

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**Návrh větrání vily**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vypracoval:**

**Jitka Donátová**

**Vedoucí práce:**

**doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

**2020-2021**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Donátová Jméno: Jitka Osobní číslo: 477092  
Zadávací katedra: Katedra Technických zařízení budov  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh větrání vily  
Název bakalářské práce anglicky: Design of ventilation system in the villa  
Pokyny pro vypracování:  
Projekt zadané budovy:  
Textová část - technická zpráva, výpočet množství vzduchu, návrh trasy soustavy rozvodů, návrh dimenzí rozvodů, základní bilanční výpočty.  
Výkresová část - půdorysy, nezbytné detaily, řez, umístění vzduchotechnické jednotky.  
Studie na téma Chlazení obytných budov  
  
Seznam doporučené literatury:  
Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918  
Papež, Karel: Energetické a ekologické systémy budov 2 : Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. ČVUT, Praha 2007.  
Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.  
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.  
Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 16.5.2021  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*  
  
\_\_\_\_\_  
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“.*

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta(ky)

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně za pomoci odborných konzultací a uvedené literatury.

V Praze dne .....

.....

Jitka Donátová

## Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a vstřícné jednání při konzultacích, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce, přestože konzultace probíhaly na dálku bez osobního kontaktu.

Také děkuji svým rodičům za podporu a za vytvoření podmínek pro studium na vysoké škole.

# Abstrakt

Tématem této bakalářské práce je návrh větrání vily. Bakalářská práce se skládá ze dvou částí. V první části je zpracován projekt větrání zadaného objektu, který má dvě části, textovou a výkresovou. Textová část obsahuje technickou zprávu, výpočet množství vzduchu, návrh trasy rozvodů, návrh dimenze rozvodů a základní bilanční výpočty. Ve výkresové části jsou zpracovány půdorysy a schématické řezy. Druhá část bakalářské práce je studie na téma chlazení obytných budov.

## Klíčová slova

větrání, vzduchotechnika, vzduchotechnická jednotka, množství vzduchu, rozvody vzduchu, chlazení, obytné budovy, vila

# Abstract

The topic of this bachelor's thesis is the design of a villa ventilation. The bachelor thesis consists of two parts. In the first part, the ventilation project of the specified object is processed, which has two parts, text and drawing. The text part contains a technical report, calculation of the amount of air, design of the distribution route, design of the distribution dimension and basic balance calculations. In the drawing part, floor plans and schematic sections are processed. The second part of the bachelor's thesis is a study on the topic of cooling residential buildings.

## Key words

ventilation, air conditioning, air conditioning unit, amount of air, air distribution, cooling, residential buildings, villa

# Obsah studie

1	Úvod.....	8
2	Historie chlazení.....	9
2.1	Starověk.....	9
2.2	Michael Faraday.....	9
2.3	Dr. John Gorrie.....	9
2.4	Willis Carrier.....	9
2.5	Systémy pro domácnost.....	10
3	Pasivní chlazení – přirozená klimatizace.....	11
3.1	Vhodný stupeň prosklení obvodového pláště.....	11
3.2	Vhodná orientace budovy.....	11
3.3	Vhodná úprava obvodového pláště.....	12
3.3.1	Emisivita.....	12
3.3.2	Determální skla.....	12
3.4	Energetická fasáda.....	13
3.5	Vnitřní stínící prvky.....	13
3.6	Vnější stínící prvky.....	13
3.7	Členění obvodového pláště.....	14
3.8	Hybridní větrání.....	15
3.9	Podzemní architektura.....	15
3.10	Zelené střechy a zeleň.....	17
4	Chladicí systémy.....	18
4.1	Adiabatické chlazení (vodní systémy).....	18
4.2	Kompresorové chlazení (chladivové systémy).....	19
4.3	Akumulační chlazení.....	20

4.4	Termoelektrické chlazení .....	20
5	Chladiva.....	21
5.1	Historická chladiva .....	21
5.2	Ekologická chladiva .....	21
6	Mobilní chladicí jednotky.....	22
7	Okenní klimatizační jednotka .....	23
8	Systémy split a multisplit .....	24
8.1	Venkovní jednotka .....	24
8.2	Vnitřní jednotka .....	25
8.2.1	Nástěnné vnitřní splitové jednotky.....	26
8.2.2	Parapetní vnitřní splitové jednotky .....	26
8.2.3	Podstropní vnitřní splitové jednotky .....	27
8.2.4	Kazetové vnitřní splitové jednotky .....	27
8.3	Schéma zapojení split a multi-split systémů .....	28
9	Chlazení pomocí tepelného čerpadla .....	28
9.1	Pasivní chlazení .....	29
9.1.1	Koncové prvky – velkoplošná chladicí soustava .....	29
9.2	Aktivní chlazení .....	30
9.2.1	Koncové prvky – konvektory (fan-coily) .....	30
10	Centrální větrací jednotky v obytných budovách .....	31
10.1	Distribuce chladného vzduchu .....	31
11	Závěry.....	33
12	Bibliografie .....	34
13	Seznam obrázků.....	37

# 1 Úvod

Součástí bakalářské práce je tato studie na téma chlazení obytných budov. Chlazení v domácnostech hraje v posledních letech významnou roli, a proto je kladen na jeho zlepšování důraz.

Na začátku studie v kapitole č. 2 je zpracována historie chlazení od starověku až do konce 20. století, dále je rozsáhlá kapitola č. 3 o pasivním chlazení obytných budov, která je dělena do deseti podkapitol. V kapitole č. 4 a č. 5 je technické uvedení obecně do problematiky chlazení, fyzikální procesy, které v jednotkách probíhají, a vysvětlení chladiv. Nejrozsáhlejší částí studie jsou kapitoly č. 6 až č. 10, kde jsou popsány jednotlivé chladicí jednotky, které jsou v rezidenčním bydlení využívány. Jedná se o mobilní jednotky, okenní jednotky, split a multi-split systémy, chlazení pomocí tepelného čerpadla a centrální větrací a chladicí jednotky.



## 2 Historie chlazení

### 2.1 Starověk

Již v dávné minulosti se vyspělé kultury v Indii, Římě a Egyptě snažili vymýšlet různé způsoby, jak ochladit budovy. Jeden z principů byl založen na přirozeném proudění vzduchu, přenosu tepla a vlhkosti. Tento systém se využíval v Indii pro chlazení paláců. Fungovalo to tak, že na návětrné straně se před otvory umísťovaly navlhčené rohože z rákosy nebo trávy. Voda, která se následně vypařovala, tak ochlazovala a zvlhčovala vzduch, který proudil do paláce. (Klimasvět, 2021)

Ve starověkém Římě využili velmi propracovaného systému akvaduktů, který dopravoval čistou vodu z horských oblastí do měst. Studená voda tak celou trasu ochlazovala. (Klimasvět, 2021)

### 2.2 Michael Faraday

První zmínky o principu klimatizace, jak ji známe dnes, vznikly kolem roku 1820. Britský vědec Michael Faraday zjistil, že stlačené amonium ( $\text{NH}_3$ ) v kapalném stavu dokáže chladit, pokud je postupně vypouštěno. Tato myšlenka byla klíčová pro vznik první klimatizace. (Blueteam, nedatováno)

