

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**VYTÁPĚNÍ BUDOVY ZÁKLADNÍ ŠKOLY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vypracoval:**

**Bc. Ondřej Mašát**

**Vedoucí práce:**

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

**2019/2020**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mašát Jméno: Ondřej Osobní číslo: 438365  
Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov  
Studijní program: Budovy a prostředí  
Studijní obor: Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění budovy základní školy  
Název diplomové práce anglicky: Heating system in the elementary school  
Pokyny pro vypracování:  
Projekt vytápění zadané základní školy  
Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát - detailně 1 budova, návrh trasy soustavy vytápění, návrh dimenzí rozvodů, základní energetické výpočty.  
Výkresová část - půdorysy, svislý řez, detail technické místnosti, funkční schéma.  
Studie na téma Zdroje energie pro školní budovy  
Seznam doporučené literatury:  
Kabele, Karel : TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7  
ČSN EN 12831 -1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3.  
ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav.  
Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.  
Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.  
Datum zadání diplomové práce: 2.10.2019 Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020  
*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)

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne: .....

.....

*Ondřej Mašát*

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval panu docentovi Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za odborné vedení a podnětné rady.

## **ANOTACE**

Prohlubující část bakalářské práce obsahuje stručný úvod do problematiky volby zdroje tepelné energie pro vytápění a přípravu teplé vody. V práci jsou stručně popsány jednotlivé způsoby, jak zásobovat objekt teplem a za jakých podmínek.

Klíčová slova: zdroj tepla, palivo na vytápění, tepelná energie

## **ABSTRACT**

The deepening part of the bachelor thesis contains a brief introduction to the issue of choice of heat energy source for heating and hot water preparation. In the paper there are briefly described individual ways of supplying heat to the building, under what conditions the source is used.

Keywords: heat source, heating fuel, thermal energy,

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**ZDROJE ENERGIE PRO ŠKOLNÍ BUDOVY  
STUDIE**

**Vypracoval:**

**Bc. Ondřej Mašát**

**Vedoucí práce:**

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

**2019/2020**

## Obsah

---

1.	ÚVOD .....	3
1.1.	VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ .....	3
1.2.	SPECIFIKA ZÁKLADNÍCH ŠKOL.....	4
1.3.	ENERGETICKÁ BILANCE BUDOVY.....	5
2.	PALIVOVÉ ZDROJE TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ .....	7
2.1.	ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ .....	7
2.2.	POŽADAVKY NA ZDROJE TEPLA .....	8
3.	VYTÁPĚNÍ PALIVY .....	10
3.1.	TUHÁ PALIVA .....	12
3.1.2.	UHLÍ.....	15
3.1.3	BIOMASA .....	17
3.2.	KAPALNÁ PALIVA .....	19
3.3.	PLYNNÁ PALIVA .....	20
4.	VYTÁPĚNÍ ELEKTŘINOU .....	23
5.	OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE .....	25
5.1.	SOLÁRNÍ ENERGIE.....	26
5.1.1.	DOSTUPNOST .....	26
5.1.2.	VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE.....	27
5.1.3.	SOLÁRNÍ KOLEKTORY .....	27
5.2.	GEOTERMÁLNÍ ENERGIE.....	30
5.3.	VĚTRNÁ ENERGIE.....	31
5.4.	VODNÍ ENERGIE .....	31
6.	ENERGIE PROSTŘEDÍ (TEPELNÁ ČERPADLA) .....	32
6.1.	PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA.....	32
6.2.	ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ČERPADEL .....	33
6.3.	ZDROJE TEPLA PRO TČ.....	34
6.4.	UPLATNĚNÍ .....	34
7.	ZÁVĚR.....	36
8.	ZDROJE.....	37

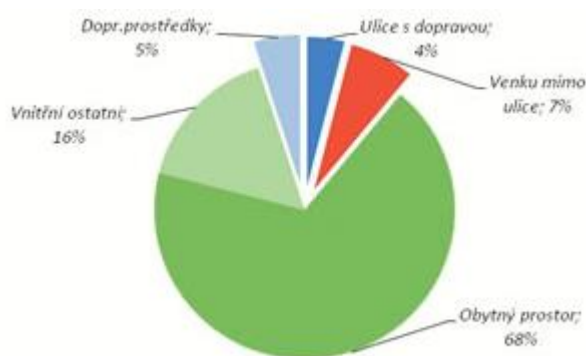
# 1. ÚVOD

---

Otázku, jak zásobovat objekt tepelnou energií, si musí položit každý ihned na začátku projektování systémů technického zařízení budovy. U novostaveb se na toto myslí už dopředu a uzpůsobují se tomu například systémy zateplení, umístění a velikost prosklených ploch potažmo jejich stínění, orientace budovy atd. Hlavním účelem vytápění a chlazení je vytvořit v objektu tepelnou pohodu. Jedná se o stav prostředí z hlediska vnitřní teploty, který je pro člověka příjemný a umožňuje mu plně fungovat a ve zdravých podmínkách podávat dobrý pracovní výkon nebo relaxovat. To je však pouze jedna část. Systém musí danou tepelnou pohodu udržet jak v průběhu dne, tak i celého roku. V průběhu dne i celého roku se okolní podmínky jako teplota, vlhkost, vítr mění a systém na tyto změny musí umět reagovat. Stejně důležitá jako vnitřní teplota je také relativní vlhkost v interiéru. Systém musí také počítat s tepelnými zisky v interiéru a umět s nimi pracovat a musí počítat a s přívodem dostatečného množství čerstvého vzduchu. Jedná se tedy o velmi komplexní řešení, které vyžaduje značnou pozornost.

## 1.1. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ

Vnitřním prostředím nazýváme prostředí v interiéru budov či například dopravních prostředků. Když si uvědomíme, že ve vnitřním prostředí trávíme naprostou většinu času a to až 90 % našeho života, jak udávají studie, je jasné, že vnitřní prostředí a jeho kvalita má neopominutelný vliv na zdraví člověka. V obytných budovách bychom se měli snažit o vytvoření takového prostředí, abychom byli schopni odpočívat a regenerovat, jednoduše abychom se cítili pohodlně. Ve veřejných budovách, kde lidé vykonávají pracovní činnost nebo ve školních budovách nám jde zase hlavně o to, abychom byli co nejproduktivnější, abychom se necítili unaveně a abychom se mohli soustředit. Všechny tyto požadavky nám z velké části pomůže splnit právě kvalitní prostředí.



Obr. č. 1: Celoroční expozice člověka [2]



V dnešní době je velký tlak na snižování spotřeby energie v budovách. Tato snaha nám ovlivňuje právě i vnitřní prostředí. Moderní budovy se více zateplují, díky moderním postupům jsou budovy těsnější, zvětšuje se procento prosklení a díky tomuhle vývoji se musí projektanti vypořádávat s problémy, jako je třeba přehřívání budov. Aby bylo zajištěno kvalitní vnitřní prostředí, musí se věnovat velká pozornost právě systémům technických zařízení budov, které si musí nejenom poradit s nepříznivými vlivy, ale také, musí být co neekonomičtější a nejekologičtější. [2]

Vnitřní prostředí definují tyto složky:

- Tepelně vlhkostní mikroklima
- Kvalita vzduchu:
  - Odérové mikroklima
  - Toxické mikroklima
  - Aerosolové mikroklima
  - Mikrobiální mikroklima
- Akustické mikroklima
- Světelné mikroklima
- Elektromagnetické mikroklima
- Elektro iontové mikroklima
- Elektrostatické mikroklima
- Ionizační mikroklima
- Psychický komfort

## 1.2. SPECIFIKA ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Základní školy mají podobně nastavený koncept. Slouží pro vzdělávání dětí ve věku od šesti do patnácti let. Pohybují se po škole a sdružují se během vyučování do skupin čítajících až 20 dětí. Během času, který tráví ve škole se věnují různorodým činnostem jako, sezení při vyučování, kreativní činnosti, fyzické námaze atd. a to znamená, že se musí zajistit kvalitní vnitřní prostředí při všech těchto aktivitách.

Budova základní školy se nejčastěji skládá z těchto prostor:

- Učebny – místnosti určené pro výuku, laboratoře, dílny
- Studovny a knihovny
- Jídelna – místnost pro hromadné stravování
- Kuchyně
- Hygienické zázemí – záchody, sprchy, umývárny
- Komunikační prostory – chodby, auly, atria

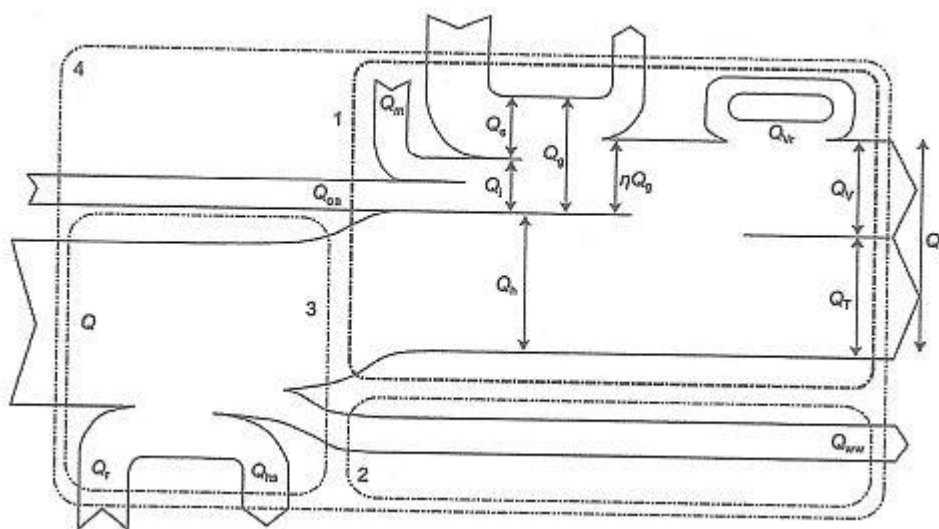
- Administrativní místnosti
- Šatny a převlékárny
- Tělocvičny, herny, zkušebny, posilovny
- Ostatní zázemí – sklady, prádelny, technické místnosti

Dalo by se říci, že školy jsou jedny z nejkompexnějších budov, které musí vyhovět přísným hygienickým požadavkům a široké škále provozů. V některých případech fungují i jako komunitní centra.

