s potřebnými rozvody, vedoucími do kotelny. Veškeré dimenze a druhy potrubí, viz PD. Výstup z programu je součástí projektové dokumentace, viz příloha PR1.

9.1 Návrh otopných těles

Na základě vypočtených ztrát objektu (příloha P1) jsou navržena následující otopná tělesa, viz Tab 14.

Bilance otopných těles					
Místnost	Minimální požadovaný výkon [W]	Výrobek	Teplotní spád [C°/C°]	Celkový výkon [W]	Průtok [kg/h]
OKRUH 2					
1.01	335	RADIK 11 VK (700/600)	55/45	349	30.1
1.02	505	RADIK 21 VK (900/600)	55/45	526	45.3
1.03	-	-	-	-	-
1.04	84	-	-	-	-
1.05	350	KORALUX LINEAR COMFORT-M (1820/495)	55/45	368	31.7
1.06	1130	RADIK 22 VK (400/2000)	55/45	1232	106.2
1.07	48	-	-	-	-
1.08	-	-	-	-	-
1.09	-	-	-	-	-
1.10	1652	RADIK 11 VK (600/1600)	55/45	547	47.1
Celkem VÝKON a PRŮTOK otopných těles				3022	260.4
OKRUH 1					
2.01	1424	2x RADIK 11 VK (400/2000)	55/45	1448	2x62.4
2.02	390	RADIK 21 VK (600/600)	55/45	391	33.7
2.03	1933	RADIK 22 VK (400/2000)	55/45	1232	106.2
		RADIK 22 VK (700/800)	55/45	764	65.9
2.04	329	RADIK 11 VK (500/800)	55/45	351	30.3
2.05	18	-	-	-	-
2.06	-	-	-	-	-
3.01	746	RADIK 21 VK (400/1600)	55/45	762	65.7
3.02	463	KORALUX LINEAR COMFORT-M (1820/750)	55/45	533	46
3.03	484	RADIK 11 VK (400/1400)	55/45	506	44
3.04	491	RADIK 11 VK (400/1400)	55/45	506	44
3.05	519	KORALUX LINEAR COMFORT-M (1820/750)	55/45	533	46
3.06	518	RADIK 21 VK (900/600)	55/45	526	45.3
3.07	75	RADIK 10 VK (400/500)	55/45	108	9.3
Celkem VÝKON a PRŮTOK otopných těles				7660	661.2

Tab. 14 - Navržená otopná tělesa a jejich výkony

Pro všechny obytné místnosti, s výjimkou koupelen, jsou navržena otopná tělesa RADIK VK s pravým dolním připojením na otopnou soustavu. Tato otopná tělesa jsou umístěná pod oknem tak, aby ohřívala vzduch procházející do místností skrze prvky přísunu čerstvého vzduchu umístěnými v obvodové stěně. V koupelnách jsou navrženy otopné žebříky Koralux Linear Comfort – M se středovým připojením na otopnou soustavu. Všechna tato otopná tělesa se podílejí na zajištění tepelné pohody jak sálovou složkou, tak prouděním teplého vzduchu.



Obr. 28 - Desková otopná tělesa RADIK VK [36]



Obr. 29 – Koralux Linear Comfort – M [35]

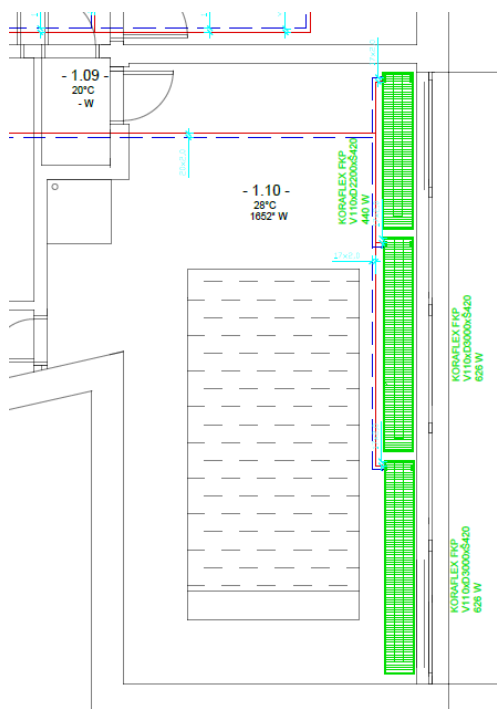
9.2 Návrh vytápění místnosti s bazénem

V místnosti 1.10 se vytápění navrhuje pouze na tepelnou ztrátu prostupem, a to z důvodu instalace VZT zařízení. Výběrem prošly tři varianty řešení vytápění, z nichž každá měla svá opodstatnění. Varianty jsou zhotoveny pouze v názorném provedení a nejlepší možnost je následně zpracována v podrobnosti DPS.

Parametry místnosti:

Teplota interiéru je 28 °C, teplota vody 26 °C.

9.2.1 Vytápění místnosti s bazénem: Varianta 1



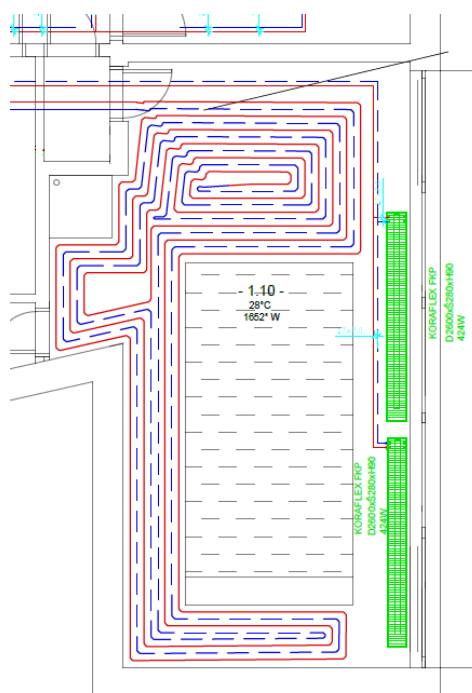
Obr. 30 - Vytápění místnosti 1.10 Bazén: Varianta 1 (viz příloha 13)

V první variantě veškeré tepelné ztráty prostupem pokryjí tři podlahové konvektory do vlhkého prostředí Koraflex FKP (InPool) s přirozenou konvekcí o hloubce 0,110m, šířce 0,42 m, délce 2x3 m a 1x2,2 m a o výkonech 2x626 W a 440 W. Cena těchto konvektorů je dle katalogu Korado [29] zobrazena v Tab. 15. Toto provedení je výhodné díky ofukování prosklené plochy oken teplým vzduchem, čímž se zamezí vzniku kondenzace na těchto plochách. Nicméně toto bude zajištěno také vzduchotechnickými přívody vzduchu. Výhodou konvektorů je schopnost vytvářet proud teplého vzduchu, který cirkulací rychle zahřeje vzduch v celé místnosti. Šíření tepla tedy zajišťují prouděním a se sálavou složkou se u nich příliš nepočítá. Tato skutečnost je do tohoto provozu nevýhodou, jelikož sálavá složka dopadající na osoby v místnosti je žádoucí. Další nevýhodou je vysoká pořizovací cena, zde celkem 44 482 Kč a esteticky mohutné podlahové mřížky také nejsou ideální.

