

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



# **Systemy vytápění, chlazení a větrání rodinného domu v Černošicích**

**Bakalářská práce**

Vypracoval:  
Vedoucí práce:  
Školní rok:

Dalibor Matoušek  
Ing. arch. Vojtěch Mazanec, Ph.D.  
2022/23

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Matoušek</u>	Jméno: <u>Dalibor</u>	Osobní číslo: <u>494146</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Systémy vytápění, větrání a chlazení rodinného domu v Černošicích

Název bakalářské práce anglicky: HVACR systems of the family house in Černošice

Pokyny pro vypracování:  
První částí práce bude studie na téma energetické koncepce rodinného domu, jejíž součástí bude:  
- rešerše současně využívaných systémů vytápění, větrání a chlazení v novostavbách rodinných domů,  
- základní porovnání možných řešení ve vztahu k ekonomickým parametrům a technické proveditelnosti,  
- volba nejvhodnějších systémů pro zadaný objekt.

Druhou částí bude vypracování projektové dokumentace v rozsahu:  
- zpracování projektu vytápění, vzduchotechniky a chlazení pro zvolený objekt rodinného domu,  
- stanovení potřebných parametrů a výkonů pro jednotlivé systémy, návrh jednotlivých zařízení, návrh trasy a ideový koncept zaregulování systému,  
- projekt bude vytvořen ve 3D, v modelu BIM,  
- textová část v rozsahu technické zprávy.

Seznam doporučené literatury:  
Chyský, Hemzal, Větrání a klimatizace-technický průvodce, BOLIT-B Press 1993  
Günter Gebauer, Helena Horká a Olga Rubinová, Vzduchotechnika, Era - vydavatelství 2005  
Zmrhal V., Drkal F., Větrání, 2018  
Klaus D., Technika budov – Příručka pro projektanty, Jaga  
Příslušné normy a předpisy

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. arch. Vojtěch Mazanec, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 24. 2. 2023

Termín odevzdání BP v IS KOS: 22. 5. 2023  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

[Redacted Signature] Podpis vedoucího práce

[Redacted Signature] 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“.*

24. 2. 2023

[Redacted Signature]

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

V Praze dne

.....  
Dalibor Matoušek

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. arch. Vojtěchu Mazancovi, Ph.D. za jeho vedení, připomínky a hodiny konzultací, kdy jsme probírali nejrůznější podrobnosti mé práce. Také bych rád poděkoval mému otci, který rozvíjel moje myšlenky při psaní této práce. Další poděkování patří zbytku mé rodiny a mé přítelkyni, kteří mě při psaní této práce podporovali.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá vytápěním, chlazením a větráním rodinného domu v Černošicích. Práce se skládá ze dvou částí: textové a projektové. Textová část popisuje možnosti vytápění, chlazení a větrání rodinných domů. Následně jsou tyto možnosti porovnány a je navrženo optimální řešení pro vybraný rodinný dům.

V projektové části je proveden návrh stropního vytápění a chlazení a rovnotlaké větrání s rekuperační větrací jednotkou. Součástí projektové části jsou i potřebné výpočty a návrhy, výkresová dokumentace a technické listy od navržených zařízení.

## **Klíčová slova**

Vytápění, chlazení, větrání, stropní vytápění a chlazení, rovnotlaké větrání

## **Annotation**

This bachelor thesis deals with heating, cooling and ventilation of a family house in Černošice. The thesis consists of two parts: text and project. The text part describes the possibilities of heating, cooling and ventilation of family houses. Subsequently, these options are compared and the optimal solution for the selected family house is proposed.

In the project part, the design of ceiling heating and cooling and equal pressure ventilation with a heat recovery ventilation unit is made. The project part also includes the necessary calculations and designs, drawings and technical data sheets from the proposed equipment.

## **Keywords**

Heating, cooling, ventilation, ceiling heating and cooling, equal pressure ventilation

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



# **Systemy vytápění, chlazení a větrání rodinného domu v Černošicích**

**Studie energetické koncepce**

Vypracoval:  
Vedoucí práce:  
Školní rok:

Dalibor Matoušek  
Ing. arch. Vojtěch Mazanec, Ph.D.  
2022/23

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>3</b>
<b>2. MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ RODINNÝCH DOMŮ</b> .....	<b>4</b>
2.1. ZDROJE TEPLA .....	4
2.1.1. <i>Plynový kotel</i> .....	4
2.1.2. <i>Tepelné čerpadlo</i> .....	5
2.1.3. <i>Horkovod s výměňikovou stanicí</i> .....	6
2.1.4. <i>Kotel na pevná paliva</i> .....	7
2.1.5. <i>Shrnutí</i> .....	7
2.2. MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ PROSTORŮ .....	8
2.2.1. <i>Desková otopná tělesa</i> .....	8
2.2.2. <i>Podlahové vytápění</i> .....	9
2.2.3. <i>Stropní vytápění</i> .....	10
2.2.4. <i>Stěnové vytápění</i> .....	10
2.2.5. <i>Konvektory</i> .....	11
2.2.6. <i>Teplovzdušné vytápění</i> .....	12
2.2.7. <i>Lokální vytápění</i> .....	12
2.2.8. <i>Trubková otopná tělesa</i> .....	13
2.2.9. <i>Shrnutí</i> .....	13
<b>3. MOŽNOSTI CHLAZENÍ RODINNÝCH DOMŮ</b> .....	<b>14</b>
3.1. CHLADIVOVÉ SYSTÉMY .....	14
3.1.1. <i>Single split</i> .....	14
3.1.2. <i>Multi split</i> .....	14
3.2. VODNÍ SYSTÉMY .....	15
3.2.1. <i>Plošné systémy</i> .....	15
3.2.2. <i>Ventilátorové konvektory (FCU)</i> .....	16
3.3. VZDUCHOVÉ SYSTÉMY .....	16
3.4. SHRNUTÍ .....	16
<b>4. SYSTÉMY VĚTRÁNÍ</b> .....	<b>17</b>
4.1. PŘÍROZENÉ VĚTRÁNÍ .....	17
4.2. NUCENÉ PODTLAKOVÉ VĚTRÁNÍ .....	17
4.3. NUCENÉ ROVNOTLAKÉ VĚTRÁNÍ .....	19
4.4. SHRNUTÍ .....	20
<b>5. VÝBĚR SYSTÉMŮ PRO VYBRANÝ OBJEKT</b> .....	<b>21</b>
<b>6. POUŽITÉ ZDROJE</b> .....	<b>22</b>
<b>7. SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>25</b>

## 1. Úvod

Ve své bakalářské práci se budu věnovat návrhu vytápění, chlazení a větrání rodinného domu v Černošicích. Jedná se o novostavbu dvoupodlažního domu. Dům byl navržen jako pasivní. Nachází se v něm dva pokoje, ložnice, pracovna, dvě koupelny, WC, obývací pokoj s kuchyní, komora a technická místnost. Řešený objekt se nachází v Černošicích, v blízkosti Prahy.

V první části této práce se budu věnovat rešerši možností systémů vytápění, chlazení a větrání. Protože se na trhu vyskytuje již mnoho variant těchto systémů, tak každý systém jednoduše popíšu a zkusím zhodnotit podle různých kritérií. Dále vyberu pro tento objekt jednu variantu, kterou dále naprojektuji.

Ve druhé části své práce naprojektuji vybranou variantu, provedu potřebné výpočty a návrhy a celý projekt vymodeluji v programu Revit.



## 2. Možnosti vytápění rodinných domů

### 2.1. Zdroje tepla

Pro objekty typu rodinného domu existuje rozsáhlá škála zdrojů pro vytápění. Při výběru zdroje tepla musíme přihlížet k několika kritériím, která ovlivňují jejich výběr. Mezi tato kritéria patří dostupnost energonositelů v dané lokalitě, účinnost zdroje, finanční nároky (investiční i provozní) nebo například i možnost ideálního fungování zdroje tepla a otopné soustavy. [1]

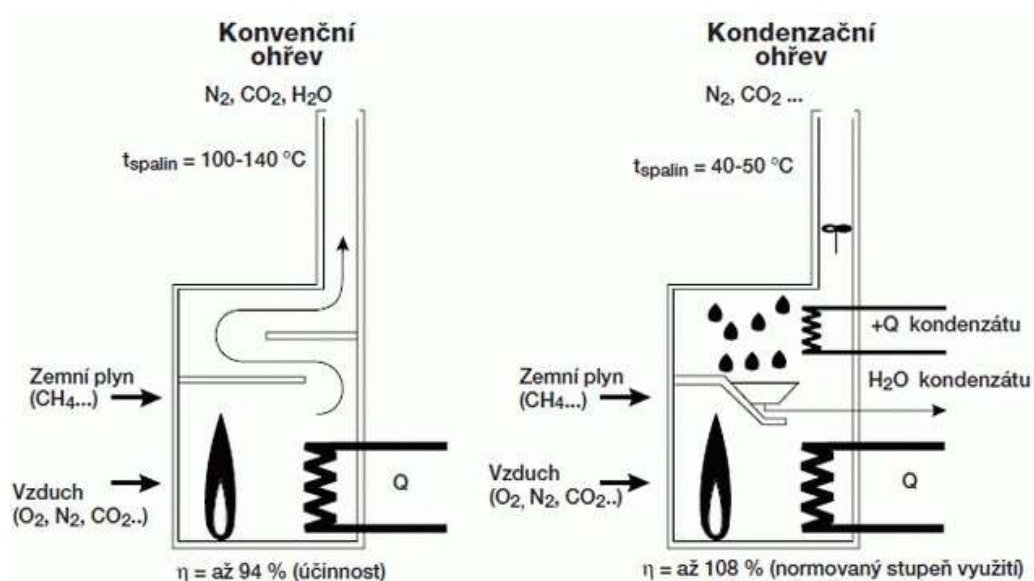
#### 2.1.1. Plynový kotel

Plynové kotle využívají spalování plyných paliv k vytvoření tepla. Nejčastěji se používá zemní plyn, ale také se může využívat propan-butan, LPG nebo svítilný plyn. Dále můžeme rozdělovat kotle mezi stacionární a závěsné. Stacionární kotle jsou objemnější a využívají se například tam, kde nahrazují původní kotle na pevná paliva. Stacionární kotle také často mívají integrovaný zásobník na teplou vodu. Závěsné kotle se využívají zejména v domácnostech, protože jsou menší a lehčí.

