

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**NÁVRH VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU  
S OHLEDEM NA JEHO ENVIRONMENTÁLNÍ  
DOPADY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vypracoval:

Bc. Michael Šnajdr

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2023/2024

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Šnajdr Jméno: Michael Osobní číslo: 477218  
Zadávající katedra: K125 Katedra technických zařízení budov  
Studijní program: Budovy a prostředí  
Studijní obor/specializace: Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Návrh vytápění bytového domu s ohledem na jeho environmentální dopady  
Název diplomové práce anglicky: Heating design of a residential building with regard to its environmental impacts

Pokyny pro vypracování:  
Projekt vytápění zadané budovy.

Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh trasy soustavy vytápění, návrh dimenzí rozvodů, řešení hydrauliky rozvodů, základní energetické výpočty.  
Výkresová část - půdorysy, svislý řez, řešení technické místnosti

Studie na téma: Environmentální hodnocení systémů TZB

Seznam doporučené literatury:

Modeste Kameni Nematchoua: Analysis of environmental impacts and costs of a residential building over its entire life cycle to achieve nearly zero energy and low emission objectives, Journal of Cleaner Production, Volume 373, 2022, 133834, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133834>.

Kabele, Karel : TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7

Bašta, Jiří: Hydraulika a řízení otopných soustav. ČVUT 2003. ISBN 80-01-02808-9.

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 2.10.2023

Termín odevzdání DP v IS KOS: 8.1.2024

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a odborných konzultací.

V Praze dne

.....

Bc. Michael Šnajdr

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu, trpělivost, věnovaný čas a pomoc při zpracování mé diplomové práce.

## **Anotace**

Obsahem této diplomové práce je studie o environmentálním hodnocení systémů TZB. Studie konkrétně popisuje jejich vliv na životní prostředí z hlediska jejich provozní spotřeby energií a environmentálního dopadu výrobků. V praktické části diplomové práce je předmětem zpracování návrhu vytápění pro bytový dům s devíti byty, který zahrnuje výpočet tepelných ztrát místností bytů, návrh otopných ploch, výpočet hydrauliky a návrh zdroje tepla včetně dalších potřebných částí systému vytápění. V rámci projektu je dále zpracována technická zpráva a výkresová dokumentace, kde jsou zahrnuty půdorysy jednotlivých pater, schéma zapojení, řešení technické místnosti, svislý řez a schéma rozmístění zemních vrtů pro tepelné čerpadlo.

## **Klíčová slova**

bytový dům, vytápění, tepelné čerpadlo, tepelné ztráty, zdroje energie, životní prostředí, globální oteplování, systémy TZB

## **Annotation**

The content of this diploma thesis is a study on the environmental assessment of HVAC systems. The study specifically describes their environmental impact in terms of energy consumption during operation and the environmental impact of the products. The practical part of the diploma thesis deals with the design of the heating system for a residential building with nine apartments, which includes the calculation of heat losses of the rooms in the apartments, the design of heating surfaces, the calculation of hydraulics and the design of the heat source, including other necessary parts of the heating system. The project also includes a technical report and drawing documentation, which includes floor plans of each floor, wiring diagram, technical room layout, vertical section and layout diagram of the ground boreholes for the heat pump.

## **Keywords**

apartment building, heating, heat pump, heat losses, energy sources, environment, climate change, HVAC systems

## **Obsah diplomové práce**

- Studie – Environmentální hodnocení systémů TZB
- Projekt – Návrh vytápění bytového domu
  - Technická zpráva
  - Příloha 1: Výpočty, technické listy
  - Příloha 2: Výkresová část

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU  
S OHLEDEM NA JEHO ENVIRONMENTÁLNÍ  
DOPADY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
**STUDIE**

Vypracoval:

Bc. Michael Šnajdr

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2023/2024

# Obsah

Úvod .....	9
<b>Studie</b> .....	11
1    Problematika globálního oteplování .....	11
1.1    Terminologie .....	11
1.2    Hlavní důvody globálního oteplování .....	11
1.3    Hlavní důsledky globálního oteplování .....	12
1.4    Organizace pro ochranu životního prostředí .....	12
1.5    Konference OSN o změně klimatu (COP) .....	13
1.5.1    Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC) .....	13
1.5.2    Kjótský protokol .....	14
1.5.3    Pařížská dohoda .....	14
1.6    Klimatická politika EU .....	15
1.6.1    Emisní povolenky .....	15
1.6.2    Zelená dohoda pro Evropu.....	16
1.6.3    Klimatický zákon a Fit for 55 .....	16
2    Vliv stavebnictví a systémů TZB.....	18
2.1    Energetická náročnost budov .....	18
2.1.1    Průkaz energetické náročnosti .....	19
2.2    Systémy TZB .....	20
2.2.1    Vytápění.....	21
2.2.2    Chlazení .....	22
2.2.3    Větrání .....	23
2.2.4    Příprava teplé vody .....	24
2.2.5    Osvětlení .....	24
2.3    Zdroje energie .....	25
2.3.1    Neobnovitelné zdroje.....	26
2.3.2    Obnovitelné zdroje.....	27
3    Posuzování enviromentálního dopadu výrobků.....	28
3.1    LCA.....	28
3.2    Certifikační systémy.....	29
3.2.1    BREEAM.....	29
3.2.2    LEED .....	30



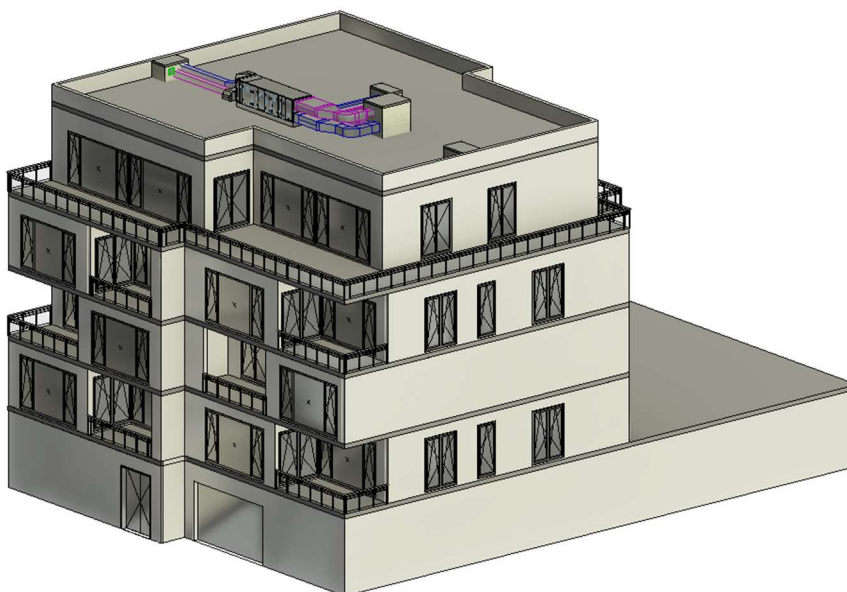
3.2.3	SBToolCZ.....	30
4	Kvalita systémů TZB.....	31
4.1	Commissioning .....	31
5	Závěr .....	32
6	Literatura a použité zdroje .....	33
7	Seznam obrázků.....	37
8	Seznam tabulek .....	37

# Úvod

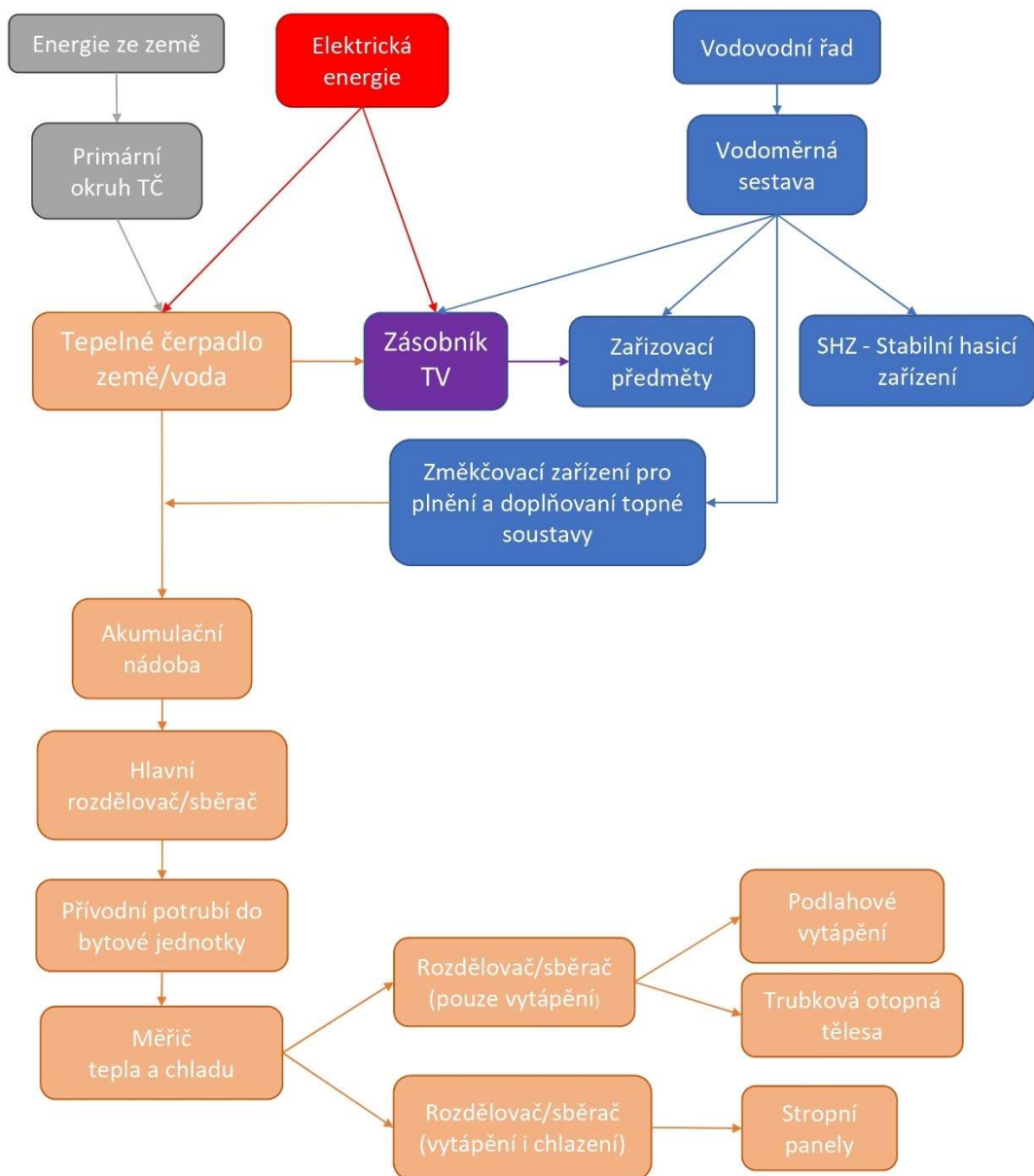
Tato diplomová práce je rozdělena celkem do dvou částí – teoretické a praktické.