Asi nejvýznamnější potřeba energie školní budovy je potřeba energie na vytápění a chlazení budovy. Dále se tato práce bude zabývat zdroji právě pro tento účel.

### 1.3. ENERGETICKÁ BILANCE BUDOVY

Užíváním nějakého objektu nám vzniknou určité toky energií, některé vstupují do objektu, některé ho zase opouští. Tyto toky se mění v průběhu času, vlivem pohybu a činnostmi osob, přítomnosti a činnosti spotřebičů, změnami klimatických podmínek. Úkolem systémů TZB je reagovat na tyto toky a udržet tak kvalitní vnitřní prostředí. K tomu potřebujeme systému dodat určité množství energie (většinou v podobě tepla či chladu).



Obr. č. 2: Schéma energetické bilance budovy: 1-budova; 2-příprava TV; 3-otopná soustava se zdrojem tepla; 4-celek [3]

Ztráty vzniklé prostupem tepla a větráním z teplejšího prostředí do chladnějšího ( $Q_T$  a  $Q_V$ ) jsou částečně kompenzovány zpětným získáváním tepla z odváděného vzduchu ( $Q_{Vr}$ ). Ztráty nám dále do určité míry kompenzují vnitřní zisky, a to od osob ( $Q_m$ ), spotřebičů ( $Q_{oa}$ ) a

pasivních solárních zisků ( $Q_s$ ). Zbytek ztráty nám musí pokrýt otopná soustava ( $Q_h$ ), která zajišťuje i přípravu TV ( $Q_{ww}$ ). Celkové množství energie dodané objektu ( $Q$ ) je třeba ještě navýšit o ztráty samotného systému ( $Q_{hs}$ ). Nakonec můžeme zpětně využít energii vzniklou například technologickými procesy ( $Q_r$ ).

V mé práci jen stručně uvedu a popíši zdroje energie, které jsou k dispozici na našem trhu.

## 2. PALIVOVÉ ZDROJE TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

---

Potřeba tepla, ať už v obytných objektech jako jsou bytové domy, tak ve veřejných budovách jako administrativní budovy, školy atd., je většinou zajišťována nízkotlakými kotelny. V kotelně se nachází kotel (popřípadě soustava kotlů), ve kterém dochází v ohřevu teplotnosného média, které je následně transportováno otopnou soustavou do objektu. Zároveň se zde může připravovat teplá voda pro hygienické účely, vzduchotechniku nebo technologii. Zdroje tepla se dají dělit podle několika kritérií, jako jsou například velikost zásobovaného území, potřebného tepelného výkonu, umístění a spalovaného paliva. [1]

### 2.1. ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ

Zdroj tepla je mechanismus, ve kterém dochází ke spalování paliva, což znamená, že energie obsažená v palivu, která je dána jeho chemickým složením, se přeměňuje na energii tepelnou, ta je předána teplotnosné látce v soustavě. Zdroj tepla tudíž stojí na začátku celého samostatného provozního souboru zahrnujícího proces spalování paliva, distribuci tepelné energie potrubní sítí, odvod spalin, odstraňování škodlivin a zabezpečení bezpečného provozu.

Jako první se zdroje dělí podle tepelného výkonu na:

- Malé zdroje tepla
- Střední zdroje tepla
- Velké zdroje tepla

Jako malé zdroje tepla označujeme zdroje se součtovým jmenovitým výkonem do 500 kW. Tento interval můžeme dále rozdělit na dvě podskupiny. Zdroje do 50 kW, které se využívají k zásobování teplem, například rodinné domy, menší bytové domy nebo jen podlaží či bytovou jednotku. Vyšší podkategorií jsou zdroje s výkonem od 50 do 500 kW zahrnující domovní nízkotlaké kotelny.

Střední zdroje tepla jsou zdroje s tepelným výkonem od 500 do 3 500 kW se definují jako domovní zdroje tepla. Tyto zdroje zásobují budovu, případně větší počet budov, tepelnou energií pro vytápění, přípravu teplé vody aj. Dále se klasifikují podle tepelného výkonu, druhu spalovaného paliva, provozních tlaků a druhu teplotnosné látky.

Velké zdroje tepla mají tepelný výkon nad 3 500 kW a patří mezi ně okrskové zdroje tepla se jmenovitým výkonem od 2 do 20 MW, které se využívají k zásobování většího souboru polyfunkčních objektů, to znamená s různými provozními režimy. Dále sem patří výtopy se jmenovitým výkonem od 20 do 35 MW, kde se vyrábí pouze tepelná energie. A v poslední řadě

jsou tu teplárny se jmenovitým výkonem od 20 do 60 MW, kde se vyrábí zároveň tepelná energie a elektrická energie. Blíže se tyto zdroje specifikují obdobně jako střední zdroje tepla. [1]

## 2.2. POŽADAVKY NA ZDROJE TEPLA

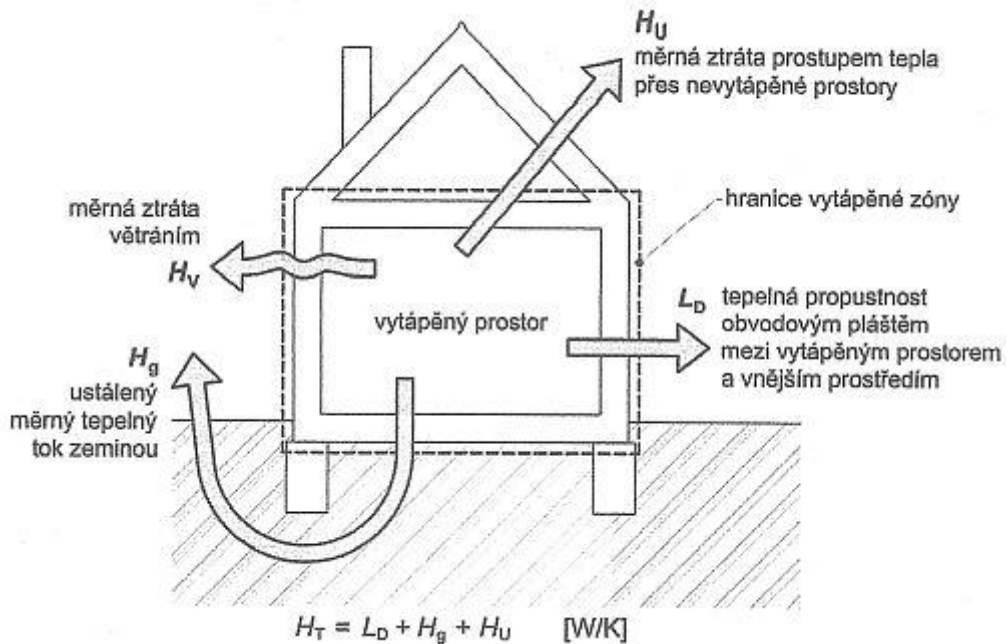
Základní prioritou při návrhu a situování zdrojů tepla a respektování mnoha legislativních předpisů, vyhlášek a technických norem, které zajišťují, aby navržený systém splňoval jak veškeré požadavky na bezpečný a účinný chod, tak aby neměl negativní vliv na okolní i vnitřní prostředí a dodržel hygienické požadavky.

Kotelna jako taková musí splňovat mnohé požadavky z norem z hlediska stavebního a konstrukčního provedení, dispozičního řešení, bezpečnostního a technického vybavení. Kotelna musí být umístěna tak, aby v přilehlých místnostech nedošlo k překročení akustického tlaku, musí být dostatečně větrána ať už přirozeně nebo nuceně, požadavky na výměnu vzduchu jsou dány spalovacím procesem.

Je také možnost umístit zdroj tepla do samostatného objektu nebo využít okrskového zdroje tepla, ty se navrhují jako středotlaké horkovodní nebo parní s automaticky řízeným provozem a trvalou kontrolou.

Další požadavky na umístění zdroje tepla určuje druh použitého paliva. Podle zvoleného paliva se volí druh kotle. Další odlišné požadavky se vztahují zdroje tepla, kde nedochází ke spalování (energie prostředí, sluneční energie atd.).

Naprosto zásadním bodem pro návrh zdroje tepla je správné určení jeho celkového výkonu. Aby byl správně určen požadovaný výkon, je zapotřebí mít k dispozici co nejpřesnější dokumentaci daného objektu, aby mohli být co nejpřesněji stanoveny tepelné ztráty objektu. Nejde jen o to zásobovat objekt teplem, ale zásobovat ho co nejefektivněji, a jelikož hodnoty tepelné ztráty odpovídají požadovanému výkonu na vytápění (případně je třeba navýšit o výkon potřebný na ohřev teplé vody nebo k technologickým účelům), je jejich stanovení důležité pro hospodárnost návrhu. Jelikož teplo uniká celým povrchem objektu (Obrázek č. 3), je nutné mít k dispozici podrobné informace o všech konstrukcích objektu.