Další rozdíl v kotlích spočívá v přívodu spalovacího vzduchu do kotle. Používají se atmosférické nebo turbo kotle. Atmosférické kotle jsou většinou instalovány s odvodem spalin do komína přirozenou cestou a přívodem spalovacího vzduchu z místnosti. Turbo kotle odvádí spalovací vzduch do exteriéru a z exteriéru také přivádí čerstvý vzduch. Přívod i odvod zajišťuje ventilátor, který je součástí kotle.

Pro účinnost přeměny plynu na teplo je nejzásadnějším rozdílem, zda je kotel konvenční nebo kondenzační. U konvenčních kotlů se prostým spalováním plyných paliv vytváří teplo, kterým je ohřívána teplotně nosná látka. U kondenzačních kotlů se ale využívá nejenom spalování plyného paliva, ale využívá se i energie z kondenzace vodní páry, která při hoření vzniká. Díky tomu jsou kondenzační kotle schopny mít účinnost i 110 %.

Výhoda plynových kotlů je, že mají poměrně malé investiční náklady, dražší už jsou ale provozní náklady. Také se tyto kotle využívají hlavně u vysokoteplotních soustav. Jedna z nevýhod plynových kotlů je také nutnost připojení na plyn. [2]



Obr. 1: Rozdíl v principu fungování konvenčního a kondenzačního kotle [2]

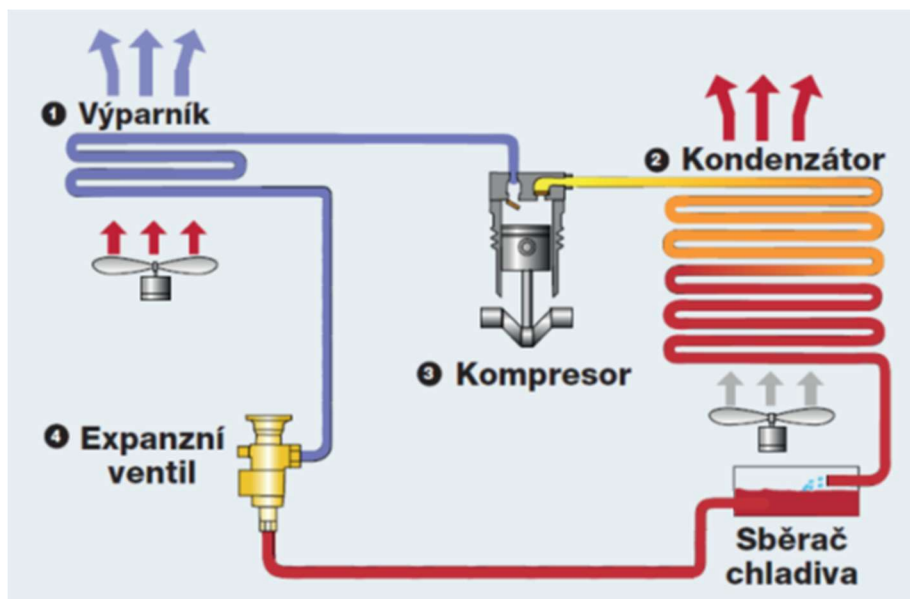
## 2.1.2. Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo je zařízení, které pracuje na principu odjímání tepla na primární straně a převedení tepla na sekundární straně do teplotnosné látky. Aby došlo k přesunu tepelné energie, musíme dodat energii, nejčastěji pro pohon kompresoru. Kompresorový cyklus se skládá z kompresoru, kondenzátoru, expanzního ventilu a výparníku.

U tepelných čerpadel se udává koeficient COP (coefficient of performance), který vyjadřuje poměr získané energie ku dodané neboli topný výkon ku příkonu. Tento koeficient se udává v závislosti venkovní teploty a teploty topné vody. Dále se udává koeficient EER, který platí pro režim chlazení. V závislosti na typu chladiva mají tepelná čerpadla nejvyšší účinnost při jiných venkovních teplotách. Obecně platí, že čím nižší požadovaná teplota na výstupu, tím vyšší účinnost. Dimenzování tepelného čerpadla se provádí na 60-70 % potřebného výkonu. Zbýlý výkon při nižších teplotách dodává bivalentní zdroj, například elektrokotel.

Druhy tepelných čerpadel se liší hlavně v tom, z jakého prostředí odjímají teplo. Mezi nejpoužívanější typy patří hlavně tepelná čerpadla země/voda a vzduch/voda. [3] Tepelná čerpadla se hodí hlavně pro nízkoteplotní soustavy. Mají sice vysokou pořizovací cenu, ale následně mají nízké provozní náklady. Výhodou tepelných čerpadel je i nezávislost na dostupnosti energonositelů. Tepelná čerpadla mají velmi vysokou účinnost, která je hlavně dána využitím energie z vnějšího prostředí.

Tepelná čerpadla mohou být využita i na ohřev teplé vody. Velká výhoda tepelného čerpadla je, že může být i reverzibilní, a proto může být zdrojem jak tepla, tak i chladu, což znamená, že ušetří další investiční náklady a další zdroj chladu.



Obr. 2: Schéma pracovního okruhu tepelného čerpadla [3]

### 2.1.2.1. Tepelné čerpadlo země/voda

Tato tepelná čerpadla využívají teplo buď z hlubších vrstev země přes vrt, nebo z plošných kolektorů, které jsou rozprostřeny spíše do plochy než do hloubky. Hloubka vrtů může být několik desítek až dvě stě metrů. Pro zemní kolektory je potřeba velká plocha zahrady, kde mohou být instalovány trubky výměníku.

Výhodou je hlavně stabilní výkon po celý rok, téměř nezávisle na venkovní teplotě a bezhlučný a bezúdržbový provoz. Tento typ tepelného čerpadla má vyšší náklady na vytvoření vrtů nebo kolektorů. [4] [5] [6]

### 2.1.2.2. Tepelné čerpadlo vzduch/voda

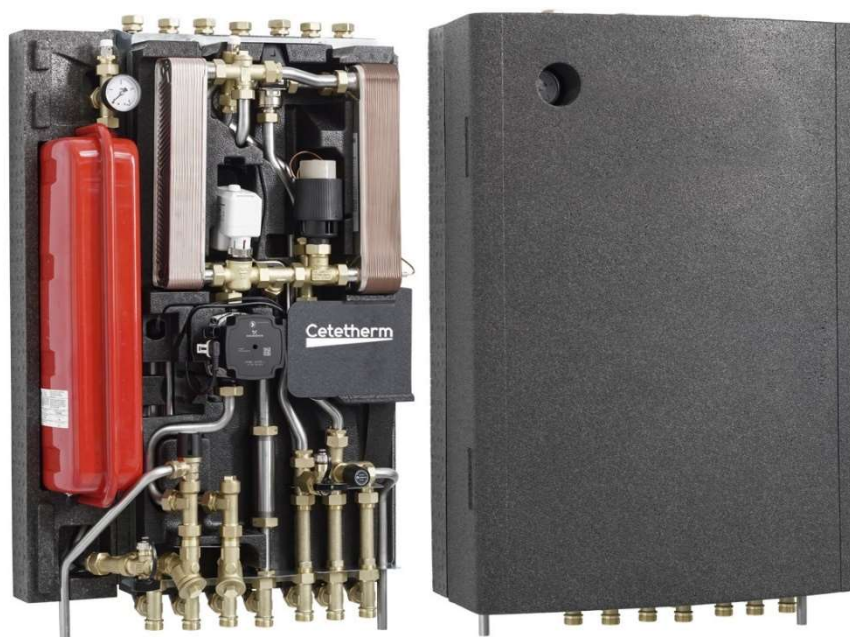
Tepelné čerpadlo vzduch/voda odebírá energii přímo z venkovního vzduchu. Tato varianta se ještě provádí v řešení kompaktním nebo split provedení. U kompaktního řešení jsou jednotky řešeny jako monoblok a má pouze jednu venkovní jednotku, která obsahuje všechny komponenty. U split řešení máme venkovní a vnitřní jednotku, propojené potrubím.

Za výhodu považují, že nevyžaduje nároky na velikost pozemku a zemní práce. Další výhodou jsou nižší investiční náklady než u předchozí varianty. Nevýhody jsou hlavně hlučnost venkovní jednotky, a ovlivnění výkonu podle venkovní teploty. [4] [7]

### 2.1.3. Horkovod s výměňikovou stanicí

Další možností zdroje tepla je výměňiková stanice napojená na v místě existující systém CZT (centrální systém zásobování teplem), který z centrálního zdroje dané oblasti rozvádí venkovním potrubním rozvodem horkou vodu. Teplota vody v horkovodu se pohybuje mezi 70 až 150 °C v závislosti na ročním období. Princip výměňikové stanice spočívá v předání tepla ve výměňiku. Výměňik bývá většinou deskový, ale může být i trubkový. Do výměňiku přitéká z jedné strany ohřátá voda z teplárny a z druhé ochlazená voda z otopné soustavy domu. Ve výměňiků ohřívá teplejší voda z teplárny chladnější vodu z domu. Obě média proudí odděleně, takže jsou obě soustavy i tlakově oddělené. [8]

Výhodami výměňikové stanice jsou nízké pořizovací i provozní náklady a vysoká účinnost. Jako největší a velmi kritickou nevýhodou je nutnost napojení domu na horkovod. Další nevýhodou je závislost na zásobování tepla z teplárny.