V první teoretické části je předmětem studie na téma Environmetální hodnocení systémů TZB. Studie popisuje problematiku globálního oteplování a s ní spojenou snahu o úsporu provozních a výrobních energií v rámci systémů TZB.

V druhé praktické části je cílem navržení systému vytápění pro novostavbu bytového domu. Budova se nachází v Praze, má 1 podzemní podlaží, kde se nachází společné garáže pro 16 osobních automobilů, vstupní chodba, technické místnosti, kočárkárna a garáže. Toto podlaží se postupně skrývá v terénu a v zadní části, kde přesahuje přes půdorys vyšších pater, je zcela zakryto zeminou. Následují 4 nadzemní podlaží. V prvním a třetím patře jsou 2 byty, v druhém 4 menší a v posledním nejvyšším podlaží je 1 byt. Dohromady se tedy v budově nachází 9 bytových jednotek. Počet lidí v domě je odhadován na 31 osob. Celým domem pak prochází společné prostory schodiště a výtah. Obsahem projektu je výpočet tepelných ztrát objektu, navržení otopných prvků, specifikace zdroje tepla, navržení tras potrubí a vyhotovení výkresové dokumentace. Součástí je i technická zpráva a technické listy použitých výrobků a zařízení. Záměrem navrženého zdroje tepla a otopné soustavy není jen funkce vytápění, ale měla by sloužit i v letních měsících pro účel chlazení. Proto jsou v projektu odpovídajícím způsobem navrženy koncové a regulační prvky, izolace a zdroj tepla (chlada). Projekt chlazení však není předmětem této práce.



*Obr. 1: Řešený bytový dům (vizualizace Revit)*



Obr. 2: Koncept vytápění a přípravy TV

# Studie

## 1 Problematika globálního oteplování

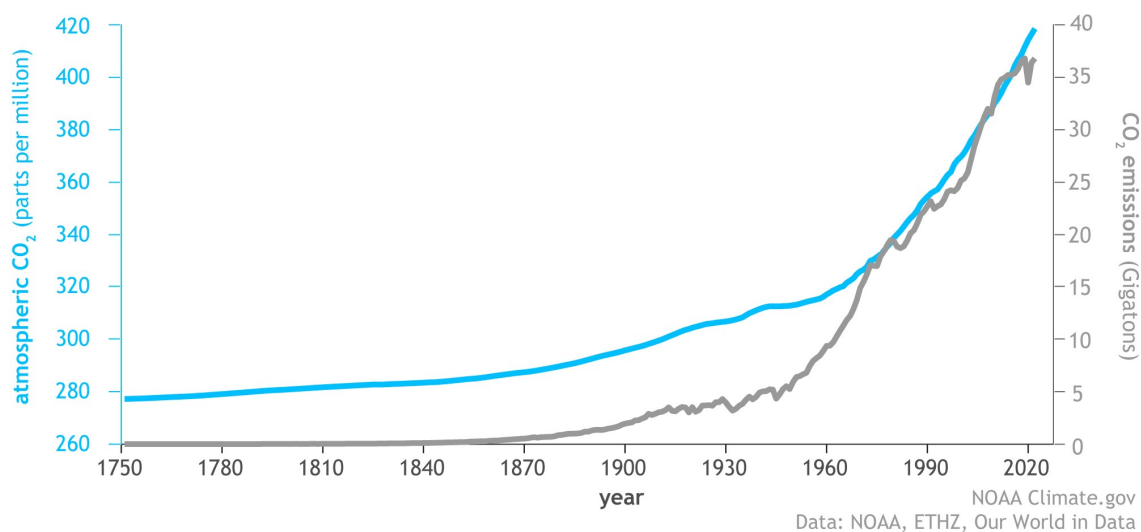
### 1.1 Terminologie

V 70. letech minulého století se na světě začalo mluvit o důležitosti ochrany životního prostředí. Mezi vědci se prvně objevovaly termíny jako *neúmyslná změna klimatu*, v 80. letech pak *globální oteplování* a *změna klimatu* [1]. Termín globální oteplování se stal populárním po roce 1988, kdy jej použil klimatolog NASA James Hansen během projevu v Senátu USA [2]. Po roce 2007 se i mezi politiky začal používat termín *klimatická krize* [3], ze kterého je více cítit závažnost celého problému. Jednoho dne se totiž dostaneme do bodu, kdy už nebude možné nic dělat.

### 1.2 Hlavní důvody globálního oteplování

Globální oteplování je způsobeno především spalováním fosilních paliv, nadměrným odlesňováním, špatnými zemědělskými postupy a velkou průmyslovou produkcí. Výsledkem je zvyšování koncentrací takzvaných skleníkových plynů, mezi které se řadí například oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), methan ( $\text{CH}_4$ ), oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ) nebo vodní pára ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Vodní pára je sice nejvýznamnějším skleníkovým plynem, ale není příčinou globálního oteplování. Koncentrace vodní páry v atmosféře se zvyšují s oteplováním, které je způsobené ostatními plyny.

Global atmospheric carbon dioxide compared to annual emissions (1751-2022)



Obr. 3: Graf množství  $\text{CO}_2$  v atmosféře (modrá) a lidské produkce  $\text{CO}_2$  (šedá) [4]

### **1.3 Hlavní důsledky globálního oteplování**

Rostoucí teplota způsobuje změnu klimatu. Můžeme například pozorovat zvyšující se počet vln veder a delší období sucha, která pak zapříčiňují rozsáhlé požáry nejen v lesních porostech. Dalším projevem extrémních projevů počasí jsou silnější bouře (supercely, derecha) s nebezpečnými jevy jako extrémní úhrny srážek během krátké doby, kroupy anebo i tornáda. V jiných částech světa dochází k rozšiřování pouští, vyšší teplota moří a oceánů způsobuje vymírání korálových útesů, navíc jejich hladina postupně stoupá z důvodu tajících ledovců. Všechny tyto změny pak ohrožují celou populaci na světě. Kupříkladu že lidé ztratí vlastní domovy nebo budou nuceni emigrovat jinam, jelikož si v daném místě nedokáží obstarat pitnou vodu a potravu. Důsledků je ale mnohem více.

### **1.4 Organizace pro ochranu životního prostředí**

Problematika ochrany životního prostředí iniciovala vznik velkého počtu organizací včetně mezinárodních, např. Greenpeace, Mezivládní panel pro změnu klimatu (The Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) nebo Program Organizace spojených národů pro životní prostředí (United Nations Environment Programme – UNEP).

Poslední zmíněná organizace má za úkol zejména podporovat mezinárodní spolupráci v oblasti životního prostředí, koordinovat environmentální programy OSN, sledovat stav životního prostředí, podporovat výzkum, výměnu a šíření informací a navrhnout globální i regionální řešení environmentálních problémů [5].

Mezivládní panel pro změnu klimatu byl založen v roce 1988 z iniciace Generálního shromáždění OSN, Světovou meteorologickou organizací (WMO) a UNEP [6]. Jedná se o seskupení vědců z celého světa. Hlavním posláním je objektivní hodnocení problému změny klimatu. Výstupem jsou pravidelné hodnotící zprávy shrnující poznatky z klimatologie, popřípadě zprávy specializované ke konkrétním problémům. Tyto zprávy jsou hlavním vstupem do mezinárodních jednání o změnách klimatu. Jsou podrobným výtahem a recenzováním publikovaných vědeckých výzkumů a slouží především vládám a politikům pro správné porozumění. IPCC tedy neprovádí svůj vlastní výzkum [7].

## **1.5 Konference OSN o změně klimatu (COP)**

Jedná se formální zasedání smluvních stran Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC). Jednotlivé konference mají označení COP1, COP2 atd. Zkratka je odvozena z anglického spojení Conference of Parties a konají se každý rok od roku 1995.

### **1.5.1 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC)**

Úmluva začala platit roku 1994 a platí dodnes. Státy, které se dohody účastní, souhlasí s nutností řešit klimatické změny, zároveň mají povinnost zaznamenávat své emise a účastnit se konferencí. Úmluva je základním dokumentem, který je v rámci COP rozšiřován o další dokumenty, jako je např. Kjótský protokol nebo Pařížská dohoda.

Základní principy úmluvy [8]:

- Princip mezigenerační spravedlnosti – ekonomický rozvoj nesmí ohrožovat současný klimatický systém, musí být zachován i pro budoucí generace (tj. trvale udržitelný rozvoj).
- Princip společné, ale diferencované odpovědnosti – rozvinuté země jsou hlavními viníky za rostoucí koncentrace skleníkových plynů, zároveň mají pomáhat rozvojovým zemím s následky globálního oteplování.
- Princip předběžné opatrnosti – neodkládat preventivní opatření, nečekat až budou všechny důsledky změn klimatu plně popsány.
- Princip chránit nejzranitelnější části planety – chránit zejména země, které jsou z hospodářského vývoje nebo geografického umístění náchylnější ke změnám klimatu.

