



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

## MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ RODINNÝCH DOMŮ

HEATING OPTIONS OF A HOUSE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Přemysl Veselý

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Filip Toman

BRNO 2020



## Zadání bakalářské práce

Ústav:	Energetický ústav
Student:	Přemysl Veselý
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Filip Toman
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### Možnosti vytápění rodinných domů

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Způsoby a možnosti vytápění rodinných domu, jsou v dnešní době velmi rozsáhlé. Od použití jednoho tepelného zdroje po kombinaci zdrojů několika. Pro správný návrh typu a dimenzování tepelného zdroje je nutné znát především tepelné vlastnosti dané stavby a ekonomickou situaci na energetickém trhu. Práce bude zaměřena přehled možností vytápění domů a technické – ekonomické posouzení vhodnosti jednotlivých zdrojů vytápění pro různé typy staveb.

#### Cíle bakalářské práce:

- Přehled tepelných zdrojů pro rodinné domy.
- Technicko – ekonomické posouzení jednotlivých zdrojů vytápění pro různé typy rodinných domů.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá tématem Možnosti vytápění rodinných domů. Práce je rozdělena do dvou kapitol. První část se věnuje rešerši tepelných zdrojů, používaných v místních středoevropských podmínkách.

Praktická část se věnuje ekonomickým výpočtům a ekonomickému posouzení používaných tepelných zdrojů. Jejím cílem je posoudit správnou ekonomickou náročnost, využívaných zdrojů pro různé rodinné domy, rozdělených z hlediska tepelných ztrát.

### **Klíčová slova**

Možnosti vytápění, tepelné zdroje, ekonomické posouzení

## **ABSTRACT**

The bachelors thesis deals with the topic of heating possibilities of family houses. The work is divided into two parts. The first part deals with the search for heat sources used in local central Europe conditions.

The practical part deals with economic calculation and economic assessment for used heat sources. Its aim is assess the correct economic intensity of resources used for different family houses, divided by heat loss.

### **Key words**

Possibility of heating, heat resource, economic assesment

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

VESELÝ, Přemysl. *Možnosti vytápění rodinných domů* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-22].  
Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124563>. Bakalářská práce. Vysoké učení  
technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav. Vedoucí práce Filip Toman.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem *bakalářskou práci* na téma „**Možnosti vytápění rodinných domů**“ vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

*Jméno a příjmení*

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Filipovi Tomanovi za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování závěrečné práce. Rád bych poděkoval také své rodině a všem přátelům, kteří mně při vytváření této práce podpořili a bez jejichž pomoci by nebylo možné práci dokončit.

# Obsah

ÚVOD .....	11
1 Zdroje vytápění.....	12
1.1 Kotle na tuhá paliva.....	12
1.2 Kotle na tuhá paliva rozdělení.....	14
1.2.1 Kotle spalující biologická a fosilní paliva s ručním přikládáním.....	14
1.2.2 Automatické kotle na tuhá paliva spalující biomasu (pelety, obilí, dřevní štěpku) nebo fosilní paliva (hnědé a černé uhlí).....	15
1.2.3 Kombinované kotle na biomasu (hybridní kotle):.....	18
1.3 Solární vytápění a ohřev vody termálními solárními články.....	18
1.3.1 Ploché kolektory.....	18
1.3.2 Vakuové kolektory převážně trubicové.....	18
1.4 Kotle na plynná paliva-zemní plyn, LPG.....	20
1.5 Tepelná čerpadla.....	20
1.5.1 1. Vzduch - voda - venkovní jednotky.....	21
1.5.2 Vzduch - voda – split.....	21
1.5.3 Země - voda.....	21
1.5.4 Voda - voda.....	23
1.5.5 Ventilací tepelné čerpadlo.....	24
1.5.6 Tepelné čerpadlo pouze pro ohřev teplé vody.....	25
1.5.7 Geotermální vrty.....	25
1.6 Kogenerační jednotky spalující bioplyn.....	25
1.6.1 Kogenerační jednotky spalující zemní plyn.....	25
1.7 Krby a kamna na dřevo.....	26
1.8 Kotle na kapalná paliva.....	27
1.9 Elektrické kotle.....	27
1.10 Elektrické akumulací vytápění.....	28
1.11 Elektrické přímotopy.....	28
1.11.1 Elektrické podlahové vytápění.....	28
1.12 Plynová topidla a karmy na zemní plyn a LPG.....	28
2 Ekonomické posouzení.....	29
2.1 Energetické ztráty a na ně se vztahující dotační programy.....	29
2.1.1 Energetická náročnost budov.....	29
2.1.2 Nová zelená úsporám.....	29
2.2 Univerzální postup při volbě zdroje vytápění.....	30

2.3	Výpočtové parametry a vzorce pro výpočet .....	31
2.4	Celkové porovnání ekonomie .....	32
2.4.1	Roční spotřeba paliva a energií v Kč (2020) .....	33
2.4.2	Model ztrát 5 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií spotřebovaných během provozu v Kč (v cenách roku 2020).....	35
2.4.3	Model 10 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč.....	38
2.4.4	Model 15 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:.....	41
2.4.5	Model 20kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:.....	44
2.4.6	Model 25 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:.....	47
2.4.7	Model 30 kW - ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:.....	50
2.4.8	Konečné zhodnocení: .....	52
	ZÁVĚR.....	54
	Seznam použitelných zdrojů: .....	56
	Seznam použitých obrázků:.....	60
	Seznam tabulek: .....	61

## ÚVOD

Snaha přizpůsobovat či ovlivnit okolní prostředí k obrazu svému patří mezi jednu z výzev lidstva samotného. Mezi jednu z věcí, které k tomu patřily bylo udržování určité teploty v daném objektu a s tím spojený ohřev vody. Proto se nelze divit, že již tisíce let vznikají různé návrhy a způsoby, jak vytápět různé objekty malými staveními počínaje až po velké objekty. Hledání způsobu vytápění je jedním z hlavních úkolů energetiky.

S rozvojem doby se však nezlepšují pouze zdroje vytápění, ale rostou základní požadavky na účinnost zařízení, dobu udržované teploty a dalších kvalit spřízněných s vytápěním. Je zcela pochopitelné, že se s vývojem společnosti tyto požadavky dynamicky mění. V závislosti na nich proto dochází k revolučnímu rozvoji techniky a způsobů vytápění a k nalézání nových a více efektivních a ekologičtějších zdrojů vytápění.

V neposlední řadě je nutné zmínit, že se výrazně mění náhled dnešní společnosti na obnovitelné zdroje. Evropská unie vydala několik podstatných směrnic určujících vývoj hledání zdrojů energetiky v obnovitelných zdrojích. Tento směr myšlení má docílit do roku 2050 nulovou uhlíkovou produktivitu států Evropské unie. V budoucích letech se plánuje také zásadní omezování kotlů, které nespĺňují ekologické limity ve snaze docílit razantnějších omezení uhlíkových emisí, což se samozřejmě dotkne i zařízení rodinných domů sloužících k vytápění

a ohřevu vody. Například roku 2012 v České republice pod vlivem evropských orgánů vstoupila v platnost novela o ochraně ovzduší č. 201/2012Sb. [17], jež změnila radikálně podmínky provozování domácích zdrojů - kotlů na tuhá paliva. „Všechny kotle s teplotním výměníkem, nejenom starší a novém zákonu již nevyhovující zdroje budou muset mít provedeny kontrolu technického stavu.“ Další nařízením ze zákona o ochraně ovzduší je:“ Kotle na tuhá paliva splňující podmínky nižších nebo žádných tříd podle normy ČSN EN303-5 se od začátku roku 2014 přestanou vyrábět, prodávat, od 1. 1. 2020 zanikají třídy kotlů, nyní se budou moci prodávat a montovat kotle splňující novou evropskou normu EKODESIGN.“ Od 1. 9. 2022 budou moci být provozovány kotle na tuhá paliva 3 a vyšší třídy podle ČSN EN 303-5 a kotle splňující novou normu EKODESIGN.“ (Zákon o ochraně ovzduší, 2012) [17].

V České republice existuje přes 621 000 domácností, jež mají v současné době kotle na tuhá paliva, z toho 200 000 jsou kotle starší dvaceti let, jež nutně potřebují v následujících letech výměnu za podstatně ekologičtější zdroj ať již z důvodu omezení emisí, tak i z důvodů konce životnosti samotného zařízení a samozřejmě ve snaze vyměnit zařízení za mnohem praktičtější z důvodů obsluhy. Snaha výměny starých kotlů je podporována Českou republikou a Evropskou unií v různých dotačních programech např. Kotlíkové dotace anebo Zelená úsporám. Škoda že v roce 2020 systém kotlíkových dotací končí. Podle názoru mnohých odborníků je tragické, že tyto dotace nebudou pokračovat do roku 2022.

Tyto již zjištěné skutečnosti výrazně ovlivní prodej a používání zdrojů vytápění. Zmapování a popis těchto informací je jedním z cílů této práce. V následujících kapitolách je definován zdroj vytápění, popsáno jeho základní rozdělení. Dále je zde uveden rozbor finančních nákladů na provoz jednotlivých tepelných zařízení.

## 1 Zdroje vytápění

Zdroj vytápění je elementární zařízení, jenž tvoří hlavní pilíř vytápění každého domu. Dělí se podle typu použitého paliva a to podle skupenství na paliva tuhá, kapalná, plynná a elektrický proud anebo podle jeho vztahu k přírodě na obnovitelné a neobnovitelné zdroje. V historii převažovaly zdroje neobnovitelné a i dnes (v roce 2020) stále tvoří většinu. Obzvláště je zajímavé, že i přes značné snahy omezit těžbu uhlí by známé světové zásoby při současné spotřebě vydržely 2900 let. Nicméně dnešní doba po nás vyžaduje, abychom razantně omezili užívání neobnovitelných zdrojů a nahradili je obnovitelnými zdroji, tento trend zasahuje velké množství odvětví techniky a také především zdroje vytápění. [17]

### 1.1 Kotle na tuhá paliva

Tímto typem kotlů jsou myšleny všechny zdroje tepla, jenž spalují tuhá paliva a to konkrétně biomasu a uhlí. Tato zařízení jsou závislá na typu konstrukce, možnosti zapojení. Dělí se podle typu termodynamického rozkladu paliva v kotlích. Je nutné podotknout, že většina těchto vytápěcích zdrojů je závislá také na spotřebě elektrického proudu.

#### Rozdělení podle termomechanického rozkladu:

##### Přímé spalování:

Během přímého spalování umožňujeme rozkládajícímu palivu neomezený přístup okysličovadla. Okysličovací směs se skládá z velkého množství kyslíku, tato směs umožní oxidaci, čímž vzniká oxid uhličitý, sloučeniny vodíku síry a vodní páry. Dochází však k velké prašnosti během procesu. [46]

##### Pyrolýza:

Během pyrolýzy, což je děj kdy během zvýšené teploty a bez přístupu vzduchu, dochází ke vzniku čtyř produktů: pyrolýzní tuhý zbytek uhlí, pyrolýzní plyn, organický kapalný produkt a pyrolýzní voda. [46]

Kotle na přímé a pyrolýzní spalování však přestaly z nařízení novely zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. být roku 2014 vyráběny a od září roku 2022 nesmí být provozovány a to z důvodu jejich vysoké prašnosti a nesplňování normy Ekodesign.

##### Zplyňování:

Kotle fungující na tomto principu jsou jediná v blízké budoucnosti (do září roku 2022) provozuschopná třída. Od 1. 1. 2020 byla ukončena výroba a prodej kotlů 4. a 5. třídy. Dále je možno vyrábět a prodávat kotle jenom splňující podmínky dle nařízení Evropské komise č. 2015/1189 o Ekodesignu. Tato norma je platná pro celou Evropskou unii. Od září roku 2022 budou domácnosti mít povinnost prokázat, že jejich kotel na tuhá paliva splňuje podmínky minimálně 3. třídy a vyšší podle ČSN EN303. V opačném případě hrozí pokuta do výše 50 000 Kč. Proto nebude možné kotle nižších tříd provozovat. Kotle na tuhá paliva s ručním přikládáním, aby splnily přísnou normu Ekodesign, musí být zapojeny v převážné většině případů s akumulací nádrží s doporučeným objemem okolo 55 l na 1 kW výkonu kotle. [46]  
U zplyňování dochází k účinnosti spalování nad 90 %.

Její termochemická přeměna je tvořena postupnou přeměnou tuhých uhlíkových paliv skládajících se převážně z uhlíku. K samotnému procesu zplyňování dochází v horním uzavřeném prostoru kotle. Ke spalování dochází za teploty v rozmezí 700 až 1200 stupňů Celsia na trysce. Během zplyňování vzniká, tzn. výhřevný plyn, který se následně využívá při přeměně na tepelnou energii. Výhřevný plyn se skládá z výhřevné složky, znečišťující složky a doprovodné složky.

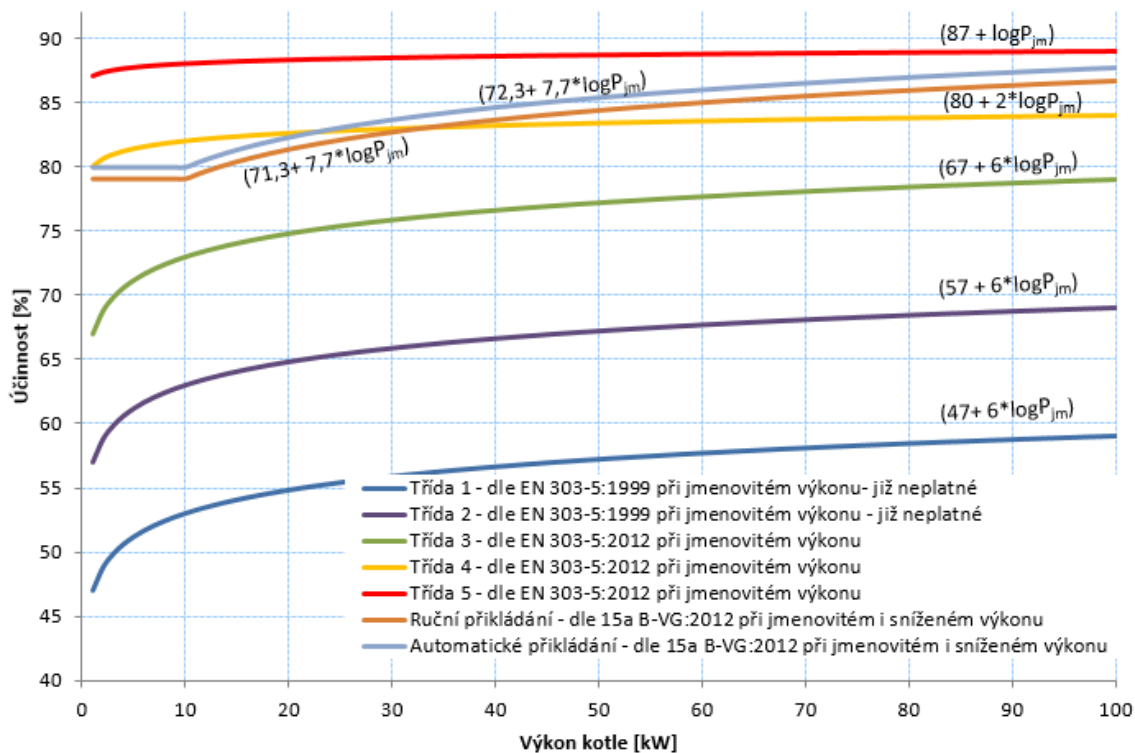
Samotný proces zplyňování se skládá ze čtyř částí:

1. Sušení
2. Pyrolýza
3. Redukce
4. Hoření

### Třídy kotlů:

Od 1. 1. 2020 jsou veškeré třídy kotlů zrušeny, je povolena pouze jediná skupina a to splňující normu Ekodesignu, jejíž parametry by odpovídaly asi dřívějším kotlům 3. třídy a vyšším. Nicméně dříve bylo na území ČR povoleno celkem pět tříd. [16], [46]

### Rozlišení dle výkonu:



Obr. 1- Znárodnění výkonů kotle podle tříd jsou v nich již zaniklé. [16]

Skupina kotlů splňující podmínky Ekodesignu:

Vstoupila v platnost dne 1. 1. 2020. Platí pro ni mnoho nových požadavků.