Obr. č. 3: Schématický přehled tepelných ztrát budovy [3]

Tepelná ztráta se určuje dle ČSN EN 12831 pomocí následujících kritérií:

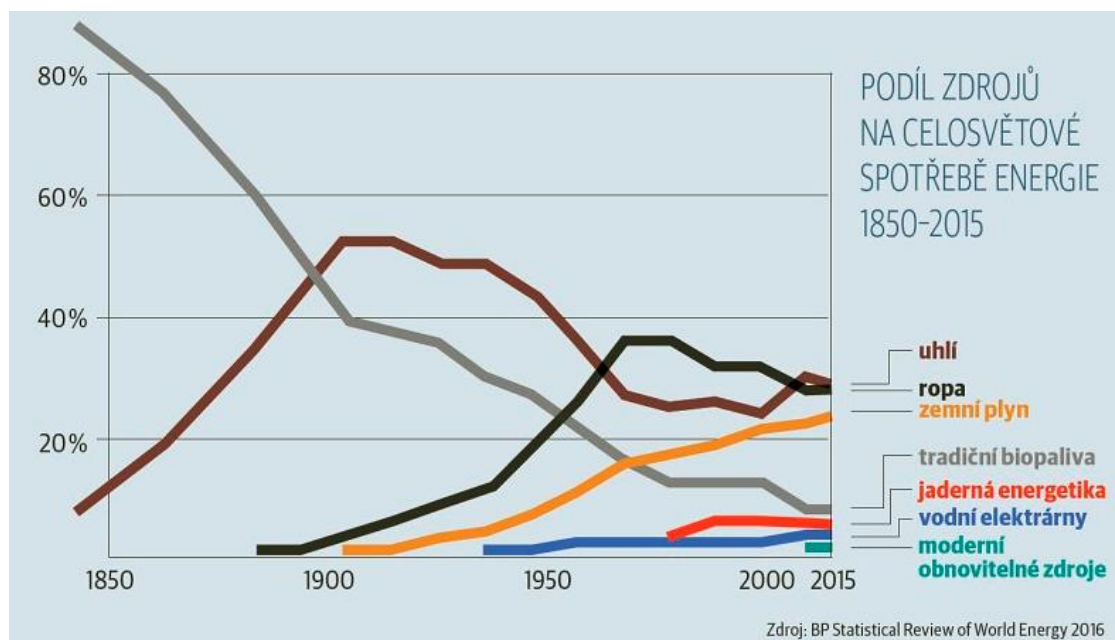
- Klimatické údaje dané lokality: venkovní oblastní výpočtová teplota  $\theta_e$ ; průměrná roční venkovní teplota  $\theta_{m,e}$ ; směr a rychlost převládajících větrů; orientace objektu, okolní terén
- Údaje o budově, tepelně technické vlastnosti jednotlivých konstrukcí
- Určení vnitřních výpočtových teplot  $\theta_i$  jednotlivých místností dle jejich účelu
- Provozní požadavky na dodávané množství tepelné energie a časové nároky na spotřebu tepla

[1] [3] [4]

### 3. VYTÁPĚNÍ PALIVY

Paliva jsou přírodní nebo umělé látky, které za přítomnosti dostatečného množství kyslíku a po zahřátí na jejich zápalnou teplotu hoří. Při jejich spalování dochází k chemické přeměně, při které vzniká určité množství energie v podobě tepla a vedlejší produkty. Využitelnost vzniklé energie závisí na závisí na jeho vlastnostech a na stupni vývoje spalovací technologie. Použití určitého druhu paliva závisí především na jeho dostupnosti a ceně. Dále je důležitá možnost dopravy daného paliva, velikost a vzdálenost ložisek.

Při výběru paliva je důležité myslet také na budoucnost, jelikož neobnovitelných zdrojů stále ubývá a jsou kladené stále větší požadavky na snižování emisí CO<sub>2</sub>, zároveň je snahou navyšovat množství nových nízkoeenergetických zdrojů. Neobnovitelné zdroje ale stále jsou a budou nepostradatelnou složkou výroby energie, jelikož současným tempem můžeme očekávat obrat z řádech až stovek let. (Obrázek č. 4). [1] [4] [5]



Obr. č. 4: Vývoj podílu zdrojů na celosvětové spotřebě energie od roku 1850 [5]

Paliva můžeme rozlišit podle různých kritérií, nejčastěji podle skupenství, původu vzniku a velikosti spalného tepla. Dále je můžeme rozdělit na paliva přírodní a uměle upravená (Tabulka č. 1)

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

Tab. č. 1: Druhy paliv podle skupenství a původu [1]



### 3.1. TUHÁ PALIVA

Tuhá paliva mají stále rozhodující podíl na celkové energetické bilanci. V současné době používá v ČR kotle na tuhá paliva přes 500 tis. domácností. Nic méně se dnes prodej a používání kotlů na tuhá paliva musí řídit podle Zákona o ochraně ovzduší. Omezení spočívá v tom, že od roků 2014, 2018 a 2022 zakazuje prodeje a použití nejméně technologicky vyspělých zařízení. Zařízení se dělí dle ČSN EN 303-5 do emisních tříd 1 (nejhorší) až 5 (nejlepší). Od roku 2022 už nebude nadále možné provozovat v domácnostech kotle 1. a 2. emisní třídy. Aktuálně od roku 2018 mohou být na český trh uváděna jen zařízení 4. emisní třídy a vyšší. [1] [6]

#### 3.1.1. DŘEVO

Jedná se o obnovitelný zdroj, který byl v ČR velmi oblíbený, a to především pro svou snadnou dostupnost a nízkou cenou, i když dřevo hodně podražilo, stále zůstává tím nejlevnějším zdrojem. Při topení dřevem je třeba dbát na kvalitu instalace zdroje a způsobu skladování paliva. Dřevo musí být suché s maximálním obsahem vody okolo 15 %, toho se docílí tím, že bude po dobu dvou let skladováno zakryté venku. Dále je potřeba dřevo nařezat, našťípat, uskladnit v dosažitelné vzdálenosti od kotle. V případě nákupu dřeva je cena za vytápění srovnatelná s hnědým uhlím, ale stále výrazně levnější, než vytápění plynem a elektřinou. Využití pro vytápění, je spíše okrajové, jeho použití by dávalo smysl například pro menší školu v horských oblastech nebo v podhůří, jako možnost využití lokálního obnovitelného zdroje.

Surové dřevo: Nejvhodnější palivo je suché dřevo listnatých stromů, jako jsou například buk, dub a jasan, který mají vyšší výhřevnost počítanou na 1 m<sup>3</sup> plné dřevní hmoty, ale jsou zase dražší než méně kvalitní dřevo například jehličnany. Důležité je hlídat si vlhkost dřeva. V ČR se nejvíce spotřebovávají jehličnaté dřeviny jako smrk, jedle, borovice, modřín.

Kotel na dřevo musí dnes splňovat 4. emisní třídu, měl by to být kotel zplyňovací, kde díky vysoké teplotě dochází k dokonalejšímu spalování (zplynění spalin), a dosahovat účinnosti 90 %. Zplyňovací kotel je vhodný ústřední vytápění rodinných domů nebo malých budov i pro výrobu TV. [6] [7]

Brikety: Ekologické palivo vyráběné z odpadních surovin vzniklých při dřevovýrobě (piliny, hobliny). Na rozdíl od surového dřeva mají menší nároky na skladování, snadno se s nimi manipuluje. Vyrábí se z odpadních surovin lisováním pod velkým tlakem bez přidaného pojiva.

Při lisování je dosaženo zvýšení teploty a díky tomu se povrch brikety zataví. Briketa tak nemůže nasávat takové množství vlhkosti ze vzduchu, proto má menší nároky na skladování než surové dřevo. Vyrábí se i brikety záměrně s otvorem uprostřed, čímž se zvýší plocha hoření paliva a celkový topný výkon. Výhodami briket nad dřevem je čistší provoz, málo popela, stálá teplota při hoření a v průběhu hoření nedochází k prskání. [7] [8]

**+ Výhody topení dřevo-kotlem:**

- Relativně nízké náklady na vytápění a ohřev TV
- Ekologická energie
- Nízké úlety prachu

**– Nevýhody topení dřevo-kotlem:**

- Dovoz a skladování paliva
- Častá obsluha
- Nutná akumulční nádoba
- Možné problémy s regulací
- Manipulace s palivem a popelem

Palety: Vznikají podobně jako brikety z odpadních surovin, jen mají formu granulí. K vytápění domů se používají většinou právě tvarovaná lisovaná biopaliva jako jsou například palety, což lisované malé válečky a jde tak o sypký materiál, který se snadno dováží a skladuje (Obrázek č. 5). Výhřevnost stejně jako u dřeva závisí na vlhkosti materiálu obsahu vody pořízeném ze vzduchu (cca 12-15 %) mají palety výhřevnost 15-17 MJ/ kg. Surovinou pro výrobu palet jsou stromy, keře, a další rostliny a jejich výroba není technicky složitý proces ani finančně nákladný. Surovina se napřed vysuší, a pak se se tlakem zahřeje, tím se uvolní látka zvaná lignin, ta působí jako pojivo, které po vychladnutí ztuhne a paleta tak získá svůj tvar. [6] [7] [10]