### 1.5.2 Kjótský protokol

Kjótský protokol byl přijat roku 1997, avšak v platnost přišel až 7 let poté v únoru roku 2005. Jedná se o mezinárodní smlouvu k UNFCCC, kde se průmyslové země zavázaly ke snížení emisí skleníkových plynů o 5,2 % do konce prvního kontrolního období (2008–2012). Stav se srovnával s rokem 1990. Sledovanými plyny byl oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), methan (CH<sub>4</sub>), oxid dusný (N<sub>2</sub>O), hydrogenované fluorovodíky (HFC), polyfluorovodíky (PFC) a fluorid sírový (SF<sub>6</sub>).

V dodatku z prosince 2012 bylo dohodnuto pokračování Kjótského protokolu. Druhé kontrolní období bylo určeno od roku 2013 do roku 2020. Cílem bylo snížit emise o 18 % oproti roku 1990. Mezi sledované plyny navíc přibyl fluorid dusitý (NF<sub>3</sub>). Ke druhému kontrolnímu období se přidala jen část zemí, navíc dokument nebyl závazný pro rozvojové země a rozvíjející se ekonomiky (např. Čína a Indie). Kjótský protokol po roce 2020 nahradila tzv. Pařížská dohoda [9].

### 1.5.3 Pařížská dohoda

Pařížská dohoda byla přijata v prosinci 2015 smluvními stranami UNFCCC a v platnost vstoupila v listopadu 2016. Dohoda má za cíl zvýšit schopnost adaptace a posílit odolnost vůči nepříznivým dopadům změn klimatu, posílit nízkoemisní rozvoj, který neohrozí produkci potravin a sladit finanční toky s tímto nízkoemisním rozvojem. Dalším významným cílem je udržet nárůst průměrné globální teploty pod 2 °C (ideálně pod 1,5 °C) vůči době před průmyslovou revolucí. To znamená dramaticky omezit emise skleníkových plynů. Do roku 2030 by se měly emise snížit přibližně o 50 % oproti roku 1990, do poloviny 21. století dosáhnout nulových koncentrací CO<sub>2</sub> a po polovině století dosáhnout nulových koncentrací všech skleníkových plynů.

Oproti Kjótskému protokolu se Pařížská dohoda týká i rozvojových zemí. Každý členský stát se zavazuje k dodržování tzv. národních závazků (Nationally Determined Contributions – NDCs). Země si je stanovují samy. Záleží na nich, jakými způsoby přispějí k dosažení cílů Pařížské dohody. Každých pět let mají státy povinnost stanovovat nové ambicióznější závazky a informovat o jejich naplňování [10].

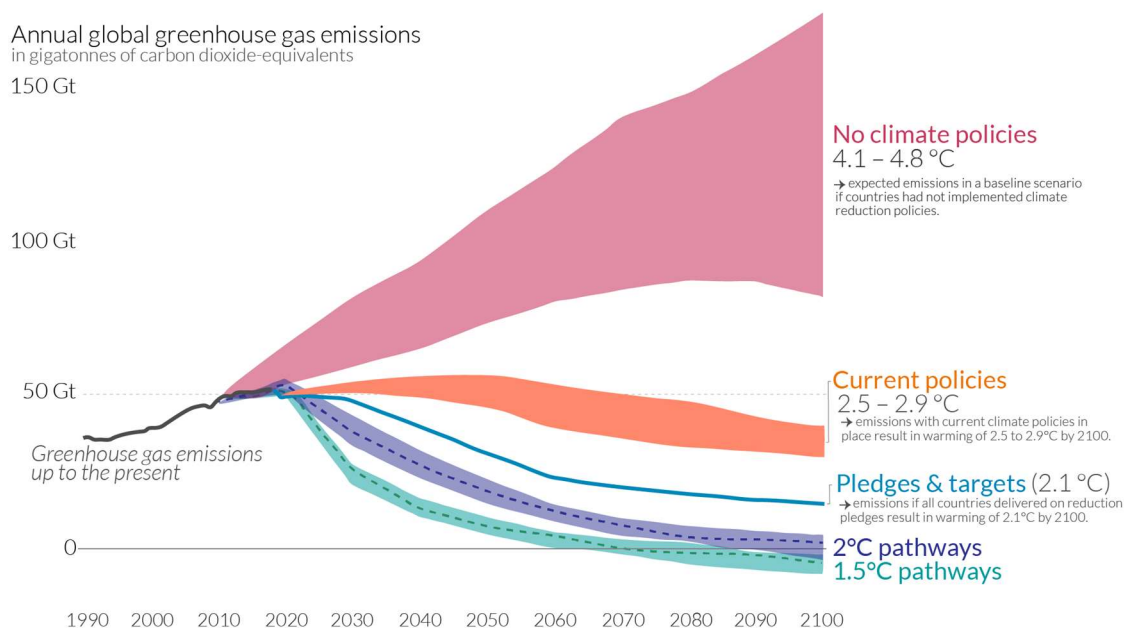
Dohoda v současné době rozhodně zpomaluje probíhající oteplování. Podle predikcí by bez opatření vzrostla teplota přibližně o 4,5 °C. Avšak dle některých vědců, klimatologů a ekologů je efektivita dohody malá, neboť státy neplní své závazky a emise skleníkových plynů dál rostou. Stanové cíle se tedy možná nepovede dodržet.

# Global greenhouse gas emissions and warming scenarios

Our World  
in Data

- Each pathway comes with uncertainty, marked by the shading from low to high emissions under each scenario.
- Warming refers to the expected global temperature rise by 2100, relative to pre-industrial temperatures.

Annual global greenhouse gas emissions  
in gigatonnes of carbon dioxide-equivalents



Data source: Climate Action Tracker (based on national policies and pledges as of November 2021).  
OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Last updated: April 2022.  
Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie & Max Roser.

Obr. 4: Globální emise skleníkových plynů a scénáře oteplování [11]

## 1.6 Klimatická politika EU

### 1.6.1 Emisní povolenky

Emisní povolenky vznikly roku 2005 a jsou hlavním nástrojem Evropského systému pro obchodování s emisemi. Jejich smyslem je kontrola a snížení emisí skleníkových plynů. Jedna povolenka je ekvivalentem jedné tuny CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> nebo PFCs. To znamená, že držitel této povolenky může vypustit dané množství do ovzduší. Zjednodušeně řečeno je to daň za znečišťování. Tento systém se týká největších znečišťovatelů ovzduší, jako jsou elektrárny, teplárny, výrobci železa a oceli, cementárny a další průmyslové provozy. Princip emisních povolenek je v jejich omezeném množství, které se každým rokem snižuje. Pro firmy, které produkují více emisí, se provoz čím dál více prodražuje a stávají se méně konkurenceschopní vůči bezemisním provozům. Měla by to být pro ně motivace, aby podniky investovaly do modernějších technologií, které budou šetrnější k životnímu prostředí. Pokud subjekt vypustí více emisí, než má povoleno na základě povolenek, obdrží pokutu a zároveň si musí potřebné povolenky dokoupit. Výnosy z prodeje povolenek plynou do Modernizačního fondu, Inovačního fondu a rozpočtů členských států. Od roku 2024 je státy mohou použít pouze na záměry týkající se ochrany životního prostředí [12].



### **1.6.2 Zelená dohoda pro Evropu**

Jedná se o právně nezávazný dokument z konce roku 2019, který popisuje, jak chce Evropská unie dosáhnout cílů Pařížské dohody. Hlavním bodem je, aby se Evropa stala v roce 2050 klimaticky neutrální a do roku 2030 snížila emise o 55 % oproti roku 1990. Dokument obsahuje popis opatření v 7 oblastech (čistá energetika, udržitelná mobilita, renovace budov, dekarbonizace průmyslu a oběhové hospodářství, udržitelné zemědělství, ochrana biodiverzity a ekosystémů, nulové znečištění). Pro představu v oblasti energetiky se fosilní paliva postupně nahradí obnovitelnými zdroji energie (OZE). V oblasti dopravy jde například o nahrazení spalovacích motorů nebo rozvoj hromadné dopravy. V sektoru budov se mluví o renovacích a zatepleních budov a chytřejším nakládání s energiemi [13].