Varianta 1			
Zařízení	ks	Cena za kus Kč	Cena celkem Kč
Podlahový konvektor do vlhkého prostředí Koraflex FKP (InPool) s přirozenou konvekcí 110/3000	2	16 166	32 332 Kč
Podlahový konvektor do vlhkého prostředí Koraflex FKP (InPool) s přirozenou konvekcí 110/2200	1	12 150	12 150 Kč
		Σ	44 482 Kč

Tab. 15 - Pořizovací náklady varianta 1 [29]

9.2.2 Vytápění místnosti s bazénem: Varianta 2



Obr. 31 - Vytápění místnosti 1.10 Bazén: Varianta 2 (viz příloha 12)

V této variantě je navrženo teplovodní podlahové vytápění v kombinaci s podlahovými konvektory. Jelikož se v této místnosti předpokládá pohyb osob v plavkách a s bosýma nohama, je podlahové vytápění výhodnou variantou, kdy se teplo na člověka přenáší sáláním teplé podlahy, čímž dochází k zahřátí samotných osob

mnohem dříve, než dojde k prohřátí vzduchu a zároveň osoby neztrácejí teplo kontaktem s chladnou podlahou. (U podlahového vytápění je sdílené teplo získáváno z 55 % sáláním a 45 % konvekčním proděním. [28])

Konvektory přitom budou mít stále funkci zajišťující proudění teplého vzduchu na prosklené plochy pro zamezení kondenzace. Zůstává zde estetický problém s konvektory, které již ale alespoň nejsou tak mohutné, a také v tomto provedení nepokrývají vzduchem celou prosklenou plochu. Jsou navrženy konvektory do vlhkého prostředí Koraflex FKP (InPool) s přirozenou konvekcí o hloubce 0,09m, šířce 0,28 m, délce 2,6 m a o výkonu 2x424 W. Cena těchto konvektorů je dle katalogu Korado [29] 9 534 Kč za kus. Cena provedení podlahového vytápění je převzata z výstupu programu Raucad Techcon, kde bylo vytvořeno. Viz Tab. 16 a 17.

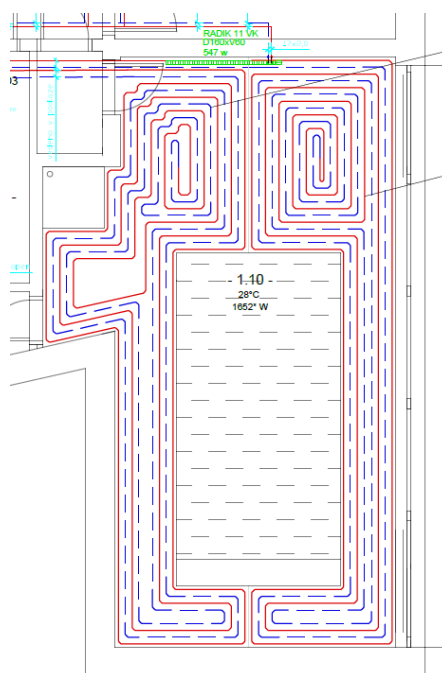
Bilance podlahového vytápění									
Okruh	Minimální požadovaný výkon [W]	Plocha top.hada [m ²]	Rozteč [m]	Délka okruhu [m]	Teplotní spád [C°/C°]	Teplota podlahy [C°]	Průtok [kg/hod]	Max. rychlost [m/s]	Celkový výkon [W]
1.10 - Bazén									
1	804	17.41	0.1	174.3	40/33	33	135.11	0.28	912

Tab. 16 - Bilance podlahového vytápění: Varianta 2

Varianta 2			
Zařízení	ks	Cena za kus Kč	Cena celkem Kč
Podlahový konvektor do vlhkého prostředí Koraflex FKP (InPool) s přirozenou konvekcí	2	9 534	19 068 Kč
Podlahové vytápění (Raucad Techcon)			16 807 Kč
			Σ 35 875 Kč

Tab. 17 - Pořizovací náklady varianta 2 [29]

9.2.3 Vytápění místnosti s bazénem: Varianta 3



Obr. 32 - Vytápění místnosti 1.10 Bazén: Varianta 3 (viz příloha 9)

Poslední variantou je vedení podlahového topení po celé ploše místnosti, čímž se zajistí výhody zmiňované ve 2. variantě. Tedy pocit tepla od sálavé složky, zamezení ztrátám tělesného tepla skrze podlahu, a zde také příjemnější estetický dojem, který není narušován mohutnými podlahovými mřížkami.

System podlahového vytápění (viz Tab. 18) je doplněn deskovým otopným tělesem (viz Tab. 19) pro dokrytí zbývající ztráty, u kterého může být příjemné sezení či umístění lehátka, díky jeho sálavé i konvekční složce sdíleného tepla. Cena této varianty je převzata z výstupu programu Raucad Techcon (viz příloha PS1).

Bilance podlahového vytápění									
Okruh	Minimální požadovaný výkon [W]	Plocha top.hada [m ²]	Rozteč [m]	Délka okruhu [m]	Teplotní spád [C°/C°]	Teplota podlahy [C°]	Průtok [kg/hod]	Max. rychlost [m/s]	Celkový výkon [W]
1.10 - Bazén									
3	1105	12.5	0.1	125.1	38/33	33	119.3	0.25	562
4		12.8	0.1	128.3	38/33	33	125.1	0.26	577
Celkem VÝKON a PRŮTOK podlahového vytápění							244.4		1139

Tab. 18 - Bilance podlahového vytápění: Varianta 3 (viz příloha PR1)

Varianta 3			
Zařízení	ks	Cena za kus Kč	Cena celkem Kč
Otopné těleso: Radik VK 11 1600/600	1	5 052	5 052 Kč
Podlahové vytápění (Raucad Techcon)			25 173 Kč
			Σ 30 225 Kč

Tab. 19 - Pořizovací náklady varianta 3 (viz příloha PS1)

9.2.4 Výběr varianty

Po posouzení jednotlivých variant byla jako nejlepší shledána varianta 3. Tento návrh má nejnižší pořizovací náklady a zároveň je nejlepší variantou co se týče estetiky, a především tepelné pohody osob. Navíc bude dále doplněna vzduchotechnickými rozvody, jež zajistí přísun teplého vzduchu na chladné prosklené stěny, čímž bude opět zabráněno kondenzaci.