Kotle na tuhá paliva – parametry pro Ekodesign	Limitní hodnoty – platnost od 1.1.2020
sezónní energetická účinnost vytápění [%]	75 (kotle o výkonu ≤ 20 kW) 77 (kotle o výkonu > 20 kW)
pevné částice (PM)	40 (automaticky provozované kotle) 60 (manuálně provozované kotle)
organické plynné sloučeniny (OGC) [mg/m <sup>3</sup> ]	20 (automaticky provozované kotle) 30 (manuálně provozované kotle)
oxid uhelnatý (CO) [mg/m <sup>3</sup> ]	500 (automaticky provozované kotle) 700 (manuálně provozované kotle)
oxidy dusíku (NOx) [mg/m <sup>3</sup> ]	200 (kotle na biomasu) 350 (kotle na fosilní paliva)

Pozn.: všechny emisní limity jsou uváděny při 10% podílu O<sub>2</sub>

Obr. 2- Kotle na tuhá paliva- požadavky EKODESIGNU [16]

Tabulka hodnot pro limitní hodnoty emisních limitů a účinnosti pro interiérová topidla:

Interiérová topidla – parametry pro Ekodesign	Limitní hodnoty – platnost od 1.1.2022		
	otevřená	uzavřená vč. sporáků	peletová
sezónní energetická účinnost vytápění [%]	30	65	79
pevné částice (PM): HF [mg/m <sup>3</sup> ] / DT [g/kg] *	50 / 6	40 / 5	20 / 2,5
organické plynné sloučeniny (OGC) [mg/m <sup>3</sup> ]	120	120	60
oxid uhelnatý (CO) [mg/m <sup>3</sup> ]	2000	1500	300
oxidy dusíku (NOx) [mg/m <sup>3</sup> ] **	200 / 300	200 / 300	200 / 300

Obr. 3- Požadavky interiérová topidla [16]

Přehledová tabulka s povinnostmi souvisejícími s prodejem a provozem kotlů na tuhá paliva:

Zahájení platnosti	Popis nařízení
1.1.2014	Zákaz prodeje kotlů 1. a 2. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 3., 4. a 5. emisní třídy).
1.1.2017	Povinnost předložit revizi kotle (včetně označení emisní třídy).
1.1.2018	Zákaz prodeje kotlů 3. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 4. a 5. emisní třídy).
1.1.2020	Zákaz prodeje kotlů 4. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 5. emisní třídy).
1.9.2022	Zákaz používání kotlů 1. a 2. emisní třídy (bez ohledu na to, kdy byly pořízeny).

Pozn.: Emisní třídy určuje norma ČSN EN 303-5

Obr. 4- Popis nařízení [16]

Její požadavky splňují pouze kotle 4. a vyšší třídy. Tato skutečnost v letech uvedení této normy do provozu brání především kotlům na uhlí, u něhož většina typů kotlů dosahuje poměrně nízké úrovně okolo emisí 4 třídy.

## 1.2 Kotle na tuhá paliva rozdělení

Tento typ kotlů lze rozdělit podle způsobu provozu do několika skupin:

### 1.2.1 Kotle spalující biologická a fosilní paliva s ručním přikládáním

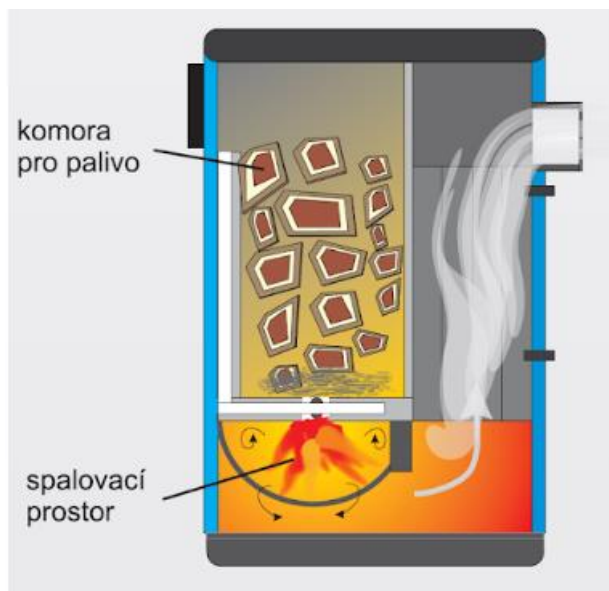
Popis konstrukce vzhledu a užívání kotlů na biomasu a uhlí:

Ústřední část kotle se skládá z násypky a pod ní umístěné spalovací komory. V horní komoře vzniká výhřevný plyn. Oba dva prostory jsou odděleny tryskou, ve které hoří výhřevný plyn. Tvar trysky se liší podle spalovaného paliva. Jiný tvar je u spalování biomasy, tryska má většinou obdélníkový průřez a je vyrobena ze šamotu a jiný je u spalování uhlí, kde tryska je vyrobena z nerezové ocele případně litiny a umožňuje roštování kotle. Následně spaliny pokračují spodním spalovacím prostorem opatřeným šamotovou vystýlkou, dále přes vodní výměník kotle za pomoci odtahového ventilátoru odchází kouřovodem mimo objekt domu. Optimální hodnota odcházejících spalin by se měla pohybovat okolo

150 stupňů Celsia. Součástí tohoto topného zdroje je často také počítač, který řídí jeho provoz a výkon, zpravidla umí ovládat topné okruhy systému a ohřev TUV.

#### Údržba:

Při provozu kotle je nutné zajistit přikládání paliva po 3-5 hodinách podle výkonu kotle. U těchto kotlů je vyžadována každodenní údržba a je nutné jednou za týden provést vyčištění kotle. [9]



Obr. 5- Schéma fungování plynového kotle [9]

#### Výkon a emise:

V roce 2020 se vyrábějí kotle pro domácnost od 10 do 49 kW výkonu. Kotel má mít přímou účinnost spalování vyšší jak 90 %. Hodnoty CO menší jak 250 mg/m<sup>3</sup>, OGC(C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>) menší jak 50 (20) mg/m<sup>3</sup> a prachu menší než 20 (15) mg/m<sup>3</sup> (přepočteno na 13 % O<sub>2</sub>). Účinnost a množství emisí ve spalinách musí být vždy ověřeno autorizovaným měřením. Od 1. 1. 2020 je možné prodávat pouze kotle splňující Ekodesign.

#### Palivo:

Biomasa- suché dřevo o vlhkosti 12 % - 20 % nejlépe měkké (smrk) v průměru 80 až 150 mm, dřevní štěpka, brikety.

#### Fosilní paliva:

Hnědé uhlí, černé uhlí koks, uhelné brikety. Je zakázáno spalování uhelných kalů.

#### Zástupci na trhu:

Mezi výrobce patří Atmos, Attack, Blaze harmony, Benekov, Rojek.

### 1.2.2 Automatické kotle na tuhá paliva spalující biomasu (pelety, obilí, dřevní štěpku) nebo fosilní paliva (hnědé a černé uhlí)

Těchto kotlů se týkají stejné předpisy jako kotlů s ručním přikládáním. Ale svou konstrukcí splňují normu Ekodesing bez použití akumulární nádrže.

#### Údržba:

Kotle mají svůj vlastní zásobník, takže interval doplňování paliva je jednou za týden. Stejně tak stačí

vyprázdnit popelník. Celkově vzato se jedná o nenáročnou a lehkou údržbu s porovnáním kotle na ruční příkládání. Jednou za 14 dní provozu je potřeba provést vyčištění kotle a jeho výměníku. Kotle mohou být vybaveny automatickým čištěním výměníku a automatickým odpopelněním. Tím se obsluha omezuje pouze na doplňování paliva. [9]

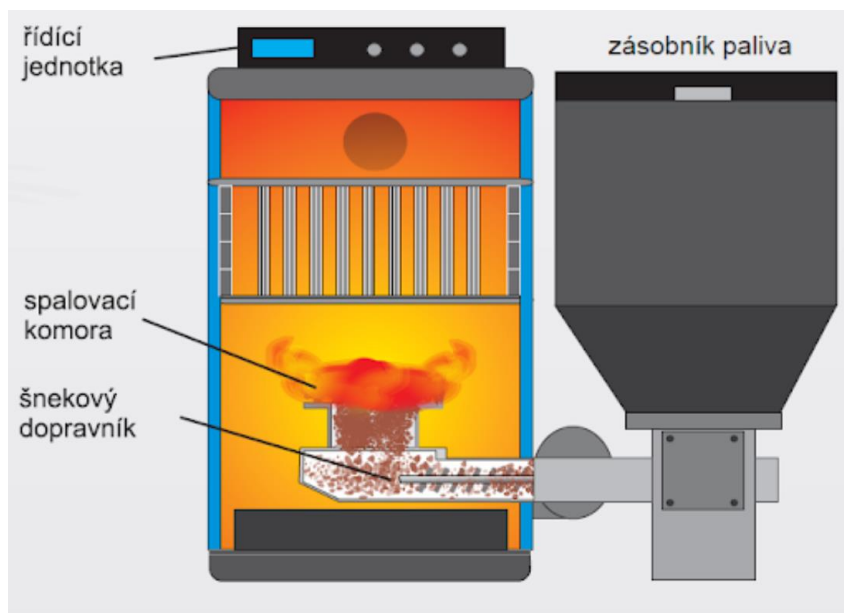
### **Rozdělení:**

#### **1. Kotle s retortovým litinovým hořákem**

Kotle s hořáky, které využívají spodního podávání paliva, kdy palivo je šnekem hrnuto přes litinové koleno tzn. retortu na samotný litinový hořák. Toto podávání využíváme u kotlů na pelety nebo v kombinaci na pelety a uhlí. Hořák je stáložárny. Zapálení hořáku se musí provést ručně na začátku sezóny a k vyhasnutí dochází na konci topné sezóny. Výkon kotle je možné pevně nastavit časem podávání paliva a časem jeho vyhoření. Nastavení výkonu je možné provádět v rozsahu 30 % až 100 % a to změnou doby vyhořívání paliva. U těchto kotlů je obzvláště potřebné stanovit správný výkon kotle, raději slabší než silnější. U zbytečně silného výkonu by docházelo k dlouhým odstávkám kotle a jeho dehtování. [20]

Kotle splňují nejpřísnější parametry emisí odpovídající Evropské směrnici o EKODESINGNU. Účinnost u těchto kotlů převažuje 90 %. Automatické kotle na pevná paliva nevyžadují denní údržbu a jejich provoz vychází nejlevněji ze všech zdrojů tepla. Při jejich provozu lze vizuálně zdálky jen těžko poznat jejich provoz. [9]

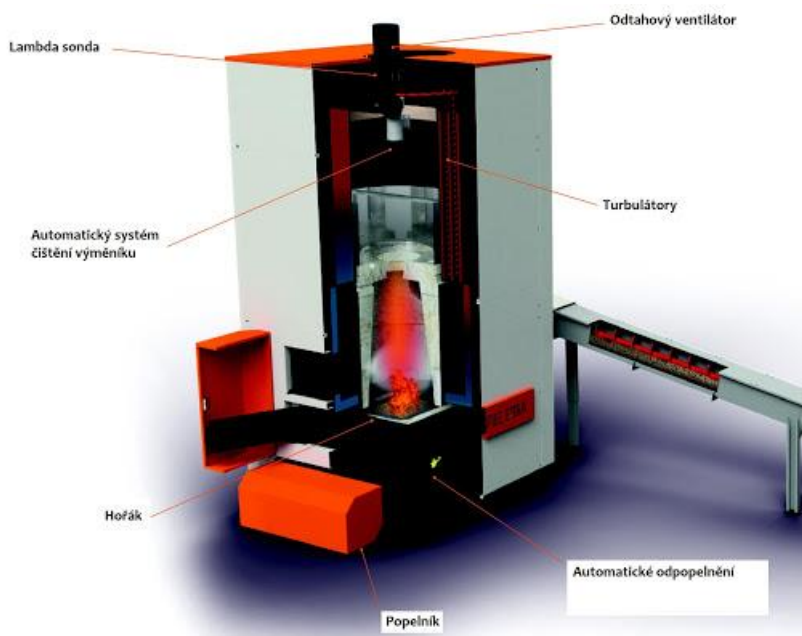
Je potřeba dodat, že tyto kotle na tuhá paliva však nelze úplně odepisovat, neboť známé zásoby uhlí při současné spotřebě vydrží 2900 let.



Obr. 6- Automatický kotel podavač šnekový [9]

## 2. Nerezové hořáky

Nerezové hořáky založené na principu padání paliva výhradně pelet z podavače paliva přes přívodovou hadici případně turniket na rošt hořáku seshora, kde probíhá spalování. Tyto hořáky jsou náročné na kvalitu paliva a mohou se na nich spalovat světlé pelety. Po dohoření dochází k vyhasnutí hořáku a při opětovné potřebě tepla jeho automatickému zapálení. [20]



Obr. 7- Automatický kotel s podavačem ze shora [24]

## 3. Hořáky na biomasu s rotační spalovací komorou

Tento typ kotlů na tuhá paliva, má zapalování a zhášení podle potřeby výkonu kotle, mohou regulovat svůj výkon, tak jako hořáky nerezové. Nevyžadují tak časté čištění jak tradiční nerezové hořáky. Palivo se dodává shora buď příkládacím turniketem nebo trubicí. Jejich výhodou je i to, že mohou spalovat palivo horší kvality, to znamená pelety obsahující kůru. [20]

### **Popis konstrukce a princip fungování:**

Celý princip hoření kotlů s automatickým příkládáním je založen na tom, že podavač posouvá do spalovací komory palivo a ventilátor dodává oksyločvadlo v potřebném množství a tam dochází k jejímu postupnému spalování. U nejnovějších kotlů jsou spaliny měřeny lambda sondou, podle které je množství vzduchu upravováno. Celý proces je řízen počítačem.

### **Výkon a emise:**

Pro rodinné domy se vyrábí kotle s účinností až 95 % spalování. U retortových hořáků ve výkonových rozsazích od 14 kW do 49 kW výkonu. U nerezových a rotačních hořáků ve výkonových rozsazích od 4 kW do 49 kW. Hořáky umí regulovat svůj výkon od 30 % do 100 % výkonu a při tomto rozsahu splňují normu Ekodesing. Proto nemusí být vybaveny akumulacími nádržemi. [20]

### **Palivo:**

Hnědé a černé uhlí velikosti ořech 2, pouze pro retortové hořáky.

Světlé pelety průměru 6 nebo 8 mm

Tmavé pelety průměru 6 nebo 8 mm, pouze pro rotační hořáky.

### **Zástupci na trhu:**

Kotle jsou vyráběny Benekov, Blaze Harmony, Atmos, Attack, Rojek.

### 1.2.3 Kombinované kotle na biomasu (hybridní kotle):

Toto řešení zajistí nepřetržitý provoz vytápění kotle s možností jednoduchého přechodu z ručního přikládání na peletový hořák. Tento systém znamená zlepšení komfortu obsluhy a možnost spalovat nejlevnější palivo na trhu kusové dřevo, kdy po dohoření dřeva pokračuje automatický provoz kotle na spalování peletek.

#### Zástupci na trhu:

Bleze Harmony, Attack a Atmos

## 1.3 Solární vytápění a ohřev vody termálními solárními články

Solární energie je čistá, obnovitelná a udržitelná, čím také pomáhá ochraňovat naši přírodu. Solární energie nepřispívá ke globálnímu oteplování, kyselým dešťům ani smogu. Solární systémy nevyžadují žádnou vyšší údržbu. Cena energie není ovlivňována změnami, neboť je to přímý přírodní zdroj.

Solární kolektory dělíme na:

### 1.3.1 Ploché kolektory

Ploché kolektory obsahují plochý absorbér, jenž má ochranu ve zvláštním tvrzeném sklu v pevně izolovaném rámu. Ústředním médiem přenosu tepla v solárních kolektorech je nemrznoucí kapalina, která proudí kolektorem a odebírá v něm teplo a přes výměník zpravidla šnekový jej předává do TUV nebo topné vody. [13]



Obr. 8- Plochý solární panel popis částí [23]

### 1.3.2 Vakuové kolektory převážně trubcové

V našich zeměpisných podmínkách se převážně dají používat jako doplňkový zdroj ohřevu teplé užitkové vody a vytápění. Jsou složeny z dvoustěnných vakuových trubec s vloženým měděným potrubím, ve kterém proudí tepelná kapalina. Selektivní absorpční vrstva se vytváří na vnitřní straně trubice. Dokonalou izolační ochranou zajišťuje vakuum.