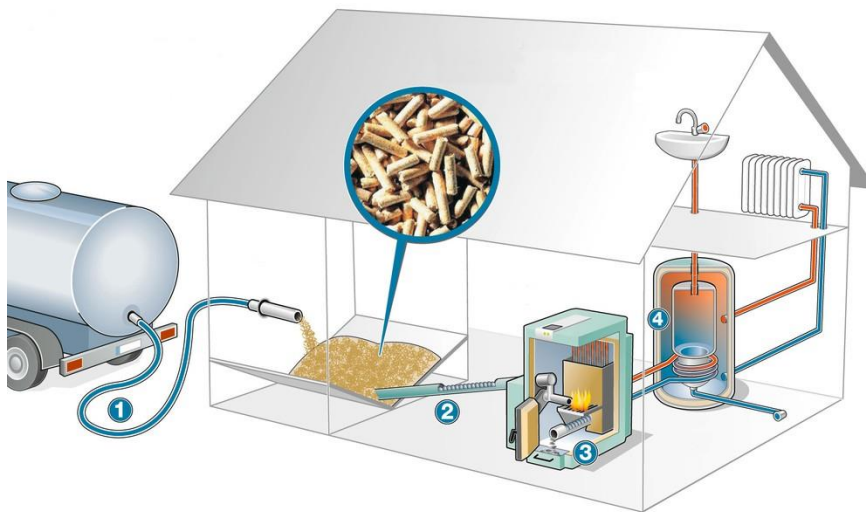
**+ Výhody vytápěním paletami:**

- Výhřevnost a vlhkost jsou stabilní (ohniště a celé spalovací zařízení se proto může přesně navrhnout a stabilně provozovat)
- K odhořívání dochází postupně při rovnoměrném přístupu spalovacího vzduchu
- Produkce emisí je mimořádně nízká
- Hustota ve srovnání s uhlím je podstatně menší (snadnější manipulace)
- Snadné a čisté skladování a přeprava

- Při použití automatických kotlů může trvat bezobslužný provoz až 90 hodin (podle režimu vytápění)
- Možnost plynulé regulace výkonu

– **Nevýhody vytápěním paletami:**

- Vyšší cena, provozní náklady jsou vyšší než u uhlí, ale jsou stále nižší než při vytápění plynem, nebo topným olejem
- Nutnost velkého a suchého skladovacího prostoru (v topném období se spálí v průměrném rodinném domě asi 10 kubíků palet)



Obr. č. 5: Schéma komfortního vytápění paletami [10]

### 3.1.2. UHLÍ

Uhlí je fosilní palivo, které vzniklo přeměnou odumřelých těl rostlin a dlouhodobým působením velkého tlaku, teploty a za nepřístupu vzduchu. Uhlí je nejčastěji používané tuhé palivo pro výrobu energie, 40 % světové výroby elektřiny využívá spalování uhlí. Uhlí se v přírodě vyskytuje v různých podobách. Základní vlastnosti, kvalitu a chování uhlí v různých technologických procesech nám charakterizují různá mezinárodní a národní klasifikační systémy. Klasifikace tuhých paliv dle ČSN 44 1390 rozlišuje dvě základní skupiny uhlí: černé uhlí a hnědé uhlí. Ty se dále klasifikují podle toho, z jaké suroviny vznikalo a podle období, kdy vznikalo (Tabulka č. 3 a 4). Antracit a černé uhlí jsou geologicky nejstaršími druhy uhlí a také díky nízkému obsahu vody a vysokému obsahu uhlíku jsou nejkvalitnější. Zatím co černé uhlí vznikalo už v období prvohor (karbonu a permu) a jeho základem byly plavuně, přesličky a kapradí, tak hnědé uhlí vznikalo v pozdním období druhohor (křída) a dále ve třetihorách a jeho hlavními surovinami byly sekvoje, smrky, jedle, topoly a palmy. O kvalitě uhlí a zároveň o podmínkách využití pro spalovací zařízení rozhodují: výskyt uhlí, způsob těžby, lokalita těžitelných oblastí, znečištění příměsemi, zrnitost, barva, lom a úprava paliva. Kvalitní druhy uhlí jsou používány především v průmyslu, plynárenství a centralizovaných soustavách zásobování obyvatelstva teplem. Méně kvalitní druhy uhlí, především hnědé uhlí, se používají ke spalování v elektrárnách a teplárnách.

Palivo je nutné skladovat v suchých a větratelných prostorách. Podle zrnitosti můžeme kusové uhlí rozdělit na kostky, ořech 1 a ořech 2. V ČR se uhlím vytápí hojně a je to i díky tomu, že na území ČR jsou stále velké zásoby uhlí, mezi ty největší patří Mostecká pánev. Další velké zásoby má sousední Polsko, odkud se k nám také dováží. V současnosti jsou na trhu k dostání automatické kotle na uhlí s vysokou účinností. Kotel má svou násypnou šachtu, která se musí doplňovat přibližně jednou až třikrát za týden v závislosti na sezóně, což zaručuje komfortní provoz. Díky vysoké účinnosti je také možná regulace vytápění srovnatelná s plynovými kotly a také splňují emisní požadavky. Většina kotlů umožňuje spalovat i palety a kusové palivo v ručním režimu. V některých krajích jsou automatické kotle dotované.

#### **+ Výhody topení automatickými kotli na uhlí:**

- Velmi nízké náklady na vytápění a ohřev TV
- Relativní pohodlí
- Regulace srovnatelná v plynovými kotli
- Nízké úlety prachu

#### **– Nevýhody topení automatickými kotli na uhlí:**

- Nutnost skladovat palivo

- Nutnost dohlížet na činnost kotle

Manipulace s palivem a popelem

Uhlí se jako zdroj energie hojně využívá v teplárnách. Z tepláren je teplo rozváděno na delší vzdálenosti distribuční sítí takzvaného centrálního zásobování tepla, kde je vedeno medium o vysoké teplotě do předávacích stanic, kde předá část své energie otopné soustavě. Tímto způsobem jsou zásobována hlavně větší města, proto se s dálkovým vytápěním setkáme hojně u školních budov ve městech. Největšími výhodami jsou bezpečnost, spolehlivost (jsou k dispozici záložní zdroje, systémy jsou jednoduché), výhodná cena, naprostý uživatelský komfort, dobrá ovladatelnost.

V současnosti Evropská Unie v rámci programu EU Horizont 2020 financuje projekt „KeepWarm“ (Zlepšení vlastností systému dálkového vytápění ve střední a východní Evropě), který má za cíl je efektivní a rychlé financování modernizace systémů dálkového vytápění, a zároveň snížit emise skleníkových plynů. K tomu by mělo přispět zlepšením provozu a přechodem na čistší paliva a obnovitelné zdroje.

[1] [4] [11] [12]

### 3.1.3 BIOMASA

Pojem biomasa označuje organickou hmotu biologického původu ať už rostlinného tak živočišného. Biomasa vzniká jako vedlejší produkt zemědělství, lesnictví, průmyslu, nebo se záměrně pěstuje, jedná se proto o obnovitelný zdroj. Význam biomasy spočívá nejen v přímém získávání energie, ale hlavně v ekologickém způsobu, jakým ji získáváme. Při spalování biomasy se výrazně snižují emise na rozdíl od spalování fosilních paliv, nedochází tudíž k takovému zatěžování ovzduší. Při spalování fosilních paliv uniká do vzduchu množství  $\text{CO}_2$  a přispívá tak ke zvýšené tvorbě skleníkového efektu, který tak přispívá globálním změnám klimatu. Při spalování biomasy také dochází k uvolňování  $\text{CO}_2$ , ale zároveň probíhá odčerpání oxidu uhličitého ze vzduchu vegetací (probíhá fotosyntéza) z níž se biomasa vyrábí a tím dochází k určitému vyrovnání. Čím více se biomasou vytápí, tím více se jí musí vypěstovat a množství uvolněného  $\text{CO}_2$  při spalování odpovídá jeho množství spotřebovaným vypěstovanými rostlinami. Důsledkem toho je tzv. nulová bilance  $\text{CO}_2$ . Dalším důvodem, proč v ČR využívat biomasu může být fakt, že na našem území je přebytek zemědělské půdy, která není využívána, pro potravinářský průmysl. Vhodnými rychle rostoucími bylinami pěstovanými pro energii jsou například konopí, řepka, krmný šťovík, komonice bílá, lesknice, ovsík, obilí, cukrová třtina, olejniny a další. Z dřevin patří k rychle rostoucím například vrba, olše, akát, topol, platan a další.

V zahraničí se biomasa využívá déle a v mnohem větším měřítku, hlavně ve vyspělých státech jako jsou Finsko, Švédsko, Rakousko, Německo, kteří jsou v technice zpracování a využití biomasy nejdále. Přitom v ČR je stejně jako v okolních státech potenciál biomasy značný (Tabulka č. 2). Dá se tedy předpokládat další rozvoj jejího zpracování.

Druh paliva	Mil. Tun/rok
Sláma	2,5
Dřevo	1,7
Komunální hořlavý materiál	1,5
Zemědělské plodiny	1,0
Průmyslový odpad	1,0

*Tab. č. 2: Odhadované množství biomasy pro využití v energetice ČR*

Biomasa v různých podobách se dneska dá topit stejně jako uhlím v automatických kotlích, zaručujících slušný komfort při obsluze. Vyrábí se z ní brikety, palety, štěpky atd. [4] [9] [10]

#### **+ Výhody vytápění biomasou:**

- Obnovitelnost tohoto druhu energie
- Ekologický druh paliva
- Malé množství popela
- Možnost využití popela jako hnojiva
- Jde o likvidaci průmyslového, zemědělského i komunálního odpadu
- Zdroje biomasy nejsou lokálně vymezeny
- Jako místní zdroj paliva snižuje náklady spojené s dopravou
- Pro pěstování se může využít půda, která se jinak nehodí pro potravinářskou výrobu

#### **– Nevýhody vytápění biomasou:**

- Nižší výhřevnost v porovnání s jinými druhy paliv
- Nutnost skladovacích prostor velkých rozměrů
- Rozšiřování produkčních ploch při záměrném pěstování
- Složitější manipulace v porovnání s plynem nebo elektřinou

## 3.2. KAPALNÁ PALIVA

Nejuniverzálnějším přírodním kapalným palivem je ropa. Tu ale tvoří směs různých druhů uhlovodíků a kyslíkových, dusíkových, sírových sloučenin, a proto se v přírodním stavu jako palivo téměř nepoužívá. Nicméně se používá pro výrobu celé řady umělých paliv, které jsou vhodné pro vytápění například topné oleje, které vznikají jako zbytky po destilačních procesech ropy. Kapalná paliva mají různé fyzikální a chemické vlastnosti. Jejich kvalita se posuzuje energetických vlastností a obsahu síry. Nevýhodou pak může být jejich vysoká teplota tuhnutí, kvůli které se musí palivo při skladování a dopravě dohřívat. [1] [4]