### 2.3 Dr. John Gorrie

Ve 40. letech 19. století navrhl lékař a vynálezce Dr. John Gorrie z Floridy myšlenku chlazení měst, protože věřil, že to je klíč k prevenci nemocí, jako například malárie. Navrhl stroj, který vytvářel led pomocí kompresoru poháněného koněm, vodou nebo parou. Jeho vynález položil základ moderní klimatizace a chlazení. (Lester, 2015)

### 2.4 Willis Carrier

V roce 1902 inženýr Willis Carrier vynalezl první moderní elektrickou klimatizační jednotku, když během svého působení ve společnosti Buffalo Forge Company měl za úkol vyřešit problém s vlhkostí, který způsoboval pomačkání stránek časopisů v tiskárně v New Yorku. (Lester, 2015)

## 2.5 Systémy pro domácnost

V technologiích pro chlazení se pokročilo, ale stále byly systémy pro domácnosti moc velké a drahé. V roce 1929 představila společnost Frigidaire nový pokojový chladič, který byl relativně malý, ale velmi drahý, těžký a vyžadoval samostatnou dálkově ovládanou kondenzační jednotku. Později ho Frank Fast z General Electric vylepšil a vyvinul samostatný chladič místnosti. Mezi lety 1930 až 1931 se vyrobilo 32 podobných prototypů. (Lester, 2015)

Zhruba ve stejné době ve společnosti General Motors Thomas Midgley, Albert Henne a Robert McNary syntetizovali první nehořlavé chladicí kapaliny s chlorfluoruhlovodíkem. O desítky let později byly tyto kapaliny spojené s úbytkem ozonu, a tak byly zakázány. (Lester, 2015)

Domácí chladicí systémy se stále zmenšovaly, v roce 1932 byla vyrobena první klimatizační jednotka, která mohla být umístěna na okenní římsu. Tu vymysleli H. H. Schultz a J. Q. Sherman, byla však velmi drahá. Poté vymyslel inženýr Henry Galson mnohem levnější variantu a do roku 1947 bylo prodáno 43 000 kusů do domácností. Koncem 60. let měla většina nových domů v Americe chlazení. (Lester, 2015)

### 3 Pasivní chlazení – přirozená klimatizace

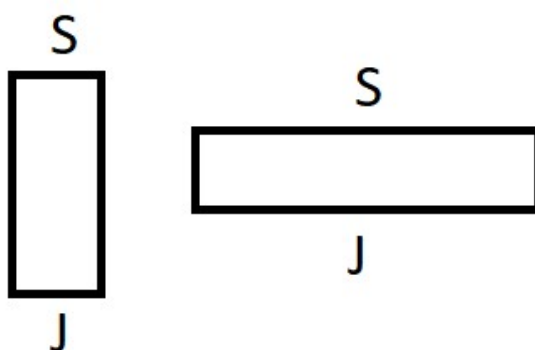
Přirozená klimatizace je nedílnou součástí architektonického návrhu celé stavby. Výhodou oproti aktivnímu chlazení jsou nízké pořizovací i provozní náklady. (Jokl, 2004) V dnešní době se nejčastěji využívají kombinace pasivního a aktivního chlazení.

#### 3.1 Vhodný stupeň prosklení obvodového pláště

Poměr okenních ploch k povrchu obvodového pláště je důležitý faktor při vytváření mikroklimatu v interiéru. Při velkém prosklení má budova při dopadu slunečních paprsků velké solární zisky, takže se rychle zahřeje a více kolísají teploty. Není schopna dlouhodobé akumulace. Při menším zasklení má budova malé solární zisky, dlouho trvá, než se budova zahřeje, ale potom budova teploty dlouho udržuje díky dobré akumulaci. (Jokl, 2004)

#### 3.2 Vhodná orientace budovy

Optimální řešení z hlediska minimálních tepelných zisků budovy je orientace podélné osy ve směru východ-západ (viz obr. 1). Důvodem je fakt, že součet solární zátěže z východu a západu je větší než součet solární zátěže ze severu a z jihu. (Jokl, 2004) V dnešní době jsme často omezeni koupí pozemku a není snadné obytnou budovu umístit ideálním způsobem z hlediska tepelných zisků budovy.



Obrázek 1: Optimální orientace budovy s ohledem na minimální tepelné zisky, vlevo správná varianta

### 3.3 Vhodná úprava obvodového pláště

Snižování teploty v budově lze relativně jednoduše docílit pomocí různých úprav obvodového pláště.

#### 3.3.1 Emisivita

Důležité je si uvědomit, že barva a typ povrchu budovy také ovlivňuje její případné přehřívání. K pochopení tohoto jevu pomůže pojem emisivita, což je bezrozměrná veličina, která určuje schopnost materiálu vyzařovat teplo. Emisivita absolutně černého tělesa má hodnotu  $\varepsilon = 1$ . Na těleso dopadá krátkovlnné infračervené záření, které je produkováno sluncem a je vyzařováno dlouhovlnné záření. (Urban, 2014) Například u asfaltu má emisivita hodnotu 0,89 a když se natře bílým nátěrem, poklesne emisivita na hodnotu 0,12. (Jokl, 2004)

#### 3.3.2 Determální skla

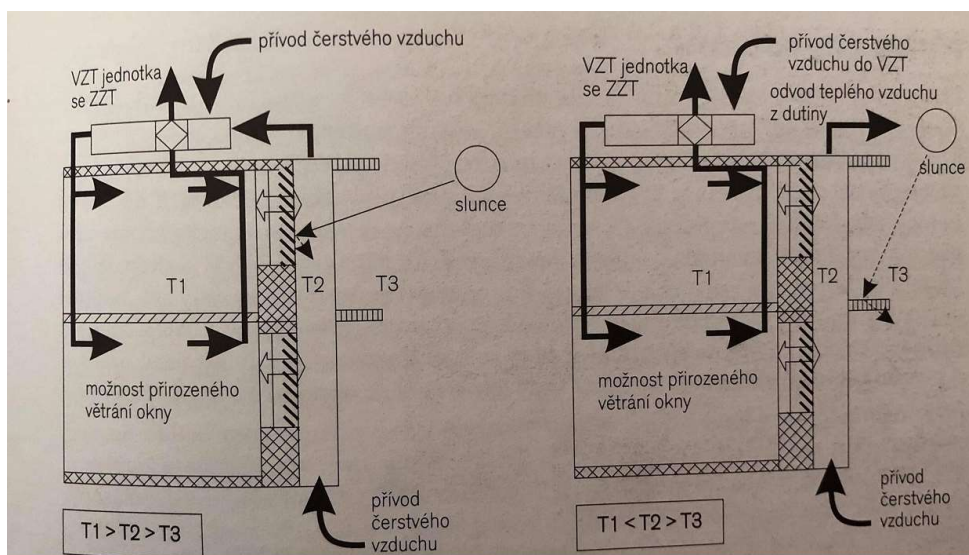
Skleněné povrchy se upravují a tím se jim dají speciální vlastnosti, například tak fungují determální skla. Obecně základní vlastnost skel je světelná propustnost a propustnost tepelného záření. Propustnost tepelného záření je dvojitá, jednak pro krátkovlnné záření infračervené, které je produkováno sluncem, a jednak pro dlouhovlnné záření, to je produkováno otopnými tělesy v interiéru. V obou případech se jedná o poměr celkového toku záření pronikajícího zasklením k dopadajícímu toku záření.