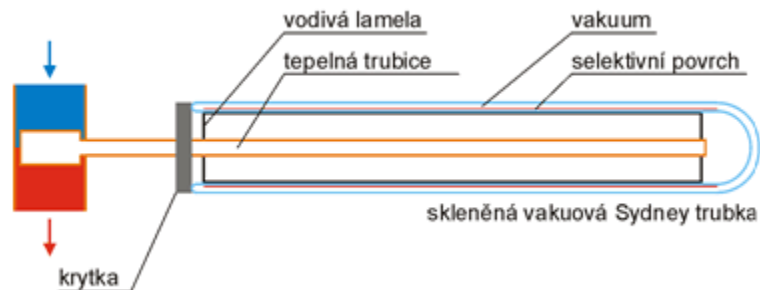
Proto i v zimním období dosahují za slunečního počasí vysokých teplot na rozdíl od plochých kolektorů. Ovšem jejich nevýhodou se stává, že při zasněžení kolektoru sněh nedokáže snadno roztát. [13]



Elementárním prvkem trubcového slunečního kolektoru jsou skleněné trubice. Uvnitř každé trubice se vytváří již během samotné výroby tlak, resp. Vysoké vakuum. Díky

Obr. 9- Průřez trubcí [13]

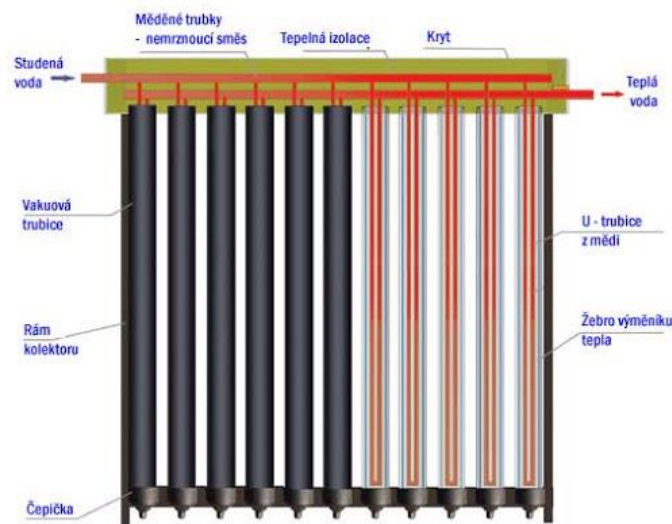
absenci částic plynu je minimalizován přenos tepla vedením a prouděním, čím jsou odstraněny veškeré ztráty. Ke ztrátám dochází pouze jen sáláním tepla podél absorbéru. U trubicových kolektorů je absorbérem tepelná trubice, která je napojena na výparník, kde se kondenzuje pára. [19]



Obr. 10- Plošný průřez trubice [13]

Vakuové kolektory pracují na následujícím principu. Působením slunečního záření se pracovní látka uvnitř kolektoru ve výparnické části odpaří. Pára následně postupuje do kondenzační části, kde kondenzuje a nakonec opět steče do výparnické části. Touto změnou skupenství předává značnou část energie, která je získána ze slunečního záření, která je pak předána obtékající látce, jenž obtéká kondenzační část. [19]

### Schéma trubicového solárního kolektoru U-pipe



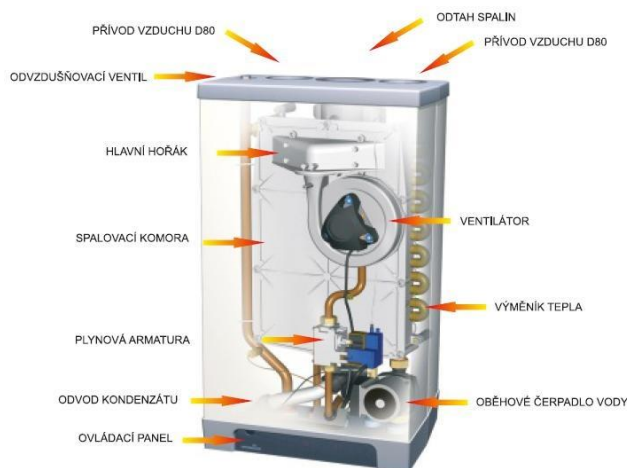
Obr. 11- Popis pole trubicového kolektoru [13]

#### Zástupci na trhu:

Attack, Viesman, Richter Frentzl

## 1.4 Kotle na plynná paliva-zemní plyn, LPG

Tento zdroj energie v převážné většině spaluje zemní plyn. Roku 2020 se používají plynové kondenzační kotle k snížení teploty spalin pod kondenzační mez. Při takovém provozu kotle je jeho účinnost až 109 %. Každý kondenzační kotel musí být napojen na kanalizaci. Plynové kotle jsou převážně závěsné a dělíme je na kotle pouze pro vytápění, pro vytápění a ohřev TUV průtokovým ohřívačem a kotle určené pro topení a ohřev vody v ohřivaném zásobníku, který není součástí kotle a kotle určené pro vytápění a ohřev vody ve vestavěném zásobníku přímo v tělese kotle (kotle s řízeným spalováním). Tyto kotle umí modulovat svůj výkon od 10 % do 100 % výkonu zdroje. Modulace hoření při spalování je regulována složkou plynu i kyslíku, čímž dochází k optimalizaci spalování a snížení emisí CO<sub>2</sub>. Při využití nižších teplot vytápění dochází



Plynové kotle jsou převážně závěsné a dělíme je na zdroje tepla pouze pro vytápění, pro vytápění a ohřev TUV průtokovým ohřívačem a kotle určené pro topení a ohřev vody v ohřivaném zásobníku, který není součástí kotle a kotle určené pro vytápění a ohřev vody ve vestavěném zásobníku přímo v tělese kotle. Plynové kotle musí splňovat požadavky normy Ekodesign a to účinnost v okruhu vytápění a minimální účinnost v okruhu TUV. Touto směrnicí se prakticky vyřadily turbo kotle, které tyto předpisy nesplňovaly.

Obr. 12- Průřez kotlem na plynná paliva [26]

**Výrobce:** Baxi, Attack, Proterm, Term

## 1.5 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou v poslední době dosti oblíbený zdroj vytápění, pracují na principu získání energie z vnějšího prostředí. Tepelné čerpadlo dostane energii z vnějšího prostředí a převádí ho na vyšší teplotní hladinu. Tímto je schopno získat potřebnou energii např. z chladného vzduchu, jehož teplota se pohybuje pod bodem mrazu. Je nutné uvést, že v nižších teplotních hodnotách není tak účinné. Princip fungování tepelného čerpadla lze rozdělit na dva okruhy primární - vnější získává energii z vnějšího okolí a sekundární ten dodává energii do vytápěných míst. [4], [7]

Výpočet účinnosti COP:

Stanovuje podíl mezi výkonem a příkonem:

$$COP = \frac{Q_t}{P} = \frac{Q_t}{Q_t - Q_{ch}}$$

Odkaz 1.

$Q_t$	Topný výkon TČ (kW)
$Q_{ch}$	Chladicí výkon TČ (kW)
$P$	Elektrický příkon TČ (kW)

## **Druhy:**

### **1.5.1 1. Vzduch - voda - venkovní jednotky**

Tepelné čerpadlo funguje tak, že odebírá z okolního vzduchu teplo a může pracovat až do -25 stupňů Celsia. Slouží k vytápění a zároveň ohřevu vody. Z jednotky odchází topná voda maximálně 65 stupňů Celsia. Jsou nejlepší variantou pro domy, které nemají velký pozemek. Často se umísťují na stěny domů, mohou se samozřejmě situovat i na střechy. Mezi stěžejní výhody patří to, že jsou poměrně snadno instalovatelné a jak již bylo zmíněno, mohou být umístěny k objektům nemajícím žádný pozemek. K mnohým výhodám těchto tepelných čerpadel patří jejich relativně nízká pořizovací cena s porovnáním s ostatními typy čerpadel. Lze je využít i v letním období a to k chlazení.

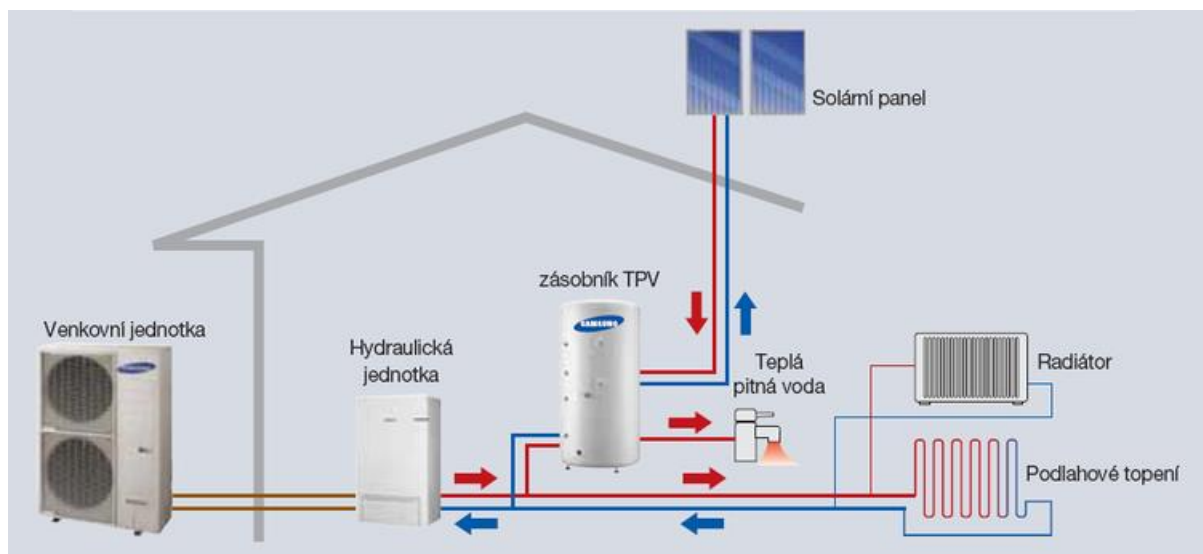
K stěžejním nevýhodám patří jejich vyšší náklady na údržbu. Často mají zvýšenou zvukovou zátěž v okolí. A v neposlední řadě je jejich problémem nižší životnost kompresoru. [4]

#### **Zástupci na trhu:**

Nibe, Vaillant, Regolus

### **1.5.2 Vzduch - voda – split**

Soustava se skládá z venkovní jednotky a vnitřní jednotky. Ve venkovní jednotce je chladivo R410. Potřebují roční revizi. energii získávají ze vzduchu a pak ji pomocí media transportují do zařízení uvnitř objektu, kde je umístěný kompresor a tam dochází k samotnému získávání tepla. [4]



Obr. 13- Schéma zapojení splitu [4]

#### **Zástupci na trhu:**

Nibe, Vaillant, Regolus

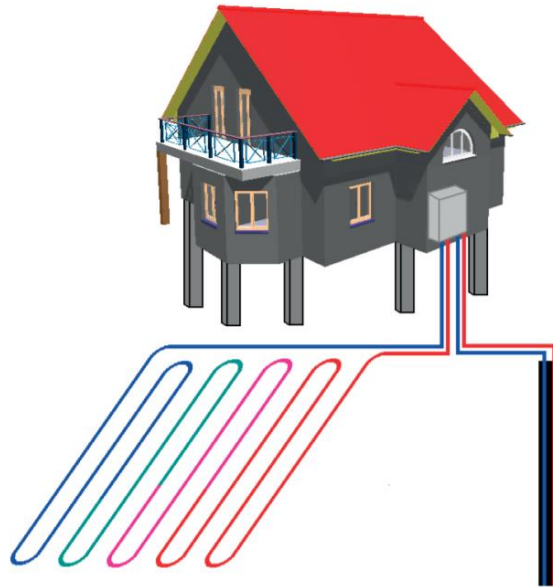
### **1.5.3 Země - voda**

Čerpadla pracující na principu země – voda mohou brát teplo pro svojí činnost z vrtů, zemního kolektoru, šneků. Jsou založena na zavedení kolektoru do země do hlubinného vrtu nebo těsně pod zem jako plošný kolektor. V celém výměníku cirkuluje nemrzoucí směs (ethanol), jenž převádí vnější energii země do vnitřní jednotky. Tepelná čerpadla mají absolutně tichý chod. Jsou vhodná pro chlazení i vytápění objektů. Jednou z mnoha výhod je dlouhá životnost kompresorů. Zemní čerpadla mají stabilní topný výkon. Nejsou tak závislá na teplotách ovzduší. Čerpadla podávají absolutně stabilní a silný výkon. [6]

Mezi zásadní nevýhody patří samotné hloubení vrtu, které se pohybuje okolo 60 m až 100 m, což je jedna z nejnákladnějších investic vůbec. Nevýhodou plošného kolektoru je potřeba velké plochy pozemku a samotný kolektor musí být položen 2 metry od hranic se sousedním pozemkem, budov,

plotů, dalších objektů, přípojek vody a kanalizace či plynu. K položení plošného kolektoru je potřeba okolo 600 metrů čtverečních plochy. Zemní kolektor se pokládá do hloubky 1 až 1,5 m v rozteči 1 m. [4], [6]

**Metoda vrtu:**



Obr. 14- Kombinace plošného a hlubinného kolektoru [6]

**Metoda plošného kolektoru:**



Obr. 15- Plošný kolektor [6]

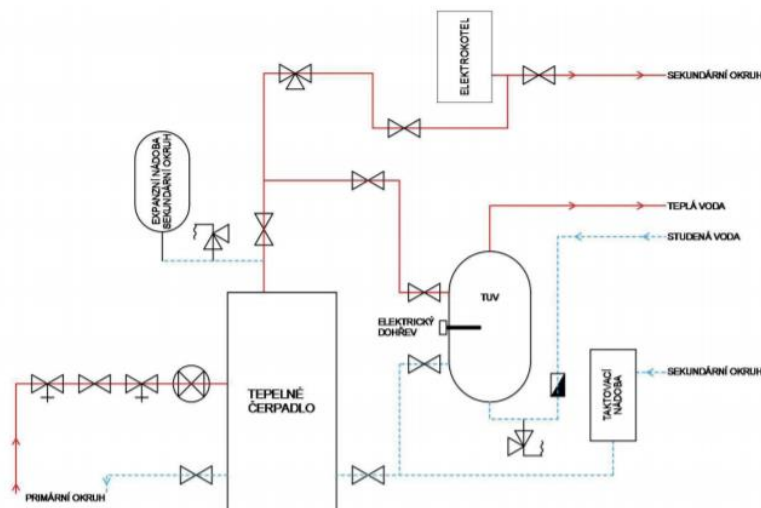
**Zástupci na trhu:**

Nibe, Vailant, Regulus

### 1.5.4 Voda - voda

Teplné čerpadlo odebírá teplo pro svou činnost ze studny nebo ze dna vodních nádrží. [7]

Schéma zapojení:



Obr. 16- Schéma zapojení čerpadel voda – voda [4]

Základní princip využití je ponoření kolektorů do vody, z níž je čerpána energie. Kolektor je následně připojen na teplné čerpadlo a jeho výměník. Čerpadla se dělí na několik druhů:

#### 1. Čerpadlo využívající podzemní vody

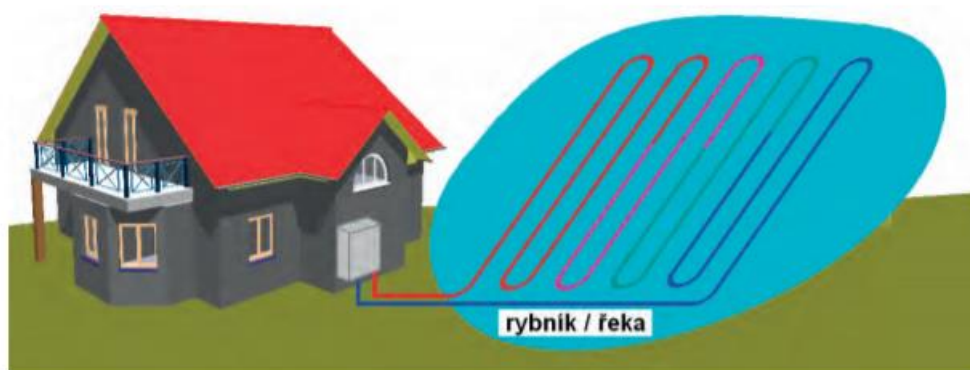


Obr. 17- Čerpadlo využívající spodní vody [6]

Zařízení čerpá vodu ze studny a vrací ji do druhé studny. Teplota vody zde je v rozmezí 8 až 12 stupňů Celsia. Tento princip využití má vysoké požadavky na kvalitu a čistotu čerpané vody a samozřejmě na její dostatečné množství. Jedná se o jeden z efektivnějších principů získávání tepla. [4], [7]

U tohoto čerpadla je nebezpečí zanášení výměníku na primární straně a jeho snadná možnost zamrznutí.