Podle kvality se kapalná paliva dělí do těchto podskupin:

- Těžká kapalná paliva (např. mazuty)
- Lehká kapalná paliva (např. lehké topné oleje)
- Ultralehká kapalná paliva (podskupinou moderních ekologických topných olejů s obsahem síry do 0,3 %)

Podle původu a způsobu úpravy rozlišujeme tyto typy kapalných paliv:

- Minerální oleje, vzniklé ze zbytků živočichů a rostlin v usazených horninách při působení vysokých teplot a bakterií
- Dehtové oleje, které vznikají jako produkt destilace dehtů. Destilací, krakováním a hydrogenizací vznikají lehké, ultralehké, středně těžké a těžké oleje jako například benzin a topné oleje
- Syntetické oleje, které se vyrábějí z černého a hnědého uhlí nebo ze zbytků ropy a dehtů
- Zvláštní kapalná paliva, jako například denaturovaný etylalkohol nebo benzol, který vzniká při odplyňování uhlí

**+ Výhody vytápění tekutými palivy:**

- Vysoká účinnost
- Snadná regulace

**– Nevýhody vytápění kapalnými palivy:**

- Vysoká cena
- Nutnost zásobníku
- Nutnost odvozu paliva



### 3.3. PLYNNÁ PALIVA

Plynná paliva jsou nejrozšířenější způsobem vytápění v domácnosti. Jsou to směsi hořlavých a nehořlavých plynů. Nejvýznamnějším plynem v energetice je přírodní zemní plyn. Jeho velkou předností je doprava plynovodními rozvody na neomezenou vzdálenost díky vysokému tlaku. Plynná paliva se dle ČSN 38 5502 dělí do čtyř skupin podle výhřevnosti:

- Málo výhřevné plyny: Plynná paliva se spalným teplem  $H_o < 16,8 \text{ MJ/m}^3$
- Středně výhřevné plyny: Plynná paliva se spalným teplem  $H_o = (16,8 \div 20) \text{ MJ/m}^3$
- Velmi výhřevné plyny: Plynná paliva se spalným teplem  $H_o < (20 \div 80) \text{ MJ/m}^3$
- Vysoce výhřevné plyny: Plynná paliva se spalným teplem  $H_o > 80 \text{ MJ/m}^3$

Podle výhřevnosti se navrhuje druh spalovacího zařízení a podmínky průběhu spalování.

Pro veřejné zásobování a spalování ve zdrojích tepla jsou určena tato plynná paliva:

- Svítiplyn
- Zemní plyn
- Propan-butan

Ostatní plynná paliva se spotřebovávají pro průmyslové účely (např. vysokopecní plyn, generátorový plyn, koksárenský plyn a vodní plyn).

Svítiplyn je umělý plyn, který se vyrábí úpravou karbonového zemního plynu, tlakovým zplyňováním hnědého uhlí kyslíkem nebo vodní parou, rovněž z benzínu a jako vedlejší produkt při výrobě metalurgického koku (koksárenský plyn). Díky způsobu výroby ale obsahuje toxické a jedovaté látky, které se při spalování uvolňují, hlavně jedovatý oxid uhelnatý. Proto je svítiplyn k výrobě tepelné energie nepoužívá.

V letech 1996–2002 probíhala na území ČR tzv. plynofikace, což znamená, že do všech dobře přístupných míst, kde se vyskytuje alespoň minimální počet odběratelů, byl zaveden plynovod se zemním plynem. Díky tomu není připojení budovy na plynovod technicky ani finančně náročné. Díky plynofikaci vzrostla spotřeba zemního plynu, zvýšilo se používání plynových spotřebičů a automatických plynových kotlů. Téměř všechný zemní plyn je do ČR dovážen ze zahraničí a jeho cena je nestálá a těžko se předvídá.

Zemní plyn je přírodní plyn s vysokým obsahem metanu, je lehčí než vzduch, dvakrát výhřevnější než svítiplyn, je výbušný a nedýchateľný, ale není jedovatý.

Ropný zemní plyn se vyskytuje jak v samostatných ložiscích plynu, tak i v ložiscích ropy, kde je buď rozpuštěný nebo zde tvoří povrchovou vrstvu. Před dodáním plynu zákazníkovi je

nutné ho upravit, hlavně zbavit ho mechanických nečistot a nežádoucích příměsí. Suchý ropný plyn je v současnosti nejdůležitějším plynným palivem pro výrobu tepelné energie.

Karbonový zemní plyn vzniká při karbonizaci uhlí a zachytává se z vrtů nebo se odsává při těžbě uhlí. Většinou se používá v průmyslu nebo pro výrobu svítiplynu.

Propan-butan (P-B) je obchodní název pro směs zkapalněných plynů propanu a butanu. Vyrábí se jako vedlejší produkt při výrobě benzínu. Při normálním atmosférickém tlaku a teplotě se vyskytuje v plynném stavu, je dvakrát těžší než vzduch a tvoří s ním výbušnou směs, je nedýchatelný, ale není jedovatý. K zákazníkovi se dopravuje zkapalněný v tlakových lahvích. Pořizovací náklady na zařízení P-B hospodářství jsou obvykle vyšší než při zřizování přípojky na zemní plyn. Pro zásobení objektu je nutný dostatečně velký zásobník splňující bezpečnostní požadavky, ten se musí podrobovat pravidelným kontrolám. I provozní náklady jsou vyšší než u zemního plynu, proto se vytápění tímto plynem zřizuje spíše v případech, že není možný objekt napojit na rozvod zemního plynu.

Bioplyn vzniká anaerobním vyhníváním biomasy a tvoří ho metan, oxid uhličitý, sirovodík, dusík a voda. Získává se například z bioplynových stanic, ČOV a skládek.

V případě vytápění plynnými palivy se musí dodržovat bezpečnostní předpisy, jelikož plyn se vzduchem tvoří výbušnou směs a také při nedokonalém spálení vzniká jedovatý oxid uhelnatý. Musejí se vyloučit jakékoli možnosti úniku plynu a prostory, v nichž se nachází plynové spalovací zařízení, musí splňovat zvláště přísné požadavky na dostatečné větrání, případně i osazení indikátorů úniku plynu. [1] [4]

#### **+ Výhody vytápění zemním plynem:**

- Není třeba skladu paliva
- Bezobslužný provoz
- Snadná regulace
- Ekologický provoz
- Vysoká účinnost
- Neomezená dodávka

#### **– Nevýhody vytápění zemním plynem:**

- Vyšší provozní náklady
- Špatně předvídatelný vývoj ceny (silně závislý na ceně ropy a kurzu měny)
- Nutný pravidelný servis

**+ Výhody vytápění propan-butanem:**

- Vysoká účinnost
- Snadná regulace
- Bez pravidelné obsluhy

**– Nevýhody vytápění propan-butanem:**

- Vyšší provozní náklady
- Špatně předvídatelný vývoj ceny (silně závislý na ceně ropy a kurzu měny)
- Nutnost zásobníku
- Dovoz paliva
- Nutný pravidelný servis

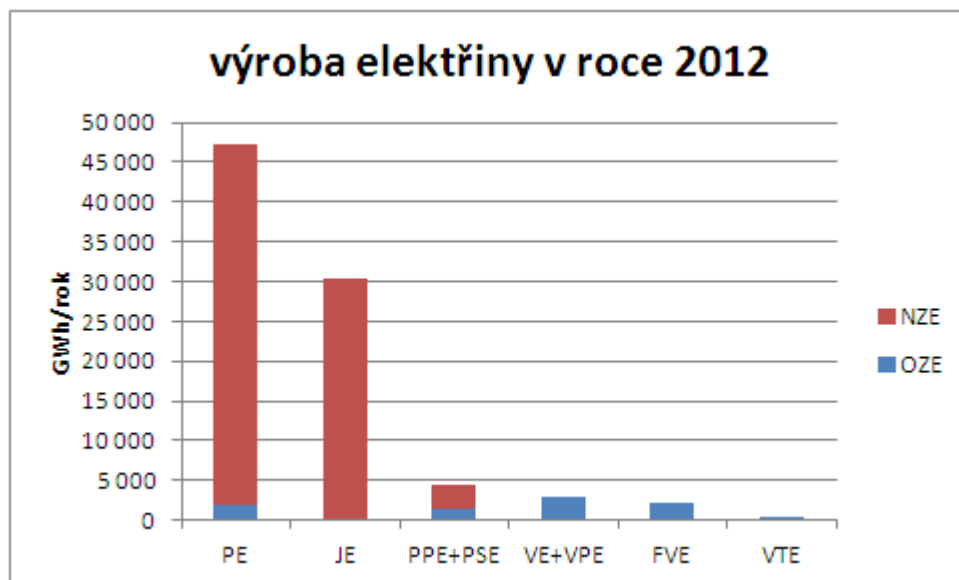
## 4. VYTÁPĚNÍ ELEKTŘINOU

V ČR se stalo vytápění elektřinou velmi populární v první polovině 90. let, kdy vláda propagovala elektrické přímotopné konvektory a další elektrické spotřebiče určené pro vytápění (konvektory, kotle, přímotopy, rohože, akumulční kamna). Hlavní výhodou je velice snadná přesná regulace a také je to investičně nejméně nákladný způsob vytápění. Nízké pořizovací náklady na soustavu a její údržbu ve výsledku kompenzují vyšší cenu elektřiny, to se nejvíce projeví u domů s nízkou spotřebou energie.