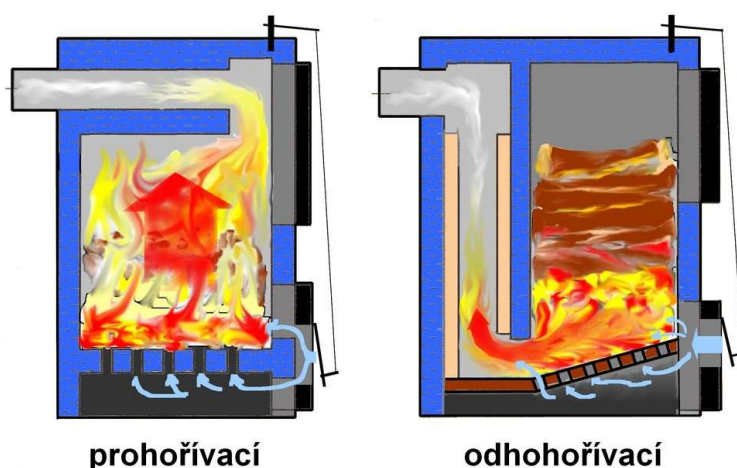


Obr. 3: Kompaktní předávací stanice pro rodinné domy [8]

## 2.1.4. Kotel na pevná paliva

Tento druh kotlů využívá spalování různých pevných paliv k výrobě tepla. Typů pevných paliv je nezměrné množství, ale mezi nejpoužívanější patří uhlí, dřevo, pelety, brikety nebo třeba štěpka. Každé pevné palivo má svoje výhody a nevýhody, ať už jde o emise při spalování nebo jeho výhřevnost. Mezi základní typy kotlů patří kotle s ruční dodávkou a se samočinnou dodávkou paliva. U ruční dodávky musíme manuálně v intervalech dodávat palivo, u samočinných je palivo dodáváno automaticky. Dále dělíme kotle na prohořivací a odhořivací. U prohořivacích kotlů probíhá postupné spalování a spaliny procházejí přes vrstvu paliva. U odhořivacích probíhá postupné spalování paliva ve vrstvě plynule doplňované a spaliny neprocházejí přes vrstvu paliva. Tyto kotle se hodí hlavně k vysokoteplotním soustavám. Také můžeme mít kotel zplyňovací, u kterého je docíleno vyšší úrovně spalování pomocí řízeného přísunu spalovacího vzduchu ventilátorem. [9] [10]

Mezi hlavní výhody těchto kotlů patří nízké pořizovací a provozní náklady. Účinnost těchto kotlů je závislá na technologii a palivu kotle. Jako velkou nevýhodu vidím závislost obsluhy těchto kotlů. Také je zapotřebí zajistit dostatek prostoru na skladování paliva.



Obr. 4: Prohořivací a odhořivací kotel [9]

## 2.1.5. Shrnutí

Výše jsem popsal základní typy zdrojů vytápění. Některé jsou nízkoteplotní, některé vysokoteplotní. Většina zdrojů v dnešní době má výbornou účinnost, a to hlavně z důvodu posunu technologií. U některých zdrojů jsou vysoké náklady na pořízení a nízké na provoz, u jiných je to naopak. Každý zdroj má své využití a podle toho je musíme navrhovat. V tabulce níže jsem shrnul základní parametry jednotlivých zdrojů.

Příprava otopné vody	Plynový kotel	Plynový kotel kondenzační	Tepelné čerpadlo	Horkovod s výměňkovou stanicí	Kotel na pevná paliva
Teplotní spád otopné soustavy	Vysokoteplotní	Nízkoteplotní	Nízkoteplotní	Vysokoteplotní	Vysokoteplotní
Účinnost	Nízká	Vysoká	Vysoká	Vysoká	Střední
Pořizovací náklady	Nízké	Střední	Vysoké	Nízké	Nízké
Provozní náklady	Vysoké	Střední	Nízké	Nízké	Vysoké
Hlavní výhody	Levné na pořízení	Vysoký výkon	Připojení pouze na elek., vysoká účinnost, lze použít na vytápění i chlazení	Nízké pořizovací náklady	Nízké pořizovací náklady
Hlavní nevýhody	Nutnost připojení na plyn, provozní náklady	Nutnost připojení na plyn, provozní náklady	Vysoká pořizovací cena, hluk, hlavně nízkoteplotní soustavy	Musí být připravené připojení na horkovod, závislost na dodavateli	Nutnost obsluhy, nízká účinnost

Tab. 1: Porovnání zdrojů tepla

## 2.2. Možnosti vytápění prostorů

Prostor může být vytápěn několika způsoby. Cílem je pokrýt tepelné ztráty vzniklé rozdílem vnitřní a venkovní teploty, tedy prostupem tepla z interiéru do exteriéru. Ať už se jedná o otopné plochy, které předávají teplo do místnosti, nebo teplovzdušné vytápění, které do místnosti přivádí již ohřátý vzduch. Otopné plochy mohou předávat teplo několika způsoby. Základními způsoby přenosu je sálání, kdy těleso do místnosti vyzařuje teplo, a dále také proudění, kdy se vzduch, který proudí kolem tělesa, ohřívá a poté se dostává dále do místnosti.

Způsobů vytápění jednotlivých prostorů je velká škála. Níže jsou popsány ty, které se v dnešní době jsou nejvíce využívány. [11]

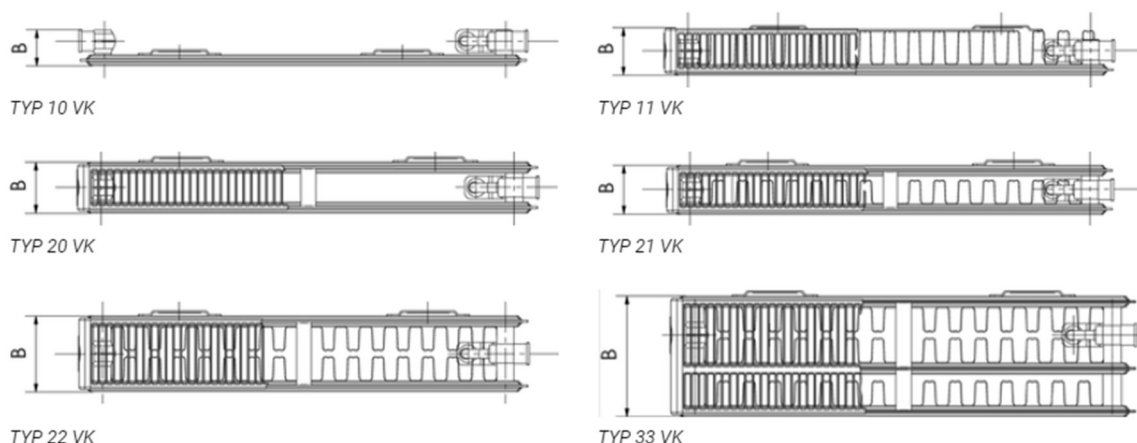
### 2.2.1. Desková otopná tělesa

Desková otopná tělesa jsou v dnešní době nejpoužívanějšími otopnými tělesy. Desková otopná tělesa jsou souvislé hladké nebo zvlněné desky, které předávají teplo do místnosti sáláním a prouděním. Tato tělesa obsahují konvekční plechy, které se nacházejí mezi deskami a rozšiřují předávací plochu. Základní částí je horní rozvodná a spodní sběrná komora, které jsou spojené prolisy tvořící kanálky. Otopná voda proudí těmito kanálky, a ohřívá tak těleso.

Tělesa mohou být napojena bočně či osově závitem a při kompaktním provedení mají tělesa zabudovány propojovací garnituru spodem vlevo, vpravo nebo uprostřed. Desková otopná tělesa se dělí na několik typů. Tyto typy se liší v počtu desek a konvekčních plechů. První číslo typu udává počet desek a druhé počet konvekčních plechů. [12] [13]

Desková otopná tělesa se nejčastěji umísťují pod parapet oken. Jelikož při tomto umístění mají největší účinnost ohřevu studeného proudění, které od okna vzniká. Těleso pod oknem vytváří opačný teplý proud vzduchu, kterým eliminuje vliv studeného okna. Pokud okno nemá parapet, umístí se těleso vedle okna.

Výhody deskových otopných těles jsou dobré pokrytí tepelných ztrát, jednoduchá výměna a dobré spolupůsobení s vysokoteplotní soustavou. Nevýhodou pro některé uživatele může být neestetický vzhled.



Obr. 5: Typy deskových otopných těles [13]

## 2.2.2. Podlahové vytápění

Podlahové vytápění se řadí mezi velkoplošné sálavé vytápění. Teplo se do podlahy dostává buď z trubek s ohřátou vodou, nebo z elektrických topných kabelů. Trubky nebo kabely se do podlahy pokládají do předem připravených systémových desek. Podlahové vytápění nejdříve vyhřeje skladbu podlahy, která poté sáláním předává teplo do místnosti. [14]

Podlahové vytápění rozdělujeme hlavně na teplovodní a elektrické. Dále ho můžeme rozdělit podle způsobu montáže na mokrý a suchý proces. U podlahového vytápění se také může lišit vedení potrubí, a to na spirálovité nebo meandrové. Podlahové vytápění se napojuje na nízkoteplotní soustavy, a to především z důvodu dodržení maximální teploty podlahy danou normou. [15]

Podlahové vytápění je po místnostech rozděleno do jednotlivých okruhů. Pokud je plocha místnosti moc velká, může mít i více okruhů. Jednotlivé okruhy jsou dále napojeny ve stěně do rozdělovače podlahového vytápění, který je většinou umístěn pod omítkou. V rozdělovači také probíhá hydraulické zaregulování jednotlivých okruhů. Podlahové vytápění se nenavrhuje pod zabudovaný nábytek, tím pádem se zmenšuje plocha vytápění a může docházet k nedostatečnému výkonu.