## 2. Čerpadlo využívající povrchové vody



Obr. 18- Schéma čerpadlo využívající povrchové vody [6]

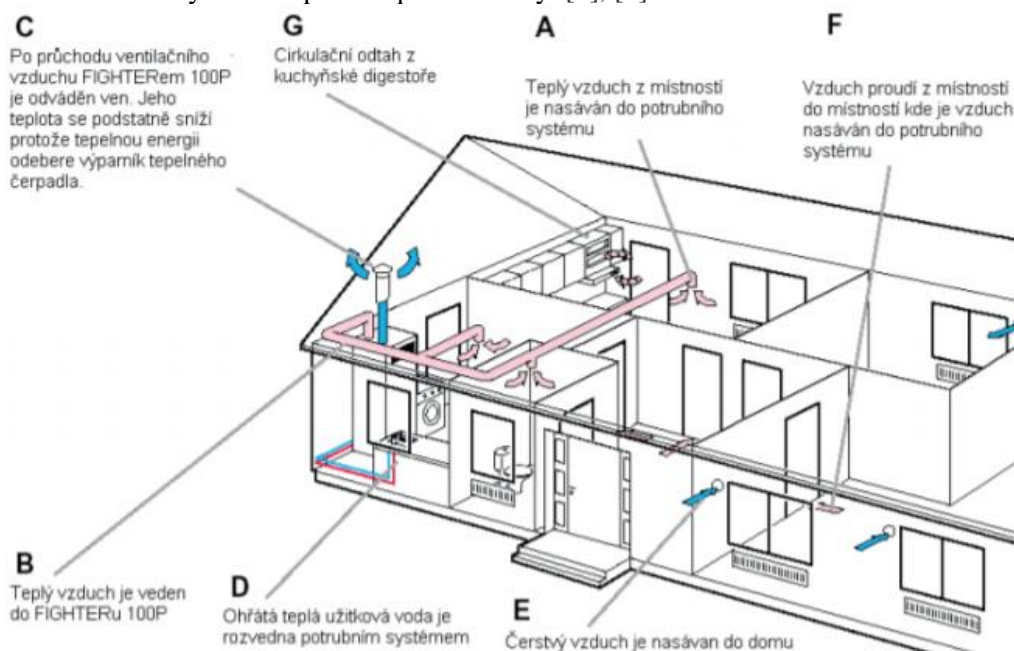
Jako zdroj může být použit třeba rybník či nádrž, úskalím mnoha zájemců však bývá to, že musí dojít k dodržení důležitých zákonných podmínek během zavádění tohoto jímacího zařízení. V České republice k tomuto účelu mohou být použity jen soukromé vodní plochy. V jímacím kolektoru je napuštěná nemrznoucí směs (ethanol), takže nemůže docházet tak snadno k zamrznutí výměníku. [4]

### Zástupci na trhu:

Nibe, Regulus

### 1.5.5 Ventilační tepelné čerpadlo

Čerpadlo pokrývá potřebu energie v nízkoenergetickém nebo pasivním domě. Mají zpravidla výkon v rozmezí pouze 5-6 kW. Zajistí vytápění, ohřev vody a řízené větrání se zpětným získáním energie z vytápěného domu. Využívá odpadní teplo z budovy. [4], [7]



Obr. 19- Ventilační čerpadlo schéma zapojení [7]

### Zástupci na trhu:

Nibe, Vailant, Regulus

### 1.5.6 Tepelné čerpadlo pouze pro ohřev teplé vody.

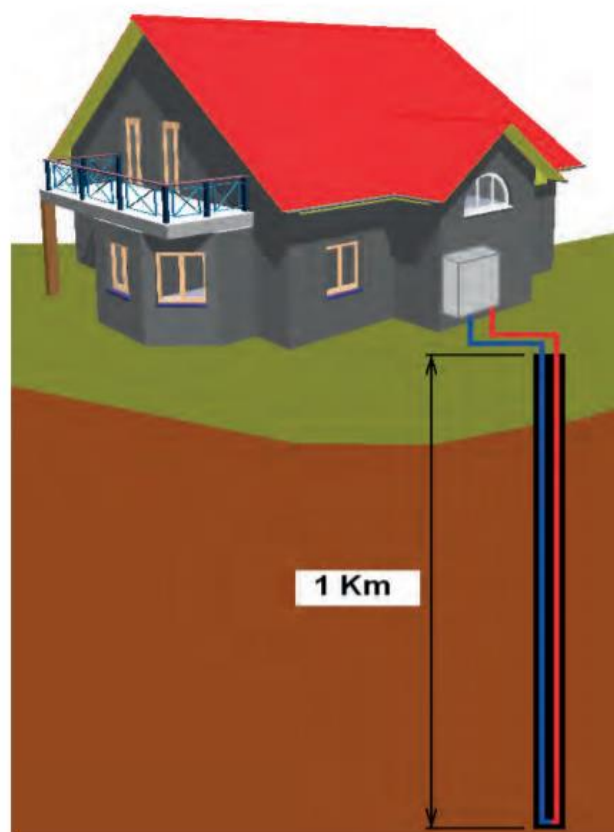
Čerpadlo využívá energii obsaženou ve ventilačním vzduchu, který je jinak bez užitku vypouštěn z budovy. Jednotku lze snadno nainstalovat do sklepa nebo technické místnosti.

#### Zástupci na trhu:

Nibe, Vailant, Regulus

### 1.5.7 Geotermální vrty

Jedná se o velmi zajímavé odvětví energetiky, u nás se zatím moc nevyskytuje. Hlavní doménou jsou země s rozsáhlými geotermálními zdroji, například Island. U nás se v budoucnosti plánuje velké využití. [7]



Obr. 20- Hlubinný vrt [6]

## 1.6 Kogenerační jednotky spalující bioplyn

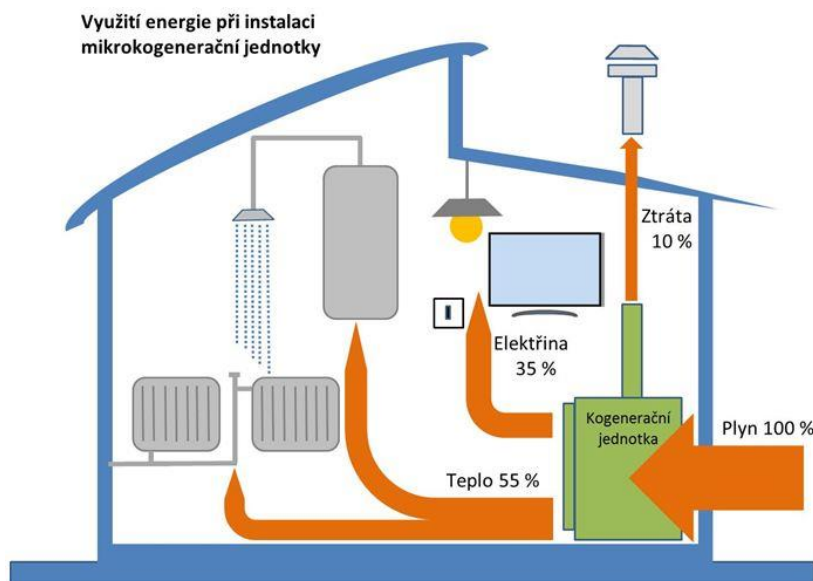
Jsou to bioplynky, kde rozkladem biomasy vzniká bioplyn, který je použit jako palivo do motorové jednotky, která vyrábí elektrický proud a teplo vzniklé při provozu této jednotky se používá k vytápění. K vytápění rodinných domů lze využít toto teplo horkovodem centrálního vytápění domů a bytů přes výměník na patě domu. [14]

V současné době se malé kogenerační jednotky k vytápění rodinných domků nevyrábí, v budoucnosti se předpokládá jejich vyšší rozvoj.

### 1.6.1 Kogenerační jednotky spalující zemní plyn

Očekává se, že v budoucnosti se rozšíří do rodinných domů. Zatím se využívají v nemocnicích, bazénech a velkých budovách.

Funguje tak, že spalovací motor, vyrábějící proud v generátoru, se zahřívá a je potřeba jej chladit. Chladí se kapalinou, která se využívá k ohřevu topné vody. [14]



Obr. 21- Kogenerační jednotka zapojení [14]

## 1.7 Krby a kamna na dřevo

Patří mezi jedny z nejstarších vytápěcích zařízení, jež nás provázejí již od pradávných dob. Mezi jejich zásadní výhody patří lehká instalace, ke svému provozu nepotřebují elektrický proud, jejich údržba je nenáročná a mají nízké náklady na palivo. [9]

Jejich hlavní nevýhodou je potřeba samostatného komínu na každé topidlo. Také značně znečišťují prostor, ve kterém jsou umístěny. Při jejich provozu musíme zajistit dostatek čerstvého vzduchu k samotnému procesu hoření. Při nedodržení dostatečného přívodu vzduchu dochází v častých případech k otrávení obyvatel CO. [15], [9]



Obr. 22- Krb princip fungování [15]

### Zástupci na trhu:

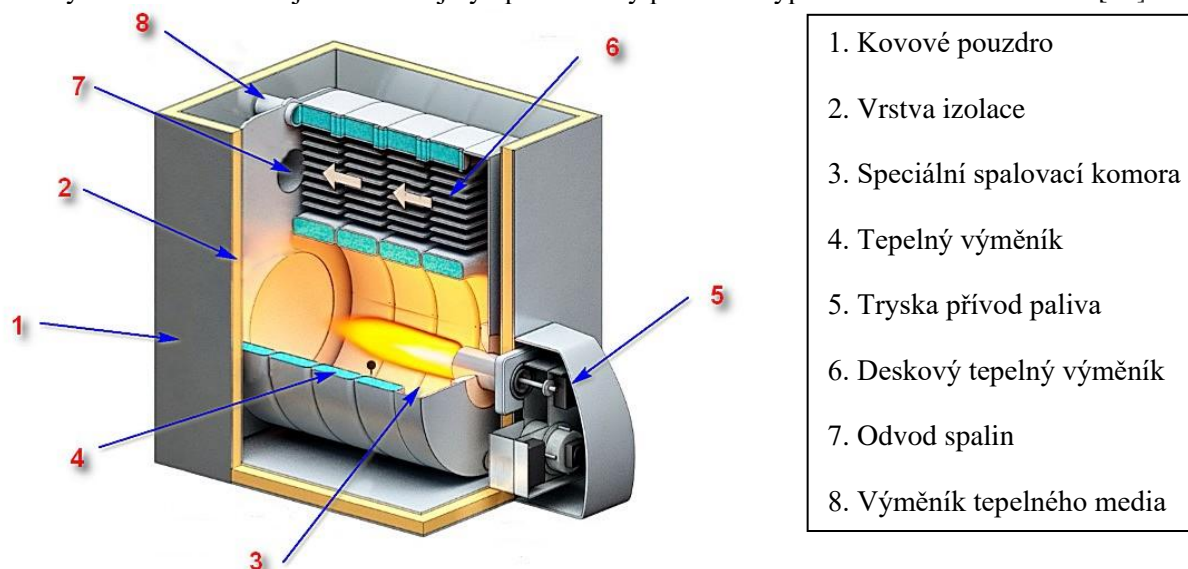
Hason, Hoxter,

## 1.8 Kotle na kapalná paliva

Kotle zpracovávají kapalná paliva. To v našem prostředí znamená naftu, olej, zkapalněný plyn. Jsou nicméně velice náročné na byrokratické vyřízení. Je po nich požadováno dokonalé protipožární opatření. Dále mají tyto kotle poměrně větší požadavky na elektrickou síť, jež musí napájet kotel nepřetržitě a to kvůli četným elektrickým zařízením, jež soustava obsahuje. V případě dochází-li k častým výpadkům elektrické energie, v objektu klesá životnost kotle a může nastat poškození citlivějších zařízení. Jednou z mnoha výhod těchto strojů je zcela minimální požadavek na samotnou obsluhu kotelny. [11]

Kotelna je složena z mnoha elektrických zařízení, jsou zde servomotory, čerpadla. Samotná jednotka je uzavřena v pouzdře. V uzavřeném pouzdře se nejprve nachází vrstva tepelné izolace. Uprostřed soustavy je spalovací komora. Od spalovací komory se ohřívají tepelné výměníky, jež jsou buď z oceli anebo litiny.

Samotný princip spalování je dosti podobný kotlům fungujících na zemní plyn. Do spalující komory je látka vstříkována, tam dojde k jejímu zážehu a teplo produkované plamenem se setkává s výměníky, kde dojde k předání energie. Následně přes výměník je teplo odváděno vodou do samotné části vytápěného objektu. V České republice se tato paliva moc nepoužívají, neboť samotná jejich cena je dosti vysoká. Většinou se jedná o zdroj vytápění určený pro země typu Německo a Rakousko. [11]



Obr. 23- Kotel na kapalná paliva [11]

### Zástupci na trhu:

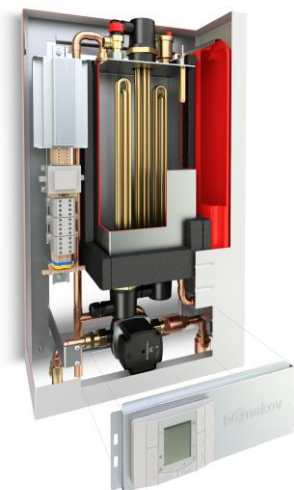
Atmos

## 1.9 Elektrické kotle

Představují nejlevnější variantu zdroje tepla pro rodinný dům a to z hlediska pořizovací ceny i následné údržby a provozu. Mezi stěžejní pozitiva patří vysoká účinnost až 99 % a malé rozměry. Jsou vhodným zdrojem tepla pro nízkoenergetické budovy, zvláště pokud jsou doplněny solárním ohřevem vody. Elektrické kotle se převážně používají jako náhradní zdroj ke kotlům na tuhá paliva s ručním příkládáním. Vyžadují minimální zástavný prostor a minimální údržbu. Používají se jako doplněk k tepelným čerpadlům (bivalentní zdroj).

Samotná elektřina je nejdražší palivo dostupné na českém trhu a to v období okolo roku 2020. I přes tento zápor výhody převažují, prodej se za poslední 3 roky zvýšil o 50 %. Problémové je však jeho užití u novostaveb, kde použití pouze samotného elektrokotle nedovoluje nový stavební zákon, nevychází totiž průkaz energetické náročnosti budovy, který výpočtově hodnotí budovu z hlediska spotřeby energií na vytápění a úpravu vlhkosti vzduchu, energie na ohřev teplé vody a osvětlení. Elektrický kotel takto může být vhodným doplňkem k obnovitelným zdrojům energie.

Ohřev topné vody probíhá v kotlovém tělese za souběhu obvykle dvou až tří topných těles s výkonem okolo 7,5 kW. Voda tímto výměníkem protéká a dochází zde k výměně tepelné energie. Každé topné těleso má vlastní výkon okolo 2.5 kW. [18]



Obr. 24- Elektrický kotel [18]

#### Výrobci na trhu:

Attack, Mora, Benekov, Proterm

### 1.10 Elektrické akumulční vytápění

Vyžaduje větší prostor kotelny, kde se pomocí elektrické energie ohřívá větší množství vody a později je k topení využíváno tato přehřátá voda. Tato varianta je výhodná ke kotlům s ručním přikládáním, které musí být vybaveny v akumulčních nádržích. Stávající akumulční nádrže jsou pouze doplněny topnou elektrickou spirálou ovládanou termostatem.

### 1.11 Elektrické přímotopy

Jsou nejlevnější variantou vytápění objektu, používají se u nízkoenergetických domů a dřevostaveb. Toto zařízení je levné na pořízení, ale drahé v provozu.

Problémové je však jeho užití u novostaveb, kde použití pouze samotného elektrického přímotopu nedovoluje nový stavební zákon, nevychází totiž průkaz energetické náročnosti budovy, který výpočtově hodnotí budovu z hlediska spotřeby energií na vytápění a úpravu vlhkosti vzduchu, energie na ohřev teplé vody a osvětlení. Musí být použito v kombinaci s obnovitelným zdrojem energie.

#### 1.11.1 Elektrické podlahové vytápění

Mezi další levné varianty patří elektrické podlahové vytápění, které je rovněž výhodné pro nízko energetické domy. Dále se dá využívat k ohřevu venkovních teras, chodníků případně vjezdů a venkovních schodišť. Jelikož se jedná čistě o elektrické zařízení, je problémové ho použít u novostaveb, kde musí být doplněno obnovitelným zdrojem energie.

### 1.12 Plynová topidla a karmy na zemní plyn a LPG

Používají se pouze k lokálnímu vytápění skladů a místností. Všude tam kde může dojít k zamrznutí místností. Nevýhodou tohoto systému je to, že rozvod plynu musí být rozmístěn po celém domě do jednotlivých místností. Při jejich provozu dochází k přepalování prachu v místnostech.

Karmy na zemní plyn se používají na ohřev vody v domácnostech, v současné době představují nejmíň bezpečné zařízení, co se týká zplodin CO.