### **1.6.3 Klimatický zákon a Fit for 55**

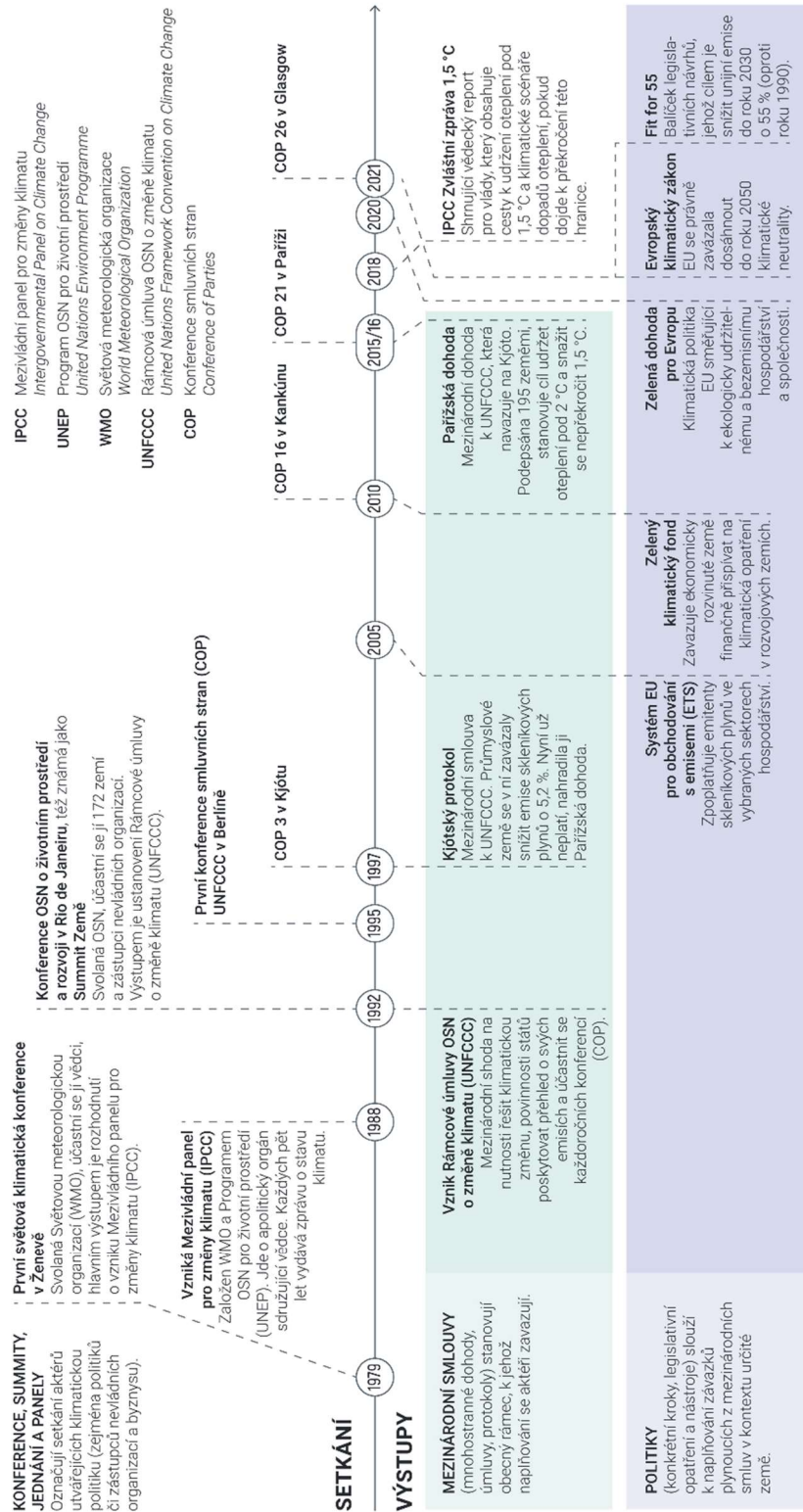
V roce 2021 byl přijat Klimatický zákon, který cíle Zelené dohody pro Evropu uvádí jako právně závazné.

Stejněho roku byl představen balíček Fit for 55, který podrobněji popisuje, jak se dosáhne cílů Zelené dohody. Balíček obsahuje návrhy na změny stávajících směrnic a nařízení, ale i zcela nové legislativní návrhy, které by se měly provést do roku 2030. Podrobněji se zde mluví například o rozšíření emisních povolenek pro leteckou dopravu, námořní dopravu, silniční dopravu a stavebnictví. Dále je zde zmínka o uhlíkovém vyrovnání na hranicích EU pro suroviny a výrobky náročné na emise při výrobě. To znamená, že dovozci by měli na hranicích EU platit tzv. uhlíkové clo. Tyto suroviny a výrobky by tedy byly stejně zatíženy poplatky, jako ty vyrobené v EU [14].

# MEZINÁRODNÍ KLIMATICKÉ DOHODY



Časová osa zachycuje klíčové události světového úsilí v ochraně klimatu – přehled hlavních mezinárodních klimatických setkání, jejich aktérů a výstupů.



VERZE 2023-06-20 LICENCE CC BY 4.0  
 více info na [faktaoklimatu.cz/svetove-dohody](https://faktaoklimatu.cz/svetove-dohody)  
 zdroj dat: OSN, IPCC, COP, Evropská komise

Obr. 5: Časová osa klíčových události světového úsilí v ochraně klimatu [15]

## 2 Vliv stavebnictví a systémů TZB

Na konferenci COP24 v prosinci 2018 v Polsku bylo řečeno, že samotné stavebnictví produkuje 39 % celkových emisí CO<sub>2</sub> souvisejících s energií [16]. Budovy přispívají k produkci skleníkových plynů různými způsoby. Jako první můžeme označit přímé emise, kdy přímo na místě dochází ke spalování fosilních paliv nebo biomasy pro účely vytápění, ohřevu teplé vody a vaření. Druhý typ jsou emise nepřímé, které vznikají mimo budovu. Jedná se například o výrobu elektřiny v uhelných elektrárnách nebo tepla v teplárnách. Třetí druh emisí jsou tzv. zabudované, které souvisí s těžbou, výrobou, přepravou a následnou realizací na stavbě. V roce 2019 přispěly budovy k celosvětovým emisím skleníkových plynů 12 Gt CO<sub>2</sub>eq. Z toho přímé emise tvořily 25 %, nepřímé 57 % a zabudované 18 % [17].

Abychom mohli mluvit o udržitelném stavebnictví, je důležité se zaměřit jak na samotný provoz budov, tak i na velikost svázané energie z neobnovitelných zdrojů.

### 2.1 Energetická náročnost budov

Energetická náročnost budov (ENB) představuje energetickou bilanci, kde přesně se energie v domě spotřebovává. Systémy TZB s ní úzce souvisí. Jedná se o vypočítanou nebo změřenou energii při běžném užívání budovy. Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov má několik ukazatelů [18]:

- a) primární energie z neobnovitelných zdrojů energie vztažená na metr čtvereční energeticky vztažené plochy,
- b) celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtvereční energeticky vztažené plochy,
- c) dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, nucené větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení vnitřního prostoru budovy za rok vztažené na metr čtvereční energeticky vztažené plochy,
- d) průměrný součinitel prostupu tepla,
- e) součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- f) účinnost technických systémů.

Jelikož jsme se zavázali k plnění cílů ve snižování emisí skleníkových plynů, je energetická náročnost budov ožehavým tématem. Existuje několik evropských směrnic zabývajících se hospodařením s energiemi. Poslední taková je z roku 2018 označována zkratkou EPBD 3. Její požadavky se pak propisují i do české legislativy.

### 2.1.1 Průkaz energetické náročnosti

K hodnocení ENB slouží průkaz energetické náročnosti (PENB), který porovnává danou budovu vůči referenční budově. Referenční budova je výpočtově definovaná budova stejného druhu, tvaru, velikostí ploch stěn a oken, stejné světové orientace, stíněním okolních překážek, provozem atd., ale s hodnotami referenčních vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů. Tyto údaje jsou uvedeny v příloze vyhlášky č. 264/2020 Sb. Hodnocený objekt je poté zařazen do klasifikačních kategorií od nejlepší třídy A (mimořádně úsporná) po nejhorší třídu G (mimořádně nevhodná).

Požadavky na ENB je stavebník povinen dodržet v případě výstavby nové budovy tak, že bude splňovat požadavky na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie podle prováděcího právního předpisu. Splnění požadavků stavebník dokládá právě průkazem energetické náročnosti budov. Obdobně je tomu i při větší změně dokončené stavby:

- splnění požadavků na ENB na nákladově optimální úrovni pro budovu nebo pro měněné stavební prvky obálky budovy a měněné technické systémy,
- posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie [19].

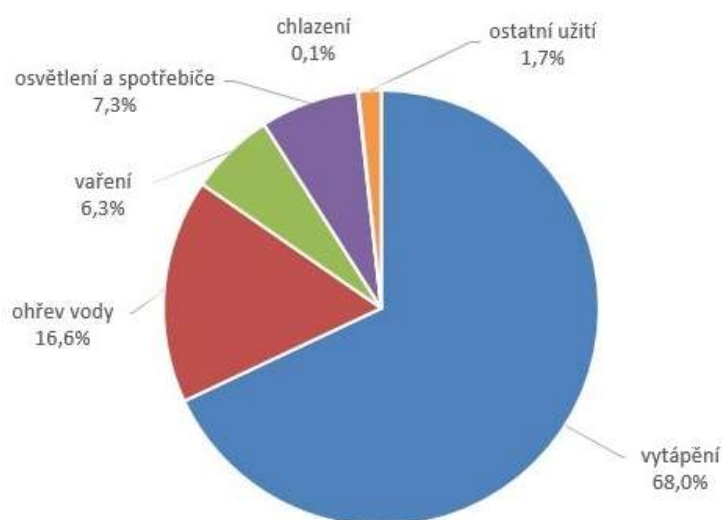
Průkaz energetické náročnosti budovy je také povinen pořádat stavebník, nebo vlastník budovy:

- při prodeji budovy, nebo ucelené části budovy,
- při pronájmu budovy, nebo ucelené části budovy.

Průkaz nebo jeho ověřenou kopii je nutné předložit kupujícímu nebo nájemci před uzavřením smlouvy a při uzavření smlouvy jej předat. PENB musí mít taky všechny budovy užívané orgánem veřejné moci. Povinnost se netýká například budov zpravodajských služeb, budov důležitých pro obranu státu nebo objektů sloužících k ochraně utajovaných informací stupně utajení Přísně tajné nebo Tajné. Platnost PENB je 10 let a zpracovat ho může jen energetický specialista podle § 10a zákona č. 406/2000 Sb. [20].

## 2.2 Systémy TZB

Během našeho života strávíme uvnitř budov přibližně dvě třetiny života. Aby se nám v nich žilo dobře, neobejdeme se bez systémů TZB. Kvalitu vnitřního prostředí ovlivňuje zejména větrání, vytápění a chlazení. Pro zachování udržitelnosti nejde jen o to, aby se dům postavil z co nejvíce obnovitelných nebo recyklovaných surovin, ale aby byl také během svého provozu co nejúspornější. Nejlevnější energie je ta, kterou nespotřebujeme.