9.3 Návrh zdroje tepla

Od prvotního návrhu bylo myšlenkou pro zdroj tepla tepelné čerpadlo. Pro tento případ bylo zvoleno tepelné čerpadlo vzduch – voda NIBE 2040-16. Toto čerpadlo bude instalováno v kombinaci s vnitřní systémovou jednotkou VVM500, které spolu tvoří ucelený otopný systém. Tento systém obstarává teplo pro vytápění, ohřev teplé vody, pro vzduchotechnickou jednotku a pro ohřev bazénu. Vzhled viz Obr. 33 (zadní dvě zařízení).



Obr. 33 - Tepelná čerpadla NIBE2040 a vnitřní systémová jednotka VVM500. [34] (viz technický list, příloha PTL2)

Vnitřní jednotka VVM500 obsahuje zabudovaný výměník teplé vody, cirkulační čerpadla, solární výměník, řídicí systém a elektrickou topnou jednotku, která zajišťuje dodatečný výkon 9 kW. Viz technický list.

Ohřev TV bude probíhat skrze průtokový ohřivač. Ve vnitřním modulu VVM500 je vestavěný spirálový ohřivač teplé vody z nerezové oceli a voda ve spirále je ohřívána teplou vodou v okolní nádrži.

Tento systém zařízení zajistí kompletní systém vytápění, na který jsou napojeny přes rozdělovač a sběrač všechna otopná zařízení v objektu zajišťující tepelnou pohodu interiéru.

10 NÁVRH SYSTÉMU VĚTRÁNÍ

Všechny obytné prostory mají přímé větrání skrze prvky přívodu vzduchu umístěné v obvodové stěně a v rámu oken. Tyto prvky zajišťují dostatečný přívod vzduchu pro splnění požadavků na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1. Nucené větrání bude instalováno pouze pro kuchyně, koupelny a WC a zajišťuje odvod odpadního vzduchu v množství, dle ČSN EN 15665/Z1. Množství přiváděného i odváděného vzduchu viz projektová dokumentace (PD).

Samostatnou kapitolu tvoří řešení větrání místnosti 1.10 Bazén, kde je navrženo rovnotlaké větrání s rekuperací tepla.

Uvažované klimatické podmínky

Zimní provoz:

$t_e = -12$ °C teplota venkovního vzduchu

$\varphi_e = 90$ % vlhkost venkovního vzduchu

$x_e = 1$ g/kg měrná vlhkost

Letní provoz:

$t_e = 32$ °C teplota venkovního vzduchu

$\varphi_e = 35$ % vlhkost venkovního vzduchu

$x_e = 10,2$ g/kg měrná vlhkost vzduchu

$\rho = 1,2$ kg/m³ měrná hmotnost vzduchu

10.1 Prvky přívodu vzduchu

Všechny obytné místnosti mají nainstalovány prvky pro přívod čerstvého vzduchu. Prvky zajišťují množství přivodního vzduchu dle přílohy P2.

LUNOS ALD-R160

Dle technického listu: Určen pro přívod venkovního vzduchu do obytných místností přes obvodovou stěnu. Slouží k zajištění hygienicky nutného množství výměny vzduchu, a to na základě podtlaku vzduchu ve vnitřním prostoru vzhledem k tlaku venkovního vzduchu. Viz Obr. 34.

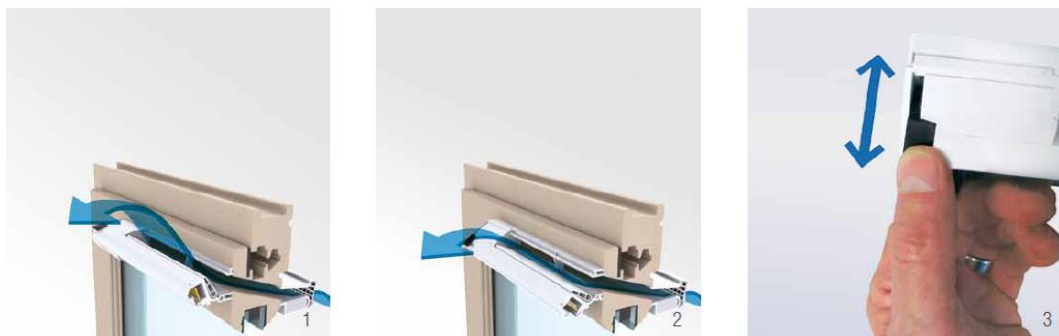


Obr. 34 - Prvek přívodu vzduchu LUNOS ALD-R160. (viz technický list, příloha PTL2)

Okenní větrací štěrba EMM 11-35

Zajišťuje přísun čerstvého vzduchu, jež je potřebný pro splnění požadavků na přívod vzduchu, skrze zařízení osazené do horního rámu okna.

Nastavení základny přívodní okenní štěrby EMM umožňuje proudění vzduchu: směrem ke stropu nebo vodorovně (Obr. 35-1: ke stropu, Obr. 35-2: vodorovně) pro zajištění maximálního komfortu uživatele. Obsahuje také ruční uzávěr proti chladnému počasí a silnému větru (Obr. 35: 1-3).



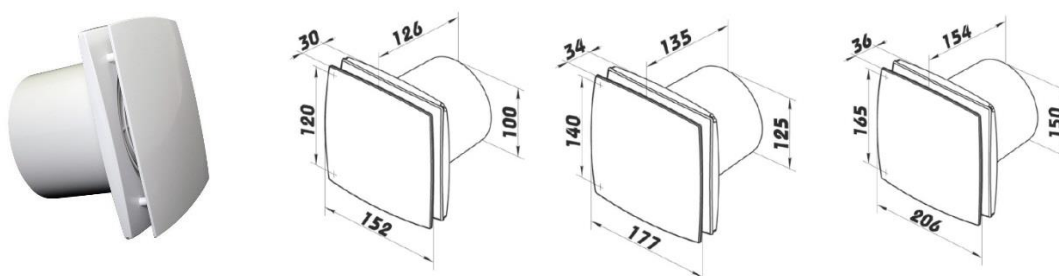
Obr. 35 - 1,2,3: Provozní polohy okenní štěrby EMM 11-35 (viz technický list, příloha PTL2)

10.2 Prvky odvodu vzduchu

Nucené větrání zajišťující podtlakový odvod znehodnoceného vzduchu, je zajištěno osazením malých domovních ventilátorů do jednotlivých místností, kde se vyskytuje znehodnocený vzduch. Jedná se o koupelny a WC, v kuchyni pak digestoř.