Výkon podlahového vytápění také záleží na nášlapné vrstvě podlahy. Pokud máme pouze lehkou nášlapnou vrstvu, například PVC, bude lepší přestup tepla podlahového vytápění, než u těžší nášlapné vrstvy, například dlažby, kde ale zůstane podlaha i po vypnutí dále teplá.

Z hlediska tepelné pohody prostředí je podlahové vytápění mnohem vhodnější než předchozí možnost s radiátory. Je to způsobeno lepším rozložením teploty vzduchu po výšce. Jako výhodu vidím estetiku, protože tato možnost nemá žádné viditelné prvky. Další výhodou je, že podlahové vytápění lze použít i na chlazení místnosti. Nevýhody jsou vysoké náklady na provedení a také možný nedostatečný výkon.



Obr. 6: Montáž podlahového vytápění [15]

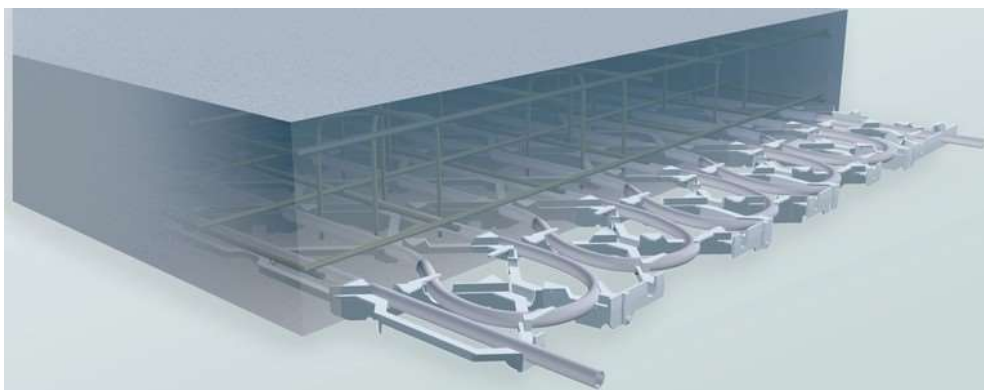
### 2.2.3. Stropní vytápění

System stropního vytápění je velmi podobný podlahovému vytápění. Jedná se o další velkoplošný sálavý systém vytápění. Rozdíl je v tom, že trubky stropního vytápění se vkládají do stropní desky nebo do konstrukce podhledu. Jak jsem již zmínil, hlavní dva typy stropního vytápění jsou buď aktivace stropní desky, nebo vložení systému do sádkartonového podhledu. [14]

Aktivace stropní desky znamená, že se trubky stropního vytápění vedou přímo v železobetonové konstrukci stropní desky. Pokládka potrubí probíhá do systémových plastových modulů. Celá konstrukce se ukládá přímo na spodní bednění a pod spodní výztuž desky. Pokud se rozhodneme pro variantu vložení do podhledu, tak potrubí instalujeme mezi subkonstrukce sádkartonového podhledu. Výhodou uložení do desky je akumulace tepla v desce po vypnutí systému, ale na druhou stranu pomalejší náběh vytápění. Výhodou při vložení do podhledu je naopak rychlejší reakce vytápění. Stropní vytápění se napojuje na nízkoteplotní soustavy, protože musíme dodržet maximální teplotu stropu danou normou. [16]

Stropní vytápění se také provádí v jednotlivých okruzích, které jsou dále napojeny na rozdělovač stropního vytápění. V rozdělovači se jednotlivé okruhy regulují.

Hlavní výhodou stropního vytápění je i možnost chlazení stropem. Vytápění stropem je sice méně uživatelsky příjemné, protože teplo nejde zespoda, ale chlazení je naproti tomu příjemnější. Jako výhodu vidím také estetickou stránku, protože se v systému nenachází žádné viditelné prvky. Nevýhody stropního vytápění jsou vyšší náklady na pořízení systému a také nižší výkon vytápění.



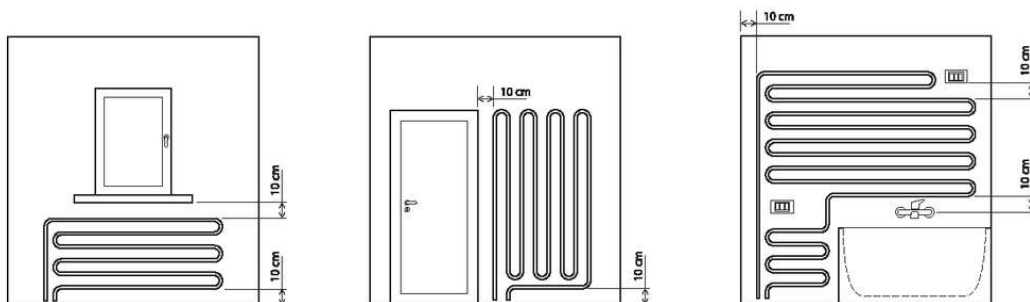
Obr. 7: Stropní vytápění v desce [16]

### 2.2.4. Stěnové vytápění

Stěnové vytápění je poslední typ velkoplošného sálavého systému vytápění. Od ostatních se liší hlavně tím, že potrubí je uloženo ve stěně místnosti pod tenkou vrstvou omítky. Potrubí se ukládá především na ochlazované stěny, ale v případě nutnosti je možné ho uložit i na příčky. Stěnové vytápění se opět napojuje na nízkoteplotní soustavy.

Stěnové vytápění je také rozděleno na jednotlivé okruhy, které se pak napojují na rozdělovač s regulací. Stěnové vytápění jde využít i na chlazení místnosti, ale chladicí výkon je pouze cca 30 % topného výkonu. [14] [17]

Výhodou stěnového vytápění je rovnoměrné rozložení teplot po výšce místnosti. Stěnové vytápění má rychlou odezvu na zapnutí a vypnutí vytápění. Také je estetické, protože nemá žádné viditelné prvky. Nevýhody jsou vyšší náklady na pořízení systému, nižší výkon vytápění a nebezpečí poškození, například vrtáním do stěn.



Obr. 8: Znáornění uložení stěnového vytápění [17]

## 2.2.5. Konvektory

Konvektory jsou otopná tělesa, která sdílí teplo do prostoru hlavně prouděním. Obsahují výměník, obvykle složený z měděné trubky a hliníkových lamel, kterým předává teplo do proudícího vzduchu. Proudění okolního vzduchu probíhá buď díky přirozenému vztlaku, nebo konvektor může být osazen ventilátorem, který zajišťuje lepší proudění vzduchu. Konvektor může být v několika provedeních. Podlahový pro instalaci do podlahy pod francouzské okno, otopná lavice, která se umísťuje před francouzské okno, nebo například parapetní k instalaci pod parapet okna.

Konvektory mohou být napojeny na nízko i vysokoteplotní soustavy. Konvektory se často využívají i jako doplněk k velkoplošným systémům vytápění. Výhoda konvektorů spočívá v možnosti využití konvektoru i pro chlazení. Konvektor má rychlou reakci na zátáp a odezvu na regulaci. Další výhodou je jejich pořizovací cena, která není nijak zvlášť nízká, ale ani vysoká. [12] [18]

Nevýhodou konvektorů je možný nedostatečný topný výkon a potřeba i jiného otopného systému. Pokud si vybereme konvektor s ventilátorem, můžeme mít problém s jeho hlučností. Nevýhodou můžou být i viditelné mřížky nebo lavice v místnosti. Často se také stává, že do konvektoru padá prach, který se po zapnutí roznese do místnosti.



Obr. 9: Konvektorová otopná lavice [18]

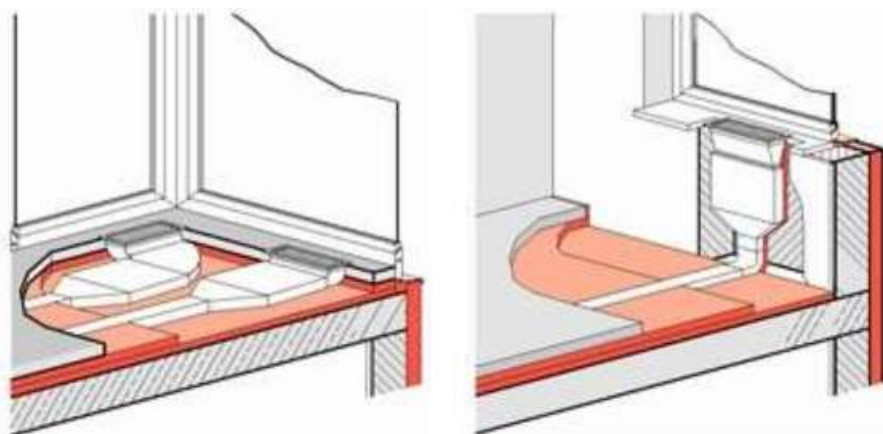


## 2.2.6. Teplovzdušné vytápění

Teplovzdušné vytápění je systém vytápění, kdy se do obytných místností přivádí vzduch s vyšší teplotou než je v místnosti, a tím se pokrývají tepelné ztráty. Větrání probíhá rovnotlance. Vzduch se přivádí do obytných místností a odvádí se z hygienických zázemí. Přívodní mřížky se často osazují do podlahy, také mohou být osazeny do stěny.