(Jokl, 2004)

Z hlediska funkčního požadavku se skla dělí na dva typy. Energetická skla (nebo také termální) a solární skla. Energetická skla snižují tepelné ztráty budovy a zároveň snižují tepelné zisky. Toto sklo odráží zpět do interiéru dlouhovlnné záření, a tím zabraňuje jeho úniku do exteriéru. Oproti tomu solární skla především snižují tepelné zisky. Funguje to tak, že odstraňují infračervenou složku slunečního záření. Skla, která ji mohou pohltit se nazývají absorpční a skla, která ji mohou odrazit se nazývají reflexní. (Jokl, 2004)

### 3.4 Energetická fasáda

Energetická fasáda (jinak také provětrávaná fasáda), je účinné opatření většinou z termálního skla, případně z jiného materiálu kolem celé budovy. Provádí se ve vzdálenosti 10-120 cm od fasády. Toto termální sklo zachycuje solární radiaci a je ochlazováno tepelným vztlakem mezi danou fasádou a termálním sklem. (Kabele, 2002) (Schéma energetické fasády viz obr. 2)



Obrázek 2: Schéma energetické fasády (Kabele 2002), vlevo zimní, vpravo letní provoz

### 3.5 Vnitřní stínící prvky

Vnitřní stínící prvky prakticky nesnižují tepelnou zátěž v prostoru, ale omezují přímý dopad radiace na předměty, které následně vyzařují dlouhovlnné záření, tedy teplo. Například osluněná černá sedací souprava v interiéru bytu. (Urban, 2014) Mezi vnitřní stínící prvky se řadí vnitřní žaluzie nebo závěsy. Výhodou je snadná instalace pro rezidenční bydlení a jejich cena.

### 3.6 Vnější stínící prvky

Mezi vnější stínící prvky patří například markýzy, které snižují denní osvětlenost tím, že zvětšují přesah budovy. V našich podmínkách jsou efektivní od přesahu 0,7 m. (Urban, 2014) Jedná se o výrazný architektonický prvek, který byl využíván i v minulosti, kdy se kusy látky používaly pro ochranu před sluncem.

Markýzy se vyrábějí různé, například navíjecí markýzy (viz obr. 3), které nepotřebuje samostatnou nosnou konstrukci, nebo třeba samostatně stojící markýzy. Markýzu můžeme nastavit při instalaci na určitý sklon a prodává se velké množství různých barev a tvarů. (Jokl, 2004)



Obrázek 3: Markýza na RD (Stínící technika Kozák, nedatováno)

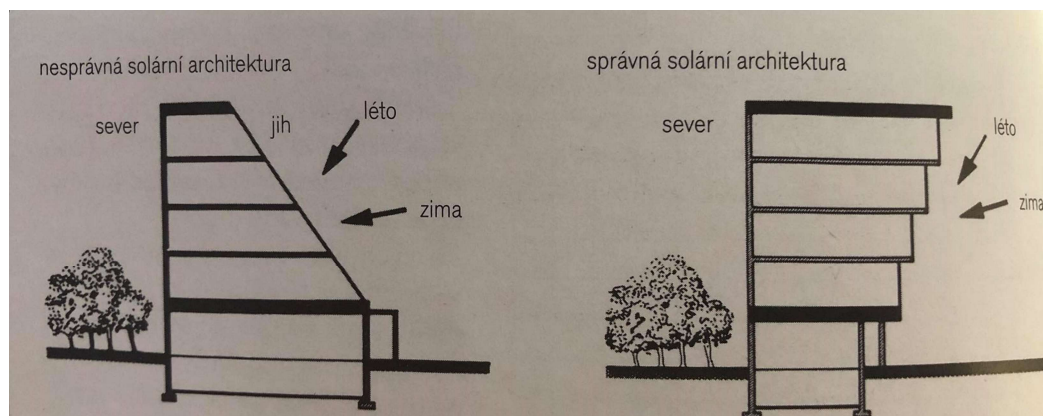
Dále můžeme instalovat pohyblivé vnější žaluzie (viz obr. 4), které mohou být řízeny ručně nebo automaticky pomocí čidla pro intenzitu dopadající solární radiace. Ovládaní může být připojeno na další prvky jako je osvětlení nebo otevření oken. (Urban, 2014)



Obrázek 4: Venkovní žaluzie na bytovém domě (SAMEZALUZIE.CZ s.r.o., nedatováno)

### 3.7 Členění obvodového pláště

Možnost pasivního chlazení, které vychází přímo z architektonické studie, je různé rozčlenění vnějších částí fasády. Například můžeme okna zapustit hluboko do budovy, však jen tak hluboko, aby se nezabránilo vstupu slunečního záření v zimě. Základem tohoto návrhu je zohlednění faktu, že slunce je v létě vysoko na obloze, zatímco v zimě je nízko. Další možností je zajištění ochrany před slunečním sáláním přímo tvarem budovy. Aby se dosáhlo funkčnosti, musela by se konstrukce rozšiřovat v horních patrech směrem na jih (viz obr. 5). (Jokl, 2004)



Obrázek 5: Stínění slunečního záření vhodným tvarem budovy, (Prof. Ing. Miroslav V. Jokl, 2004)

### 3.8 Hybridní větrání

Hybridní větrání je založeno na využití chladného nočního vzduchu pro vychlazení budovy. Jedná se o kombinaci přirozeného a nuceného větrání. Při teplotách do 7 °C se jedná o přirozené větrání a za teplého počasí se zapíná ventilátor. Musí být větráno celou noc na šestinásobnou výměnu vzduchu. Zároveň prosklení fasády musí být nejvíce 40 % a musí být použité venkovní žaluzie. (Jokl, 2004)

### 3.9 Podzemní architektura

Zajímavým řešením je využití podzemí nebo různě svažitých terénů, kde je výhodou velmi podobná teplota v zimě i v létě. Oproti tomu velkou nevýhodou je nedostatek denního světla, který má negativní dopad na psychiku, výkonnost a únavu člověka. (Jokl, 2004) (Ukázka podzemní architektury viz obr. 6 a 7.)





*Obrázek 6: Podzemní vila ve Švýcarsku (Yoneda, 2014)*



*Obrázek 7: Ukázka podzemní architektury (Yoneda, 2014)*



### 3.10 Zelené střechy a zeleň

Střechy pokryté rostlinami přinášejí značné výhody z hlediska životního prostředí i tepelné pohody v budově. Zelené střechy totiž snižují tepelný tok zhruba na polovinu díky odpařování zachycené vody prostřednictvím listů rostlin a tím ochlazují a zvlhčují své okolí. Pokud je porost dostatečně vysoký, v zimě dokonce slouží jako zateplení. (dTest, 2020).