Vývod znehodnoceného vzduchu je vždy rovnou přes obvodovou stěnu do venkovního prostředí.

Odvodní ventilátor DALAP 125 BFAZW, DALAP 125 BFAZW ECO, DALAP 100 BFAZW ECO



Obr. 36 - Odvodní ventilátor DALAP BFAZW 100, 125 a 150 (viz technický list, příloha PTL2)

Jedná se o tichý domovní ventilátor s hliníkovým předním panelem, časovým doběhem a hydrostatem. Tyto ventilátory budou vždy osazeny na stěnu, dle PD.

Digestoř INDESIT IHPC 6.5 AM X

V kuchyni je instalováno zařízení, které bude sloužit pro individuální odvětrání místnosti. Byla zvolena Digestoř INDESIT IHPC 6.5 AM X.

Digestoř (viz Obr. 37) bude umístěna nad sporák a bude vybavena vlastním ventilátorem a osvětlením. Ventilátory budou spínány z panelu digestoře. Obsahuje zpětnou klapku.



Obr. 37 - Digestoř INDESIT IHPC 6.5 AM X (viz technický list, příloha PTL2)

11 NÁVRH SYSTÉMU VĚTRÁNÍ – BAZÉN

V místnosti 1.10 Bazén je potřeba zajistit požadovanou teplotu místnosti, která je 28 °C, potřebnou výměnu vzduchu a také odvod vlhkosti, spolu s agresivními chemickými látkami (chlor, ozón, halogeny – brom, jód, chloroform), které se v tomto bazénovém provozu vyskytují. [37]

11.1 Zásady větrání a vytápění bazénů

- zajištění dokonalého a rovnoměrného provětrávání celé místnosti bazénu bez nevětraných koutů a sektorů, kde hrozí kondenzace
 - zajištění přívodu teplého suchého vzduchu s nízkou relativní vlhkostí zásadně k proskleným stěnám a oknům s dostatečnou rychlostí a dosahem proudu v celém rozsahu prosklení
 - celý prostor bazénu udržovat vzduchotechnikou trvale v podtlaku (min. 95 %) pro vyloučení rizika pronikání par do sousedních prostor a přes chybně provedené parotěsné zábrany do konstrukcí
 - rozvody vzduchotechniky zásadně z nerezového potrubí
 - při podlahových rozvodech zajistit dokonalou vodotěsnost, vyspádování ke sběru kondenzátu, přístup pro čištění a dokonalou tepelnou izolaci a zamezit zatékání vody z podlahy
 - zásadně oddělit systém vzduchotechniky bazénu od ostatních VZT systémů – samostatné větrací jednotky
 - při nárazovém provozu (rodinné bazény) je ideální instalace vzduchotechniky spojená s teplovzdušným vytápěním (zajistí se velmi rychlý náběh teploty vzduchu na požadovanou hodnotu během několika desítek minut).
 - vzduchotechnické jednotky pro větrání bazénů navrhnout v provedení do agresivního prostředí (chlor), tzn. s rekuperačním výměníkem z nerez nebo z plastu, odvodňovací vany nerez, nebo speciální úpravy
 - velmi malé prostory bazénů lze řešit lokální odvlhčovací recirkulační jednotkou
 - nejvýhodnější je větrací a odvlhčovací vzduchotechnická jednotka – ale je třeba dbát na množství cirkulačního vzduchu (dodržet min. množství čerstvého venkovního vzduchu)
- [37]

11.2 Volba řešení

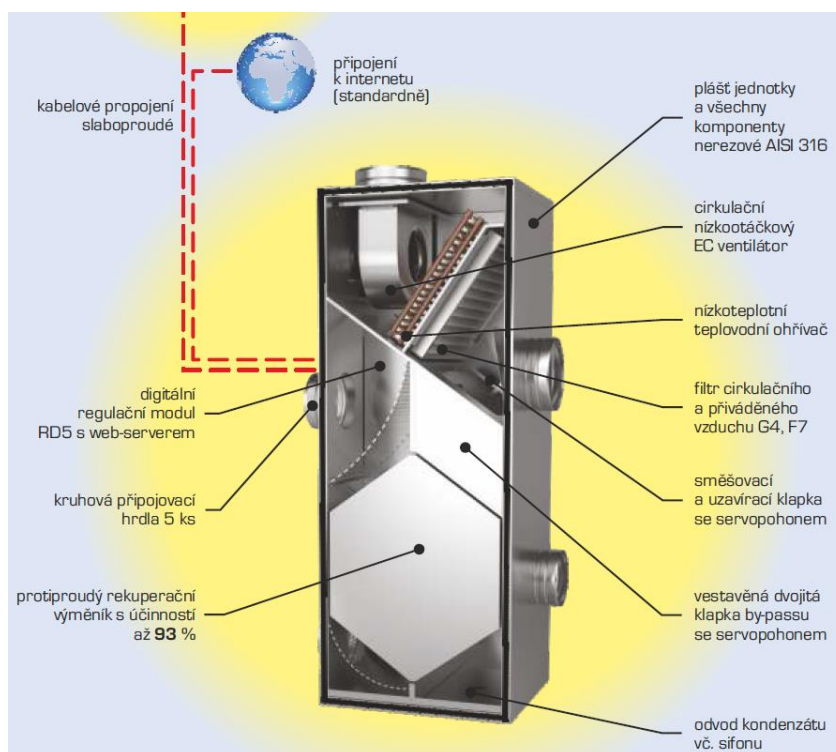
Řešení systému této místnosti pomocí přirozeného větrání je nevhodné. Potřebný objem vzduchu je velký a tepelné ztráty větráním by byly obrovské. Odvod vlhkosti a škodlivin by tím také nebyl vyřešen. Na odvod vlhkosti by se zde dalo instalovat speciální zařízení, tzv. bazénový odvlhčovač vzduchu, který odstraňuje ze vzduchu vlhkost, zamezuje kondenzaci páry na oknech a stěnách a odstraňuje tím příčinu vzniku plísní. Místnost je ale rozlehlejší a toto zařízení by pravděpodobně nedokázalo tyto výsledky zajistit, a pokrytí tepelných ztrát vytápěním by při tomto řešení bylo velmi náročné.

Jako nejlepší řešení se zde nabízí teplovzdušné vytápění, které využívá odpadního tepla na ohřev přírodního vzduchu, který je také dohříván ohříváčem.

Také je možnost přírodní vzduch pouze rekuperovat a tepelné ztráty dokrýt vytápěním (otopné plochy, konvektory, tělesa), či kombinace těchto dvou řešení.