Elektrická energie se dělí podle energetického zdroje:

- Parní elektrárny PE
- Jaderné elektrárny JE
- Paroplynové elektrárny PSE
- Vodní elektrárny VE
- Fotovoltaické elektrárny FVE

Pozn. NZE = neobnovitelné zdroje energie; OZE = obnovitelné zdroje energie



Graf. č. 1: Rozdělení výroby elektřiny podle energetického zdroje [14]

Vytápění lze realizovat v rámci stavební konstrukce nebo jako teplovodní soustava s elektrickým kotlem anebo samostatnými topnými tělesy.

Výhodou při odběru elektřiny na vytápění je volba dvoutarifové sazby. Ty zajišťují nižší náklady za odebranou elektřinu. Funguje to tak, že v průběhu dne je elektřina dodávána po určitou dobu v nízkém tarifu a ve zbylém čase ve vysokém tarifu.

Nízké investiční náklady jsou jednou z hlavních předností, to platí zejména při vytápění lokálními spotřebiči, jelikož není potřebná rozvodná síť, stačí dostatečně dimenzovaná domovní elektroinstalace. V případě centrální otopné soustavy s elektrokotle, jsou investiční náklady srovnatelné jako v případě plynových kotlů nebo kotlů na pevná paliva. Další značnou výhodou je bezúdržbový provoz systému, až na centrální systém s elektrokotlem, popřípadě tepelným čerpadlem, kde je určitá údržba nutná, i tak ale systém disponuje vysokou životností, která je limitována životností pohyblivých částí v elektrokotli nebo tepelném čerpadle. Nezpochybnitelnou výhodou je výborná regulovatelnost a možnost pomocí decentralizovaného vytápění regulovat jednotlivé vytápěné celky zcela nezávisle. Pro dobrou regulovatelnost musíme u centrální soustavy dbát zvýšené pozornosti při návrhu otopné soustavy, abychom zajistily optimální distribuci tepla a schopnost využívat tepelné zisky. S výjimkou akumulčních kamen se systém elektrického vytápění vyznačuje malou nebo dokonce žádnou mírou tepelné akumulace ve vytápěném prostoru, a proto mohou být reakce na požadované změny výkonu okamžité. Výrobci se také chlubí dobrými vlastnostmi, co se týče zdravotního hlediska a vysokého standardu vnitřního prostředí. [4] [13]

**+ Výhody vytápění elektřinou:**

- Nízké pořizovací náklady
- Velmi dobrá regulovatelnost
- Vysoká hospodárnost
- Nízké nároky na údržbu až bezúdržbové

**– Nevýhody vytápění elektřinou:**

- Vyšší cena za energie

## 5. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

---

Jedná se o energii dostupnou s přírodních zdrojů, které se dokáží obnovovat. Jejich zásoba je tedy teoreticky nevyčerpatelná. Do této skupiny patří:

- Solární energie
- Větrná energie
- Vodní energie
- Geotermální energie
- Energie z biomasy

Využití těchto zdrojů je předmětem aktuálních debat jak u nás, tak v celém světě. V dnešní době umíme tyto zdroje energie technicky i technologicky aplikovat v soustavách. Hlavně v soustavách s tak zvaným nízkoteplotním vytápěním, k jehož rozvoji dochází v posledních 30 až 40 letech. Evropská unie se aktivně podílí na rozvoji těchto zdrojů, vypracovávají se strategie pro jejich širší využití potažmo snížení závislosti na fosilních palivech. Jednou z hlavních priorit využití obnovitelných zdrojů je také snížit míru dovozu energie, a naopak se soustředí na využití lokálních zdrojů. V neposlední řadě jde také o výrazné zlepšení enviromentálních dopadů energetiky hlavně snížení emisí skleníkových plynů.

V Česku, jako i jinde v Evropě, je využití obnovitelných zdrojů podporováno různými dotacemi a zvýhodněnými cenami. Podíl obnovitelných zdrojů na celkové primární energii činil v ČR v roce 2011 10 %. [14] [15]

## 5.1. SOLÁRNÍ ENERGIE

### 5.1.1. DOSTUPNOST

Solární energie je energie slunečního záření dopadající na zemský povrch, jedná se o nejbohatší a nedostupnější nevyčerpatelný zdroj energie. Její dostupnost ale ovlivňuje značné množství různých faktorů, jako jsou například:

- Zeměpisná šířka. Největší koncentrace slunečního záření se soustřeďuje v oblastech okolo rovníku dále klesá směrem k pólům.
- Roční doba. Intenzita slunečního záření se v průběhu roku mění. Záření s nejvyšší intenzitou a po nejdelší dobu dopadá na zemský povrch v období léta a nejmenší koncentraci po nejkratší dobu je k dispozici v zimě.
- Místní klima, oblačnost. Při průchodu zemskou atmosférou se část záření odráží a část se pohltí. Tuto skutečnost ovlivňuje především oblačnost, kdy za jasné oblohy dopadá na povrch země přibližně 75% záření, když to při zatažené obloze je méně než 15 %. Při zatažené obloze dochází navíc k rozptýlení záření, což také snižuje jeho účinnost. Svou roli hraje i znečištění atmosféry, vznik mlh a smogových inverzí.
- Sklon a orientace dopadové plochy. Nejvyššího výkonu dosáhneme při kolmém záření na jímací plochu. Běžně se kolektory nebo fotovoltaické články se osazují se sklonem přibližně 45° směrem na jih. Optimální je možnost upravovat sklon a natočení podle aktuálního ročního období, kdy v zimních měsících je ideální sklon 60° a v letních měsících 30°. Z nasbíraných dat jsme dneska schopni odhadnout kolik bude k dispozici sluneční energie v průběhu jednotlivých měsíců, a proto můžeme určit s relativní přesností kolik kilowatthodin dopadne na jednotku plochy. [15]

### 5.1.2. VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE

Rozvoj solární energie trvá již asi 60 let a během té doby se objevilo mnoho možností jejího využití. Tyto možnosti můžeme rozdělit podle toho, k jaké přeměně energie při nich dochází. [15]

- Termální systémy: Přeměna slunečního záření na teplo.
- Fotovoltaické systémy: Přeměna slunečního záření na elektrickou energii.
- Přeměna na mechanickou nebo chemickou energii.
- Využití fotochemických účinků slunečního záření.

Nejjednodušší z těchto systémů je systém termální, při kterém vzniká teplo o nízké teplotě (do 100°), které se v praxi používá k mnoha účelům.

- Ohřev bazénové vody
- Ohřev užitkové vody
- Ohřev vzduchu a vytápění
- Destilace vody
- Dezinfekce vody
- A další

### 5.1.3. SOLÁRNÍ KOLEKTORY

U nízkoteplotních soustav do 60 °C se nejvíce používají plošné kolektory, které disponují nižší účinností, ale také jsou ekonomicky méně náročné. Počítá se s tím, že tyto zdroje fungují jako zdroje doplňkové, je tedy nutná jejich součinnost s dalším systémem.

Součástí kolektorů jsou často takzvané absorbéry, jejichž úkolem je přeměna slunečního záření na tepelnou energii. Absorbér musí co nejvíce záření pohltit a co nejméně odrazit. Kolektorem proudí teplotné médium, což bývá vzduch, voda, nebo směs vody a nemrznoucí směsi. Aby se minimalizovaly ztráty konvekcí a vedením, jsou k dispozici různé druhy konstrukcí, důležité především je dobře zaizolovat absorbér a minimalizovat vliv reflexe.

#### **Akumulační kolektor:**

Jedná se o nejjednodušší systém na ohřev vody, kdy nádoba (plechový sud nebo plastový vak) je umístěný na slunci. Toto řešení je limitováno například transparentním na slunci a ročním obdobím, kdy není možné jeho použití v zimě kdy hrozí zamrznutí. Také není možné ohřátou vodu akumulovat na delší dobu.



### Kapalinový kolektor:

Na trhu se setkáváme s několika různými konstrukčními typy: ploché, kde plochá absorbérů je stejná jako plocha kolektoru, do níž vstupuje sluneční záření; koncentrující, kdy je sluneční záření koncentrováno na menší absorbér pomocí zrcadel nebo čočky. Dále se dají rozdělit podle materiálů na plastové pro nižší teploty a kovové pro teploty vyšší.

### Vakuové kolektory:

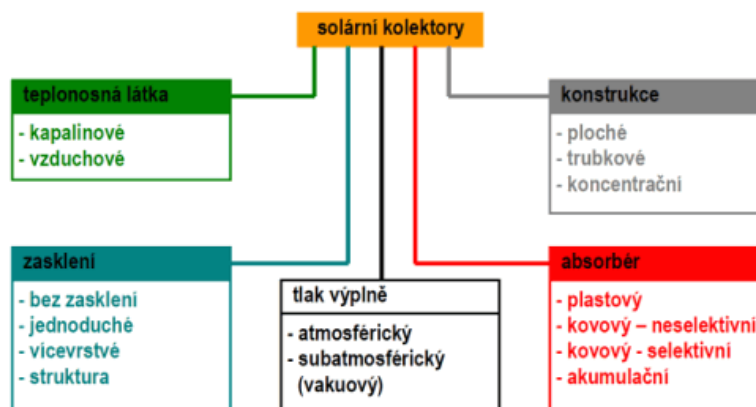
U těchto kolektorů je absorbér umístěn ve vakuu (vakuová tepelná izolace) a je opatřen selektivním povrchem. Jedná se o technicky nejdokonalejší řešení problémů ztrát absorbéru. Tyto kolektory dosáhnou vysokých teplot i při nízké úrovni slunečního záření, nebo při velkých teplotních rozdílech. Průměrný roční zisk při teplotách nad 60 °C dosahují o 20 až 25 % větší účinnosti než kolektory nevakuové. Dle konstrukčního řešení mohou být vakuové kolektory ploché nebo trubkové, kdy ne absorbční plocha vložená do trubice a vzniká tak koncentrující kolektor.