Používají se větrací jednotky se zpětným získáváním tepla neboli rekuperací. Tyto jednotky využívají teplotu odvodního vzduchu a tím ohřívají přívodní čerstvý vzduch. Ke zvýšení teploty přívodního vzduchu můžeme také využít zemní výměník tepla, kdy se přiváděný vzduch předeřívá v zemském masivu. Zbylý ohřev vzduchu může být vodním nebo elektrickým ohříváčem umístěným ve větrací jednotce nebo v potrubí. [19] [20]

Výhodou tohoto systému vytápění je, že pokryje potřeby jak na vytápění, tak i na větrání. Jako teplonosná látka se používá vzduch, a proto musíme přivádět poměrně velké množství vzduchu. Přívodní množství obvykle bývá vyšší než nám stanovuje norma pro větrání budov. Tento systém může být použit i na chlazení objektu. Výhodou tohoto systému je reakční čas, kdy se ohřátý vzduch do místnosti dostane velmi rychle. Nevýhodou může být obtížná regulace teploty v místnosti. Další nevýhodou jsou náklady na pořízení systému. [21]



Obr. 10: Rozvody teplovzdušného vytápění [20]

## 2.2.7. Lokální vytápění

Lokální vytápění je zdroj tepla v místnosti, který není napojen na žádný otopný systém. Tato topidla můžeme rozdělit podle toho, čím v topidlu získáváme teplo. Může to být elektřina, plyn nebo také tuhá paliva.

Topidla, která využívají elektrický proud, jsou například elektrické přímotopy, nástěnné infrazářiče nebo také elektrické krby. Topidla na plyn můžou být například nástěnná plynová lokální topidla nebo přenosná plynová lokální topidla. Kamna, krby a krbová kamna jsou topidla na tuhá paliva. Můžeme v nich topit dřevem, uhlím nebo například briketami. [22]

Výhody lokálních zdrojů jsou jednoduchá obsluha, nízké pořizovací náklady a rychlé zprovoznění. Nevýhody jsou hlavně nákladný provoz, nutnost topidla v každé vytápěné místnosti a obtížná regulace teploty v objektu.

## 2.2.8. Trubková otopná tělesa

Trubková otopná tělesa se skládají z rozvodné a sběrné komory, které jsou navzájem propojené řadou trubek menších průřezů. Trubky bývají především kruhové nebo čtvercové. Otopná tělesa mohou být ve tvaru meandru, s vodorovnými nebo se svislými trubkami. Trubková otopná tělesa můžeme napojit na rozvod otopné vody, ale také mohou mít elektrickou topnou tyč, která zajišťuje ohřev vody. [12]

Trubková otopná tělesa navrhujeme především do koupelen. Výhodou trubkových otopných těles je rychlá reakční doba na ohřev. Další výhodou je v koupelnách možnost sušení mokrych ručníků.



Obr. 11: Trubkové otopné těleso v koupelně [23]

## 2.2.9. Shrnutí

Výše jsem popsal možnosti vytápění prostorů. Každá možnost má svoje klady a zápory. Některé lze použít samostatně, jiné se musí kombinovat. Dále také některé možnosti budou lépe fungovat s jedním zdrojem vytápění než s jiným. V tabulce níže jsem shrnul základní parametry jednotlivých možností vytápění.

Vytápění prostorů	Desková otopná tělesa	Podlahové vytápění	Stropní vytápění	Konvektory	Teplovzdušné vytápění	Lokální vytápění
Teplotní spád otopné soustavy	Vysokoteplotní	Nízkoteplotní	Nízkoteplotní	Nízko i vysokoteplotní	Vysokoteplotní	Nelze určit
Způsob přenosu tepla	Prouděním a sáláním	Sáláním	Sáláním	Prouděním	Prouděním	Sáláním
Účinnost	Dobrá	Výborná	Výborná	Dobrá	Výborná díky rekuperaci	Špatná
Pořizovací náklady	Nízké	Vysoké	Vysoké	Střední	Vysoké	Nízké
Provozní náklady	Střední	Nízké	Nízké	Střední	Nízké	Vysoké
Estetika	Viditelná tělesa	Žádné viditelné prvky	Žádné viditelné prvky	Viditelné konvektory	Lze udělat viditelné, ale i skryté	Viditelné topidla
Možnost změny na jinou soustavu	Je možné	Není možné	Není možné	Není možné	Je možné	Je možné
Dynamika	Vysoká	Nízká	Nízká	Vysoká	Vysoká	Vysoká
Pokrytí tepelných ztrát	Pokryje samo	Někdy nutno kombinace s jinou soustavou	Někdy nutno kombinace s jinou soustavou	Někdy nutno kombinace s jinou soustavou	Pokryje samo	Pokryje ztátu místnosti ve které se nachází
Hlavní výhody	Výborné pokrytí ztrát, jednoduchá výměna	Výborné spojení s tepelným čerpadlem, možnost vytápění i chlazení, uživatelsky pohodlné	Výborné spojení s tepelným čerpadlem, možnost vytápění i chlazení	Připojení na vysoko i nízkoteplotní soustavu	Možnost vytápění i chlazení, využití rekuperace	Vysoké sálání, nízká pořizovací cena
Hlavní nevýhody	K vysoké účinnosti nůstnost parapetů, estetika	Pořizovací cena, nižší výkon na m <sup>2</sup>	Pořizovací cena, nižší výkon na m <sup>2</sup> , uživatelsky může být nepohodlné	Kombinace s jinou soustavou, hluk, prašnost	Občas esteticky nehezské, chybí sálání	Nízká účinnost, vysoké provozní náklady

Tab. 2: Porovnání možností vytápění

### 3. Možnosti chlazení rodinných domů

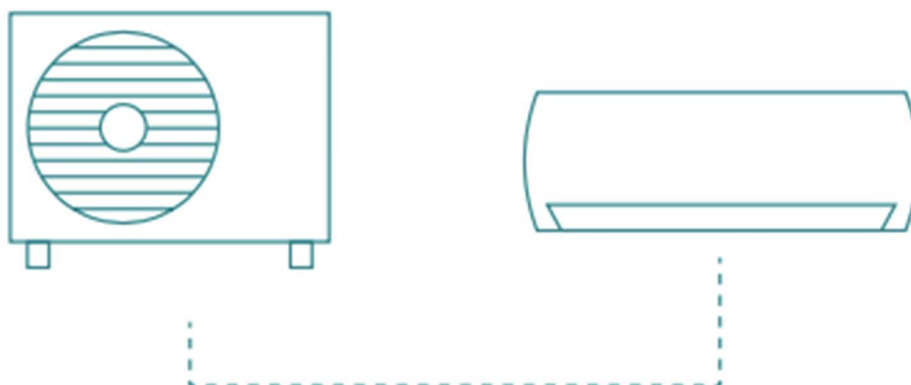
#### 3.1. Chladivové systémy

Chladivové systémy používají pro přenos chladu a tepla mezi zdrojem a místností chladiva, která umožňují přenos tepla pomocí změny skupenství. Tyto systémy jsou schopny nejenom chladit místnost, ale i doplňkově vytápět. Vzduch v místnosti je chlazen vnitřní jednotkou, která pomocí ventilátoru zajišťuje proudění vzduchu přes výměník chladivo/vzduch, který vzduch ochlazuje.

##### 3.1.1. Single split

Single split řešení je systém, kdy je na venkovní jednotku napojena jedna vnitřní jednotka. Kompresorový okruh je rozdělen na dvě části, z toho název split. Vnitřní jednotka obsahuje výparník, který chladí vzduch v místnost. Venkovní jednotka obsahuje kondenzátor, kompresor a redukční ventil. Venkovní jednotka odvádí kondenzační teplo. Vnitřní jednotka může být nástěnná nebo parapetní. Single split se hodí do objektů, kde je nutno chladit pouze jednu místnost. [24] [25]

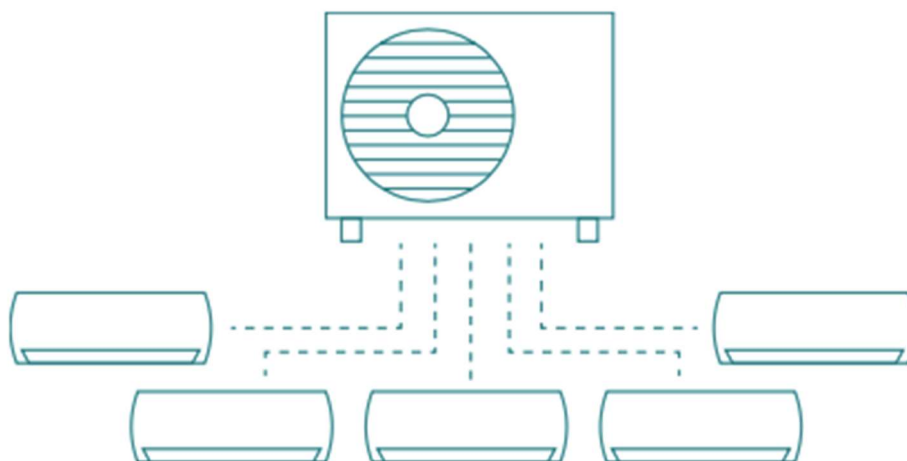
Výhodami split řešení jsou rychlý nástup chlazení, jednoduchá regulace a poměrně nízké pořizovací náklady. Nevýhodami jsou nutnost odvodu kondenzátu, hluk a vysoušení vnitřního vzduchu. Regulace je sice jednoduchá, ale někdy tento systém vede k vychlazení na velmi nízkou teplotu. [26]



Obr. 12: Schéma single split chlazení [25]