Byl zvolen systém teplovzdušného vytápění s rekuperací tepla a dohřevem přiváděného vzduchu ohřivačem, kterým se zajišťuje pokrytí tepelných ztrát větráním a tepelné ztráty prostupem jsou řešeny podlahovým vytápěním a otopným tělesem.

Pro větrání místnosti s bazénem byla zvolena vzduchotechnická jednotka DUPLEX RDH5 (viz Obr. 38), která je určena pro větrání, snižování vlhkosti a teplovzdušné vytápění bazénů a je vybavena moderním rekuperačním výměníkem tepla.

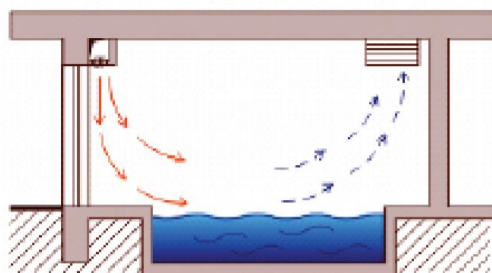


Obr. 38 - Vzduchotechnická jednotka RDH5 (viz technický list, příloha PTL2)

11.3 Distribuční prvky

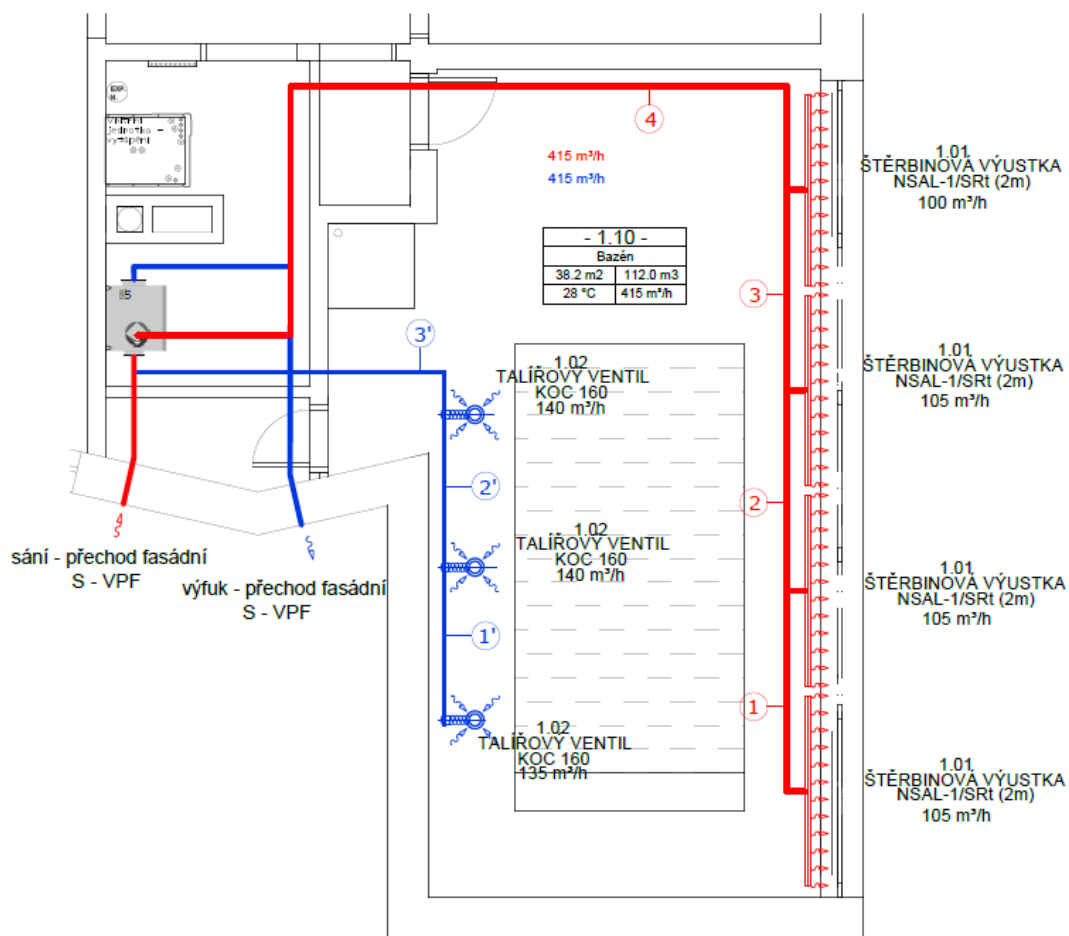
V místnosti je třeba umístit jednotlivé koncové prvky pro přívod i odvod vzduchu, v množství, kterým pokryjí požadavky na přiváděný i odváděný vzduchu. Umístění je uvažováno pod stropní konstrukcí. Přiváděný vzduch bude podélně ofukovat prosklenou plochu a zamezovat tím kondenzaci na jejím povrchu.

Odvod vzduchu je navržen na druhé straně místnosti, opět pod stropem. Toto umístění zaručí dostatečné provětrávání celé místnosti a zamezí tak vzniku plísní. Proudění vzduchu viz Obr. 39. Rozmístění distribučních prvků, spolu se značením úseků pro výpočet tlakových ztrát viz Obr.40.



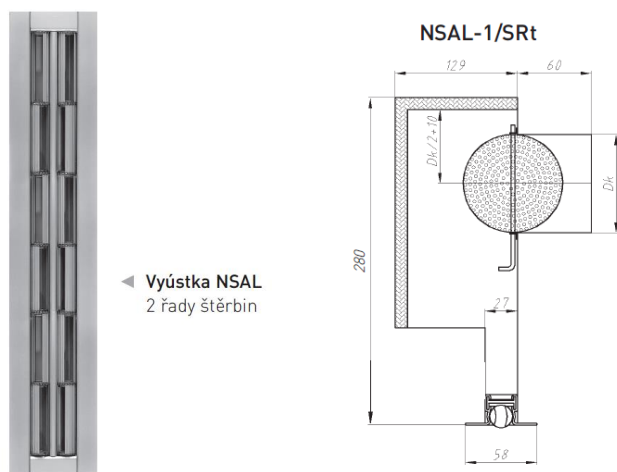
Obr. 39 - Schéma přívodu a odvodu vzduchu [37]

Výsek konstrukce - VZT úseky (schéma)



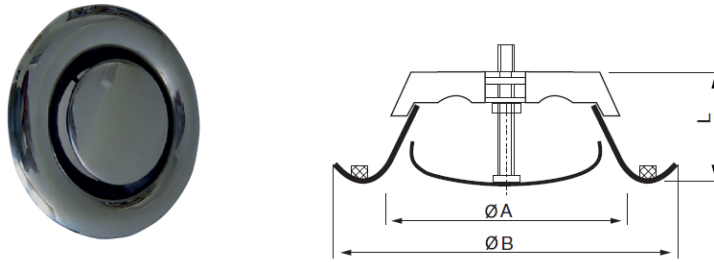
Obr. 40 - Schéma rozmístění distribučních prvků a úseků potrubí

Přívod vzduchu: Štěrbínové výustky hliníkové NSAL 1/SRt



Obr. 41 - Štěrbínové výustky hliníkové NSAL 1/SRt (viz technický list, příloha PTL2)

Odvod vzduchu: Talířový ventil KOC 160



Obr. 42 - Talířový ventil KOC 160 (viz technický list, příloha PTL2)

Tyto koncové prvky jsou napojeny (pod stropní konstrukcí) na rozvody ohebného a izolovaného potrubí, vedoucího do vzduchotechnické jednotky umístěné v sousední technické místnosti.