Obr. 6: Graf rozdělení spotřeby paliv a energií na účely užití v roce 2020 [21]

Největší podíl na spotřebě energií u nás má vytápění. Důvodů je několik. Jedním z důvodů je naše zeměpisná šířka, která ovlivňuje délku topné sezóny. U nás teoreticky trvá 9 měsíců, pokud se neberou v potaz další teplotní podmínky. Dalším důvodem je, že mnoho starších domů není zatepleno. Dříve samozřejmě žádné kvalitní zateplovací materiály nebyly, ale také se v nich topilo jinak. Lidem stačila nižší teplota, než na jakou jsme zvyklí my, a také netopili v celém domě, ale jen v místnostech, které opravdu užívali. V pozdějších dobách se spotřeba prostě tolik neřešila, natož nějaké zateplení a ekologie. Surovin na topení bylo relativně dost a cena nebyla na původní poměry tak vysoká.

Pokud se podíváme na chlazení, tak to dříve nebylo potřeba vůbec. Nahrávala tomu samotná konstrukce budov, jelikož byla malá okna a široké těžké zdi. A co se týče vzduchotechniky, tak to běžní lidé neřešili. Spíše se takový systém našel ve větších objektech, např. zámky, kde se kombinovalo větrání a vytápění v podobě teplovzdušného vytápění.

### 2.2.1 Vytápění

Jak již bylo zmíněno, vytápění má velký podíl na energetické náročnosti budov. Spotřeba energie na vytápění úzce souvisí s kvalitou tepelné obálky budovy (tj. tepelně izolační vlastnosti, vzduchotěsnost) a s větráním. Jak tedy snížit spotřebu energie a být k životnímu prostředí šetrnější?

Prvním možným řešením je omezení tepelných ztrát. U starých objektů jsou největší tepelné úniky okny. Další náchylná místa patří vstupním dveřím, stěnám, podlahám, stropům, resp. střešní konstrukci. Řešením je tedy výměna oken a dveří za nová s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi. Dodatečné zateplení konstrukcí bude dalším efektivním řešením. Nesmíme ale zapomenout na správný výběr materiálu a na povahu budovy, protože u některých objektů by případné dodatečné zateplení udělalo víc škody než užitku. U nových budov se již předpokládá, že stavební konstrukce včetně výplní stavebních otvorů budou mít lepší tepelně izolační vlastnosti. V těchto případech pak hrají čím dál větší roli tepelné mosty. Ideální je se jim pokud možno vyhnout a myslet na ně už během návrhu budovy. Některým se ale vyvarovat nedá, jako je například napojení oken ke stěnám, proto je důležité tyto stavební detaily provádět pečlivě dle kvalitní projektové dokumentace. Výsledkem budou nižší úniky tepla, ale i kvalitnější vnitřní prostředí bez růstu plísní.

Druhým řešením je instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla, díky kterému minimalizujeme tepelné ztráty větráním a zajistíme optimální výměnu vzduchu v objektu.

Další příklady možných řešení:

- v pobytových místnostech zbytečně netopit na vysoké teploty,
- v nepobytových prostorech udržovat nižší teplotu,
- přes noc a jiném kratším pobytu mimo objekt snížit teplotu o pár stupňů – temperování,
- před otopnými tělesy nechat volný prostor,
- v domech bez VZT větrat krátce a intenzivně,
- instalovat izolační fólie do oken, instalovat speciální odrazové fólie za otopná tělesa,
- zvážit instalaci venkovních rolet, či žaluzií,
- pravidelně odvzdušňovat topný systém,
- vyměnit zdroj tepla za modernější a účinnější (ideálně na obnovitelné zdroje) a navrhnout jeho správný výkon

### 2.2.2 Chlazení

Spotřeba energie na chlazení závisí, podobně jako u vytápění, na tepelně izolačních vlastnostech budovy a dále na solárních a vnitřních ziscích. Vždy je lepší zamezit pronikání přímého slunečního záření skrz prosklené části domu, než potom interiér nákladně chladit. Pomoci mohou venkovní rolety, žaluzie, markýzy nebo speciální úprava skel oken, která nepropouští tolik slunečního záření. Pokud už musíme chladit, je vhodné využití solární energie, jelikož když svítí slunce, je i největší potřeba chladu.

Nejběžnějším zdrojem chladu je kompresorové chladicí zařízení s parním oběhem. Jeho chladicí faktor EER (poměr mezi chladicím výkonem a příkonem zařízení) se zvyšuje s přiblížováním výparné a kondenzační teploty. To znamená, že je výhodnější vyšší teplota chladicí vody a nižší teplota látky odvádějící teplo (např. vzduch). Pro tento systém chlazení jsou vhodné velkoplošné chladicí systémy. Dalším vylepšením může být akumulace chladu při nočním provozu zařízení [22].

Princip parního oběhu využívá i sorpční chlazení, místo kompresoru je zde využito sorpce a desorpce chladiva v pracovní látce. K fungování celého procesu je nutná tepelná energie, proto se tato zařízení používají v místech, kde je velký zdroj odpadního tepla. Může se však použít teplo i z obnovitelných zdrojů. Pokud se tedy využije solárního potenciálu, tak výkon ze slunečního záření bude kopírovat aktuální potřebu chladu. Pozitivní vlastností zařízení s adsorpčním oběhem je využití environmentálně neškodných pracovních látek (aktivní uhlí, silikagel, zeolit, vodní pára) [23].

Mezi nízkoenergetická chlazení můžeme zařadit noční větrání, adiabatické chlazení, využití zemních výměníků, spodních vod a vodních toků.

Noční větrání je založeno na principu předchlazení akumulární hmoty budovy. Důležitými podmínkami je nízká teplota vzduchu během noci, dostatečná akumulární kapacita budovy a také dobré nucené nebo přirozené větrání budovy. Při nuceném větrání je nutné zanalyzovat fungování celého procesu, neboť se může stát, že provoz ventilátorů bude nákladnější než provoz běžného chladicího zařízení. Tento typ chlazení je vhodný především pro administrativní budovy, kdy je v noci budova prázdná.

Adiabatické chlazení funguje na základě rozprašování a následném odparu vody. Může být přímé (tzn. že se voda přímo rozstříkuje do vzduchu, tím se zvyšuje měrná vlhkost v prostoru), nebo nepřímé (tzn. že se např. chladí odpadní vzduch a potom přes rekuperační výměník dojde k ochlazení přiváděného vzduchu, a tím se nezvyšuje měrná

vlhkost vzduchu). Adiabatické chlazení je omezené, proto je vhodnější pro menší budovy s menší tepelnou zátěží.

Teplonosnou látkou u zemních výměníků může být voda nebo vzduch. Potrubní síť musí být také v dostatečné hloubce a mít dostatečnou délku. Zemní výměníky jsou dobré v kombinaci s tepelným čerpadlem země-voda. V zimních měsících jsou zdrojem nízkopotenciálního tepla a v letním období zdrojem chladu. Navíc se tím výměníky tzv. regenerují.

U využití spodních vod a vodních toků je princip podobný. Voda se ze zdroje (studna nebo vodní tok) čerpá do výměníku, kde se chlad předá do soustavy rozvodů chladu, a poté se vrací zpět (vsakovací studny, vodní tok). U vodních toků je nutné, abychom nezpůsobili problémy vodním živočichům.

### **2.2.3 Větrání**

Nezbytnou součástí energeticky úsporných budov je řízené větrání se zpětným získáváním tepla, které pokrývá z velké části potřebu tepla na ohřev vzduchu. K menší spotřebě energií se v budoucnu čím dál více bude větrání řídit podle aktuálních potřeb. K tomu poslouží čidla v místnostech, která budou snímat teplotu, vlhkost, koncentraci CO<sub>2</sub> a těkavých organických látek. Na základě těchto informací bude možné regulovat množství přiváděného vzduchu, a tím regulovat otáčky ventilátorů. Ventilátory totiž spotřebovávají významnou část energií. Na výrobce tedy budou v budoucnu kladeny vyšší požadavky na jejich účinnost a spotřebu. Nedílným požadavkem rozvodů vzduchotechniky je jejich těsnost. Špatně provedenou montáží a následným utěsněním lze ztratit až 30 % dopravovaného vzduchu [24]. Důsledkem je nedostatečné větrání prostor. Pokud by se tyto netěsnosti řešily zvýšením rychlosti ventilátorů ve vzduchotechnických jednotkách, dojde k navýšení nákladů, ale i tlakových ztrát a hlučnosti v potrubních rozvodech.



#### **2.2.4 Příprava teplé vody**

Ohřev teplé vody se u nás v roce 2020 podílel na spotřebě paliv a energií necelými 17 %. Nejběžněji se ohřev provádí pomocí tradičních zdrojů energie (elektrická energie, plyn, příp. tuhá paliva). Jedná se o jednostupňový ohřev a využívá se pouze jeden zdroj energie. Bohužel s tímto typem ohřevu již nedokážeme nic moc dělat, pouze zlepšit technická řešení (účinnější ohřivač, eliminovat ztráty zásobníků a rozvodů). S nástupem nových technologií můžeme ušetřit drahocennou energii. Ohřev TV netradičními zdroji využívá tepelná čerpadla a solární systémy (fotovoltaika a fototermika). Tyto zdroje energie jsou většinou kombinována ještě s dalšími zdroji tepla (např. přídatné topné patrony) pro případ nepříznivého počasí především v zimě anebo případný dohřev vody na požadovanou teplotu (vícestupňový ohřev). S rostoucí cenou energií a poptávkou po těchto systémech můžeme v budoucnu očekávat, že návratnost investice se bude zkracovat.

#### **2.2.5 Osvětlení**

Umělé osvětlení je dalším nutným systémem budov. Dříve se údajně kvůli osvětlení zavedl letní čas, aby se večer nemuselo tak dlouho svítit. V dnešní době je ale energetická úspora dle energetiků diskutabilní. Hlavní technologie svícení se aktuálně upíná okolo diod LED. Jsou totiž nejšetnější. Oproti klasickým žárovkám mají nejméně sedmkrát vyšší účinnost přeměny elektřiny na světlo. Další výhodou je jejich delší životnost a resistance proti častému spínání. LED svítidla ve velkém nahrazují původní typy svítidel, bohužel ale dochází k tzv. Jevonsovu paradoxu, kdy se očekává výrazná úspora energií, lidé však jimi svítí déle a častěji. Řešením tohoto problému by mohla být implementace automatizačních a řídicích systémů osvětlení [25]. Ty by poté například automaticky hlídaly řízení denního světla v kombinaci s venkovními žaluziemi/roletami, detekovaly by přítomnost osoby v prostoru a řídily automaticky spínání, popřípadě stmívání.