##### 3.1.2. Multi split

Multi split systém je velmi podobný single split systému. Jediný rozdíl je ten, že na jednu venkovní jednotku je napojeno více vnitřních jednotek. Počet napojených vnitřních jednotek může být 1 až 5. Vnitřní jednotky také mohou být nástěnné nebo parapetní. S multi split systémem můžeme chladit více místností. Ovládání vnitřních jednotek je oddělené, ale všechny vnitřní jednotky musí být ve stejném provozním stavu, a tedy v provozu chlazení nebo vytápění. [24] [25]



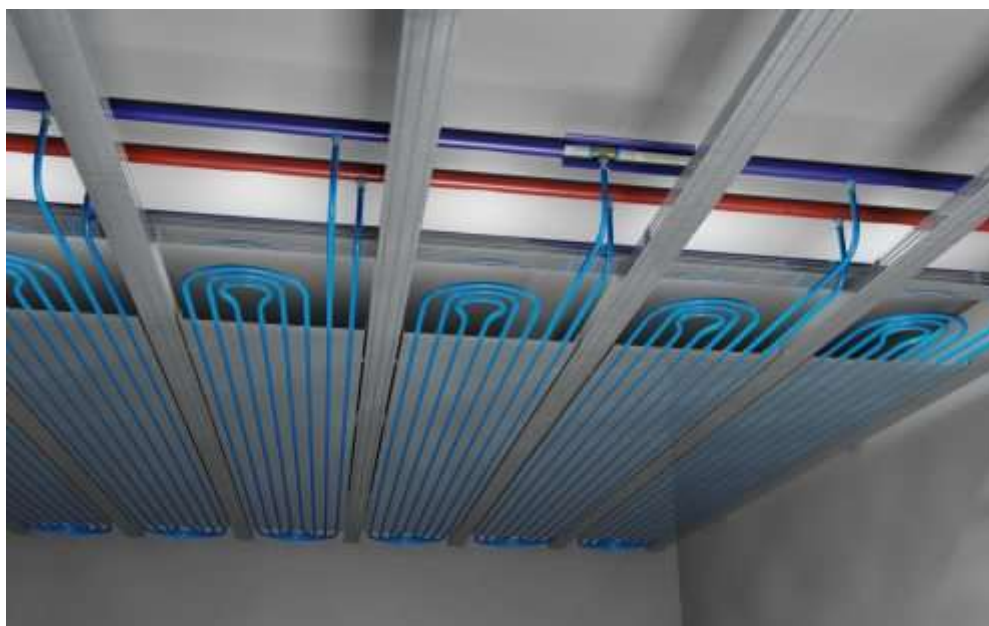
Obr. 13: Schéma multi split chlazení [25]

## 3.2. Vodní systémy

Vodní systémy používají ke chlazení místnosti hlavně vodu. Většinou se jedná o systémy, které primárně používáme na vytápění, ale v letním období je využijeme i na chlazení místností. U vodních systémů používáme často zdroj tepla i jako zdroj chladu. Z tohoto důvodu se nejčastěji používají tepelná čerpadla, která mohou být reverzibilní.

### 3.2.1. Plošné systémy

Plošné systémy pro chlazení používáme stejně jako pro vytápění, tedy podlahový, stropní nebo stěnový. Pro uživatelskou pohodu při vytápění jsou nejlepší podlahové systémy. U chlazení jsou ale nejpříjemnější stropní systémy. U plošného systému chlazení ale musíme dávat pozor, abychom se vyhnuli dosažení teploty rosného bodu. Plošné systémy chlazení nedosahují vysokého výkonu chlazení, proto se většinou využívají pouze k lehké úpravě teploty v místnosti. [24] [26]



Obr. 14: Stropní chlazení v podhledu [27]

### 3.2.2. Ventilátorové konvektory (FCU)

FCU jednotky se nejčastěji používají v administrativních budovách nebo hotelech. Můžeme je ale použít i do rodinných domů. Pro chlazení můžeme používat i stejné konvektory, které používáme k vytápění. FCU jednotky nasávají vzduch z místnosti, který pomocí výměníku buď ochladí, nebo ohřejí, a poté pomocí ventilátoru vhání upravený vzduch zpět do místnosti. FCU jednotky mohou být umístěny i do stropu, kde nezabírají místo v prostoru, jako při umístění do podlahy nebo pod oknem.

Výhodou FCU jednotek je rychlý náběh a možnost využití jednoho systému na vytápění i chlazení. FCU jednotky mohou být, stejně jako split jednotky, hlasité. [26] [28]

### 3.3. Vzduchové systémy

Vzduchové systémy přivádí do místnosti už přímo ochlazený vzduch. Tento systém funguje stejně jako teplovzdušné vytápění. Opět se většinou využívá rekuperační jednotka, která ochlazuje přírodní teplý vzduch z exteriéru již ochlazeným odvodním vzduchem z interiéru. Opět můžeme využít zemní výměník tepla, který tentokrát přírodní vzduch ochladí pod povrchem. Zbylé ochlazení vzduchu probíhá ve vodním chladiči, který je umístěný v jednotce nebo v potrubí. [19] [26]

Výhodou tohoto systému je, že jednak ochlazuje vnitřní prostor, ale zároveň i přivádí čerstvý vzduch. Ideální je propojení tohoto systému jak na využití při vytápění, tak i na chlazení. Velkou nevýhodou je nižší chladicí výkon, který musíme kompenzovat vysokým průtokem vzduchu do místnosti, který je mnohem vyšší než normové požadavky.

### 3.4. Shrnutí

Systémů pro chlazení existuje méně než systémů pro vytápění. Pokud pouze rekonstruujeme objekt, bude nejlépe instalace split systému. Pokud jde ale o novostavby, vyplatí se použít systém, který bude schopen objekt jak chladit, tak ale i vytápět.

Chlazení prostorů	Split systém	Plošný systém	Ventilátorové konvektory	Vzduchový systém
Způsob přenosu chladu	Prouděním	Sáláním	Prouděním	Prouděním
Pořizovací náklady	Nízké	Vysoké	Střední	Vysoké
Provozní náklady	Střední	Nízké	Střední	Nízké
Estetika	Viditelné jednotky	Žádné viditelné prvky	Viditelné konvektory	Lze udělat viditelné, ale i skryté
Možnost vytápění	Je možné	Je možné	Je možné	Je možné
Dynamika	Vysoká	Nízká	Vysoká	Vysoká
Pokrytí tepelných zisků	Pokryje samo	Nemusí pokrýt veškeré zisky	Pokryje samo	Nemusí pokrýt veškeré zisky
Hlavní výhody	Vysoká dynamika, jednoduchá regulace	Výborné spojení s tepelným čerpadlem, možnost vytápění i chlazení, uživatelsky pohodlné	Vysoká dynamika, možnost vytápění i chlazení	Přívod čerstvého vzduchu
Hlavní nevýhody	Nutnost odvodu kondenzátu, vysouší vzduch	Pořizovací cena, nižší výkon na m <sup>2</sup>	Hluk, prašnost	Nízký výkon

Tab. 3: Porovnání systémů chlazení

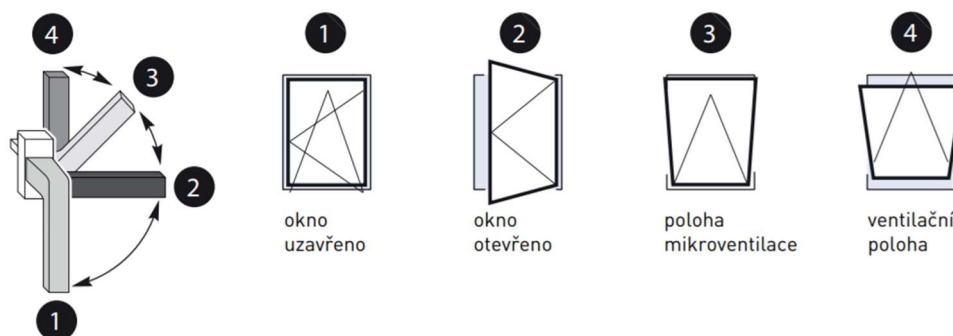
## 4. Systémy větrání

Větrání rodinných domů je nezbytně nutné pro zajištění dostatku čerstvého vzduchu, snížení koncentrace oxidu uhličitého a odvodu nadměrné vlhkosti. Pokud v objektu nebude dostatek čerstvého vzduchu a bude vysoká koncentrace oxidu uhličitého, může to způsobovat únavu, ale i zdravotní komplikace. Větrání objektu může být přirozené nebo nucené. Nucené ještě rozdělujeme na s rekuperací a bez. Přirozené větrání není u námi řešeného objektu možné z důvod vysokých ztrát větráním. I přes to bych se ale níže chtěl o tomto způsobu zmínit.

### 4.1. Přirozené větrání

Přirozené větrání probíhá nejčastěji okny. Může být infiltrací, mikroventilací nebo nárazovým větráním. Infiltrace je přirozené větrání netěsnostmi. V dnešní době k infiltraci již nedochází z důvodu lepších parametrů oken. Aby bylo možné infiltraci zajistit, začala se vyrábět okna s možností mikroventilace.