Z technické místnosti prochází (přes komoru) potrubí pro přívod čerstvého vzduchu do VZT jednotky, stejně jako potrubí pro odvod odpadního tepla, vyústěné na fasádě domu. V místnosti s bazénem a na chodbě jsou vzduchotechnické rozvody i koncové prvky umístěny do vzduchotechnických trámů, které je také chrání před vlhkostí. Provedení viz PD v projektové části.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byl návrh systému vytápění a větrání daného rodinného domu, jehož součástí je místnost s bazénem. Tento návrh byl proveden podle příslušných norem a podle podkladů výrobců použitých prvků.

Prvotní byl návrh otopné soustavy. Po stanovení součinitelů prostupu tepla U_k jednotlivých konstrukcí byly po místnostech vypočteny tepelných ztráty objektu dle ČSN EN 12831. Na tyto hodnoty byla navržena otopná tělesa do jednotlivých místností. Desková otopná tělesa do většiny místností a trubková otopná tělesa (žebříky) do koupelen, všechna o tepelném spádu 55/45. Tato tělesa zajistí tepelnou pohodu místností a zajistí ohřev větracího vzduchu.

Celková návrhová tepelná ztráta objektu je 12,33 kW. Pro volbu tepelného zdroje však byly ještě připočteny hodnoty potřeby tepla na ohřev teplé vody a ohřev vody v bazénu. Za zdroj tepla bylo zvoleno tepelné čerpadlo NIBE 2040-16 (typu vzduch – voda), spolu s vnitřní systémovou jednotkou VVM500, které spolu vytváří ucelený otopný systém. Tato vnitřní jednotka zajišťuje také průtokový ohřev teplé vody a obsahuje elektrokotel o výkonu 9 kW. Pracují spolu tak, aby byl systém co nejefektivnější, při maximální úspoře energie.

Vyrovnaní tlakových poměrů v systému je řešeno expanzní nádobou Reflex NG 50/6 – 50 l, 6 bar o obsahu 50 l.

Otopný systém je rozdělovačem a sběračem rozdělen do pěti okruhů. Dva nesměšované okruhy tvoří přívod otopné vody k otopným tělesům a tři směšované okruhy jsou pro připojení dvou okruhů podlahového vytápění a jednoho okruhu ohřivače VZT jednotky.

Zmíněné podlahové vytápění je navrženo do místnosti s bazénem. Nároky na vytápění a větrání této místnosti jsou odlišné od ostatních, proto tvoří samostatný systém. S podlahovým vytápěním je zde umístěno také jedno otopné těleso, které spolu pokryjí tepelné ztráty prostupem a jsou ideálním řešením pro tepelnou pohodu místnosti.

O větrání i odvod vlhkosti a škodlivin je zde (1.10 Bazén) postaráno vzduchotechnickou jednotkou RDH5, v zapojení rovnotlakém s rekuperací a ohřevem vzduchu, která je určena přímo pro tento provoz. Vzduchotechnické rozvody přivádějí teplý vzduch (po rekuperaci a ohřevu), který shora ofukuje prosklenou stěnu pro zamezení kondenzace na jejím povrchu. Odvod vzduchu je potom na druhé straně místnosti (pod stropem), čímž je zajištěno dostatečné provětrání místnosti, pro zamezení vzniku plísní.

Větrání zbylé části rodinného domu je zvoleno přirozeným způsobem, pomocí prvků přívodu vzduchu v obvodové stěně (Lunos ALD-R160) či v rámu okna (větrací štěrbinová EMM 11-35), a to v množství stanoveném objemem 25 m³/h na osobu. Je zde také zapojeno nucené větrání, zajišťující podtlakový odvod znehodnoceného vzduchu z koupelen a WC, o množství odváděného vzduchu stanoveného dle ČSN EN 15665/Z1. V kuchyni je pro tento účel instalována digestoř. Průchod vzduchu je zajištěn bezprahovými dveřmi.

Toto vše tvoří ucelený návrh systémů vytápění a větrání, jež zajistí správné a efektivní fungování tohoto rodinného domu.

Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] PETRÁŠ, Dušan. Vytápění rodinných a bytových domů, 1. české vyd. Bratislava: Jaga group, 2005, 246 str., ISBN 80-8076-020-9
- [2] MATHAUSEROVÁ, Zuzana: Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 25.2.2013, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
- [3] KUPSA, Tomáš: Revize ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, část 2: Požadavky [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 17.1.2011, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/7070-revize-csn-73-0540-2-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [4] Normové hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [5] Tepelný odpor R [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/312-tepelny-odpor-r>
- [6] Odpor při přestupu tepla [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/314-odpor-pri-prestupu-tepla>
- [7] Součinitel prostupu tepla [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>
- [8] Prostup tepla stavební konstrukcí [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/313-prostup-tepla>
- [9] Součinitel tepelné vodivosti [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 8.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/311-soucinitel-tepelne-vodivosti>
- [10] KABELE, Karel. 2005. Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění. Vyd. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 281 s. ISBN 80-010-3327-9
- [11] Tepelná čerpadla [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 9.5.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [12] Tepelná čerpadla: Aplikace [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 9.5.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/328-aplikace#rodinne-domy>
- [13] Tepelná čerpadla země - voda | Vytápění tepelným čerpadlem [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 9.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/zeme-voda.php>