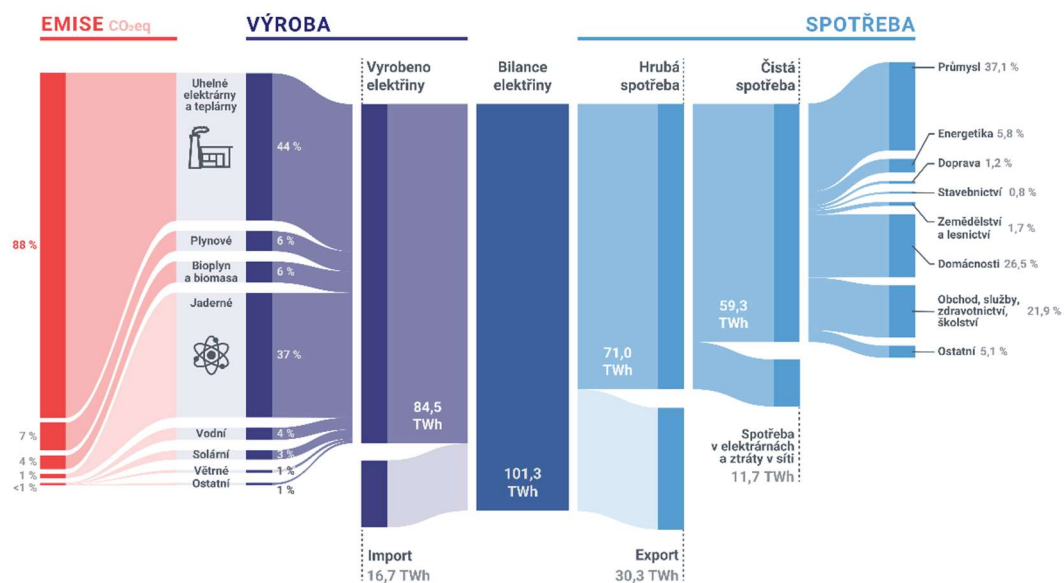
## 2.3 Zdroje energie

K fungování systémů TZB je zapotřebí zdroj energie. Tyto zdroje se zpravidla dělí na neobnovitelné a obnovitelné (OZE). Prakticky každá budova je připojena k elektrické energii, která se v každé zemi vyrábí z různých zdrojů energie. V České republice je elektřina považována z pohledu environmentálního za málo šetrnou. Je to způsobeno velkým podílem výroby z fosilních paliv, především z uhlí.

### ELEKTŘINA V ČR: VÝROBA, SPOTŘEBA A EMISE



V roce 2022 produkovaly uhelné zdroje naprostou většinu emisí v rámci české elektroenergetiky.



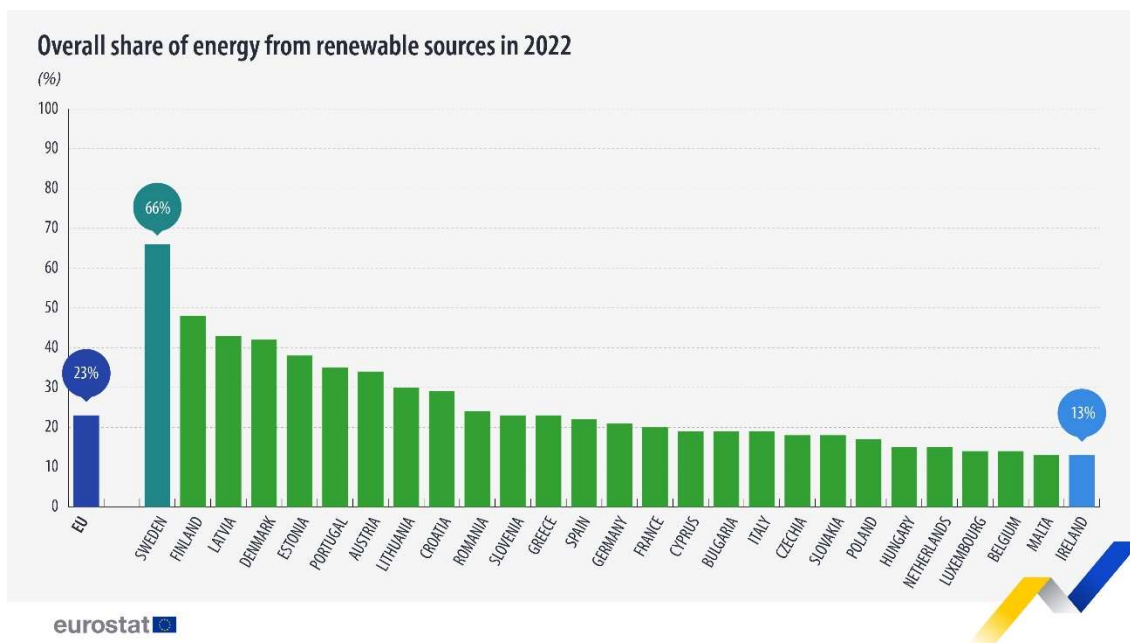
VFR77-2023-10-07 LICENCE CC BY 4.0  
více info na [faktaoklimatu.cz/elektrina-cr](https://faktaoklimatu.cz/elektrina-cr)

zdroj dat: ERÚ Roční zpráva o provozu ES ČR

Obr. 7: Přehled spotřeby a výroby elektrické energie a souvisejících emisí CO<sub>2</sub>eq v ČR za rok 2022 [26]

Podle poslední zprávy Statistického úřadu Evropské unie (Eurostat) je ČR pod průměrem celé EU ve výrobě elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Celkově v EU podíl výroby elektřiny z OZE v roce 2022 meziročně vzrostl o 1,1 procentního bodu na 23 % [27]. Tento ukazatel je jedním z klimatických cílů EU, kdy v roce 2030 by měl podíl obnovitelných zdrojů vzrůst na 42,5 %.

Dalším mezníkem je dočasné uznání jádra a plynu jako čisté zdroje. Zařazení schválil Evropský parlament v červenci 2022. Cílem je co nejdříve nahradit ropu a uhlí a přesvědčit investory, že do jaderné energie má cenu vložit peníze. Také na poslední konferenci COP28 v Dubaji vyzvala dvacítká účastníků k rozvoji jaderné energie tak, aby se využití jaderné energie ztrojnásobilo ve srovnání s rokem 2020 a 2050.



Obr. 8: Celkový podíl energie z obnovitelných zdrojů v roce 2022 [27]

### 2.3.1 Neobnovitelné zdroje

Neobnovitelným zdrojem energie se považují suroviny, které ke svému obnovení potřebují miliony let. Jejich zdroj se dá vyčerpát v řádu stovek let. Mezi tyto zdroje patří fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn) a také suroviny pro výrobu jaderných paliv. Používáním těchto látek, kromě jaderných paliv, se pojí velký negativní vliv na životní prostředí z pohledu emisí CO<sub>2</sub>.

U energetické náročnosti budov hodnotíme množství neobnovitelné primární energie. Pokud tedy budova bude mít hodnotu, která se označí jako velmi velká, nemůže být dům ani zkolaudován. Motivací je zvýšit podíl OZE. K hodnocení slouží tzv. konverzní faktory. Tyto faktory vyjadřují podíl mezi potřebou neobnovitelné primární energie a potřebou energie dodané na hranici budovy. To zahrnuje náročnost s dodávkou vlastní energie (těžba, zpracování, doprava, distribuce). V ČR je například u elektrické energie faktor poměrně vysoký z důvodu velkého poměru výroby z neobnovitelných zdrojů. V budoucnosti ale můžeme očekávat pokles tohoto faktoru. Hodnoty konverzních faktorů jsou uvedeny v Příloze č.3 vyhlášky č. 264/2020 Sb.

Tab. 1: Faktory primární energie z neobnovitelných zdrojů energie hodnocené budovy [18]

Energonositel	Faktor primární energie neobnovitelných zdrojů energie (-) z
Zemní plyn	1,0
Tuhá fosilní paliva	1,0
Propan-butan/LPG	1,2
Topný olej	1,2
Elektřina	2,6
Dřevěné peletky	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-2,6
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,3
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů energie	0,2
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80% a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	0,9
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií	1,3
Ostatní neuvedené energonositele	1,2
Odpadní teplo z technologie	0

### 2.3.2 Obnovitelné zdroje

Obnovitelné zdroje energie jsou zdroje, které se v krátkém časovém měřítku přirozeně obnovují, tzn. maximálně do několika desítek let. Mezi obnovitelné zdroje energie se řadí energie vodní, větrná, sluneční, geotermální a biomasa. Používání těchto zdrojů je z environmentálního hlediska nejvhodnější, neboť emise jsou nulové. To se úplně nedá říci u některých typů biomasy. Příkladem je spalování dřeva, při němž dochází k uvolňování CO<sub>2</sub>. Při nadměrném odlesňování a následném spalování dochází k růstu koncentrace CO<sub>2</sub> v ovzduší, jelikož se lesy nedokáží tak rychle obnovovat, a tím pádem spotřebovávají dostatečné množství CO<sub>2</sub>.

Mezi obnovitelné zdroje se počítají i tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla sice k provozu kompresorů spotřebovávají energii (elektřinu nebo plyn), ale díky ní dokáží vyrobit další energii z okolního prostředí, přesněji ze vzduchu, země nebo vody. Jejich účinnost je pak vyjádřena pomocí topného faktoru (COP – Coefficient of Performance). Jedná se o teoretický poměr mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou energií.