#### Výrobce:

Mora

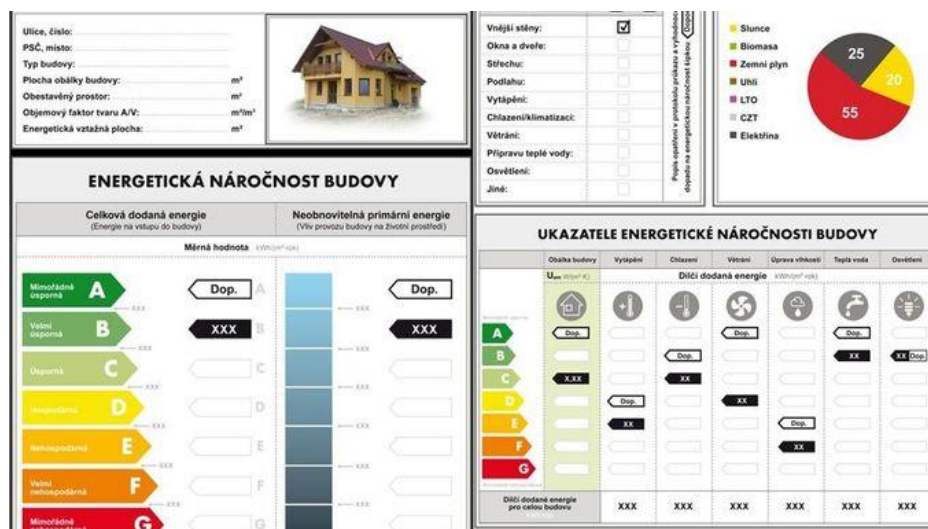
## 2 Ekonomické posouzení

### 2.1 Energetické ztráty a na ně se vztahující dotační programy

Při výběru zdroje vytápění se významně bere ohled na tepelné ztráty. V současné době existují i různé dotační programy.

#### 2.1.1 Energetická náročnost budov

Každá budova či objekt má své tepelné ztráty, ty jsou výrazně ovlivněny jejím umístěním v daném podnebném pásmu a jejím zakomponováním do krajiny či městské zástavby. Tepelné ztráty jsou pak ovlivněny i kvalitou zdiva a střechy, zdrojem vytápění.



Obr. 25- Energetický štítek [25]

#### 2.1.2 Nová zelená úsporám

Program Nová zelená úsporám je odvozen od základního programu ministerstva životního prostředí zelená úsporám, spravovaném Státním fondem životního prostředí, jehož cílem je poskytování dotací, za cílem získat energetické úspory. Program je financován prodejem emisních povolenek emisí skleníkových plynů. Dotační program zelená úsporám vznikl roku 2009 a umožňoval čerpání dotací až do roku 2012.

Na tento program navázal Nová zelená úsporám, která poskytuje nevratné dotace od roku 2013, kdy došlo k vyčlenění 1 000 000 000 Kč a bude trvat až do roku 2021.

Typ zdroje	Výše podpory [Kč/dům] v kombinaci se zateplením	Výše podpory [Kč/dům] bez zateplení
Kotel na biomasu s ruční dodávkou paliva	50 000	40 000
Kotel na biomasu se samočinnou dodávkou paliva	100 000	80 000
Krbová kamna na biomasu s teplovodním výměníkem s ruční dodávkou paliva a uzavřené krbové vložky s teplovodním výměníkem	50 000	40 000
Krbová kamna nebo vložka na biomasu s teplovodním výměníkem se samočinnou dodávkou paliva	50 000	40 000
Tepelné čerpadlo voda–voda	100 000	80 000
Tepelné čerpadlo země–voda	100 000	80 000
Tepelné čerpadlo vzduch–voda	75 000	60 000
Plynový kondenzační kotel	35 000	25 000
Napojení na soustavu zásobování teplem	40 000	30 000

Obr. 26- Podíl rozdělení Nová zelená úsporám [22]

Hlavním cílem programu je zlepšit stav životního prostředí snížením produkce emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů (především emisí CO<sub>2</sub>). Přispívá k úspoře energie v konečné spotřebě a stimulaci ekonomiky ČR spolu s dalšími sociálními přínosy, kterými jsou například zvýšení kvality bydlení občanů, zlepšení vzhledu měst a obcí, nastartování dlouhodobých progresivních trendů. Tento program podporuje: renovace rodinných a bytových domů (fasády, výměny podlah a stropů, výměny oken a dveří), stavbu rodinných a bytových domů, nákup rodinných domů a bytů. Následně podporuje zavádění solární termické a fotovoltaické techniky, výměnu zdrojů tepla za tepelná čerpadla a kotle na biomasu. [22]

## 2.2 Univerzální postup při volbě zdroje vytápění

1. Zjištění umístění objektu.
2. Možnosti napojení na inženýrské sítě (plyn, elektrická energie, případně horkovod).
3. Určení využití provozovatelem.
4. Výpočet velikostí stavby a její tepelnou ztrátu.
5. Finanční možností investora.

## 2.3 Výpočtové parametry a vzorce pro výpočet

### Poloha:

Pro výpočet je nezbytné, ze začátku určit v jakých místech je dům situovaný. Zda-li na vysočině či v níží nachází. Jaké jsou vnější podmínky okolního prostředí. Zavedme si chladné prostředí, průměrné prostředí, teplé prostředí, každé má vlastní teplotu.

### Hodnoty:

Minimální očekávaná teplota prostředí: -15 °C

Průměrná teplota prostředí: 5,7 °C

Počet topných dnů: 248 dnů

Tepelná ztráta objektu: ( např. 10 kW)

Přepočet tepelné ztráty na průměrnou teplotu prostředí kW:

$$P_{tz} = \frac{ztráta\ objektu}{30} * (15 - průměrná\ topná\ teplota) \quad \text{Od.1}$$

$$\text{Roční tepelná ztráta} = \text{průměrná tepelná ztráta objektu} * 24 * \text{počet topných dnů} \quad \text{Od.2}$$

Tab. 1- Účinnost paliva

Účinnost paliva:	
Hnědé uhlí: 1 kg = 8,3 kW/h	
Smrkové dřevo 1 sprm = 1348 kW/h = 253 kg	1 kg = 5,32 kW/h
Pelety: 1 kg = 5,32 kW/h	
Plyn:	
Elektrika:	

Tab. 2- Ceny komodit v kW

Ceny komodit:		
Hnědé uhlí: 1 kg = 5 Kč		1 kW/h = 0,6 Kč
Dřevo 1 sprm = 1 041 Kč	1 kg = 4,1 Kč	1 kW/h = 0,774 Kč
Pelety: 1 kg = 5,50 Kč		1 kW/h = 1 Kč
Plyn		1 kW/h = 1,23 Kč+ paušál 260 Kč měsíčně
Elektrika:		1 kW/h = 2,80Kč+ paušál 450Kč měsíčně

### Přepočet celkové účinnosti užívaných zdrojů paliva:

$$\text{cena za kW/h} = \text{Cena paliva} * \text{Účinnost zařízení} \quad \text{Od.3}$$

### Výpočet:

Tyto postupy lze aplikovat na všechny zdroje vytápění výjimku tvoří zařízení pracující primárně s elektrickou energií.

### Elektro kotel

Paušál za přípojku

Sazba D7d

### Tepelná čerpadla:

D6d

[21]

Tab. 3- Přepočet účinnosti zařízení do nákladů

Účinnost zařízení[21]:	Cena za jednu kW/h
Automatický kotel na hnědé uhlí: 86 %	0,69 Kč
Zplynovací kotel na dřevo 86 %	0,9 Kč
Pelety 87 %	1,16 Kč
Zemní plyn 105 %	1,17 Kč
Elektrina přímotop: 99 %	2,82 Kč
Tepelné čerpadlo: Cop 3	1 kW...0,93 Kč
Tepelné čerpadlo: Cop 5	1 kW...0,56 Kč

### Výpočet celkových potřebných kW

$C = \text{roční tepelná ztráta} * \text{cena za kW/h}$

Od.4

### Model 10 kW

Tab. 4- Model 10 kW

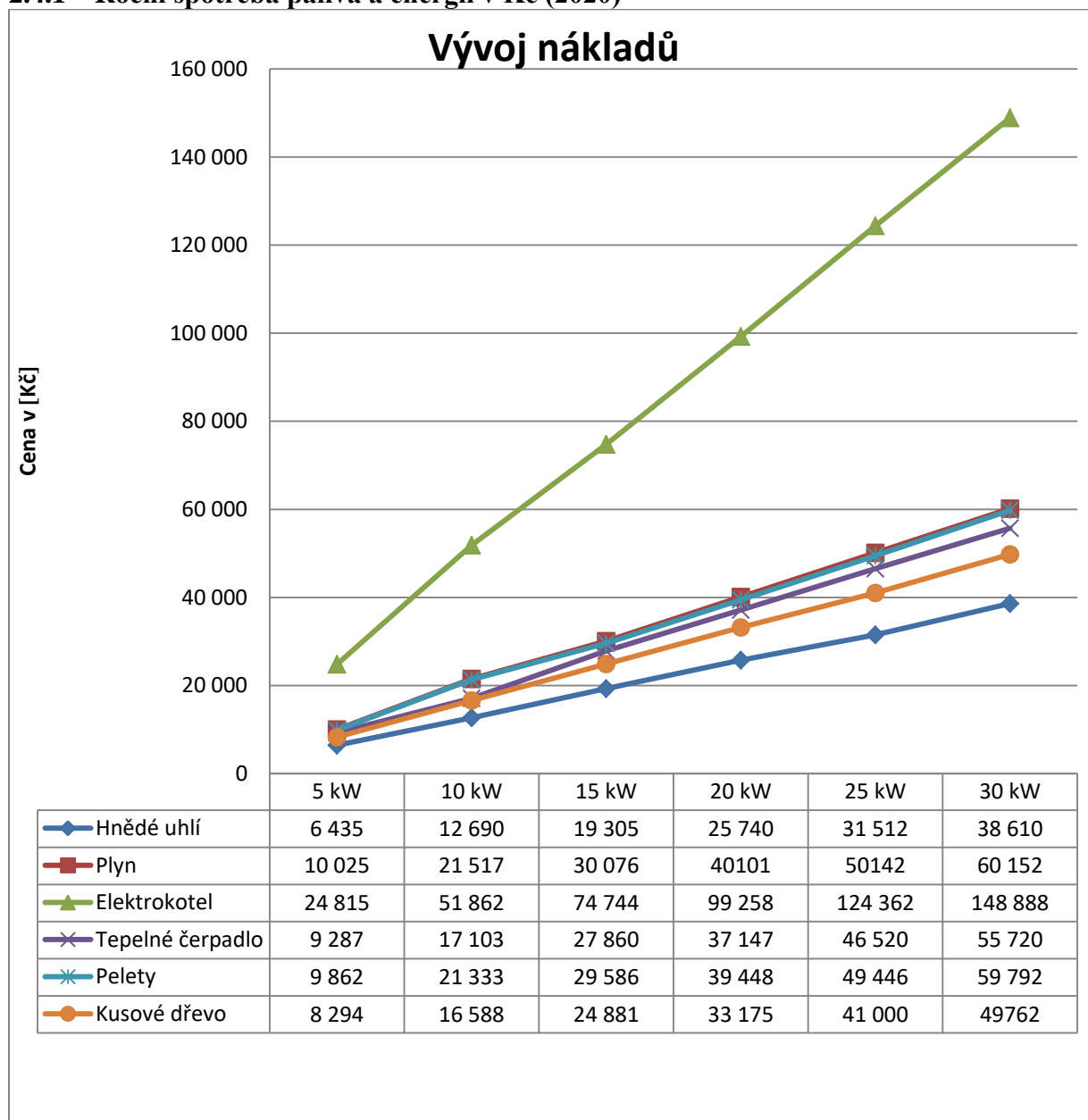
Automatický kotel na hnědé uhlí	Kotel na kusové dřevo	Automatický kotel na pelety	Plynový kotel	Elektrokotel	Tepelné čerpadlo
12 690 Kč	16 588 Kč	21 333 Kč	21 517 Kč	51 862 Kč	17 103 Kč

## 2.4 Celkové porovnání ekonomie

Modelové příklady domů s tepelnou ztrátou:

1. Dům 5 kW
2. Dům 10 kW
3. Dům 15 kW
4. Dům 20 kW
5. Dům 25 kW
6. Dům 30 kW

## 2.4.1 Roční spotřeba paliva a energií v Kč (2020)



Obr. 27- Náklady na provoz

Pozn. Cena pelet a plynu je v podstatě totožná, proto se v grafu překrývá.

Z grafu č. 1 je patrný lineární růst provozních nákladů v přímé závislosti na požadovaném výkonu. Ze zázornění vyplývá, že nejmenší provozní náklady mají automatické kotle spalující hnědé uhlí, což činí z této suroviny nejvíce ekonomicky výhodné palivo současnosti (rok 2020). Vzhledem k rozsáhlým zásobám hnědého uhlí je předpokladatelné, že tento trend bude v následujících dekádách pokračovat. Údržba kotlů spjatá s tímto zdrojem vytápění je považována za nenáročnou.

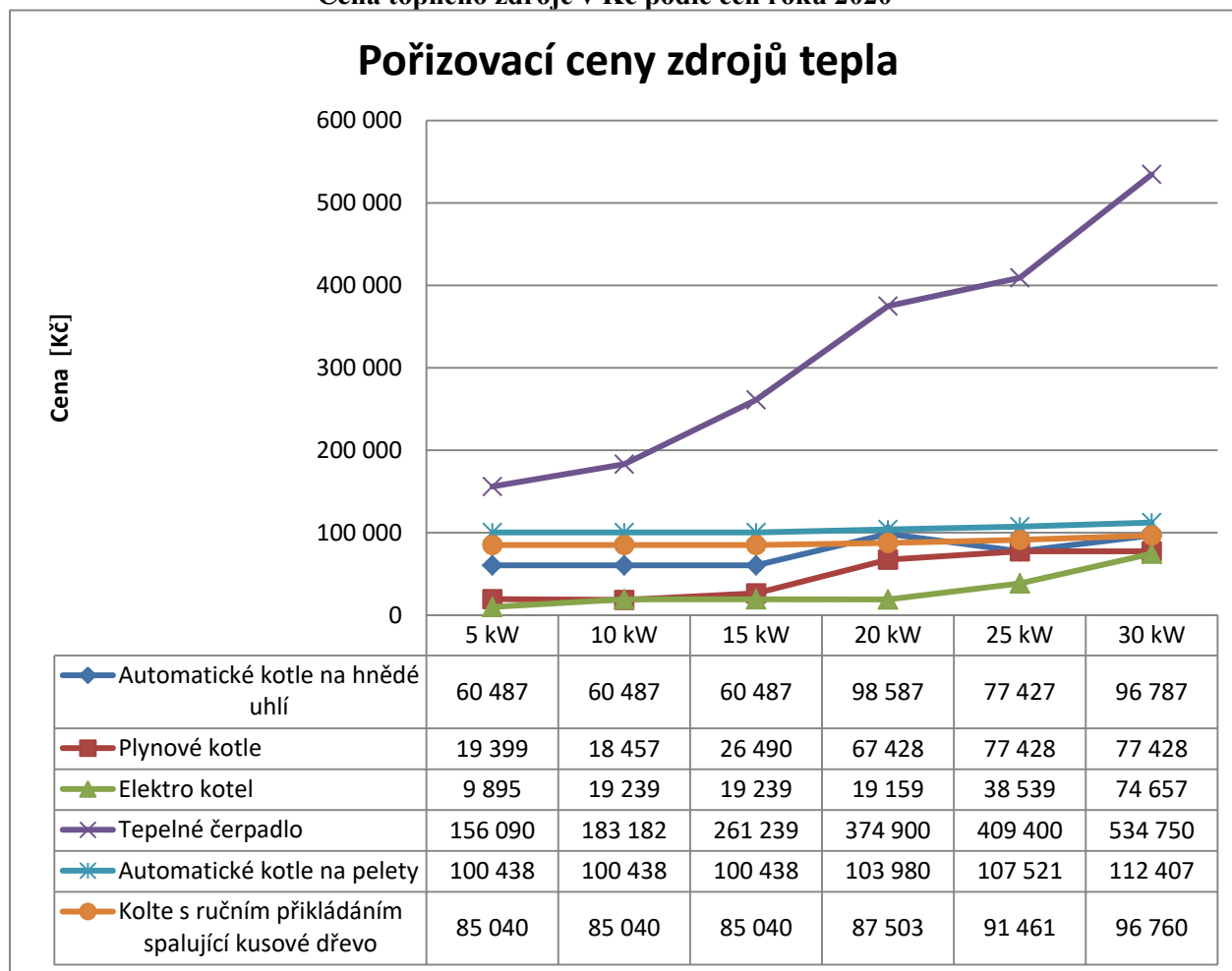
Za další levné palivo vychází kusové dřevo, v tab. 1 roční náklady vyšly v rozmezí 8 300 - 50 000 Kč. K této komoditě je nezbytné zmínit, že bylo počítáno s aktuálními cenami a vzhledem k tomu, že na území České republiky probíhá v roce 2020 kůrovcová kalamita, tak dochází k razantnímu snižování cen. Navíc dřevo lze snadno získat i nekomerční cestou, takže jeho současná cena je jen velice přibližná a navíc je předpokladatelné, že se v budoucích letech změní.