- [14] Tepelná čerpadla voda - voda | Vytápění tepelnými čerpadly [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 10.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/voda-voda.php>
- [15] Tepelná čerpadla vzduch - voda | Vytápění tepelným čerpadlem [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 10.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/vzduch-voda.php>
- [16] Tepelná čerpadla vzduch - voda | Vytápění tepelným čerpadlem [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 10.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/vzduch-vzduch.php>
- [17] Parametry pro hodnocení efektivity soustav s tepelnými čerpadly: SPF a PER [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 10.5.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13272-parametry-pro-hodnoceni-efektivity-soustav-s-tepelnymi-cerpadly-spf-a-per>
- [18] Jaké jsou druhy otopných soustav [online]. Zdroj: snizujeme.cz, [vid. 11.5.2018]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/druhy-otopnych-soustav/>
- [19] Teplovodní topení | Vytápění domů teplovodními radiátory [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 11.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/systemy-vytapani/teplvodni.php>
- [20] Teplovzdušné topení | Vytápění objektů teplým vzduchem [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 11.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/systemy-vytapani/teplvzduzne.php>
- [21] Otopná tělesa článková - článkové radiátory topení [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 11.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/clankova.php>
- [22] Otopná tělesa - radiátory pro vytápění místností [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 11.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa.php>
- [23] Desková otopná tělesa - deskové radiátory pro vytápění [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 12.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/deskova.php>
- [24] Otopná tělesa trubková - koupelňové trubkové radiátory [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 12.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/trubkova.php>
- [25] Tepelné konvektory | Topné konvektory | Vytápění konvektory [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 12.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory.php>
- [26] Systémy vytápění budov a místností [online]. Zdroj: topeni-topenari.eu, [vid. 12.5.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/systemy-vytapani.php>
- [27] Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 12.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicevrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>

- [28] Podlahové vytápění [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 12.5.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani>
- [29] Ceník konvektorů [online]. Zdroj: korado.cz, [vid. 12.5.2018]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/cenik-konvektoru-kompletni-sortiment-1438597041.pdf>
- [30] Výše výkupních cen a zelených bonusů [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/91-vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu>
- [31] Kotlíková dotace [online]. Zdroj: kvalitni-tepelna-cerpadla.cz, [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: <https://www.kvalitni-tepelna-cerpadla.cz/dotace-2/kotlikova-dotace/>
- [32] Vytápíme elektřinou [online]. Zdroj: tzb-info.cz, [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou>
- [33] Obnovitelné zdroje energie - Ekonomika a možnosti podpory [online]. Zdroj: mzp.cz, [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora/\\$FILE/oued-ekonomika-20100312.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora/$FILE/oued-ekonomika-20100312.pdf)
- [34] TEPELNÉ ČERPADLO NIBE F2040 [online]. Zdroj: nibe.cz, [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: <http://www.nibe.cz/cs/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/tepelne-cerpadlo-nibe-f2040>
- [35] KORADO KORALUX LINEAR COMFORT-M KLTM 1500.600 [online]. Zdroj: akoupelnyatopeni.cz, [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/topeni-a-ohrev-vody/korado-koralux-linear-comfort-kltm-1500-600-stredove-pripojeni>
- [36] RADIK [online]. Zdroj: korado.cz, [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/radik-deskova-otopna-telesa.pdf>
- [37] ADAMOVSKEJ, Daniel. Větrání plaveckých bazénů. [online]. Zdroj: tzb.fsv.cvut.cz [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz31/zadani/tz31-u2-vetrani_bazenu.pdf
- [38] JELÍNEK, Vladimír, LINHARTOVÁ, Vladimíra: Interní mikroklima v bytových domech [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 27.10.2014, [vid. 16.5.2018]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11888-interni-mikroklima-v-bytovych-domech>
- [39] Tywoniak, Jan: ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov - Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení, v češtině [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 1.9.2009, [vid. 17.5.2018]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/5880-csn-en-iso-13790-energeticka-narocnost-budov-vypocet-potreby-energie-na-vytapani-a-chlazení-v-cestine>
- [40] ČEJKA, Michal, ANTONÍN, Jan : Budovy s téměř nulovou spotřebou – porovnání energetických standardů [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 16.1.2017, [vid. 17.5.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15181-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-porovnani-energetickyh-standardu>

[41] PŘÍLOHA Č. I/12 Technické a energetické požadavky pro dosažení pasivního standardu [online]. Zdroj: zelenausporam.cz, [vid. 17.5.2018]. Dostupné z: http://www.zelenausporam.cz/soubor-ke-stazeni/16/5013-012_prilohy_i_zu_c_12.pdf

[42] JELÍNEK, Vladimír, LINHARTOVÁ, Vladimíra: Pravidla pro vytápění [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 11.11.2014, [vid. 16.5.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/11965-pravidla-pro-vytapani>

Seznam obrázků

Obr. 1a - Nástěnný kotel, určený pouze k vytápění, 1b - Nástěnný kotel kombinovaný s vnitřním průtokovým nebo zásobníkovým ohřevem teplé vody	23
Obr. 2c - Nástěnný kotel kombinovaný s vnějším ohřevem teplé vody a se zásobníkem umístěným pod kotlem, 2d - Nástěnný kotel kombinovaný s vnějším ohřevem teplé vody a zásobníkem umístěným vedle kotle.....	23
Obr. 3e - Stacionární kotel určený k vytápění, 3f - Stacionární kotel určený k vytápění se zásobníkovým ohřevem teplé vody	23
Obr. 4 - Tepelná čerpadla země – voda [13]	27
Obr. 5 - Princip tepelného čerpadla země – voda [13].....	27
Obr. 6 - Tepelná čerpadla voda – voda [14]	28
Obr. 7 - Princip tepelného čerpadla voda – voda [14].....	29
Obr. 8 - Tepelné čerpadlo vzduch – voda [15].....	30
Obr. 9 – Princip tepelného čerpadla vzduch – voda. [15].....	31
Obr. 10 - Princip tepelného čerpadla vzduch – vzduch [16].....	31
Obr. 11 - Schéma parní otopné soustavy [1]	33
Obr. 12 - Schéma vodní otopné soustavy [1].....	34
Obr. 13 - Části teplovodní a nízkoteplotní otopné soustavy [1]:	35
Obr. 14 - Schéma dvoutrubkové soustavy [1].....	36
Obr. 15 - Schéma jednotrubkové soustavy [1].....	36
Obr. 16 - Horizontální otopná soustava ve vícepodlažním domě [1].....	37
Obr. 17 - Hvězdicová soustava [1].....	37
Obr. 18 - Článekové (vlevo) vs. deskové (vpravo) otopné těleso [22].....	39
Obr. 19 - Trubkové těleso (běžné) [24] ,Obr.20 – Trubkové těleso (speciální) [24]	40
Obr. 21 - Schéma podlahového konvektoru [25], Obr. 22 - Složení konvektoru [25] ...	40
Obr. 23 - Schéma podlahového vytápění [26].....	41
Obr. 24 - Schéma teplovzdušného vytápění s rekuperací tepla [20]	42
Obr. 25 - Půdorys 1 NP	46
Obr. 26 - Půdorys 2 NP	46
Obr. 27 - Půdorys 3 NP	47
Obr. 28 - Desková otopná tělesa RADIK VK [36], Obr. 29 – Koralux Linear Comfort – M [35].....	51
Obr. 30 - Vytápění místnosti 1.10 Bazén: Varianta 1 (viz příloha 13).....	51
Obr. 31 - Vytápění místnosti 1.10 Bazén: Varianta 2 (viz příloha 12).....	52
Obr. 32 - Vytápění místnosti 1.10 Bazén: Varianta 3 (viz příloha 9).....	53
Obr. 33 - Tepelná čerpadla NIBE2040 a vnitřní systémová jednotka VVM500. [34] ...	55
Obr. 34 - Prvek přívodu vzduchu LUNOS ALD-R160.	56
Obr. 35 - 1,2,3: Provozní polohy okenní štěrby EMM 11-35.....	57
Obr. 36 - Odvodní ventilátor DALAP BFAZW 100, 125 a 150.....	57
Obr. 37 - Digestoř INDESIT IHPC 6.5 AM X (viz technický list, příloha PTL2)	58
Obr. 38 - Vzduchotechnická jednotka RDH5 (viz technický list, příloha PTL2)	60