Zelené střechy můžou mít malý travnatý porost, porost s drobnými keři i velké stromy (viz obr. 8). Slouží pro obyvatele jako soukromá zahrada. Jakákoliv zeleň ve městech, například parky, fungují na podobném principu a ochlazují danou městskou část. Nevýhodou je, že vyžadují údržbu, musí se o ně někdo starat.



Obrázek 8: Zelená střecha na bytovém domě (Marečková, 2018)

## 4 Chladicí systémy

V posledních letech zaznamenáváme významný nárůst tepla v interiérech budov, který je daný jednak zvyšováním počtu IT zařízení (jako jsou tiskárny, počítače, kopírky atd.) a jednak globálními klimatickými změnami, neboť jsou v létě ve střední Evropě často dny, kdy teplota překročí 30 °C. Proto se hojně využívají různé chladicí systémy, aplikované často v klimatizacích. V současné době převažují chladicí systémy kompresorové a v menší míře se využívají systémy adiabatické, termoelektrické nebo akumulační. (Papež, 2007)

### 4.1 Adiabatické chlazení (vodní systémy)

Adiabatické chlazení využívá principu odpařování vody. Je to velmi efektivní způsob chlazení. Přiváděný vzduch není chlazen studenou vodou, ale velkým množstvím tepelné energie potřebné k odpaření vody. Využívá se tedy přeměny vody na vodní páru. (Colt International, s.r.o., nedatováno)

Je realizováno v tzv. sprchovací komoře, což je skříň, ve které je do proudu vzduchu rozprašována voda tryskami. Kapky, které se neodpaří, jsou následně zachycovány v tzv. eliminátoru kapek. Odtud stékají do nádrže, kde je voda opět nasávána čerpadlem atlačena zpět do trysek. Přívod nové vody je regulován pomocí plovákového ventilu umístěného v nádrži. (Papež, 2007)

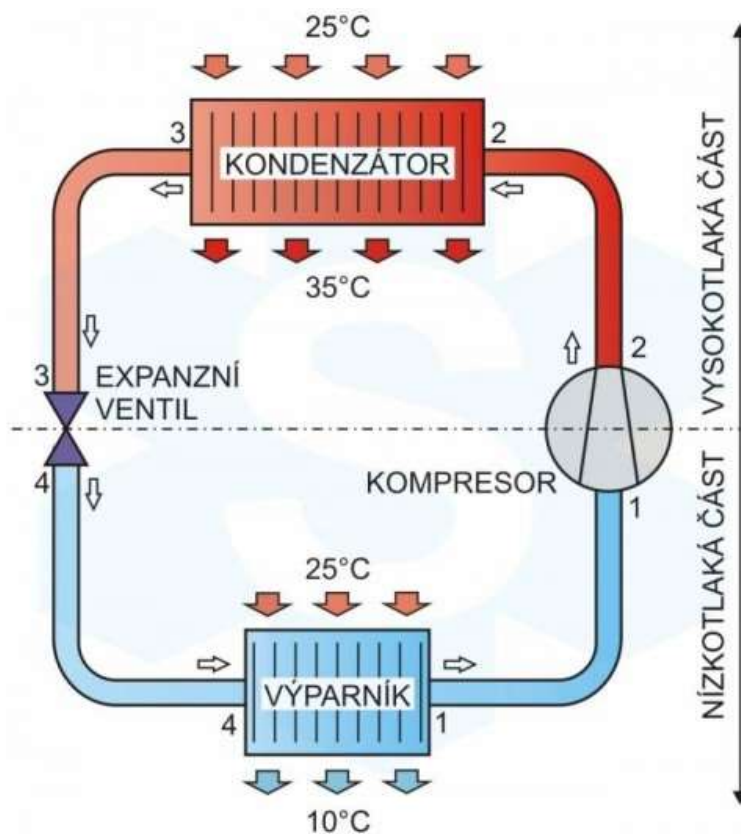
V případě, že by se adiabatický způsob chlazení měl využít i u mobilní klimatizační jednotky, musela by se pravidelně kontrolovat zásoba vody. (Papež, 2007)

Adiabatickým chlazením se vzduch chladí i čistí, zvláště od prашného aerosolu. Bohužel negativní dopad je zvyšování obsahu vodních par ve vzduchu, protože v létě je množství vodních par už tak dost vysoké. (Papež, 2007)

## 4.2 Kompresorové chlazení (chladivové systémy)

Kompresorové chlazení je nejrozšířenější systém chlazení v dnešní době založený na změně skupenství chladiva. (Více o chladivech viz. Kap. 5)

Na chladicím okruhu jsou čtyři základní prvky, jedná se o výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil (viz obr. 9). Chladicí látka je odpařována ve výparníku, v takzvaném evaporátoru, a při tom odebírá teplo z okolí. Tento jev způsobuje samotný chladicí efekt. Zde také vzniká vlivem podchlazení vzduchu pod rosný bod kondenzát, který se musí odvádět do kanalizace. Vzniklé páry se pomocí kompresoru následně stlačují na hodnotu tlaku, kdy je teplota nasycení par vyšší než teplota chladíče a následně se pak v kondenzátoru ochlazují a mění opět na kapalinu, protože kondenzátor odebírá energii chladivu. Dále před opětovným vstupem do výparníku prochází chladivo expanzním ventilem, který má na starost opětovné snížení jeho tlaku a teploty. Celý princip tedy funguje na neustálé přeměně vysokých tlaků za nízké, a je využitelný pro chlazení i vytápění. (Papež, 2007)



Obr. 1

Obrázek 9: Princip kompresorového chlazení (SCHIESSL s.r.o., nedatováno)

### 4.3 Akumulační chlazení

Akumulační chlazení využívá akumulace stavebních konstrukcí budovy. Na tomto principu funguje hybridní větrání. (viz kap. 3.8) (Papež, 2007)

### 4.4 Termoelektrické chlazení

Termoelektrické chlazení je založeno na Peltierově jevu, kdy díky změně směru toku elektrického proudu jsme schopni chladit nebo vytápět budovy. Zařízení je vyrobeno ze dvou různých kovů. Výhodou takových chladičů je nízká hmotnost a malé rozměry. Protože zařízení nepoužívá žádné chladicí médium, ale je založeno na elektrofyzikálním procesu, můžeme ho instalovat v libovolné poloze. Chladicí výkon dosahuje maximálně do 100 W, případě potřeby je však možnost instalace více jednotek za sebou. (Ledvinka, 2008)

## 5 Chladiva

Chladivo je kapalná látka využívaná u kompresorového chlazení, která proudí v chladicím okruhu. Pro konkrétní zařízení je vždy konkrétní typ chladiva a nemůže být zaměněn, protože celé zařízení je navrženo na základě daného chladiva.