Třetím ekonomicky výhodným zdrojem jsou tepelná čerpadla. Tato zařízení při výrobě tepelné energie odebírají větší část energie z okolní přírody a zhruba jednu pětinu dodá elektrický proud, proto nejsou tak závislá na změnách ceny elektrické energie.

Další zvláštností grafu je skutečnost, že hodnoty nákladů spotřebovaných pelet a plynu jsou pro zvolený rozsah (5- 30 kW) v podstatě stejné. Při podrobnějším zkoumání zde vychází, že plyn je nepatrně dražší jak pelety, rozdíl je však nepatrný.

Mezi ekonomicky nejnáročnější komodity patří elektřina spotřebovaná elektrokotlem. Je více než zřejmé, že cena spotřebované energie několikanásobně převyšuje jakýkoliv porovnávaný zdroj. Jeví se tedy jako jeden z nejméně výhodných způsobů přeměny energie. Údržba elektrokotle s tím spjatá je v podstatě nulová.

Cena topného zdroje v Kč podle cen roku 2020



Obr. 28- Pořizovací ceny

Tento graf č. 2 porovnává pořizovací ceny zdrojů vytápění v závislosti na požadovaném výkonu. Nejnižší pořizovací cenu zde mají elektrokotle v rozmezí 9 900 Kč až 74 657 Kč. Z grafu je patrná ekonomická změna hodnot v oblasti výkonu kotlů 25 kW a 30 kW. Nicméně i přes to lze považovat celkovou křivku za lineárně rostoucí.

Další poměrně nízkou pořizovací cenu mají kotle na plynná paliva v rozmezí 95 000 až 105 000 Kč. Je nutno zmínit, že tato zařízení jsou kromě vytápění často určena k ohřevu vody. Obvyklá údržba je finančně nenáročná. Nicméně při pořízení je potřeba mít kromě vyhovujícího komínu i certifikovanou plynovou přípojku.

Křivka pohybující se v oblasti mezi 100 000 Kč patří cenám kotlů na hnědé uhlí. Tyto kotle dříve podléhaly kotlíkovým dotacím, čímž se mohla ponížít jejich pořizovací cena. I přes to že v roce 2020 není možnost využít kotlíkovou dotaci, tak jejich nákup v plné ceně se v provozu vyplatí. Průměrně jsou

tudíž jedním z nejlevnějších automatických kotlů spalujících tuhá paliva. Při pořízení těchto automatů je nezbytné mít na paměti, že je nutné k němu připojit i soustavu čerpadel.

Poměrně k cenově podobným zařízením, jsou automatické kotle spalující pelety. Tato zařízení jsou v podstatě ekonomicky podobná v pořizovacích cenách automatům na hnědé uhlí. V roce 2020 je na ně možno získat dotaci z programu Zelená úsporám.

Kotle na kusové dřevo vychází v podobném rozmezí cen jako další kotle na tuhá paliva. K pořizovacím cenám samotných kotlů by se měla započítat doporučená mísící aparatura a akumulací nádrže.

Tepelná čerpadla jsou v současné době podle grafu nejdražším zdrojem vytápění, jenž lze v roce 2020 pořídit. Tuto cenovou odchylku lze snadno vysvětlit technickou náročností zařízení. V grafu byla započítána jen čerpadla typu vzduch - voda.

## **2.4.2 Model ztrát 5 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií spotřebovaných během provozu v Kč (v cenách roku 2020)**

### **Použitá technika:**

#### Automatický kotel na hnědé uhlí:

Benekov B 16 Ekonomix [27]

- Výkon: 5-15 kW
- Cena s DPH: 60 487 Kč
- Je však pro malé výkony nevhodný (je určený pro domy s tepelnou ztrátou 15 kW).
- Je k němu potřeba sestava čerpadel a regulačních prvků.

#### Plynový kotel:

Protherm Panther 25 Kov v.19 [31]

- Výkon 2,2 -12 kW
- Cena s DPH: 19 399 Kč
- Kotel je určen k ohřevu TUV

#### Elektrokotel:

Mora-Top Elektra mini 9 kW Elektrokotel [36]

- Výkon: 9 kW
- Cena s DPH: 9 895 Kč
- U novostaveb nesmí být použit sám, musí být doplněn doplňkovým zdrojem využívajícím obnovitelný zdroj energie např. solární kolektor, fotovoltaika, kamna na tuhá paliva.

#### Tepelné čerpadlo:

- PBS-i 4,5 MR E WH2 [41]
- Výkon: 4,6 kW
- Topný faktor 5,11
- Cena s DPH: 156 090 Kč

#### Automatický kotel na pelety:

Rotary Pell Compact 15 Silo [44]

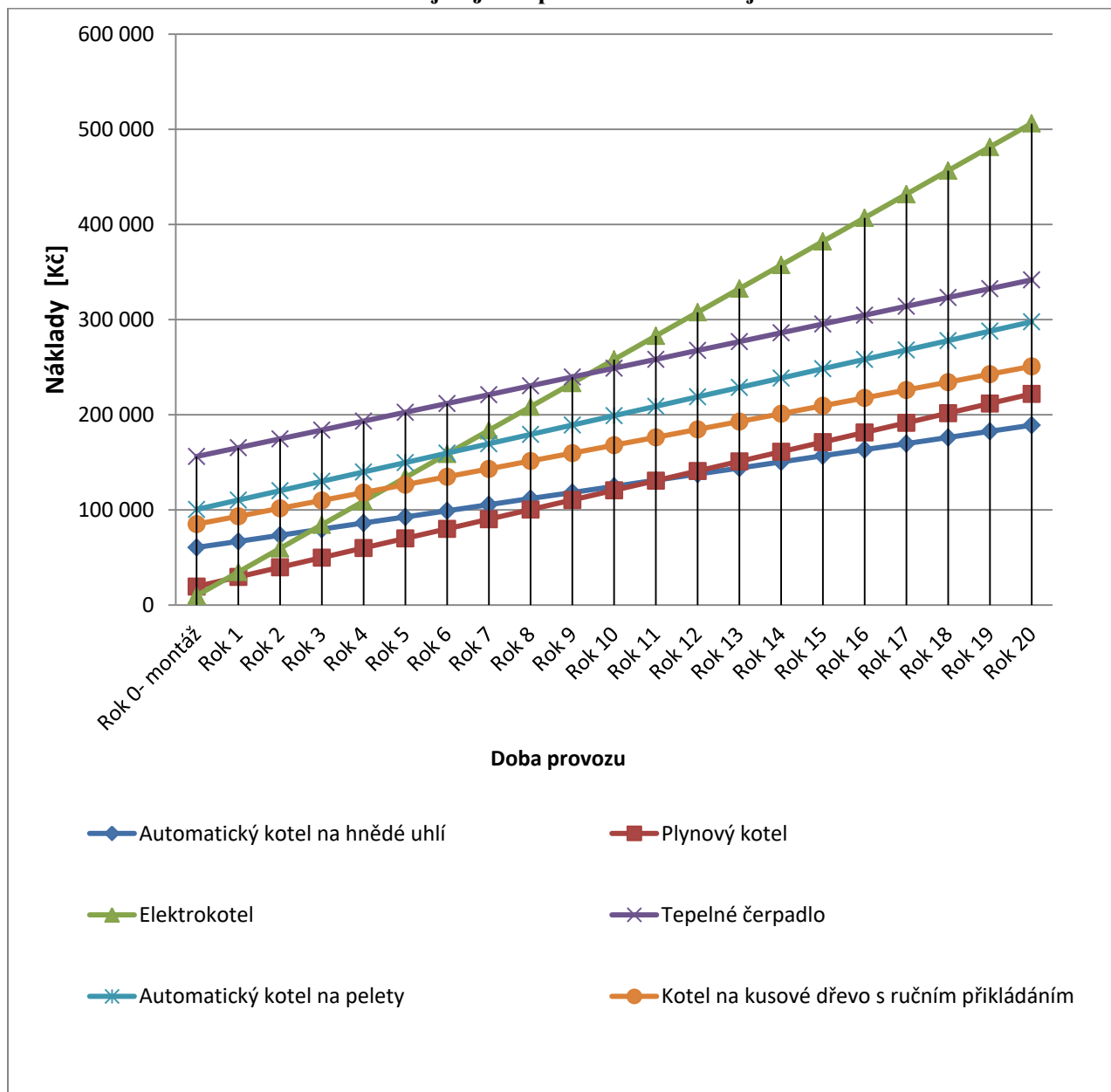
- Výkon: 3,8-14,5 kW
- Cena s DPH: 100 438 Kč
- Je nutné doplnit sestavou čerpadel a regulačních prvků

#### Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním:

Blaze Comfort 15/860 PT [45]

- Výkon: 15 kW
- Cena s DPH: 85 040 Kč
- Kotel musí být doplněn akumulací nádobou o minimálním objemu 825 l.
- Ke kotli je nutno doplnit soustavu čerpadel a regulačních prvků.

**Cena samotného zdroje s jeho spotřebou v následujících letech**



Obr. 29- Graf nákladů pro 5 kW

### Celkové zhodnocení:

V grafu č. 28 je zřetelně vidět, že v porizovacích cenách samotných zdrojů, vychází jednoznačně nejlépe elektrokotel. Každopádně vlivem provozních nákladů dojde po třech letech provozu k protnutí křivky nákladů elektrokotle s křivkou zvýrazňující náklady plynového kotle. V třetím roce používání tato křivka nákladů elektrokotle překoná náklady automatických kotlů na hnědé uhlí. Během následujícího roku překoná kusové dřevo, pelety a závěrem po desátém roce používání výdaje překročí i náklady tepelných čerpadel, což ze spotřebiče činí ekonomicky nejnáročnější zdroj vytápění. Během odhadované maximální životnosti dvaceti let dosáhnou celkové výdaje elektrokotle téměř k 600 000 Kč.

Tab. 5- Náklady pro 5 kW

	Automatický kotel na hnědé uhlí	Plynový kotel	Elektrokotel	Tepelné čerpadlo	Automatický kotel na pelety	Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním
	Kč					
<b>Rok 0- montáž</b>	60 487	19 399	9 895	156 090	100 438	85 040
<b>Rok 1</b>	66 912	29 524	34 710	165 377	110 300	93 334
<b>Rok 2</b>	73 337	39 649	59 525	174 664	120 162	101 628
<b>Rok 3</b>	79 762	49 774	84 340	183 951	130 024	109 922
<b>Rok 4</b>	86 187	59 899	109 155	193 238	139 886	118 216
<b>Rok 5</b>	92 612	70 024	133 970	202 525	149 748	126 510
<b>Rok 6</b>	99 037	80 149	158 758	211 812	159 610	134 804
<b>Rok 7</b>	105 462	90 274	183 600	221 099	169 472	143 098
<b>Rok 8</b>	111 887	100 399	208 415	230 386	179 334	151 392
<b>Rok 9</b>	118 312	110 524	233 230	239 673	189 196	159 686
<b>Rok 10</b>	124 737	120 649	258 045	248 960	199 058	167 980
<b>Rok 11</b>	131 162	130 774	282 860	258 247	208 920	176 274
<b>Rok 12</b>	137 587	140 899	307 675	267 534	218 782	184 568
<b>Rok 13</b>	144 012	151 024	332 490	276 821	228 644	192 862
<b>Rok 14</b>	150 437	161 149	357 305	286 108	238 506	201 156
<b>Rok 15</b>	156 862	171 274	382 120	295 395	248 368	209 450
<b>Rok 16</b>	163 287	181 399	406 935	304 682	258 230	217 744
<b>Rok 17</b>	169 712	191 524	431 750	313 969	268 092	226 038
<b>Rok 18</b>	176 137	201 649	456 565	323 256	277 954	234 332
<b>Rok 19</b>	182 562	211 774	481 380	332 543	287 816	242 626
<b>Rok 20</b>	188 987	221 899	506 195	341 830	297 678	250 920

Naopak jako nejlevnější zdroj vytápění lze označit automatické kotle na hnědé uhlí. V grafu lze jasně vyčíst, že začínají s pořizovací cenou podobnou plynovému kotli, ale v následujících letech jejich provozní náklady jsou výrazně nižší než ostatních spotřebičů. Nicméně většina kotlů a také námi zvolený kotel je vhodný až pro tepelnou ztrátu 15 kW. Celkové náklady se vyšplhají po dvaceti letech aktivního provozu přes 189 000 Kč.

Druhým nejlevnějším zdrojem topení jsou plynové kotle a to díky své nízké počáteční investici. Nicméně růst jejich nákladů je vyšší než růst křivky nákladů u kotle na kusové dřevo s ručním přikládáním. Z grafu je patrné, že asi po dvacátém roce jejich používání by výdaje plynových kotlů překonali náklady kotlů na kusové dřevo, z toho lze předpokládat, že v případě volby dražšího plynového kotle, by vycházely nižší náklady u kotlů na kusové dřevo.

Růst nákladů kotlů na plyn a automatů na pelety nám vycházejí po dobu srovnání téměř identicky, jediný stěžejní rozdíl mezi křivkami tvoří investice, lze předpokládat, že v horizontu asi dvaceti let by se náklady lišily o 70 000 Kč u plynových kotlů nižší než u automatických kotlů na pelety.

Celkově z grafu a hodnot vyplývá, že náklady kromě tepelného čerpadla a elektrokotle nepřekročí během 20 let 300 000 Kč.

Velikou zajímavostí jsou v grafu tepelná čerpadla, která mají vysokou počáteční investici, nicméně jejich nízké náklady na provoz zapříčiní, že asi během třiceti let provozu budou jejich celkové provozní náklady nižší než u automatických kotlů na pelety.

### 2.4.3 Model 10 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč

#### **Použitá technika:**

##### Automatický kotle na hnědé uhlí:

Benekov B 16 Ekonomix [27]

- Výkon: 5-15 kW
- Cena s DPH: 60 487 Kč
- K jeho provozu je třeba sestava čerpadel a regulačních prvků.

##### Plynový kotel:

Mora-Top Helios ECO 18SK Kotel plynový [32]

- Výkon 2,2 -12 kW
- Cena s DPH: 18 457 Kč
- Kotel je určen k ohřevu TUV.

##### Elektrokotel:

Therm ELN ELN 15, elektro kotel

- Výkon: 15 kW
- Cena s DPH: 12 720 Kč
- U novostaveb nelze použít samostatně, musí být doplněn doplňkovým zdrojem využívajícím obnovitelný zdroj energie např. solární kolektor, fotovoltaika, kamna na tuhá paliva.

##### Tepelné čerpadlo:

- PBS-i8 MR E WH2 [42]
- Výkon: 8,26 kW
- Topný faktor 4,27
- Cena s DPH: 183 182 Kč
- Výkon tepelného čerpadla se stanovuje na 80% tepelných ztrát domu.