## 3 Posuzování environmentálního dopadu výrobků

Dalším aspektem k udržitelnému stavebnictví je hodnocení environmentálního dopadu výrobků. U systémů TZB není důležitá jen jejich spotřeba energie, ale aby i dané systémy měly co možná nejmenší negativní dopad na životní prostředí. To znamená posoudit kolik materiálu a energie se použije na těžbu, dopravu, výrobu a posléze na recyklaci materiálů po skončení životnosti. Toto zkoumání je klíčové pro aplikaci cirkulární ekonomiky (z odpadu se stává surovina).

### 3.1 LCA

Metod hodnocení je celá řada. Jednou z nejzákladnějších je LCA (Life Cycle Assessment) – česky hodnocení životního cyklu výrobku. Životní cyklus výrobku se skládá z těžby surovin, dopravy surovin do výroby, výroby, dopravy produktu do budovy, zabudování, údržby během životnosti, likvidace a recyklace. Ideální je v rámci hodnocení zahrnout celý tento proces, bohužel obsáhnout celý tento cyklus je poměrně složité. Příkladem může být likvidace výrobku, která proběhne až za 50 let. Sami nevíme, co za takovou dobu bude. V tu dobu už klidně může být technologie recyklace na jiné úrovni a bude mnohem úspornější. Proto se určí tzv. hranice systému, do jak velké hloubky se bude hodnocení zkoumat. Hranice určují které procesy výroby zahrnout, jak zahrnout dopravu prvků (přesně, nebo průměrně), jak predikovat údržbu a životnost, jaká asi bude technologie recyklace [28].

Příklady hranic systému:

- Cradle to Grave – od těžby surovin po likvidaci výrobku (skládkování)
- Cradle to Cradle – od těžby surovin po recyklaci (znovupoužití)
- Cradle to Gate – od těžby surovin po výrobu výrobku
- Cradle to Site – od těžby surovin po dopravu výrobku na staveniště

## 3.2 Certifikační systémy

Z metody LCA vycházejí certifikační nástroje budov, které dále do hodnocení zahrnují i další kritéria (sociálně-kulturní, ekonomiku, management, lokalita, hospodaření s vodou apod.). Každý nástroj používá bodovací systém, kterým se hodnotí jednotlivá kritéria. Certifikace je pro soukromé investory dobrovolná, ale v některých zemích, např. v USA nebo v Německu, jsou certifikace povinné pro budovy, které jsou financované z daní [29]. Mezi nejznámější a nejvíce používané certifikační nástroje se řadí BREEAM (Británie) a LEED (USA). V České republice existuje jediný národní certifikační systém jménem SBToolCZ.

### 3.2.1 BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) vznikl v roce 1990. Je nepoužívanější a nejstarší certifikací původem z Velké Británie. Vlastní ji zisková organizace BRE, která se již přes 100 let zabývá výzkumem v oboru stavebnictví. V rámci BREEAM se může hodnotit celé spektrum budov – budovy pro bydlení, administrativní budovy, obchodní domy, budovy státní správy, ubytovací zařízení, nemocniční zařízení, sportovní a rekreační centra, datová centra, průmyslové objekty atd. Certifikace nových budov má tři hlavní etapy. Prvním je prvotní zhodnocení (počátek vývoje projektu), projekční fáze (posouzení navrhované řešení stavby) a posledním stavební a konečná fáze (posouzení finálního stavu budovy). Pro budovy v provozu se používá metodiky BREEAM In-use. Struktura hodnocených kritérií je rozdělena na management, energie, zdraví a pohodu, dopravu, vodu, materiály, odpady, využití území a ekologie, znečištění a inovace [30]. Po hodnotícím procesu je zjištěno celkové skóre.

Dosažitelné úrovně certifikace:

- OUTSTANDING – mimořádná  $\geq 85 \%$
- EXCELLENT – vynikající  $\geq 70 \%$
- VERY GOOD – velmi dobrá  $\geq 55 \%$
- GOOD – dobrá  $\geq 45 \%$
- PASS – dostatečná  $\geq 30 \%$
- UNCLASSIFIED – neklasifikováno  $< 30 \%$

### 3.2.2 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) je americký certifikační program, který vznikl v roce 2000 a byl vyvinut neziskovou organizací U.S. Green Building Council. Hodnocení je podobné jako u BREEAM. Pomocí tohoto nástroje je možné hodnotit budovy jak ve stavu návrhu a výstavby, tak i během užívání. Hodnocenými kritérii je udržitelná lokalita, hospodaření s pitnou vodou, energie a ovzduší, materiály a zdroje, kvalita vnitřního prostředí a inovace [31].

Přidělené certifikáty podle dosaženého počtu bodů:

- PLATINUM – platinový  $\geq 80$  bodů
- GOLD – zlatý  $\geq 60$  bodů
- SILVER – stříbrný  $\geq 50$  bodů
- CERTIFIED – certifikováno  $\geq 40$  bodů
- NON-CERTIFIED – necertifikováno  $< 40$  bodů

### 3.2.3 SBToolCZ

SBToolCZ je český národní certifikační nástroj budov patřící do mateřského systému SBTool, který vyvíjí mezinárodní nezisková organizace International Initiative for Sustainable Built Environment (iiSBE). Funguje od roku 2010. Výhodou nástroje je, že respektuje místní klimatické, stavební a legislativní poměry, je levnější než známé zahraniční nástroje, je celý v češtině a dále je tato metodika používána v mnoha dalších zemích. Nástroj dělí budovy na jednotlivé typy (administrativní, bytové, rodinné, školské a budovy terciárního vzdělávání). Dále je metoda vhodná pro novostavby ve fázi návrhu, pro dokončenou budovu, budovu vystavěnou formou Shell and Core a pro rekonstrukce. Struktura hodnocených kritérií je rozdělena do čtyř skupin – environmentální, sociální, ekonomika a management a lokalita. Lokalita se sice hodnotí, ale nevstupuje do celkového hodnocení. Dle získaných bodů lze získat odpovídající certifikát dle následujícího přehledu [32].

Výsledné certifikáty kvality podle celkového skóre:

- zlatý certifikát kvality – nejvyšší kvalita budovy 8 až 10 bodů
- stříbrný certifikát kvality – vysoká kvalita budovy 6 až 7,9 bodů
- bronzový certifikát kvality – dobrá kvalita budovy 4 až 5,9 bodů
- základní certifikát kvality – standardní kvalita budovy 0 až 3,9 bodů

## 4 Kvalita systémů TZB

U certifikačních nástrojů jako je BREEAM a LEED je nedílnou součástí hodnocení kontroly dohledu nad projektováním, montáží a zprovozněním technických systémů. Za toto kritérium jsou pak připisovány kredity, které se propíší do celkového hodnocení. Například u projektů procházejících certifikací LEED se toto hodnotí v části Fundamental Commissioning a Enhanced Commissioning. Co tedy commissioning znamená?

### 4.1 Commissioning

Jedná se o metodickou kontrolní činnost, jež se provádí podle mezinárodních standardů. Zajišťuje kvalitu instalace, zabudování systémů a jejich správné uvedení do provozu. Hlavními cíli je, aby majitel objektu dostal odpovídající technické zařízení, které odpovídá jeho potřebám a požadavkům. Kontrolují se namontovaná zařízení, správné seřízení, vyvážení systémů a jejich zprovoznění včetně všech fází zkušebního provozu. Commissioning tedy není žádný nástroj ke zprovoznění systémů TZB, commissioning pokrývá všechny fáze projektu – od konceptu přes výrobní a provozní fázi až po likvidaci budovy. Tato metoda se nutně nemusí vztahovat jen nové projekty, ale může se využít i pro již zabudované a fungující systémy (recommissioning) [33]. Výsledkem jsou pak návrhy na zajištění uživatelského komfortu a optimální provozní náročnosti bez vlivu na vnitřní prostředí. Instituce provádějící commissioning není přímo zodpovědná za zprovoznění systémů. Zároveň má ale spolupracovat s dodavatelem, aby se postupovalo podle standardů. U certifikací pomocí BREEAM a LEED je podmínka provedení commissioningu institucí nezávislou na dodavateli [34].



## 5 Závěr

Cílem této studie bylo popsání problematiky globálního oteplování – proč je všude kolem nás takový tlak na úsporu energií, k čemu všemu jsme se zavázali a jaké možnosti máme pro zmenšení vlivu na životní prostředí. Změna klimatu se týká celého světa včetně České republiky. Podle tiskové zprávy Českého hydrometeorologického ústavu byl loňský rok 2023 s průměrnou roční teplotou 9,7 °C dosud nejteplejším od roku 1961. Bohužel tento vzestupný trend bude nejspíš i nadále pokračovat. Za tento problém může lidská činnost, která ke změně klimatu velkou měrou přispívá. Dalším cílem této práce bylo popsání environmentálního hodnocení systémů TZB. Tyto systémy spotřebovávají prakticky všechnu energii, která jde do budov. Proto je důležité jim věnovat dostatečnou pozornost, vybírat kvalitní a účinná zařízení, která budou mít dlouhou životnost. To znamená, aby byly na provoz úsporné a také aby jejich výroba a likvidace měla co nejmenší environmentální vliv. S problémem oteplování nám velice mohou pomoci obnovitelné zdroje energií, avšak i tyto zdroje mají svá úskalí.

V projektové části bylo cílem navrhnout systém vytápění bytového domu. Spočítal jsem tepelné ztráty, pomocí firemní verze RAUCAD TechCON X jsem navrhl otopné prvky (stropní topné desky, podlahové topení a trubková otopná tělesa), následně navrhl trasy potrubí, regulační prvky, oběhová čerpadla a pomocí programu vyřešil hydrauliku rozvodů. Během výpočtu se vyskytly problémy s velkými celkovými tlakovými ztrátami, které byly způsobené špatně zvolenými vyvažovacími ventily a regulátory diferenčního tlaku. Díky výměně se povedlo na každém oběhovém čerpadle topných větví snížit celkový elektrický příkon na polovinu (ze 140 W na 70 W). Výběr stropních desek byl účelový, aby jeden prvek mohl sloužit dvěma funkcím, a tím se nemusely využívat další systémy pro chlazení. Také se tento systém lépe reguluje oproti podlahovému vytápění. K tomuto velkoplošnému systému se nabízí instalace tepelného čerpadla, které dokáže v zimě dodávat teplo a v létě umožní chlazení bytů, navíc využívá obnovitelný zdroj energie ze zemních vrtů.