Chladiva jsou kapalně látky, které se vypařují již za nízké teploty. Proto nemůže být použita jako chladivo obyčejná voda, protože ta se vypařuje až při teplotě 100 °C a proces by nefungoval. Chladiva zároveň nesmí být hořlavá nebo jedovatá, musí být bezpečná pro užívání i provoz pro obyvatele obytného objektu a nesmí mít negativní dopad na ovzduší. (Rubinová, 2004)

### 5.1 Historická chladiva

Jeden z nejstarších chladiv, čpavek, je hořlavý, jedovatý a zapáchá, proto se nepoužívá. Chladiva R12 a R22 obsahují chlor a jsou spojena se zmenšováním ozonové vrstvy ve stratosféře, proto jsou nyní zakázána. Snaha nahradit je za chladiva využívající halogenové uhlovodíky byla také neúspěšná, protože halogeny zvyšují skleníkový efekt. Často se nyní používá chladivo R410a, to je dvousložkové chladivo ze směsi z fluorovaných uhlovodíků. (Rubinová, 2004)

### 5.2 Ekologická chladiva

V dnešní době se společnost snaží co nejvíce snižovat emise oxidu uhličitého, a tak je kladen důraz na tzv. ekologická chladiva. Do roku 2025 v Evropě skončí používání jednotek využívající chladiva, která jsou nebezpečná pro globální oteplování nebo výrazně zvyšují tvorbu skleníkových plynů. Cestou by mohlo být ekologické chladivo R32, chemicky difluorometan, které má řadu výhod oproti předchozímu typu R410a. Mezi výhody patří lepší tepelná kapacita, a díky tomu ušetření chladicí látky, snižuje emise v porovnání s předchozí látkou až o 78 % a také se lépe recykluje a jeho chladicí výkon je až o 60 % vyšší. (Air - Matyáš, s.r.o., 2021)

## 6 Mobilní chladicí jednotky

Mobilní klimatizace je malá, přenosná, kompresorová jednotka pro chlazení a upravování vzduchu v místnosti (viz obr. 10). Celý chladicí okruh je pouze v jednom zařízení. Teplý vzduch se od jednotky musí odvádět hadicí v prostoru okna nebo zdi. Jednotky umožňují obvykle 3 režimy, aby bylo možné redukovat množství vzduchu. Pro snadnější manipulaci mají kolečka nebo úchytky. Jedná se o levné řešení, jednotka je umístěna přímo v místnosti na zemi a zapojena do běžné zásuvky. Nevýhodou je větší hlučnost a potřeba vyprazdňování kondenzátu. Předností této klimatizace je absence venkovní jednotky a možnost neustále měnit její polohu. (Tůma, 2007)



Obrázek 10: Mobilní klimatizační jednotka (REMKO CZECH s.r.o., nedatováno)

## 7 Okenní klimatizační jednotka

U okenní jednotky, stejně jako u mobilní, je chladicí okruh pouze v jednom zařízení (viz obr. 11). Není již však možno jednotku snadno přesouvat, neboť se instaluje do okna nebo do zdi a vzduch upravuje jen v jedné místnosti. Jednotka je hlučná. (Tůma, 2007) Možnost jejího použití je v bytových domech, ve kterých má být chlazena jen jedna požadovaná místnost, například obývací pokoj. Výhodou oproti mobilní klimatizaci je, že nezabírá místo v obytné místnosti. Na druhou stranu například v Praze je tato metoda prakticky nepoužitelná, protože oblasti podléhají památkově chráněným územím a většinou nejsou okenní jednotky dovolovány.



Obrázek 11: Okenní klimatizační jednotka (Lavatronik s.r.o., nedatováno)

## 8 Systémy split a multisplit

Systémy split jsou jedním z nejrozšířenějších typů lokálního kompresorového chlazení pro obytné budovy. Jedná se o systémy takzvaně vzduch-vzduch. Jsou vyráběny ve variantách split, kde je jedna venkovní a jedna vnitřní jednotka a také ve variantě multi-split, kde lze na jednu venkovní jednotku umístit několik vnitřních jednotek. U multi-split systémů lze nastavit na každé vnitřní jednotce jinou teplotu. Výhodou split systémů je možnost instalace bez rozsáhlých podhledů, a proto je možná instalace do stávajících bytů nebo rodinných domů, kde není centrální jednotka pro úpravy vzduchu a musí se větrat okny, ale z důvodu velkých teplot v létě je potřeba docílit ochlazení pobytových prostorů.

Obě klimatizační jednotky jsou navzájem propojeny tepelně izolovaným měděným potrubím pro přívod a odvod chladiva, běžně se jedná o průměry do 25 mm. Také jsou propojeny elektrickými kabely pro napájení a ovládání. Jednotky od sebe musí být ve vzdálenosti uvedené v katalogovém listu výrobce, běžně od 5 do 40 m. Vzniklý kondenzát z venkovní jednotky musí být odveden do kanalizace. Jednotky se ovládají dálkovým ovladačem. (Rubinová, 2004)

### 8.1 Venkovní jednotka

Venkovní jednotka se může připevnit na fasádu nebo umístit vedle fasády nebo na střechu na pevný podstavec (viz obr. 12). Její hmotnost dosahuje několik desítek kilogramů, a proto musí být správně instalována, aby nedošlo k jejímu zřícení a zranění osob. Obsahuje kondenzátor a kompresor, který je opatřen ventilátorem, a proto je venkovní jednotka velmi hlučná, kolem 55 dB. (Rubinová, 2004) Musí se zajistit dostatečná vzdálenost venkovní jednotky od sousedního pozemku, případně v bytové výstavbě od sousedního bytu, aby se sousedi neomezovali hlukem.





*Obrázek 12: Venkovní jednotka multi-split klimatizace, umístěná na podstavci vedle fasády (Levná montáž klimatizace, nedatováno)*

## 8.2 Vnitřní jednotka

Vnitřní jednotka se instaluje přímo do ochlazovaného pokoje a obsahuje výparník, expanzní ventil a ventilátor, který zabezpečuje proudění vzduchu a filtr pro pohlcení prachu a pachů. Vnitřní jednotka může být umístěna na stěně, pod stropem, pod parapetem nebo do podhledu. Moderní jednotky jsou velmi tiché, dosahují hlučnosti kolem 20-30 dB. (Rubinová, 2004)

### 8.2.1 Nástěnné vnitřní splitové jednotky

Nástěnné vnitřní jednotky mohou být zajímavým architektonickým prvkem. Jsou umísťovány ve výšce minimálně 2 metry od podlahy (viz obr. 13), proto se pod ně může pohodlně umístit například sedací souprava nebo psací stůl. Jsou ovládány dálkově.



Obrázek 13: Nástěnná vnitřní split jednotka (Levná montáž klimatizace, nedatováno)

### 8.2.2 Parapetní vnitřní splitové jednotky

Parapetní jednotky jsou umísťovány pod okno, ale mohou i na jiné místo na podlaze (viz obr. 14). Vzhledově vypadají jako obyčejný radiátor a mohou být ovládány dálkově i manuálně.



Obrázek 14: Parapetní vnitřní splitová jednotka (Daikin, nedatováno)

### 8.2.3 Podstropní vnitřní splitové jednotky

Jednotky umístěné přímo pod stropem (viz obr. 15) výrazně šetří plochu místnosti. Vizualně jsou velmi podobné nástěnným jednotkám a mají opět dálkové ovládání.



Obrázek 15: Podstropní vnitřní split jednotka (NejŘemeslníci, nedatováno)

### 8.2.4 Kazetové vnitřní splitové jednotky

Kazeta je zabudovaná ve stropě v podhledu a je vidět pouze její spodní část (viz obr. 16). Nevýhodou je nutnost podhledu, v rezidenčním bydlení není proto tolik využívána.