##### Automatický kotel na pelety:

Rotary Pell Compact 15 Silo [44]

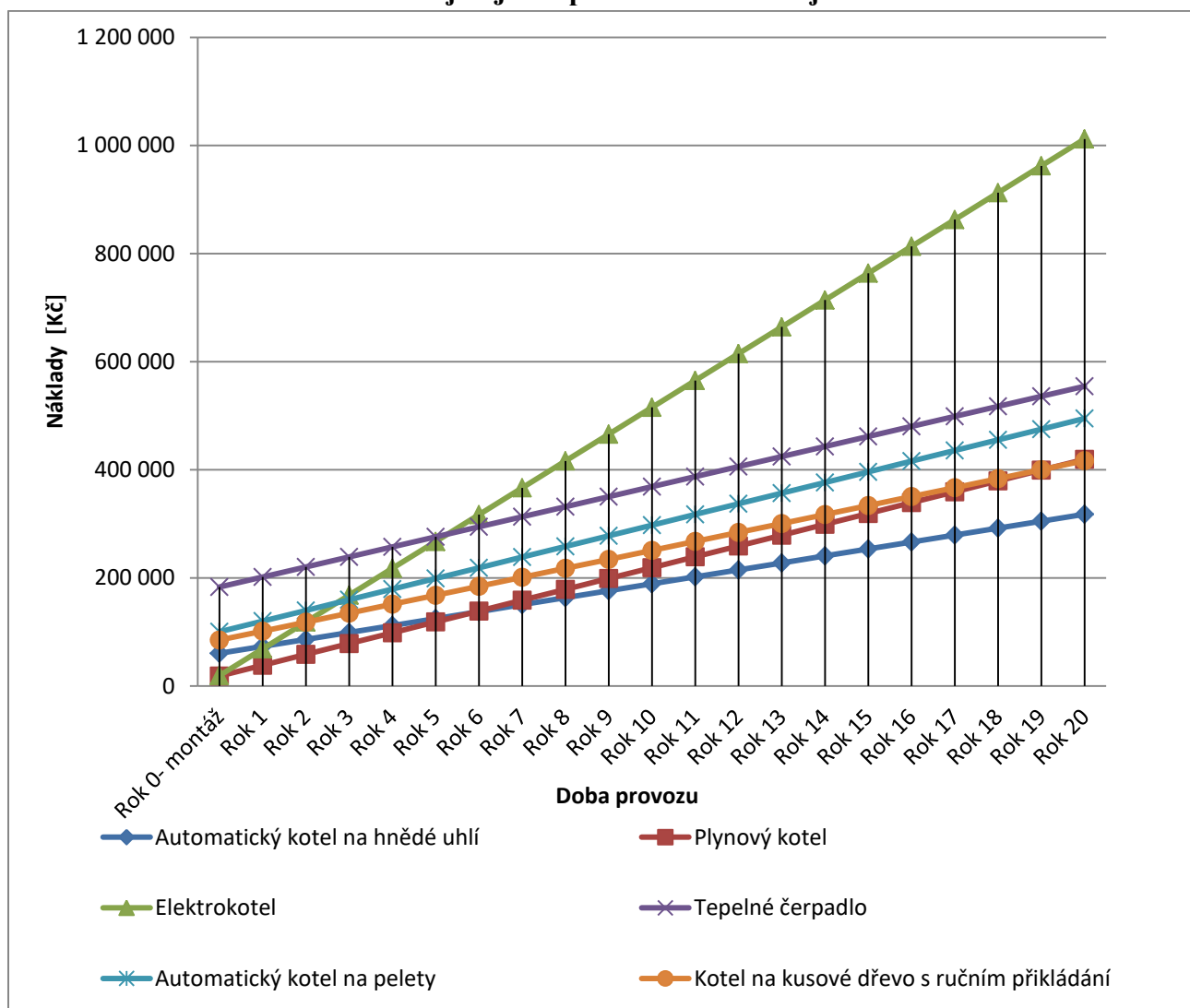
- Výkon: 3,8-14,5 kW
- Cena s DPH: 100 438 Kč
- Je nutné doplnit sestavou čerpadel a regulačních prvků.

##### Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním:

Blaze Comfort 15/860 PT [45]

- Výkon: 15 kW
- Cena s DPH: 85 040 Kč
- Kotel musí být doplněn akumulací nádobou o minimálním objemu 825 l.
- Ke kotli je nutno doplnit soustavu čerpadel a regulačních prvků.

### Cena samotného zdroje s jeho spotřebou v následujících letech



Obr. 30- Vývoj nákladů kotlů pro objekty se ztrátou 10 kW

Graf. č. 5 má v podstatě podobné počáteční pořizovací parametry, jak předchozí graf. Nicméně jedním z rozdílů je, že tepelné čerpadlo zde má o 30 000 Kč vyšší pořizovací cenu.

Následně z grafu je patrná strmě rostoucí křivka spotřeby nákladů na energii elektrokotle, jenž během prvních let překoná kotle na hnědé uhlí (1,5 roku), kusové dřevo (druhý rok, a následně v během třetího roku provozu i kotel na pelety). Během čtvrtého roku provozu dojde k překonání nákladů na tepelná čerpadla. Celková výše nákladů za 20 let aktivního užívání se zastaví až na 1 000 000 Kč.

Druhé nejnižší pořizovací náklady má plynový kotel, ten však během pěti let provozu výdajově překoná automatický kotel na hnědé uhlí. V dalších letech konkrétně po devatenáctém roce provozu jsou jeho náklady vyšší než u kotlů na kusová dřeva s ručním přikládáním.

Tab. 6- Vývoj nákladů

	Automatický kotel na hnědé uhlí	Plynový kotel	Elektrokotel	Tepelné čerpadlo	Automatický kotel na pelety	Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním
	Kč					
<b>Rok 0- montáž</b>	60 487	18 457	19 239	183 182	100 438	85 040
<b>Rok 1</b>	73 357	38 508	68 868	201 755	120 162	101 627
<b>Rok 2</b>	86 227	58 559	118 497	220 328	139 886	118 214
<b>Rok 3</b>	99 097	78 610	168 126	238 901	159 610	134 801
<b>Rok 4</b>	111 967	98 661	217 755	257 474	179 334	151 388
<b>Rok 5</b>	124 837	118 712	267 384	276 047	199 058	167 975
<b>Rok 6</b>	137 707	138 763	317 013	294 620	218 782	184 562
<b>Rok 7</b>	150 577	158 814	366 642	313 193	238 506	201 149
<b>Rok 8</b>	163 447	178 865	416 271	331 766	258 230	217 736
<b>Rok 9</b>	176 317	198 916	465 900	350 339	277 954	234 323
<b>Rok 10</b>	189 187	218 967	515 529	368 912	297 678	250 910
<b>Rok 11</b>	202 057	239 018	565 158	387 485	317 402	267 497
<b>Rok 12</b>	214 927	259 069	614 787	406 058	337 126	284 084
<b>Rok 13</b>	227 797	279 120	664 416	424 631	356 850	300 671
<b>Rok 14</b>	240 667	299 171	714 045	443 204	376 574	317 258
<b>Rok 15</b>	253 537	319 222	763 674	461 777	396 298	333 845
<b>Rok 16</b>	266 407	339 273	813 303	480 350	416 022	350 432
<b>Rok 17</b>	279 277	359 324	862 932	498 923	435 746	367 019
<b>Rok 18</b>	292 147	379 375	912 561	517 496	455 470	383 606
<b>Rok 19</b>	305 017	399 426	962 190	536 069	475 194	400 193
<b>Rok 20</b>	317 887	419 477	1 011 819	554 642	494 918	416 780

Křivka nákladů na užívání automatických peletových kotlů je hodnotově velice podobná křivce nákladů plynových kotlů na rozdíl od předchozího příkladu (objektu se ztrátou 5kW), zde však nedochází k průniku. Celkově jsou náklady u pelet vyšší než u plynových kotlů. Po dvaceti letech provozu dosáhnou náklady automatických kotlů na pelety 490 000 Kč.

Nejnižší náklady na provoz mají automatické kotle na hnědé uhlí, jejich náklady po dvaceti letech provozu překročí 317 000 Kč, což je výrazně nižší hodnota než u ostatních zařízení. Jejich náklady jsou během celého provozu při srovnání s ostatními zařízeními bezkonkurenčně nejnižší, jen v prvním roce užívání vychází elektrokotle výhodněji než kotel na hnědé uhlí. Tato skutečnost se dá vysvětlit levnou údržbou a také nízkými pořizovacími náklady.

Druhým nejlevnějším zařízením je kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním. Ty ač mají vyšší pořizovací cenu než elektrokotle a plynové kotle, tak díky nízké spotřebě se v prvních letech provozu projeví jako ekonomičtější než elektrokotle a do čtyř let jsou jejich celkové náklady překonány plynovým kotlem.

#### 2.4.4 Model 15 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:

##### **Použitá technika:**

##### Automatický kotel na hnědé uhlí:

Benekov B 16 Ekonomix [27]

- Výkon: 5-15 kW
- Cena s DPH: 60 487 Kč
- K jeho provozu je třeba sestava čerpadel a regulačních prvků.

##### Plynový kotel:

Protherm Gepard Condens 18/25 MKV-A [33]

- Výkon 5,3-19 kW
- Cena s DPH: 26 490 Kč
- Kotel je určen k ohřevu TUV.

##### Elektrokotel:

Therm ELN ELN 15, elektrokotel [37]

- Výkon: 15 kW
- Cena s DPH: 12 720 Kč
- U novostaveb nelze použít samostatně, musí být doplněn doplňkovým zdrojem využívajícím obnovitelný zdroj energie např. solární kolektor, fotovoltaika, kamna na tuhá paliva.

##### Tepelné čerpadlo:

- PBS-i16 MR E WH2 [42]
- Výkon: 14,56 kW
- Topný faktor 4,22
- Cena s DPH: 261 239 Kč
- Výkon tepelného čerpadla se stanovuje na 80% tepelných ztrát domu.

##### Automatický kotel na pelety:

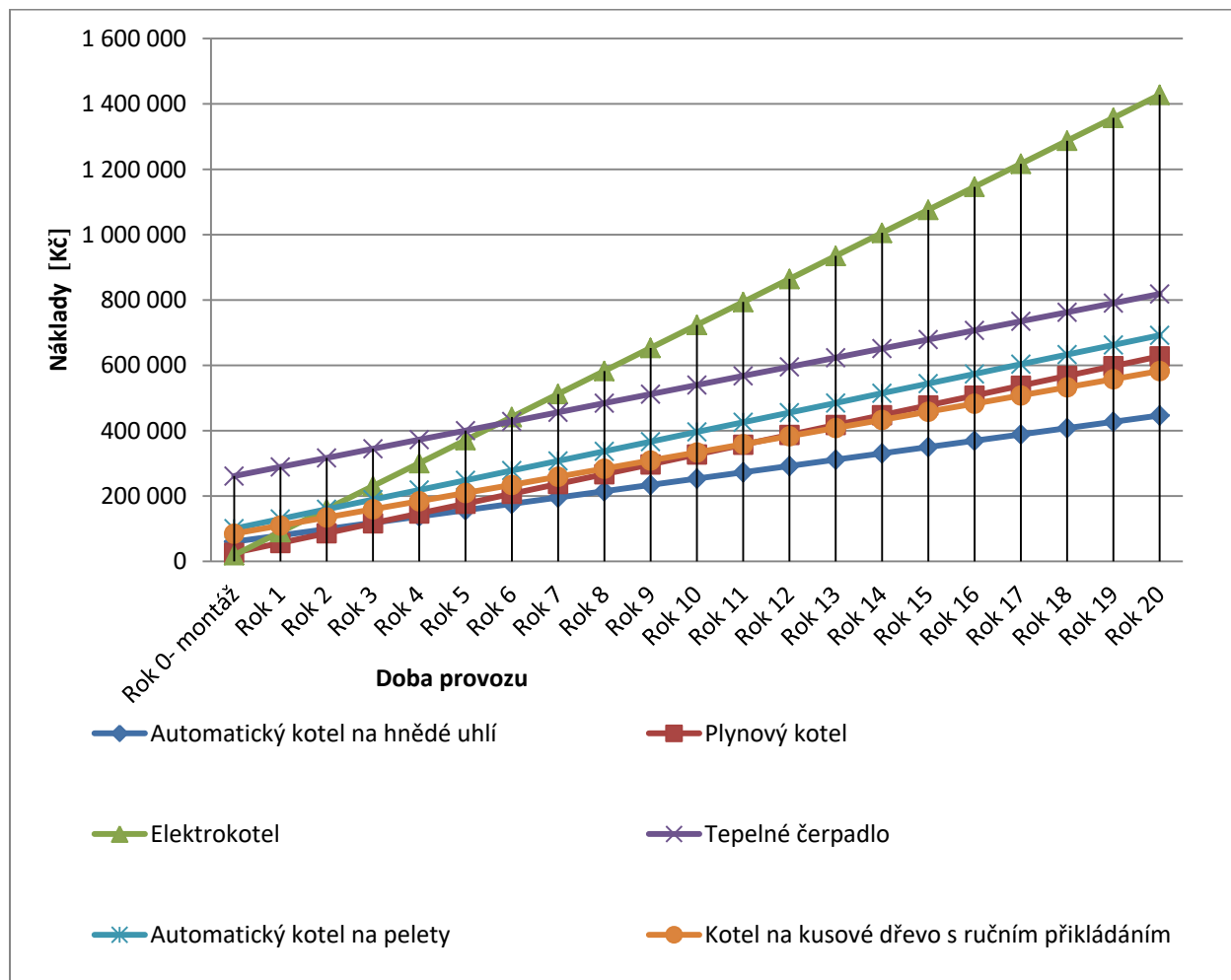
Rotary Pell Compact 15 Silo [44]

- Výkon: 3,8-14,5 kW
- Cena s DPH: 100 438 Kč
- Je nutné doplnit sestavou čerpadel a regulačních prvků.

##### Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním:

Blaze Comfort 15/860 PT [45]

- Výkon: 15 kW
- Cena s DPH: 85 040 Kč
- Kotel musí být doplněn akumulací nádobou o minimálním objemu 825 l.
- Ke kotli je nutno doplnit soustavu čerpadel a regulačních prvků.



Obr. 31- Náklady pro 15 kW dům

Výše vstupních parametrů jde v následujícím pořadí elektrokotel 45 000 Kč, následně kotel spalující hnědé uhlí 61 000 Kč, dále kotel s ručním přikládáním kusového dřeva 86 000 Kč, automatický kotel na pelety s pořizovací cenou 101 000 Kč, celý seznam uzavírá tepelné čerpadlo s pořizovací cenou 262 000 Kč. Z hlediska vstupních parametrů vychází nejlevněji elektrokotel, nicméně během pouhých čtyř let provozu překonají náklady na údržbu všechna ostatní zařízení. Celková výše nákladů dosáhne po deseti letech užívání až 700 000 Kč a po 20 překročí hodnotu 1 400 000 Kč.

Tab. 7- Vývoj nákladů pro 15 kW

	Automatický kotel na hnědé uhlí	Plynový kotel	Elektrokotel	Tepelné čerpadlo	Automatický kotel na pelety	Kotel na kusové dřevo s ručním přiřkládáním
	Kč					
<b>Rok 0- montáž</b>	60 487	26 490	19 239	261 239	100 438	85 040
<b>Rok 1</b>	79 792	56 566	89 683	289 099	130 024	109 921
<b>Rok 2</b>	99 097	86 642	160 127	316 959	159 610	134 802
<b>Rok 3</b>	118 402	116 718	230 571	344 819	189 196	159 683
<b>Rok 4</b>	137 707	146 718	301 015	372 679	218 782	184 564
<b>Rok 5</b>	157 012	176 870	371 459	400 539	248 368	209 445
<b>Rok 6</b>	176 317	206 946	441 903	428 399	277 954	234 326
<b>Rok 7</b>	195 622	237 022	512 347	456 259	307 540	259 207
<b>Rok 8</b>	214 927	267 098	582 791	484 119	337 126	284 088
<b>Rok 9</b>	234 232	297 174	653 235	511 979	366 712	308 969
<b>Rok 10</b>	253 537	327 250	723 679	539 839	396 298	333 850
<b>Rok 11</b>	272 842	357 326	794 123	567 699	425 884	358 731
<b>Rok 12</b>	292 147	387 402	864 567	595 559	455 470	383 612
<b>Rok 13</b>	311 452	417 478	935 011	623 419	485 056	408 493
<b>Rok 14</b>	330 757	447 554	1 005 455	651 279	514 642	433 374
<b>Rok 15</b>	350 062	477 630	1 075 899	679 139	544 228	458 255
<b>Rok 16</b>	369 367	507 706	1 146 343	706 999	573 814	483 136
<b>Rok 17</b>	388 672	537 782	1 216 787	734 859	603 400	508 017
<b>Rok 18</b>	407 977	567 858	1 287 231	762 719	632 986	532 898
<b>Rok 19</b>	427 282	597 934	1 357 675	790 579	662 572	557 779
<b>Rok 20</b>	446 587	628 010	1 428 119	818 439	692 158	582 660

Druhé nejnižší vstupní parametry jsou u plynového kotle a to 67 428 Kč. Růst jeho nákladů je lineární, křivka je velmi podobná křivkám kotlů na kusové dřevo, pelety. V horizontu deseti let se nikterak razantně neprojeví. Výsledek porovnávání plynových kotlů a automatických peletových kotlů je zcela závislý na výši pořizovacích nákladů, které jsou v uvedeném případě u plynových kotlů nižší. Z hlediska výše celkových nákladů, lze uvést, že je třetí ekonomicky nejvýhodnější. Během dvaceti let užívání jeho spotřeba dosáhne 670 000 Kč, což vychází o 30 000 Kč levněji než automatické peletové kotle. Druhým nejlevnějším zdrojem se jeví kotle na kusové dřevo s ručním přiřkládáním, jenž po dvaceti letech provozu překonal hranici 580 000 Kč.