Mikroventilace je poloha kliky, kdy okno není pořádně dovřeno a umožňuje proudění vzduchu do místnosti. Okno v poloze mikroventilace má výrazně snížený zvukový odpor a také není bezpečně zavřeno. Poslední způsob je nárazové větrání, kdy se okno na chvíli otevře, aby se v místnosti vyměnil vzduch. Toto řešení má největší tepelné ztráty větráním a proto je nutné čerstvý vzduch v místnosti opět ohřát. [29] [30]



Obr. 15: Polohy větrání okna [31]

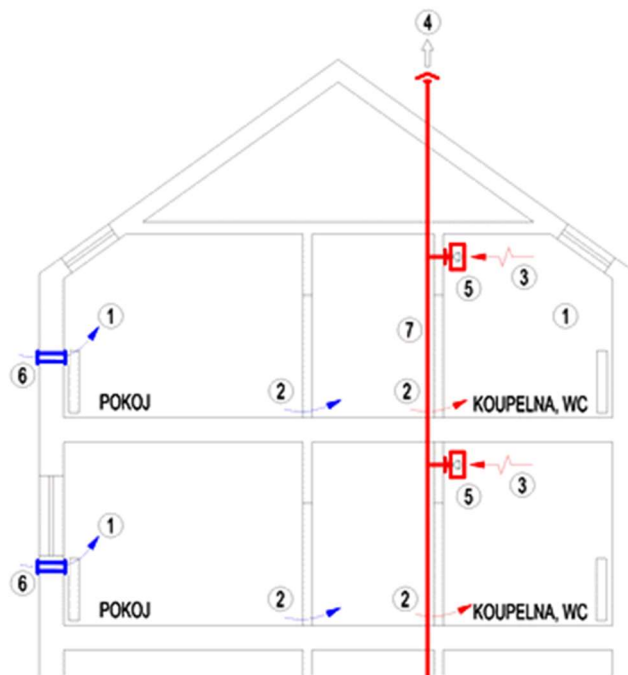
### 4.2. Nucené podtlakové větrání

V obytných budovách je podtlakové větrání realizováno nuceným odvodem vzduchu z místností se zdrojem škodlivin (kuchyně) nebo vlhkosti (koupelna) a přísaváním vzduchu z exteriéru. Přívod vzduchu u podtlakového větrání je nutné zajistit přívodními větracími otvory, které jsou integrované do oken nebo do stěn. Nucené podtlakové větrání dělíme na lokální a centrální

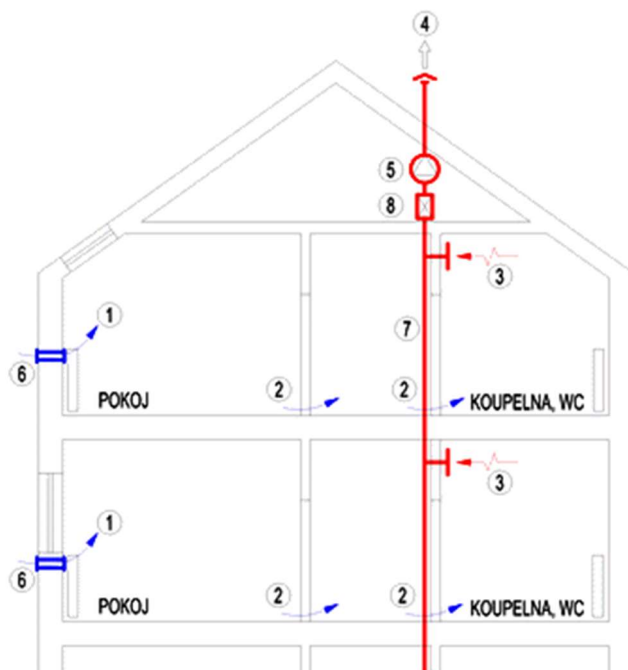
K lokálnímu podtlakovému větrání slouží odvodní ventilátory umístěné přímo v dané místnosti, ze které vzduch odvádíme. Ventilátory jsou většinou umístěné v podhledu místnosti. Lokální podtlakové větrání se také používá k nárazovému větrání kuchyní. Nevýhodou menších radiálních ventilátorů je nízká účinnost a vysoká hluchost přímo v obytné místnosti. [21]

U centrální podtlakových systémů slouží k odvodu vzduchu ventilátor napojený na stoupačí potrubí, na které jsou napojeny jednotlivé místnosti, ze kterých vzduch odvádíme. Výhodou centrálního větrání je vysoká účinnost centrálního ventilátoru. U centrálního systému musíme zabránit šíření hluku mezi napojenými místnostmi.

Mezi výhody podtlakového větrání patří jednoduchost zařízení a nízké pořizovací náklady. Nevýhodou jsou provozní náklady na ohřev větracího vzduchu.



Obr. 16: Centrální podtlakové větrání [21]



Obr. 17: Lokální podtlakové větrání [21]

### 4.3. Nucené rovnotlaké větrání

Rovnotlaké větrací systémy zajišťují nucený přívod čerstvého vzduchu a současně i odvod znehodnoceného. Pro dopravu vzduchu slouží většinou dvojice ventilátorů, které jsou umístěné ve vzduchotechnické jednotce. Čerstvý vzduch přivádíme do obytných místností a odvádíme z hygienických zázemí. Větrací jednotka může být také vybavena zařízením pro zpětné získávání tepla neboli rekuperaci. Rovnotlaké větrání můžeme rozdělit na lokální a centrální.

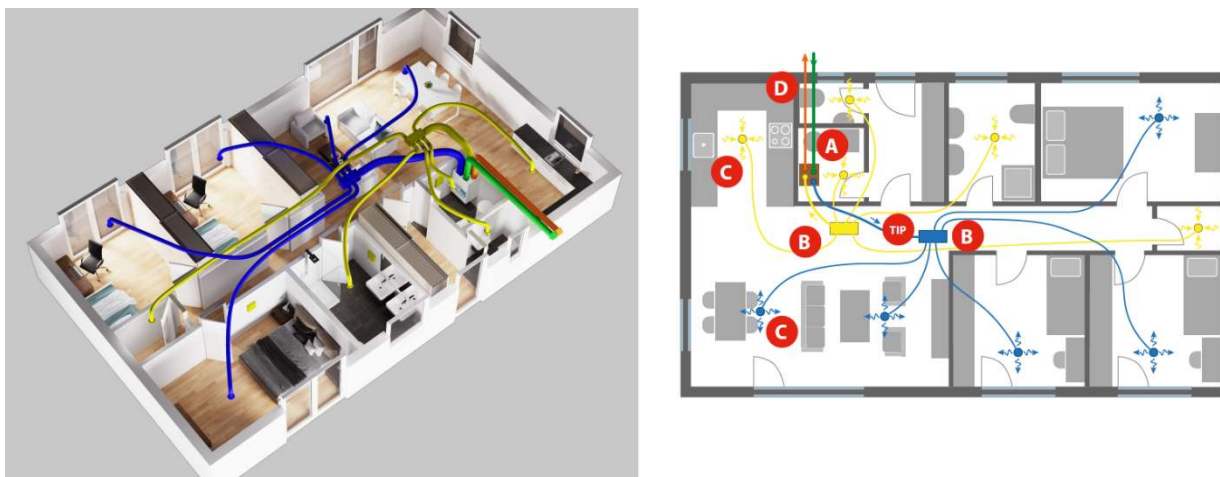
Lokální rovnotlaké větrání má větrací jednotky umístěné v každé obytné místnosti a čerstvý vzduch přivádí přímo přes obvodovou konstrukci. Tento systém se hodí především pro rekonstrukce, protože nevyžaduje větší stavební úpravy.

Centrální rovnotlaké větrání má jednu větrací jednotku pro celý objekt. Jednotka bývá umístěna v podhledu chodby či koupelny nebo v technické místnosti. Od větrací jednotky vedou vzduchotechnické rozvody, které distribuují vzduch do a z objektu. Výhodou centrálního větrání je především vysoká účinnost rekuperace. Nevýhodou je vyšší spotřeba ventilátorů, které musí hradit tlakovou ztrátu vzduchotechnických rozvodů a prvků větrací jednotky. [30] [21]

Výhody rovnotlakého větrání jsou především použití rekuperace, která ušetří náklady na pokrytí ztrát větráním. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady.



Obr. 18: Rovnotlaké lokální větrání [30]



Obr. 19: Rovnotlaké centrální větrání [30]



## 4.4. Shrnutí

Výše jsem shrnul možnosti větrání rodinných domů. Některé systémy pouze vzduch přivádí nebo odvádí, jiné zajišťují obojí. Využití rekuperace nám pomůže v pokrytí tepelných ztrát větráním, vzniknou ovšem vyšší pořizovací náklady.

Větrání prostorů	Přírozeně	Nuceně podtlakově	Nuceně rovnotlance
Vhodné do pasivních domů	Ne	Ne	Ano
Pořizovací náklady	Nízké	Střední	Vysoké
Možnost rekuperace	Ne	Ne	Ano
Provozní náklady	Vysoké	Vysoké	S rekuperací nízké
Hlavní výhody	Jednoduchý systém	Jednoduchý systém	Přívod i odvod vzduchu, použití rekuperace
Hlavní nevýhody	Nutnost otevření okna	Pouze odvod vzduchu, nelze využít rekuperaci	Vysoké pořizovací náklady

Tab. 4: Možnosti systémů větrání

## 5. Výběr systémů pro vybraný objekt

Při výběru systémů vytápění, chlazení a větrání mého objektu jsem se řídil podle některých kritérií více a podle některých méně. Mezi kritéria, které jsem bral více v úvahu bylo, zda se systém hodí do pasivního domu. Dále jsem chtěl v domě co nejvíce udržet estetický vzhled. Parametry, které jsem bral v úvahu méně byly hlavně pořizovací a provozní náklady.

Jako zdroj tepla jsem vybral tepelné čerpadlo vzduch/voda. Zvažoval jsem i tepelné čerpadlo země/voda, ale kvůli menším rozměrům pozemku, na kterém objekt stojí, jsem se nakonec rozhodl pro vzduch/voda. Další faktor, který rozhodl pro výběr tepelného čerpadla, byla možnost jeho využití i jako zdroje chladu. Tepelné čerpadlo umístím na severní stranu objektu, kde by jeho hluk neměl rušit obyvatele domu.