Obrázek 16: Kazetová vnitřní splitová jednotka (Levná montáž klimatizace, nedatováno)

### 8.3 Schéma zapojení split a multi-split systémů



Obrázek 17: Schéma zapojení split systémů (M Klima s.r.o., nedatováno)

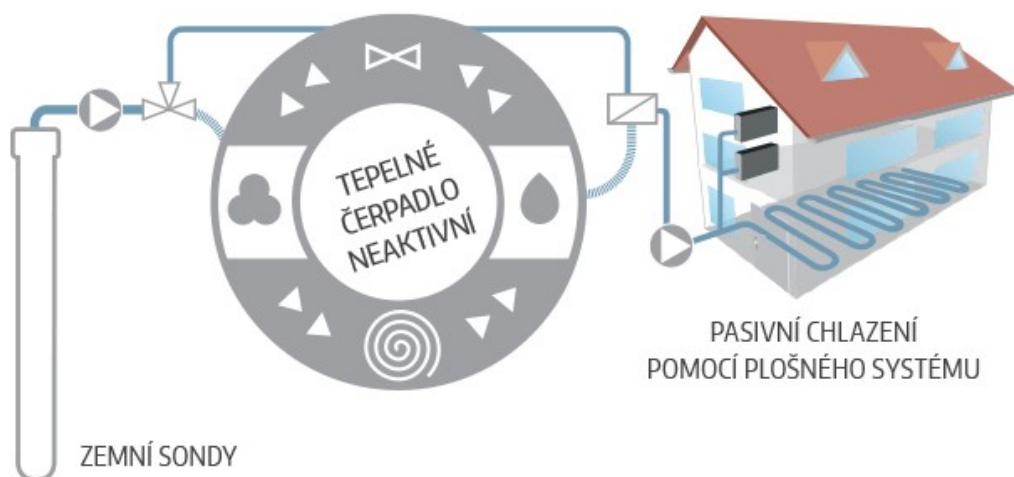
## 9 Chlazení pomocí tepelného čerpadla

Velké množství domácností řeší vytápění v rodinném domě pomocí tepelného čerpadla. Jsou to čerpadla země-voda nebo vzduch-voda, která se dají využít i pro chlazení. Ideální je, když se dopředu počítá s tím, že se bude pomocí tepelného čerpadla i chladit, protože na režim chlazení musí být čerpadlo již navrženo. Dodatečná úprava pouze z vytápěcího režimu na chlazení může být nákladnější, než kdyby se s tím uvažovalo již v prvotní fázi. (Alpha innotec, 2015)

Tepelné čerpadlo se sestává z venkovní části, kterou je již zmíněný vrt, kolektor nebo vzduchová jednotka, a z vnitřní části, která je umístěna v technické místnosti. Vnitřní část je opatřena zásobníkem pro studenou vodu, odkud je voda dále distribuována do objektu, a tím je dosaženo efektu chlazení pomocí velkoplošných soustav nebo fan-coilů.

## 9.1 Pasivní chlazení

Režim pasivního chlazení je méně efektivní než aktivní režim, ale je to energeticky úspornější řešení. Vhodné je tepelné čerpadlo se zemním vrtem (viz obr. 18), protože má dostatečný teplotní spád. Tepelné čerpadlo vzduch-voda není možné použít. Tepelné čerpadlo neběží naplno, ale pomocí tepelného výměníku se teplo z chladicího systému domu přenáší přímo do země. Tepelné čerpadlo musí být navrženo přímo na chlazení, aby nedošlo k vyčerpání chladicí kapacity. Je možnost kombinovat s aktivním chlazením. Teplota kapaliny se pohybuje nad teplotou rosného bodu vzduchu v místnosti, většinou zhruba okolo 18-20 °C. (Master Therm tepelná čerpadla s.r.o, 2020)



Obrázek 18: Schéma pasivního chlazení (Alpha innotec, 2015)

### 9.1.1 Koncové prvky – velkoplošná chladicí soustava

Z důvodu vyšší teploty kapaliny musíme využít velkoplošné chlazení pomocí potrubních rozvodů, případně se dají využít i kapilární rohože. Systém můžeme navrhnout podlahový, stěnový nebo stropní (viz obr. 19). (Alpha innotec, 2015). Pro realizaci podlahového chlazení se musí udělat vyšší skladba podlahy, pro stěnové musí být daná stěna volná a nezastavěná skříněmi, protože potom by nebylo chlazení tak účinné. Co se týče stropního chlazení, v objektu se musí instalovat jednoduché podhledy, které snižují světlou výšku místnosti. Velkou výhodou je, že se jedná o velmi tichý režim, neboť chladicí voda v ploše neprodukuje žádný hluk.



Obrázek 19: Stropní chlazení (ALPHATEC comfort systems s.r.o., 2015)

## 9.2 Aktivní chlazení

Aktivní chlazení lze pomocí tepelného čerpadla vzduch-voda i země-voda. Je to v podstatě reverzibilní tepelné čerpadlo pro vytápění. Teplota kapalin je pod teplotou rosného bodu vzduchu v místnosti, a proto se musí řešit odvod kondenzátu a musí být parotěsná izolaci veškerých rozvodů. (Alpha innotec, 2015)

### 9.2.1 Koncové prvky – konvektory (fan-coily)

Protože aktivní chlazení dokáže chladit teplotou i kolem 10 °C, vhodným distribučním elementem jsou konvektory. Nelze využít velkoplošné systémy jako u pasivního chlazení. Nevýhodou chlazení studenou vodou pod teplotou rosného bodu je bohužel nutnost odvodu kondenzátu od každého distribučního elementu do kanalizace. Jedná se o obdobné prvky, jako jsou vnitřní jednotky u split systémů (nástěnné, podstropní, parapetní, kazetové), ale využívají jako teplotonosné médium vodu, nikoliv chladivo. (Master Therm tepelná čerpadla s.r.o, 2020)

## 10 Centrální větrací jednotky v obytných budovách

V posledních letech se často pro větrání využívají centrální větrací jednotky (viz obr. 21), které fungují na principu rovnotlakého řízeného větrání. V letních měsících pro potřeby chlazení lze tyto jednotky opatřit výměníkem pro produkci chladu, nebo je napojit přímo na tepelné čerpadlo.

Jedná se tedy o komplexní systém, kterým lze větrat i chladit v obytné budově. Pro přiváděný vzduch lze nastavit požadovanou teplotu dle výběru obyvatele objektu. Chlazení je účinnější než u využití split systémů, protože není potřeba větrat okny, kudy se v létě teplý vzduch dostane zpět do objektu a musí se znovu ochladit.