Obr. 39 - Schéma přívodu a odvodu vzduchu [37].....	60
Obr. 40 - Schéma rozmístění distribučních prvků a úseků potrubí.....	61
Obr. 41 - Štěrbínové výustky hliníkové NSAL 1/SRt	61
Obr. 42 - Talířový ventil KOC 160 (viz technický list, příloha PTL2).....	62

Seznam tabulek

Tab. 1 - Koncentrace CO ₂ a jeho následky [2]	11
Tab. 2 - Požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy Z1 k ČSN EN 15665 [2].....	11
Tab. 3 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2. [4].....	12
Tab. 4 - Technické a energetické požadavky pro dosažení pasivního standardu. (Rodinné domy) [41].....	14
Tab. 5 - Tepelné odpory při přestupu tepla dle ČSN 73 0540-3. [6]	16
Tab. 6 - Druhy paliv podle skupenství a původu [1]	20
Tab. 7 - Zelený bonus, ceny pro podporu tepla. [30].....	24
Tab. 8 - Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu [1].....	41
Tab. 9 - Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.....	47
Tab. 10 - Ukázka výpočtu tepelných ztrát místnosti, viz PŘÍLOHA P1	48
Tab. 11 - Tepelné ztráty prostupem a větráním 1NP*	49
Tab. 12 - Tepelné ztráty prostupem a větráním 2NP	49
Tab. 13 - Tepelné ztráty prostupem a větráním 3NP	49
Tab. 14 - Navržená otopná tělesa a jejich výkony	50
Tab. 15 - Pořizovací náklady varianta 1 [29].....	52
Tab. 16 - Bilance podlahového vytápění: Varianta 2.....	53
Tab. 17 - Pořizovací náklady varianta 2 [29].....	53
Tab. 18 - Bilance podlahového vytápění: Varianta 3 (viz příloha PR1)	54
Tab. 19 - Pořizovací náklady varianta 3 (viz příloha PS1)	54

Zákony, vyhlášky, normy, směrnice

ČSN EN 15665/Z1 Požadavky na větrání obytných budov

ČSN EN ISO 15927-1, 4, 5, 6: Tepelně vlhkostní chování budov - Výpočet a uvádění klimatických dat

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody

ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce: tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – výpočtová metoda

ČSN EN ISO 10456 Stavební materiály a výrobky: tepelně-vlhkostní vlastnosti – tabelovavé návrhové hodnoty a postupy pro stanovení deklarovaných a návrhových tepelných hodnot

ČSN EN ISO 13370 Tepelné chování budov: Přenos tepla zeminou - Výpočtové metody

ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov: Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda

ČSN EN ISO 13 790 Energetická náročnost budov – výpočet spotřeby energie na vytápění

Předpis TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy

Předpis TNI 73 0329 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy

ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

Vyhláška č. 194/2007 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími a registrujícími dodávku tepelné energie

ČSN 42 5711 Trubky ocelové závitové zesílené. Rozměry

ČSN 42 5716 Trubky ocelové bezešvé tvářené za tepla s malými mezními úchytkami. Rozměry

ČSN 38 3350: Zásobování teplem

ČSN EN 832: Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění - Obytné budovy

Použitý software

AutoCAD 2018

Raucad Techcon

Microsoft office 365 - Word 2016

Microsoft office 365 - Excel 2016

Seznam příloh

STAVEBNÍ VÝKRESY

OZNAČENÍ	NÁZEV	MĚŘÍTKO
1	Půdorys 1NP	1:60
2	Půdorys 2NP	1:50
3	Půdorys 3NP	1:50
4	Řez A - A'	1:60
5	Řez B - B'	1:60

VYTÁPĚNÍ

OZNAČENÍ	NÁZEV	MĚŘÍTKO
P1	Tepelné ztráty prostupem a větráním	-
PV1	Technické výpočty - VYTÁPĚNÍ	-
PR1	RAUCAD TECHCON - výstup	-
PS1	Výpis použitých prvků	-
PTL1	Technické listy	-
TZVYT	Technická zpráva - VYTÁPĚNÍ	-
6	Půdorys 1NP - vlastnosti místností	1:60
7	Půdorys 2NP - vlastnosti místností	1:50
8	Půdorys 3NP - vlastnosti místností	1:50
9	Půdorys 1NP - VYTÁPĚNÍ	1:50
10	Půdorys 2NP - VYTÁPĚNÍ	1:50
11	Půdorys 3NP - VYTÁPĚNÍ	1:50
12	Půdorys 1NP - VYTÁPĚNÍ varianta 2	1:60
13	Půdorys 1NP - VYTÁPĚNÍ varianta 1	1:60
14	Vytápění - rozvinutý řez	1:60
15	Vytápění - schéma kotelny	1:35

VĚTRÁNÍ, VZDUCHOTECHNIKA

OZNAČENÍ	NÁZEV	MĚŘÍTKO
P2	Objem vzduchu po místnostech	-
PV2	Technické výpočty - VĚTRÁNÍ, VZDUCHOTECHNIKA	-
PS2	Výpis použitých prvků	-
PTL2	Technické listy	-
TZVTZ	Technická zpráva - VĚTRÁNÍ, VZDUCHOTECHNIKA	-
16	Vzduchotechnika - koncept návrhu VZT bazénu	1:60
17	Půdorys 1NP - VĚTRÁNÍ, VZDUCHOTECHNIKA	1:50
18	Půdorys 2NP - VĚTRÁNÍ	1:50
19	Půdorys 3NP - VĚTRÁNÍ	1:50
20	Vzduchotechnika - Řez A-A', B-B', detaily	1:50
21	Vzduchotechnika - detaily spojů	1:10