## 6 Literatura a použité zdroje

- [1] *Globální oteplování: Terminologie*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2006. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD\\_oteplov%C3%A1n%C3%A1D](https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_oteplov%C3%A1n%C3%A1D). [cit. 2024-01-01].
- [2] *The Public and Climate Change Since 1980: The Summer of 1988*. Online. In: The Discovery of Global Warming. 2019. Dostupné z: <https://history.aip.org/climate/public2.htm#S1988>. [cit. 2024-01-01].
- [3] *Globální oteplování: Terminologie*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2006. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD\\_oteplov%C3%A1n%C3%A1D](https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_oteplov%C3%A1n%C3%A1D). [cit. 2024-01-01].
- [4] SCOTT, Michon. Does it matter how much the United States reduces its carbon dioxide emissions if China doesn't do the same?: The global carbon budget. Online. In: Climate.gov, 2023, s. 2. Dostupné z: <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/does-it-matter-how-much-united-states-reduces-its-carbon-dioxide-emissions>. [cit. 2024-01-01].
- [5] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Program OSN pro životní prostředí (UNEP)*. Online. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/program\\_osn\\_pro\\_zivotni\\_prostredi\\_unep](https://www.mzp.cz/cz/program_osn_pro_zivotni_prostredi_unep). [cit. 2024-01-01].
- [6] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC)*. Online. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/mezivladni\\_panel\\_pro\\_zmenu\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/mezivladni_panel_pro_zmenu_klimatu). [cit. 2024-01-02].
- [7] THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *About*. Online. Dostupné z: <https://www.ipcc.ch/about/>. [cit. 2024-01-02].
- [8] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Rámcová úmluva OSN o změně klimatu, Rio de Janeiro, 1992*. Online. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/ramcova\\_umluva\\_osn\\_zmena\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu). [cit. 2024-01-03].

- [9] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu*. Online. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/kjotsky\\_protokol](https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol). [cit. 2024-01-03].
- [10] *Pařížská dohoda*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, c2023, 11.12.2023. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pa%C5%99%C3%AD%C5%B5sk%C3%A1\\_dohoda#cite\\_note-:18-4](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pa%C5%99%C3%AD%C5%B5sk%C3%A1_dohoda#cite_note-:18-4). [cit. 2024-01-03].
- [11] RITCHIE, Hannah; ROSADO, Pablo a ROSER, Max. CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions. Online. *OurWorldInData.org*. Roč. 2023. Licence: CC BY 4.0. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions?insight=current-climate-policies-will-reduce-emissions-but-not-enough-to-keep-temperature-rise-below-2c#key-insights>. [cit. 2024-01-03].
- [12] PROTIVÍNSKÝ, Tomáš a KOLOUCHOVÁ, Kateřina, LNĚNIČKA, Jiří a KRČÁL, Jan (ed.). Jak fungují evropské emisní povolenky? Online. *Fakta o klimatu*. 2023. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/emisni-povolenky-ets>. [cit. 2024-01-03].
- [13] EVROPSKÁ RADA A RADA EVROPSKÉ UNIE. *Zelená dohoda pro Evropu*. Online. 20.prosinec 2023. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/green-deal/>. [cit. 2024-01-03].
- [14] KOLOUCHOVÁ, Kateřina, PŠORN ZÁKOPČANOVÁ, Kristína a LNĚNIČKA, Jiří (ed.). Co je Zelená dohoda pro Evropu? Online. *Fakta o klimatu*. 2022. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/zelena-dohoda-pro-evropu>. [cit. 2024-01-03].
- [15] Mezinárodní klimatické dohody. Online. *Fakta o klimatu*. Licence: CC BY 4.0. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/svetove-dohody>. [cit. 2024-01-03].
- [16] NEMATCHOUA, Modeste Kameni; SENDRAHASINA, Rakotomalala Minoson; MALMEDY, Charline; OROSA, Jose A.; SIMO, Elie et al., JIN, Mingzhou (ed.). Analysis of environmental impacts and costs of a residential building over its entire life cycle to achieve nearly zero energy and low emission objectives. Online. *Journal of Cleaner Production*. 2022, č. 373, article 133850. ISSN 0959-6526. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133834>. [cit. 2024-01-03].

- [17] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (ed.). Building. Online. In: *Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change: Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1. Cambridge University Press, 2023, s. 953–1048. ISBN 9781009157926. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/9781009157926>. [cit. 2024-01-04].
- [18] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov. Online. In: *Sbírka zákonů*. 2020, 98/2020. Dostupné také z: <https://www.e-sbirka.cz/sb/2020/264?zalozka=text>.
- [19] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 406/2000 Sb.: Zákon o hospodaření energií. In: *Sbírka zákonů*. 2000, 115/2000. Dostupné také z: <https://www.e-sbirka.cz/sb/2000/406?zalozka=text>.
- [20] URBAN, Miroslav. *Hodnocení energetické náročnosti budov – část I* [prezentace]. Online. 2023. ČVUT, 2023. Dostupné také z: [https://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125eab1\\_eabu/prednasky/125eab1\\_eabu-01.pdf?dt=1677445961](https://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125eab1_eabu/prednasky/125eab1_eabu-01.pdf?dt=1677445961).
- [21] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Spotřeba paliv a energií v domácnostech Energo*. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-paliv-a-energii-v-domacnostech-energo-2021#>. [cit. 2024-01-04].
- [22] ZMRHAL, Vladimír a DRKAL, František. *Větrání a klimatizace budov s téměř nulovou spotřebou energie*. Online. In: *Tzb-info.cz*. 2012. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/9374-vetrani-a-klimatizace-budov-s-temer-nulovou-spotrebou-energie>. [cit. 2024-01-05].
- [23] KÁZMĚROVÁ, Kristína. *Sorpční chladicí zařízení a tepelná čerpadla*. Online. In: *Tzb-info.cz*. 2011. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/7712-sorpnci-chladici-zarizeni>. [cit. 2024-01-05].
- [24] LINHARTOVÁ, Vladimíra. *Těsnost vzduchotechnického potrubí a potřeba tepla*. Online. In: *Tzb-info.cz*. 2017, s. 2.5. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/potrubí-a-jeho-soucasti/16642-tesnost-vzduchotechnickeho-potrubí-a-potreba-tepla>. [cit. 2024-01-05].

- [25] HALUZA, Miroslav a MACHÁČEK, Jan. *Spotřeba elektrické energie domácností, predikce a potenciální úspory pomocí BACS: Potenciální úspory elektrické energie s využitím systémových elektroinstalací*. Online. In: *Tzb-info.cz*. 2012. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/8570-spotreba-elektricke-energie-domacnosti-predikce-a-potencialni-uspory-pomoci-bacs>. [cit. 2024-01-06].
- [26] *Elektrina v ČR: výroba, spotřeba a emise*. Online. *Fakta o klimatu*. 2023. Licence: CC BY 4.0. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/elektrina-cr>. [cit. 2024-01-06].
- [27] *23% of energy consumed in 2022 came from renewables*. Online. In: Eurostat. 2023. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20231222-2>. [cit. 2024-01-06].
- [28] HODKOVÁ, Julie; LUPÍŠEK, Antonín; MANČÍK, Štěpán; VOCHOC, Luděk a ŽDÁRA, Tomáš. *Envimat: LCA*. Online. 2010. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/lca/>. [cit. 2024-01-06].
- [29] *Certifikace budov v České republice*. Online. In: *Technický týdeník*. 2014. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/certifikace-budov-v-ceske-republice\\_26886.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/certifikace-budov-v-ceske-republice_26886.html). [cit. 2024-01-07].
- [30] *BREEAM*. Online. BRE Group. Dostupné z: <https://bregroup.com/products/breem/>. [cit. 2024-01-07].
- [31] *LEED*. Online. US Green Building Council. Dostupné z: <https://www.usgbc.org/leed>. [cit. 2024-01-07].
- [32] *Metodika SBToolCZ*. Online. SBToolCZ. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/ometodice/>. [cit. 2024-01-07].
- [33] EMINGR, Lukáš. *Commissioning – nová metoda pro uvádění budov a TZB systémů do provozu*. Online. In: *Tzb-info.cz*. 2011. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/7532-commissioning-nova-metoda-pro-uvadeni-budov-a-tzb-systemu-do-provozu>. [cit. 2024-01-07].
- [34] KUBIAS, Jiří. *TZB je třeba správně zprovoznit*. Online. In: *Tzb-info.cz*. 2018. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/provoz-technologie/17590-tzb-je-treba-spravne-zprovoznit>. [cit. 2024-01-07].

## 7 Seznam obrázků

Obr. 1: Řešený bytový dům (vizualizace Revit).....	9
Obr. 2: Koncept vytápění a přípravy TV .....	10
Obr. 3: Graf množství CO <sub>2</sub> v atmosféře (modrá) a lidské produkce CO <sub>2</sub> (šedá) [4] .....	11
Obr. 4: Globální emise skleníkových plynů a scénáře oteplování [11].....	15
Obr. 5: Časová osa klíčových událostí světového úsilí v ochraně klimatu [15].....	17
Obr. 6: Graf rozdělení spotřeby paliv a energií na účely užití v roce 2020 [21].....	20
Obr. 7: Přehled spotřeby a výroby elektrické energie a souvisejících emisí CO <sub>2</sub> eq v ČR za rok 2022 [26].....	25
Obr. 8: Celkový podíl energie z obnovitelných zdrojů v roce 2022 [27] .....	26

## 8 Seznam tabulek

Tab. 1: Faktory primární energie z neobnovitelných zdrojů energie hodnocené budovy [18].....	27
--	----