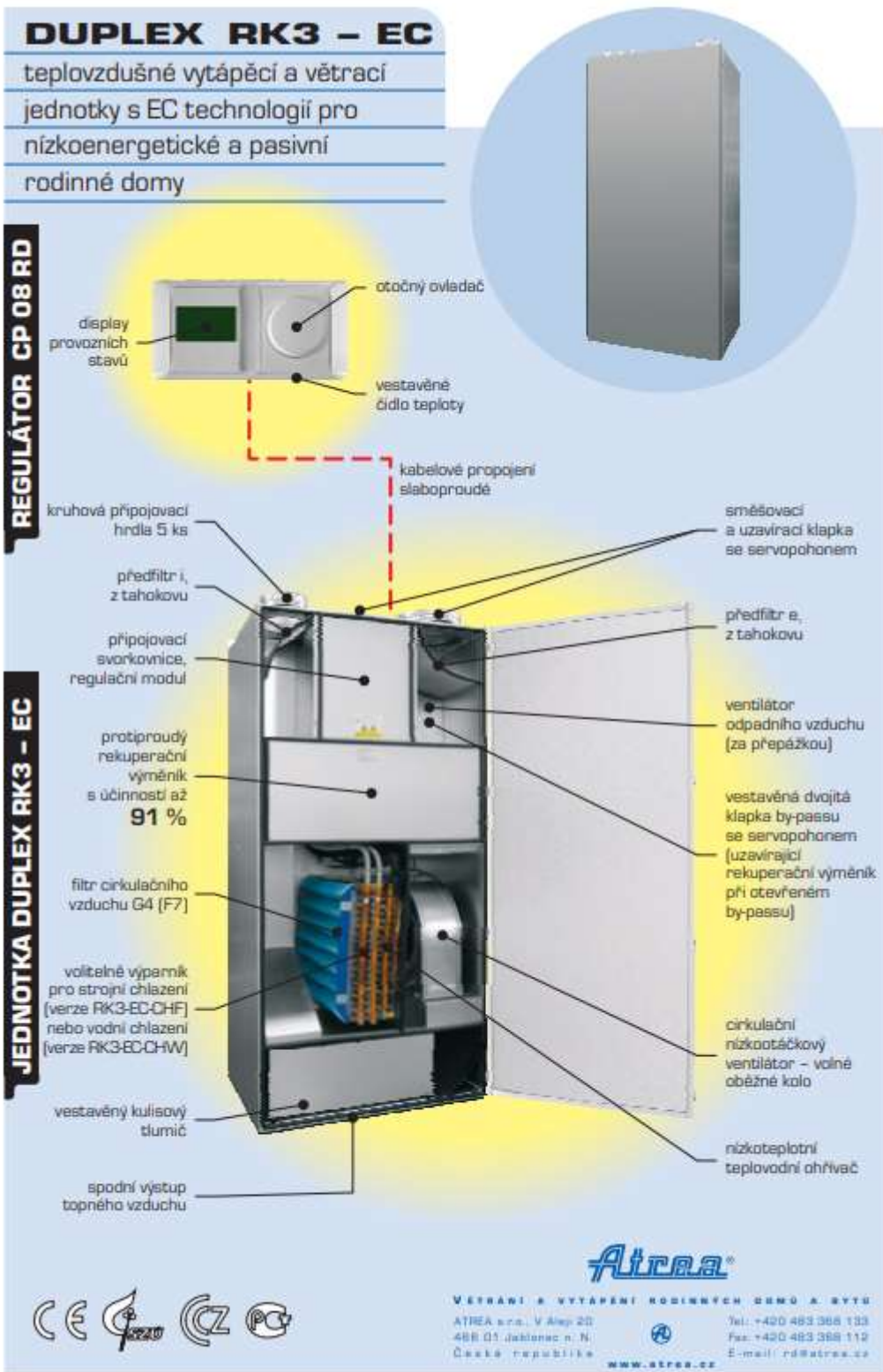
### 10.1 Distribuce chladného vzduchu

Chladný vzduch se od jednotky distribuuje pomocí kulatého pozinkovaného potrubí SPIRO, flexibilních kulatých hadic nebo hranatého potrubí do jednotlivých místností. V daných místnostech je následně chladný vzduch vyfukován pomocí talířových ventilů (viz obr. 20), anemostatů nebo mřížek.



Obrázek 20: Talířový ventil PDVS pro přívod vzduchu (Multivac, nedatováno)





Obrázek 21: Ukázka technického listu jednotky DUPLEX RK - EC s chladičovým výparníkem



## 11 Závěry

Z této studie plyne, že pro každý typ objektu je vhodné jiné řešení a je třeba také brát v potaz ekonomické hledisko návrhu, lokalitu i vliv na životní prostředí.

V rodinných domech a bytech se používají multi-split systémy, ve kterých se může v každé místnosti nastavit požadovaná teplota. V malých bytech 1+1 nebo 1+kk se využívají spíše split systémy, protože stačí vychladit jen jednu místnost.

Nejjednodušší a nejlevnější způsob pasivního chlazení je instalace venkovních nebo vnitřních žaluzií do oken nebo provedení různých druhů markýz.

## 12 Bibliografie

- Air - Matyáš, s.r.o. (2021). <https://air-matyas.cz>. [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z <https://air-matyas.cz>: <https://air-matyas.cz/nove-chladivo-r32>
- Alpha innotec. (7. září 2015). [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz): <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13170-modifikace-stavajicich-systemu-s-tepelnymi-cerpadly-potrebne-pro-provoz-chlazení>
- ALPHATEC comfort systems s.r.o. (27. červenec 2015). [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz): <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13026-tepelna-cerpadla-se-systemy-plosneho-vytapani-a-chlazení>
- ATREA s.r.o. (nedatováno). [www.atrea.cz](http://www.atrea.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.atrea.cz](http://www.atrea.cz): <https://www.atrea.cz/cz/358.jednotka-duplex-rk3-ec-1200-500-doplneni-nabidkove-rady-treti-generace-teplovzdušnych-jednotek>
- Blueteam. (nedatováno). [www.blueteam.cz](http://www.blueteam.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.blueteam.cz](http://www.blueteam.cz): <http://www.blueteam.cz/klimatizace-a-chlazení/historie-klimatizace.html>
- Colt International, s.r.o. (nedatováno). [www.coltinfo.cz](http://www.coltinfo.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.coltinfo.cz](http://www.coltinfo.cz): <https://www.coltinfo.cz/adiabaticke-chlazení-zvlhčovani-chlazení-prumyslovych-hal-system-co-je-adiabaticke-chlazení.html>
- Daikin. (nedatováno). [www.daikin.cz](http://www.daikin.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.daikin.cz](http://www.daikin.cz): [https://www.daikin.cz/cs\\_cz/skupiny-vyroby/klimatizace/perfera.html](https://www.daikin.cz/cs_cz/skupiny-vyroby/klimatizace/perfera.html)
- Doc. Ing. Karel Papež, C. a. (2007). *Energetické a ekologické systémy budov 2*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Nakladatelství ČVUT. ISBN: 978-80-01-03622-8
- dTest. (leden 2020). [www.dtest.cz](http://www.dtest.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.dtest.cz](http://www.dtest.cz): <https://www.dtest.cz/clanek-7821/zelene-strechy-a-fasady>