Jako otopnou soustavu jsem zvolil stropní vytápění uložené do stropní desky. Tuto soustavu jsem vybral hlavně z důvodu snižujících se potřeb výkonu pro vytápění a zvyšujících se požadavků na chlazení. Protože je dům pasivní, jeho konstrukce mají výborné součinitele prostupu tepla a vyjde nízká tepelná ztráta. Naopak obývací pokoj je na jihu i západě celý prosklený a bude u něj vysoká potřeba chlazení. Jako další variantu jsem zvažoval podlahové vytápění, ale to se více hodí na potřeby vytápění než chlazení. Abych zvýšil výkon stropního vytápění a chlazení, tak jako přívodní prvky větrání použiji štěrbinové vyústky s výfukem vzduchu podél stropu, které zlepší přestup tepla ze stropu a zvýší jeho výkon.

V místnostech, kde bude instalovaný sádkartonový podhled, není možné použít tento systém vytápění. Jedná se o koupelny a zádveří. V těchto místnostech budou instalována trubková otopná tělesa s elektrickou topnou tyčí. Trubkové otopné těleso s elektrickou topnou tyčí bude instalováno i v kuchyni, kde bude pokrývat tepelné ztráty, které nepokryje stropní vytápění.

Jako systém větrání se pro pasivní dům hodí pouze nucený rovnotlaký se zpětným využitím tepla. Větrací jednotku umístím do technické místnosti v 1.NP. Přívod vzduchu bude do obytných místností a odvod bude z hygienických zázemí a kuchyně. V kuchyni bude také cirkulační digestoř, která bude vybavena výměnným filtrem určeným pro čištění znečištěného vzduchu z vaření.

## 6. Použité zdroje

- [1] DOC. ING. HORÁK, Petr, Ph.D a Ing. Jakub HORÁK. Výběr zdroje tepla pro rodinný dům s ohledem na energetickou náročnost a další faktory. *Tzb-info* [online]. 2019 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/19499-vyber-zdroje-tepla-pro-rodinny-dum-s-ohledem-na-energetickou-narocnost-a-dalsi-faktory>
- [2] ING. BUFKA, Aleš. Přehled trhu plynových kotlů 2017 – 2019, díl 1. – Kategorie kotlů, druhy plynů a spotřeby. *Tzb-info* [online]. 2020 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/20786-prehled-trhu-plynovych-kotlu-2017-2019-dil-1-kategorie-kotlu-druhy-plynu-a-spotreby>
- [3] ING. HODBOŤ, Josef. Tepelná čerpadla – základní informace. *Tzb-info* [online]. 2021 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/23093-tepelna-cerpadla-zakladni-informace>
- [4] VIESSMANN, SPOL. S R.O. Tepelná čerpadla, druhy, výhody, úspory. *Tzb-info* [online]. 2019 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/20011-tepelna-cerpadla-druhy-vyhody-uspory>
- [5] Země/voda – vrt. *Čerpadla IVT* [online]. [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vrt>
- [6] Země/voda – plocha. *Čerpadla IVT* [online]. [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-plocha>
- [7] Vzduch/voda – venkovní vzduch. *Čerpadla IVT* [online]. [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda>
- [8] MGR. KAUFMANN, Pavel. Dálkové zásobování teplem: Jak funguje a z čeho se skládá výměňková stanice. *Regulus* [online]. 2021 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/9607.dalkove-zasobovani-teplem-jak-funguje-a-z-ceho-se-sklada-vymenikova-stanice>
- [9] ING. LYČKA, Zdeněk. Jak vybírat nový kotel na pevná paliva (1). *Tzb-info* [online]. 2013 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [10] ING. STUPAVSKÝ, Vladimír. O vytápění biomasou od A až do Z. *Tzb-info* [online]. 2020 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/vytapani-peletami/8814-o-vytapani-biomasou-od-a-az-do-z>
- [11] Otopné plochy. *Tzb-info* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy>
- [12] PROF. ING. BAŠTA, Jiří, Ph.D a Ing. Roman VAVŘIČKA, PH.D. Otopné plochy (II) - Druhy otopných těles. *Tzb-info* [online]. 2006 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/3064-otopne-plochy-ii-druhy-otopnych-teles>
- [13] KORADO, a.s. *Otopná desková tělesa pro nízkoenergetické stavby* [online]. 2018 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/18153-otopna-deskova-telesa-pro-nizkoenergeticke-stavby>

- [14] Podlahové vytápění. *Tzb-info* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani>
- [15] Viessmann. Podlahové vytápění. *Viessmann* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/skladba-a-systemy-podlahoveho-vytapani.html>
- [16] ING. POLÍVKA, Petr. Stropní vytápění/chlazení od Uponoru. *Tzb-info* [online]. 2019 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/velkoplosne-chlazení/18768-stropni-vytapani-chlazení-od-uponoru>
- [17] IVAR CS spol. s r.o. Stěnové teplovodní vytápění. *Tzb-info* [online]. 2012 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/9350-stenove-teplovodni-vytapani>
- [18] KORADO, a.s. Konvektory a nízkoteplotní zdroje vytápění. *Tzb-info* [online]. 2014 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/11218-konvektory-a-nizkoteplotni-zdroje-vytapani>
- [19] ING. MATUŠKA, Tomáš PhD., Ing. Jan SCHWARZER a Ing. Bořivoj ŠOUREK. Teplovzdušné větrání a vytápění - teorie a schémata (I). *Tzb-info* [online]. 2006 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/3235-teplovzdušne-vetrani-a-vytapani-teorie-a-schemata-i>
- [20] ING. KABELE, Karel CSc. Teplovzdušné vytápění obytných budov. *Tzb-info* [online]. 2001 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teplovzdušne-vytapani/620-teplovzdušne-vytapani-obytnych-budov>
- [21] ING. ZMRHAL, Vladimír Ph.D. a Ing. Jiří PETLACH. Systémy větrání obytných budov. *Tzb-info* [online]. 2011 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>
- [22] Lokální topení – nejjednodušší způsob vytápění bez rozvodů tepla. *Topeni-topenari* [online]. 2018 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/systemy-vytapani/lokalni/>
- [23] KORALUX LINEAR MAX. *KORADO* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/koralux-linear-max>
- [24] ING. ADAMOVSÝ, Daniel Ph.D. *Chlazení pro klimatizaci* [online]. In: . [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vkb/prednasky/125vkb-05.pdf>
- [25] Klimatizace Toshiba. *Nodip* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.nodip.cz/klimatizace-toshiba/>
- [26] DRUHY CHLAZENÍ PRO RODINNÉ BYTY A DOMY. *Brand-tech* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.brandtech.cz/clanky/druhy-chlazení-pro-rodinne-byty-a-domy>
- [27] STĚNOVÉ A STROPNÍ VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ. *PIPELIFE* [online]. Dostupné z: [https://www.pipelife.cz/Budovy/Vytapani\\_a\\_chlazení/Stenove\\_a\\_stropni\\_vytapani\\_chlazení.html](https://www.pipelife.cz/Budovy/Vytapani_a_chlazení/Stenove_a_stropni_vytapani_chlazení.html)
- [28] ING. TROJAN, Robert a Ing. Libor KOMÁREK. Fan coil – jeho pád nebo renesance. *Tzb-info* [online]. 2012 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/8857-fan-coil-jeho-pad-nebo-renesance>

[29] Způsoby větrání bytů a rodinných domů. *Stavebnictví3000* [online]. 2016 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zpusoby-vetrani-bytu-a-rodinnych-domu>

[30] Multi-VAC spol. s r.o. Větrání rodinných a bytových domů - proč se jím zabývat?. *Tzb-info* [online]. 2020 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/21155-vetrani-rodinnych-a-bytovych-domu-proc-se-jim-zabyvat>

[31] Jak správně větrat v zimě?. *Pramos* [online]. 2020 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.pramos.cz/prakticky-radce/jak-spravne-vetrat-v-zime/>

## 7. Seznam obrázků

OBR. 1: ROZDÍL V PRINCIPU FUNGOVÁNÍ KONVENČNÍHO A KONDENZAČNÍHO KOTLE [2] .....	4
OBR. 2: SCHÉMA PRACOVNÍHO OKRUHU TEPELNÉHO ČERPADLA [3] .....	5
OBR. 3: KOMPAKTNÍ PŘEDÁVACÍ STANICE PRO RODINNÉ DOMY [8] .....	6
OBR. 4: PROHOŘÍVACÍ A ODHOŘÍVACÍ KOTEL [9] .....	7
OBR. 5: TYPY DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES [13] .....	8
OBR. 6: MONTÁŽ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ [15] .....	9
OBR. 7: STROPNÍ VYTÁPĚNÍ V DESCE [16] .....	10
OBR. 8: ZNÁZORNĚNÍ ULOŽENÍ STĚNOVÉHO VYTÁPĚNÍ [17] .....	11
OBR. 9: KONVEKTOROVÁ OTOPNÁ LAVICE [18] .....	11
OBR. 10: ROZVODY TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ [20] .....	12
OBR. 11: TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO V KOUPELNĚ [23] .....	13
OBR. 12: SCHÉMA SINGLE SPLIT CHLAZENÍ [25] .....	14
OBR. 13: SCHÉMA MULTI SPLIT CHLAZENÍ [25] .....	15
OBR. 14: STROPNÍ CHLAZENÍ V PODHLEDU [27] .....	15
OBR. 15: POLOHY VĚTRÁNÍ OKNA [31] .....	17
OBR. 16: CENTRÁLNÍ PODTLAKOVÉ VĚTRÁNÍ [21] .....	18
OBR. 17: LOKÁLNÍ PODTLAKOVÉ VĚTRÁNÍ [21] .....	18
OBR. 18: ROVNOTLAKÉ LOKÁLNÍ VĚTRÁNÍ [30] .....	19
OBR. 19: ROVNOTLAKÉ CENTRÁLNÍ VĚTRÁNÍ [30] .....	19