### Koncentrující kolektory:

Při potřebě vyšších teplot v systému (i nad 150 °C) se používají koncentrující kolektory, které díky koncentrátorům soustřeďují slunečnou energii na menší plochu a vytváří tak větší hustotu slunečního záření. Koncentrátory tvoří rovinné nebo parabolické plochy, které soustřeďují záření na transparentní plochý kolektor nebo trubici.

[14] [15] [16]

Obr. č. 6: Rozdělení solárních kolektorů [16]



#### 5.1.4. FOTOVOLTAICKÉ PANELE

Fotovoltaické panely na rozdíl od kolektorů, nepřeměňují sluneční energii na teplo, nýbrž na energii elektrickou, tento jen nazýváme jev fotovoltaický. Fotovoltaické panely se skládají z plochých článků nejčastěji na bázi křemíku. Křemík dokáže pohltit část slunečního záření, tím se zahřeje a prudce stoupne jeho vodivost (tzn. má vlastnosti polovodiče). Dochází tak k uvolňování elektronů, což má za následek vznik napětí. Tyto elektrické náboje jsou v podobě elektrické energie odváděny přes regulátor do akumulátoru.

Konstrukce: Fotovoltaický panel tvoří dvě vrstvy křemíku, antireflexní vrstva snižující odraz slunečních paprsků. Ze obou stran dvojice kontaktů, které odvádějí elektrický proud, zepředu jako mřížka, vzadu jako souvislá vrstva, která zároveň část záření, která projde a nevyužije se, odráží zpět, aby mohla článkem projít podruhé a více se využila. Celý panel je hermeticky uzavřený a musí splňovat požadavky na ochranu před nepříznivými vlivy, mechanickou odolnost a někdy i estetický dojem například kvůli zabudování do fasády.

Systémové řešení: Pro fungování systému je potřeba mnoho dalších komponent jako například: akumulátory, regulátory nabíjení, invertory (převádí stejnosměrný proud na střídavý, transformátory, pojistné zařízení atd. V praxi se setkáváme se dvěma základními systémy:

- Ostrovní provoz
- Síťový provoz

Ostrovní systém pracuje bez napojení na síť, energii ukládá do akumulátorů a v případě, kdy nesvítí slunce a je vyžadován například odběr TV, použije energii nastřádanou v akumulátoru.

Síťový systém je napojen na síť, ze které je neustále dodávána elektrická energie (přeměna v invertorech), není tedy potřeba akumulátor. Systém se ale dá zkombinovat i s akumulátorem.

V ČR je rozvoj těchto slunečních elektráren v ranném stádiu vývoje a je podporován dotacemi na pořízení a dotací výkupní ceny. V porovnání se zbytkem EU má ale Česko jeden z nejnižších závazků v rozvoji obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny. [15]

## 5.2. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Jedná se o vnitřní teplo Země, které neustále prostupuje až na zemský povrch. Geotermální zdroje můžeme klasifikovat na tyto typy:

- energii země – tepelná energie v povrchové zóně
- energii magmatu – koncentrované teplo v povrchové zóně vzniklé geologickými procesy
- Geotlakovou energii – koncentrované teplo v sedimentárních pánvích, vzniklých geologickými procesy
- energii tepla suchých hornin – vzniká při geologických procesech ve velkých hloubkách
- Hydrogeotermální energie – vytváří ji přírodní horká voda a pára

Využití této energie je značně technologicky náročná a dokážeme ji využít jen částečně.

Využívá se buď přímo k vytápění nebo chlazení, průmyslových procesech, rekreaci a lázeňství nebo k výrobě elektrické energie. Využití pro zásobování energií budovy škol v ČR vzhledem k náročnosti a slabému výskytu nemá smysl. [14]

### 5.3. VĚTRNÁ ENERGIE

Větrná turbína převádí sílu proudícího vzduchu narážejícího do lopatek na energii mechanickou. Podle tvaru listů rotoru můžeme rozlišit turbíny pracující na principu vztlakové síly nebo odporové síly.

Odporové turbíny: Princip jejich fungování je jednodušší a dosahují nižší účinnosti. Používaly se spíše v minulosti a dnes už se s nimi téměř nesetkáme. Díky různému tvaru lopatek nebo jejich natočením vzniká rozdíl sil působících na lopatky a roztáčení turbíny. Systém s natáčecími lopatky už je komplikovanější a dosahuje větší účinnosti.

Vztlakové turbíny: jsou dnes nejpoužívanějším typem. Využívají síly vznikající na rotorovém listu při obtékání vzduchem. Síla vzniká díky tvaru lopatek připomínající tvarem křídlo letadla.

Dále je možné dělení podle osy otáčení na horizontální a vertikální.

V ČR se tyto elektrárny využívají spíše málo, hlavně díky tomu, že významně narušují ráz krajiny a většina lokalit vhodná k výstavbě se nachází v chráněných oblastech. Větrné elektrárny v ČR se podílí na celkové výrobě elektřiny pouhými 0,6 %. [17]

### 5.4. VODNÍ ENERGIE

Vodní elektrárny stejně jako větrné pracují na principu transformace kinetické energie na mechanickou, tak, že proudící voda roztáčí turbínu a ta je hřídelí napojená na generátor, který vyrábí elektrickou energii. Někdy elektrárny fungují i jako akumulární nádrže pro pitnou vodu.

Vodní elektrárny také dokáží řešit problém nerovnoměrnosti odběru elektrické energie ze sítě, kdy při přebytku energie čerpají vodu do nádrže umístěné ve vyšší poloze, kde se ukládá jako potenciální energie vody v nádrži. Naopak při špičce proudí voda do spodní nádrže vlivem gravitační síly, roztáčí turbínu a vyrábí elektřinu. Takovýmto elektrárnám se říká přečerpávací. Nejběžnější typ v ČR jsou elektrárny na přehradách.

## 6. ENERGIE PROSTŘEDÍ (TEPELNÁ ČERPADLA)

---

Jako nejčastější zdroj, využívající energii prostředí, je využíváno tepelné čerpadlo. Daná energie se dá následně využít jak pro vytápění, tak i pro chlazení budovy.

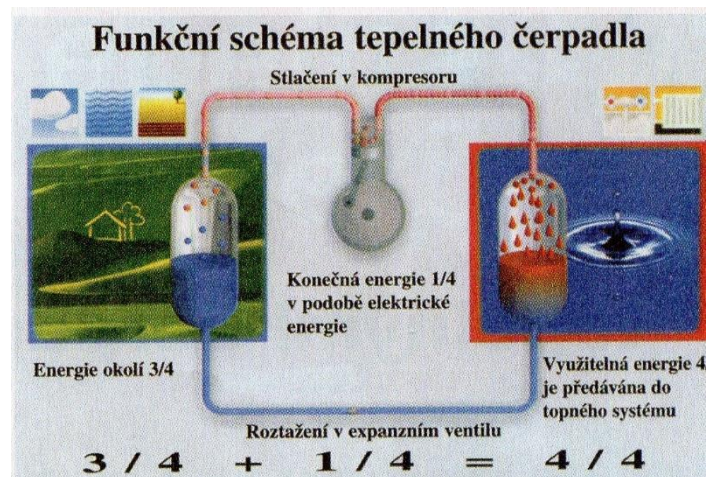
Tepelné čerpadlo je velmi ekologické zařízení, které s malou spotřebou elektrické energie je schopno vyprodukovat dostatečné množství tepelné energie, a to bez produkce jakýkoliv nečistot, které by vypouštělo do ovzduší. Nejedná se ale o naprosto čistou energii, elektřina potřebná k chodu se stále vyrábí převážně spalovacími procesy, ale odběr elektřiny je mnohem menší nežli u vytápění elektřinou.

V ČR se počet instalací stále zvyšuje, ale zatím nemůžeme konkurovat například Německu a dalším vyspělým státům. Hlavním problémem jsou pořizovací náklady, spojené s nákupem technologie a instalačními pracemi, které ale od uvedení tepelných čerpadel na trh výrazně klesly. [7]

### 6.1. PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA

Zařízení pracuje na principu chladicího zařízení, bývá také často popisován jako „obrácená chladnička“. Tepelné čerpadlo odebírá teplo z okolního prostředí (voda, vzduch, země), převádí ho na vyšší teplotní hladinu a účelně ho využije pro vytápění a přípravu TV.

Každé tepelné čerpadlo má čtyři základní pracovní části: výparník; kompresor; kondenzátor; expanzní ventil. Teplo z okolí je předáváno ve výparníku do teplotně látky (nejčastěji chladicí kapalina), ta je kompresorem stlačena na vyšší pracovní tlak a tím stoupne její teplota. V kondenzátoru se teplota z teplotně látky přenáší do vody, která se používá pro vytápění nebo ohřev TV. Teplotně látka pak vstupuje do expanzního ventilu, kde se roztahuje a je znovu schopná přijímat další teplo, proces se může opakovat (Obrázek č. 7). Aby mohla tato transformace přečerpání nízkoteplotní energie na vyšší úroveň fungovat musí se do systému dodat je další energie s vyšší kvalitou jako je například elektrická energie. [7] [13] [19]



Obr. č. 7: Funkční schéma tepelného čerpadla [7]

## 6.2. ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ČERPADEL

Rozdělení podle způsobu získávání tepla:

- VZDUCH/VODA:
  - Výhody: nejlevnější, možnost změny umístění
  - Nevýhody: zimní provoz má horší COP, velký rozdíl výkonu v létě a v zimě, konstrukčně složitější zařízení, nutno řešit odtávání námrazy na výparníku
- ZEMĚ/VODA: s horizontálním výměníkem
  - Výhody: téměř stálé podmínky; dobré COP; levnější než provedení s vrtem
  - Nevýhody: potřeba větší plochy pro instalaci horizontálního výměníku; kolísá teplota
- ZEMĚ/VODA: se svislým zemním vrtem
  - Výhody: stálé podmínky; dobré COP; možnost pasivního chlazení
  - Nevýhody: větší investiční náklady na čerpadlo a vrt
- VODA/VODA:
  - Výhody: stálé pracovní podmínky; vyšší COP
  - Nevýhody: výskyt vhodných zdrojů

Pozn. COP = Coefficient Of Performance; účinnost jednotky

Topný faktor (COP) udává poměr spotřeby elektřiny na produkci tepla v závislosti na okolních podmínkách (hlavně na teplotě prostředí, které je zdrojem energie TČ).