- Ing. Olga Rubinová, Ph.D., Ing. Aleš Rubina (2004). *Klimatizace a větrání*. Šlapanice: Vydavatelství ERA. ISBN: 80-86517-30-6
- Ing. Zbyněk Ledvinka, R. C. (listopad 2008). [www.odbornecasopisy.cz](http://www.odbornecasopisy.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.odbornecasopisy.cz](http://www.odbornecasopisy.cz): <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/chladici-jednotky-peltier-s-vynikajici-ucinnosti--11515>
- Klimasvět. (19. leden 2021). [www.klimasvet.cz](http://www.klimasvet.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.klimasvet.cz](http://www.klimasvet.cz): <https://www.klimasvet.cz/clanky/historie-klimatizaci-ty-prvni-si-mohl-dovolit-malokdo/>
- Lavatron s.r.o. (nedatováno). [www.vzdusin.cz](http://www.vzdusin.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.vzdusin.cz](http://www.vzdusin.cz): <https://www.vzdusin.cz/okenni-klimatizace-sinclair-asw-12bi>
- Lester, P. (20. Červenec 2015). [www.energy.gov](http://www.energy.gov). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.energy.gov](http://www.energy.gov): <https://www.energy.gov/articles/history-air-conditioning>
- Levná montáž klimatizace. (nedatováno). [www.levna-klimatizace.cz](http://www.levna-klimatizace.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.levna-klimatizace.cz](http://www.levna-klimatizace.cz): <http://www.levna-klimatizace.cz/multi-split-klimatizace/>
- M Klima s.r.o. (nedatováno). [www.m-klima.cz](http://www.m-klima.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.m-klima.cz](http://www.m-klima.cz): <https://www.m-klima.cz/klimatizace/klimatizace-toshiba/>
- Marečková, M. (8. srpen 2018). [www.ihned.cz](http://www.ihned.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.ihned.cz](http://www.ihned.cz): <https://archiv.ihned.cz/c1-66211830-bytove-domy-jako-ostrovy-zelene-mohou-ulevit-rozpalenym-mestum-prvni-vznikaji-v-praze>
- Master Therm tepelná čerpadla s.r.o. (10. listopad 2020). [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz): <https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/21419-chlazen-domu-tepelnym-cerpadlem-je-setrnejsi-nez-klimatizace>
- Multivac. (nedatováno). [www.multivac.cz](http://www.multivac.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.multivac.cz](http://www.multivac.cz): <https://www.multivac.cz/produkty/pdvs>

- NejŘemeslníci. (nedatováno). [www.nejremeslnici.cz](http://www.nejremeslnici.cz). [online], [cit. 2021-04-15]  
Načteno z [www.nejremeslnici.cz](http://www.nejremeslnici.cz): <https://www.nejremeslnici.cz/fotka/767758-dodani-a-montaz-klimatizace>
- Prof. Ing. Karel Kabele, C. (2002). *Modelování a simulace energetického chování budov. Disertační práce*. Praha: ČVUT.
- Prof. Ing. Miroslav V. Jokl, D. (2004). *Přirozená klimatizace*. Šlapanice: Vydavatelství ERA. ISBN: 8086517-84-5
- REMKO CZECH s.r.o. (nedatováno). [www.remko.cz](http://www.remko.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.remko.cz](http://www.remko.cz): <https://www.remko.cz/mobilni-klimatizace-skm-340>
- SAMEZALUZIE.CZ s.r.o. (nedatováno). [www.samezaluzie.c](http://www.samezaluzie.c). [online], [cit. 2021-04-15]  
Načteno z [www.samezaluzie.c](http://www.samezaluzie.c):  
<https://www.samezaluzie.cz/venkovni/venkovni-zaluzie/>
- SCHIESSL s.r.o. (nedatováno). [www.schiessl.cz](http://www.schiessl.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.schiessl.cz](http://www.schiessl.cz): <https://www.schiessl.cz/stranka-chladici-okruh-princip-funkce-118>
- Stínící technika Kozák. (nedatováno). [www.stinicitechnika-kozak.cz](http://www.stinicitechnika-kozak.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.stinicitechnika-kozak.cz](http://www.stinicitechnika-kozak.cz): <https://stinicitechnika-kozak.cz/podkategorie/kazetove-markyzy>
- Tůma, I. J. (2007). *Domácí klimatizace a čističky vzduchu*. Brno: Vydavatelství ERA. ISBN: 978-807366-081-9
- Urban, M. (duben 2014). [www.tzb.fsv.cvut.cz](http://www.tzb.fsv.cvut.cz). [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z [www.tzb.fsv.cvut.cz](http://www.tzb.fsv.cvut.cz):  
[http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/bue/bue\\_ozeb\\_chlazení.pdf](http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/bue/bue_ozeb_chlazení.pdf)
- Yoneda, Y. (23. srpen 2014). <https://inhabitat.com>. [online], [cit. 2021-04-15] Načteno z <https://inhabitat.com>: <https://inhabitat.com/a-luxury-swiss-villa-nestled-beneath-the-earth/underground-home-vals-switzerland-mountain-house-17/>

## 13 Seznam obrázků

Obrázek 1: Optimální orientace budovy s ohledem na minimální tepelné zisky, vlevo správná varianta .....	11
Obrázek 2: Schéma energetické fasády (Kabele 2002), vlevo zimní, vpravo letní provoz .....	13
Obrázek 3: Markýza na RD (Stínící technika Kozák, nedatováno) .....	14
Obrázek 4: Venkovní žaluzie na bytovém domě (SAMEZALUZIE.CZ s.r.o., nedatováno)	14
Obrázek 5: Stínění slunečního záření vhodným tvarem budovy, (Prof. Ing. Miroslav V. Jokl, 2004) .....	15
Obrázek 6: Podzemní vila ve Švýcarsku (Yoneda, 2014).....	16
Obrázek 7: Ukázka podzemní architektury (Yoneda, 2014) .....	16
Obrázek 8: Zelená střecha na bytovém domě (Marečková, 2018).....	17
Obrázek 9: Princip kompresorového chlazení (SCHIESSL s.r.o., nedatováno).....	19
Obrázek 10: Mobilní klimatizační jednotka (REMKO CZECH s.r.o., nedatováno).....	22
Obrázek 11: Okenní klimatizační jednotka (Lavatronik s.r.o., nedatováno) .....	23
Obrázek 12: Venkovní jednotka multi-split klimatizace, umístěná na podstavci vedle fasády (Levná montáž klimatizace, nedatováno) .....	25
Obrázek 13: Nástěnná vnitřní split jednotka (Levná montáž klimatizace, nedatováno)	26
Obrázek 14: Parapetní vnitřní splitová jednotka (Daikin, nedatováno) .....	26
Obrázek 15: Podstropní vnitřní split jednotka (NejŘemeslníci, nedatováno) .....	27
Obrázek 16: Kazetová vnitřní splitová jednotka (Levná montáž klimatizace, nedatováno) .....	27
Obrázek 17: Schéma zapojení split systémů (M Klima s.r.o., nedatováno) .....	28
Obrázek 18: Schéma pasivního chlazení (Alpha innotec, 2015).....	29
Obrázek 19: Stropní chlazení (ALPHATEC comfort systems s.r.o., 2015).....	30
Obrázek 20: Talířový ventil PDVS pro přívod vzduchu (Multivac, nedatováno).....	31
Obrázek 21: Ukázka technického listu jednotky DUPLEX RK - EC s chladičovým výparníkem .....	32