### 6.3. ZDROJE TEPLA PRO TČ

Primární zdroje tepla pro využití energie prostředí jsou:

- „Suché“ zemské teplo hornin (zemní „suché“ vrty)
- Podzemní voda (vrty, studnice, zavodněné šachtice starých důlních děl)
- Povrchová voda (vodoteče, nádrže, rybníky, jiné akumulace vod)
- Půdní vrstva (zemní kolektory)
- Venkovní vzduch
- Vnitřní vzduch (vzduch odváděný větracím systémem budovy)

### 6.4. UPLATNĚNÍ

Tepelná čerpadla lze použít pro vytápění, přípravu teplé vody, technologické účely i pro chlazení. Jedná se o důmyslná zařízení, pro jejich správný návrh, instalaci a plné využití je třeba zvládnout teoretické problémy tepelných čerpadel a systémů jejich zapojení. Je nutné posoudit:

- Možnosti, jaké poskytuje daná lokalita v podobě nízkoteplotního zdroje tepla
- Potřeby tepelných příkonů při dané teplotní úrovni, které by mělo tepelné čerpadlo svým výkonem pokrýt
- Efektivnost celého systému vzhledem konkrétním podmínkám a požadavkům

Před použitím tepelného čerpadla je nutné přesné určení potřebného topného výkonu na vytápění a přípravu teplé vody, ty by se měly pohybovat mezi 5-25 kW. V rodinných domech se tepelná čerpadla většinou napojují na teplovodní otopnou soustavu s maximální teplotou 50 až 60 °C. Aby došlo ke správnému fungování vytápění čerpadlem a snížení nákladů, musí být objekt dobře tepelně izolován. Měrný tepelný výkon nesmí překročit hodnotu 75 až 80 W/m<sup>2</sup>. Při velmi nízkých teplotách (-15 °C) se chod čerpadla může stát neekonomickým a je nutná výpomoc doplňkového zdroje tepla (kotel, elektrické vytápění), který s tepelným čerpadlem spolupracuje a pokryje tak špičkové energetické požadavky. [1] [18] [19]

#### **+ Výhody vytápění tepelným čerpadlem:**

- Při správném návrhu velmi hospodárné
- Bezobslužný systém
- Ekologické
- Možnost využít i pro chlazení

**– Nevýhody vytápění tepelným čerpadlem:**

- Vyšší pořizovací náklady a náklady na instalační práce
- Vysoké požadavky na energetickou náročnost budovy (občas potřeba dalšího zdroje)
- Vyšší náklady na servis
- Vysoké nároky na návrh a správné provedení



## 7. ZÁVĚR

---

Cílem této teoretické části bylo alespoň ve stručnosti představit a popsat jednotlivé způsoby, jakými můžeme zásobovat školní (ale i jakýkoli jiný) objekt energií. Obsahem práce je shrnutí základních požadavků a kritérií, pro výběr zdroje tepla a rozdělení zdrojů tepelné energie podle druhu paliva s uvedenými možnostmi použití a jejich přednosti i nedostatky.

Po shrnutí lze říci, že volba vhodného zdroje, je pro objekt klíčová a měl by být volen s ohledem na konkrétní podmínky místa a účel objektu. Správný návrh (kvalitní projektová dokumentace, návrhové výpočty) a kvalita provedení je pro správné fungování soustavy hlavní. Výměna takového zdroje nemusí být vždy jednoduchá a levná. Návrh a volba zdroje tepelné energie ovlivní na dlouhou dobu samotné fungování objektu, ovlivní to, jak se jeho obyvatelé budou cítit, a také ovlivní, jak působí na okolní prostředí.

V případě školních budov bych se soustředil na velikost a komplexnost objektu a na lokalitě. V případě menších zařízení, bych se nebál využít lokální přírodní zdroje, jako třeba dřevěné pelety například někde v podhůří. Naopak u škol ve městech se často setkáváme se systémem centrálního zásobování teplem, což je v takové lokalitě praktické. Velký potenciál je v lokalitách v blízkosti větších měst, kde díky suburbanizaci žije stále více lidí a dochází zde k výstavbě nových škol. Právě tam je velký prostor pro projekční tvořivost a možnost aplikace nových, technicky vyspělých a ekologických systémů dodávek energie. I kvůli tomu, že v těchto prostorách je vychovávána nová generace, je na místě jim věnovat určitou pozornost. I právě díky tomu můžeme už u dětí vzbudit určitý zájem o naše okolí.

## 8. ZDROJE

---

- [1] PETRÁŠ, Dušan a kolektiv. *Vytápění rodinných a bytových domů a bytů*. Bratislava: Jaga, 2005. Edice Vytápění. ISBN 80-8076-020-9
- [2] ASB-portal. *Vnitřní prostředí budov*. [online] © 2015 [cit. 28-12-2019]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/vnitri-prostredi-budov>
- [3] Izolace-info. *Přehledná energetická bilance budovy*. [online] © 2015 [cit. 28-12-2019]. Dostupné z: <https://www.isolace-info.cz/technicke-informace/tepelne-mosty/21206-prehledna-energeticka-bilance-budovy-a.html#.XhC4QCHQj9I>
- [4] DUFKA, Jaroslav. *Vytápění domů a bytů*. Praha: Garda 2004. Profi & Hobby. ISBN 80-247-0642-3
- [5] Technický Týdeník. *Současným tempem se energetika změní za 350 let*. [online]. © 2018 [cit. 28-12-2019]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/energetika-teplo/soucasnym-tempem-se-energetika-zmeni-za-350-let\\_44230.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/energetika-teplo/soucasnym-tempem-se-energetika-zmeni-za-350-let_44230.html)
- [6] TZB-info. *Vytápíme tuhými palivy*. [online] © 2019 [cit. 28-12-2019]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy>
- [7] DUFKA, Jaroslav. *Vtápění netradičními zdroji tepla*. Praha: BEN – technická literatura 2003. ISBN 80-7300-079-2
- [8] TZB-info. *Topení pohledem ekonoma – topíme dřevem (III. Díl)*. [online] © 2013 [cit. 28-12-2019]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9766-topeni-pohledem-ekonoma-topime-drevem-iii-dil>
- [9] PETŘÍKOVÁ, Vlasta: *Biomasa – významný zdroj ekologické energie*. *Biom.cz* [online]. 2001-11-08 [cit. 29-12-2019]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-vyznamny-zdroj-ekologicke-energie>

- [10] TZB-info. *O vytápění biomasou od A až do Z*. [online] © 2012 [cit. 30-12-2019]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/peletky/8814-o-vytapeni-biomasou-od-a-az-do-z>
- [11] TZB-info. *Topení pohledem ekonoma – topíme uhlím (I. Díl)*. [online] © 2013 [cit. 30-12-2019]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/9700-topeni-pohledem-ekonoma-topime-uhlim-i-dil>
- [12] TZB-info. *Projekt KeepWarm pomůže modernizovat dálkové vytápění v zemích střední a východní Evropy*. [online] © 2018 [cit. 30-12-2019]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/123251-projekt-keepwarm-pomuze-modernizovat-dalkove-vytapeni-v-zemich-stredni-a-vychodni-evropy>
- [13] TZB-info. *Přednosti elektrického vytápění*. [online] © 2018 [cit. 30-12-2019]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-elektinou/306-prednosti-elektrickeho-vytapeni>
- [14] PETRÁŠ, Dušan a kolektiv. *Nízkotepelné vykurovanie a obnovitelné zdroje energie*. Bratislava: Jaga, 2001. Edice Vytápění. ISBN 80-88905-12-5
- [15] MURTINGLER, Karel; TRUXA, Jan. *Solární energie pro váš dům*. Brno: ERA, 2005. ISBN 80-7366-029-6
- [16] TZB-info. *Typy solárních kolektorů*. [online] © 2019 [cit. 30-12-2019]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [17] Oenergetice. *Větrné elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR*. [online] © 2015 [cit. 31-12-2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektaren/vetrne-elektarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni>
- [18] TZB-info. *Tepelná čerpadla*. [online] © 2019 [cit. 31-12-2019]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [19] SRDEČNÝ, Karel; TRUXA, Jan. *Tepelná čerpadla*. Brno: ERA, 2005. ISBN 80-7366-031-8

- [20] KABELE, Karel a kolektiv. *Energetické a ekologické systémy 1: Zdravotní technika, Vytápění*. Praha: České vysoké učení technické 2005. ISBN 978-80-01-03327-2
- [21] KABELE, Karel a kolektiv. *Technická zařízení budov: Vytápění – podklady pro cvičení*. Praha: České vysoké učení technické 2014. ISBN 978-80-01-05203-7
- [22] BAŠTA, Jiří. *Regulace v technice prostředí staveb*. Praha: České vysoké učení technické 2014. ISBN 978-80-01-05455-0
- [23] BAŠTA, Jiří; KABELE, Karel. *Otopné soustavy – teplovodní, třetí, přepracované vydání*. Praha: Společnost pro techniku prostředí – odborná sekce vytápění 2008. ISBN 978-80-02-02064-6