Hnědé uhlí zde netradičně vyšlo jako jeden z nejlevnějších zdrojů vytápění, za dobu dvaceti let překročí náklady hodnotu 440 000 Kč.

Naopak nejdražším zařízením v provozu jsou tepelná čerpadla. Celková výše odhadovaných nákladů je 1 400 000 Kč. Tato skutečnost je způsobena, jak v předchozích příkladech, rovněž vysokou počáteční investicí.

## 2.4.5 Model 20kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:

### **Použitá technika:**

#### Automatický kotle na hnědé uhlí:

Benekov B 21 Ekonomix [28]

- Výkon: 6,7-20 kW
- Cena s DPH: 72 587 Kč
- K jeho provozu je třeba sestava čerpadel a regulačních prvků.

#### Plynový kotel:

Nuvola DUO-tec+24 [34]

- Výkon 3,4-20 kW
- Cena s DPH: 67 428 Kč
- Kotel je určen k ohřevu TUV.
- 

#### Elektrokotel:

Mora- Top Elektra 24 Komfort Elektrokotel [38]

- Výkon: 23kW
- Cena s DPH: 19 159 Kč
- U novostaveb nelze použít samostatně, musí být doplněn doplňkovým zdrojem využívajícím obnovitelný zdroj energie např. solární kolektor, fotovoltaika, kamna na tuhá paliva.

#### Tepelné čerpadlo:

NIBE F2120-16 + VVM 310 [43]

- Výkon: 16 kW
- Topný faktor 5,05
- Cena s DPH: 374 900Kč
- Výkon tepelného čerpadla se stanovuje na 80% tepelných ztrát domu.

#### Automatický kotel na pelety:

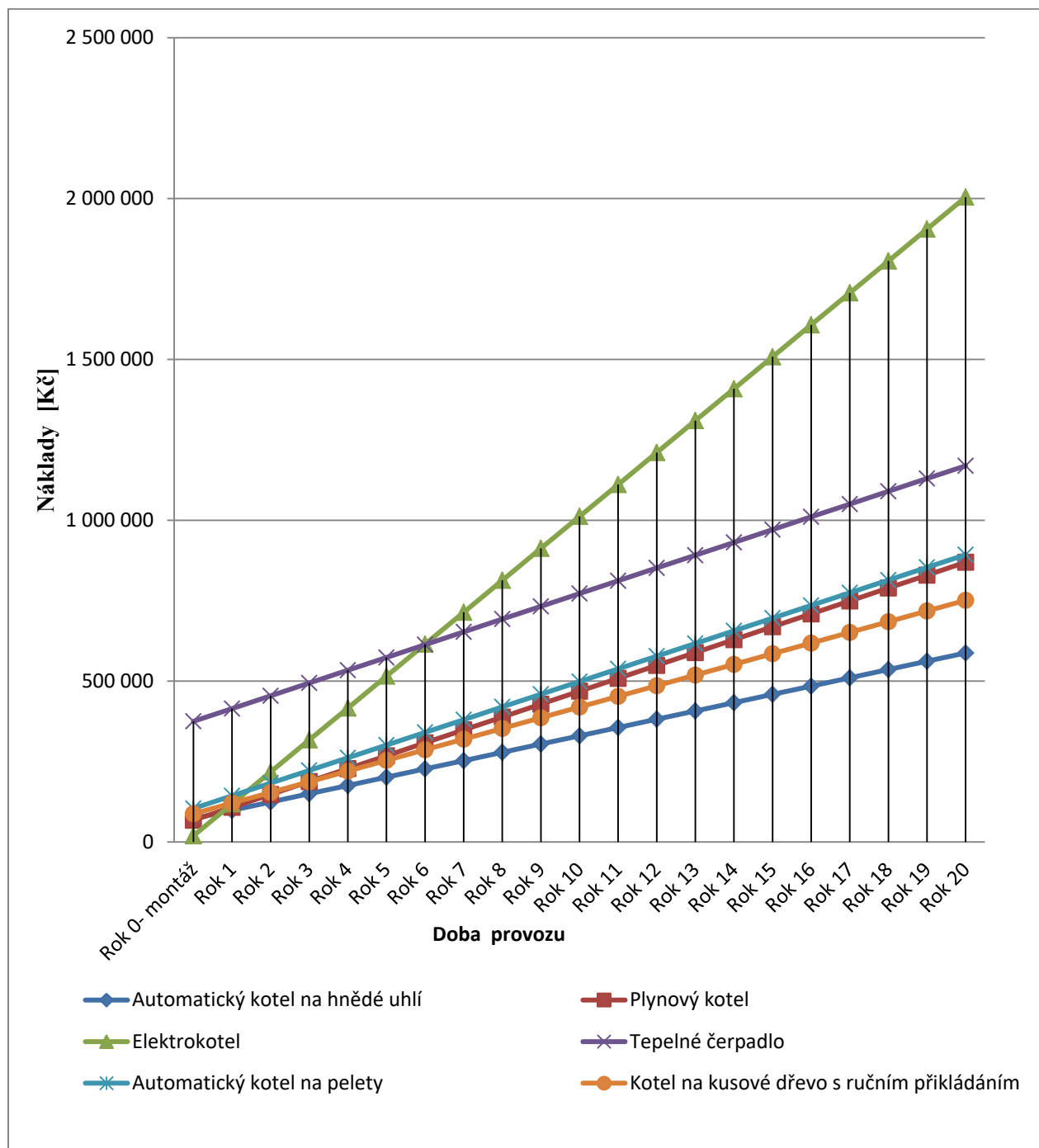
Rotary Pell Compact 20 Silo [44]

- Výkon: 5-20 kW
- Cena s DPH: 103 980 Kč
- Je nutné doplnit sestavou čerpadel a regulačních prvků.

#### Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním:

Blaze Comfort 20/860 PT [45]

- Výkon: 20 kW
- Cena s DPH: 87 503 Kč
- Kotel musí být doplněn akumulací nádobou o minimálním objemu 1100 l.
- Ke kotli je nutno doplnit soustavu čerpadel a regulačních prvků.



Obr. 32- Vývoj nákladů pro budovu se ztrátami 20 kW

Zařízení seřazená dle vstupní hodnoty: elektrokotel, plynový kotel, automatický kotel na hnědé uhlí, kotel na kusové dřevo a následně tepelné čerpadlo. Z hlediska vývoje nákladů je patrné, že typická křivka nákladů elektrokotle překoná do roku automatické kotle na pelety, následně náklady elektrokotle překonají v po čtyřech letech tepelná čerpadla a to v hodnotě 533 000 Kč. Celkově vychází elektrokotle během dvaceti let aktivního provozu, kdy překoná hodnotu 2 000 000 Kč, jako jednoznačně nejdražší zdroj vytápění.

Dalším drahým zdrojem jsou tepelná čerpadla, a to díky velikosti počáteční investice. Ta se udrží do šestého roku, jako jedny z nejdražších zařízení. Nicméně v grafu obr. 31 lze poznat, že jeho náklady na provoz jsou druhé nejnižší, v grafu je však jasně patrné, že v horizontu dvacetiletého užívání tyto

náklady nebudou nižší než u ostatních zařízení. Lze očekávat, že tento pokles nastane až po zhruba 40 letech, což však výrazně překračuje životnost zdrojů.

Tab. 8- Náklady pro 20 kW

	Automatický kotel na hnědé uhlí	Plynový kotel	Elektrokotel	Tepelné čerpadlo	Automatický kotel na pelety	Kotel na kusové dřevo s ručním příkládáním
			Kč			
<b>Rok 0- montáž</b>	72 587	67 428	19 159	374 900	103980	87 503
<b>Rok 1</b>	98 327	107 529	118417	414 624	143428	120 678
<b>Rok 2</b>	124 067	147 630	217675	454 348	182876	153 853
<b>Rok 3</b>	149 807	187 731	316933	494 072	222324	187 028
<b>Rok 4</b>	175 547	227 832	416191	533 796	261772	220 203
<b>Rok 5</b>	201 287	267 933	515449	573 520	301220	253 378
<b>Rok 6</b>	227 027	308 034	614707	613 244	340668	286 553
<b>Rok 7</b>	252 767	348 135	713965	652 968	380116	319 728
<b>Rok 8</b>	278 507	388 236	813223	692 692	419564	352 903
<b>Rok 9</b>	304 247	428 337	912481	732 416	459012	386 078
<b>Rok 10</b>	329 987	468 438	1011739	772 140	498460	419 253
<b>Rok 11</b>	355 727	508 539	1110997	811 864	537908	452 428
<b>Rok 12</b>	381 467	548 640	1210255	851 588	577356	485 603
<b>Rok 13</b>	407 207	588 741	1309513	891 312	616804	518 778
<b>Rok 14</b>	432 947	628 842	1408771	931 036	656252	551 953
<b>Rok 15</b>	458 687	668 943	1508029	970 760	695700	585 128
<b>Rok 16</b>	484 427	709 044	1607287	1 010 484	735148	618 303
<b>Rok 17</b>	510 167	749 145	1706545	1 050 208	774596	651 478
<b>Rok 18</b>	535 907	789 246	1805803	1 089 932	814044	684 653
<b>Rok 19</b>	561 647	829 347	1905061	1 129 656	853492	717 828
<b>Rok 20</b>	587 387	869 448	2004319	1 169 380	892940	751 003

Z hlediska nákladů třetím nejnáročnějším zdrojem vychází automatické kotle na pelety, pořizovací cena je velmi podobná plynovým kotelům, a kotelům na kusové dřevo. Jeho výše nákladů odpovídá plynovému kotli. Obě dvě zařízení se v ekonomickém porovnání liší řádově tisíci Kč. Z pravidla vychází pro tento případ objektu s tepelnou ztrátou 20 kW cenově velice podobně a při volbě je celkový výsledek ekonomického porovnání ovlivněn pořizovací cenou obou zařízení.

Kotle na kusové dřevo s ručním příkládáním lze označit jako druhé ekonomicky nejvýhodnější. Jeho pořizovací cena je sice vyšší než u plynových kotelů a elektrokotelů, nicméně jejich údržba je mnoho násobně nižší než u zmíněných zařízení. Po době provozu dvaceti let dosáhnou 752 000 Kč.

Automatické kotle na hnědé uhlí v tomto grafu lze zařadit jako ekonomicky nejvýhodnější tepelný zdroj vytápění. Jeho hodnoty po dvaceti letech aktivního provozu dosáhnou 587 000 Kč.

## 2.4.6 Model 25 kW- ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:

### **Použitá technika:**

#### Automatický kotle na hnědé uhlí:

Benekov B 26 Ekonomix [29]

- Výkon: 8,4-25 kW
- Cena s DPH: 77 427 Kč
- K jeho provozu je třeba sestava čerpadel a regulačních prvků.

#### Plynový kotel:

Nuvola DUO-tec+33 [35]

- Výkon 4,7-28 kW
- Cena s DPH: 77 428 Kč
- Kotel je určen k ohřevu TUV.

#### Elektrokotel:

Attack Electric Exelent 24 + Hydroblok [39]

- Výkon: 22,5 kW
- Cena s DPH: 38 539 Kč
- U novostaveb nelze použít samostatně, musí být doplněn doplňkovým zdrojem využívajícím obnovitelný zdroj energie např. solární kolektor, fotovoltaika, kamna na tuhá paliva.

#### Tepelné čerpadlo:

NIBE F2120-20 + VVM 310 [43]

- Výkon: 20 kW
- Topný faktor 5,05
- Cena s DPH: 409 400 Kč
- Výkon tepelného čerpadla se stanovuje na 80 % tepelných ztrát domu.

#### Automatický kotel na pelety:

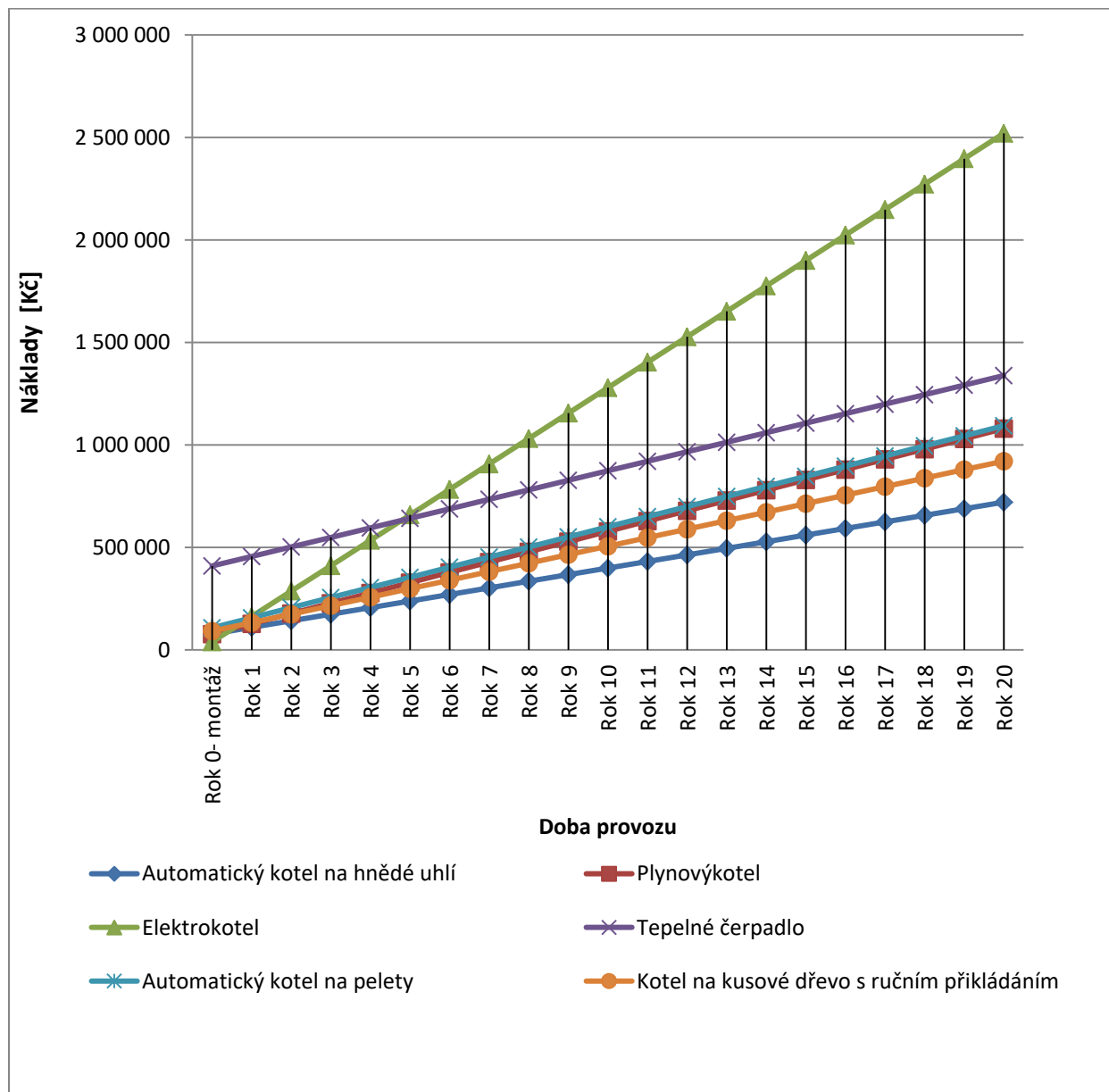
Rotary Pell Compact 25 Silo [44]

- Výkon: 6-25 kW
- Cena s DPH: 107 521 Kč
- Je nutné doplnit sestavou čerpadel a regulačních prvků.

#### Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním:

Blaze Comfort 25/860 PT [45]

- Výkon: 25 kW
- Cena s DPH: 91 461 Kč
- Kotel musí být doplněn akumulací nádobou o minimálním objemu 1375 l.
- Ke kotli je nutno doplnit soustavu čerpadel a regulačních prvků.



Obr. 33- Vývoj nákladů pro 25 kW

Z hlediska vstupních nákladů vychází nejlevněji elektrokotel, druhé nízké pořizovací náklady má plynový kotel, pak automatický kotel na hnědé uhlí, následně automat na pelety, nakonec tepelné čerpadlo.

V grafu obr. 32 lze vidět, že během druhého roku náklady na provoz elektrokotle překonají většinu zařízení a následně i náklady na tepelné čerpadlo. Po dvaceti letech provozu se jeho hodnota nákladů zastaví až na 2 500 000 Kč, což z něj činí nejdražší zdroj vytápění.

Tepelná čerpadla vychází v celkovém porovnání jako druhý nejdražší zdroj i přes to, že míra s jakou rostou náklady je nižší než u ostatních zařízení, ovšem pořizovací náklady jsou příliš vysoké a tak ani po dvaceti letech provozu není výše nákladů tepelného čerpadla žádným zařízením vyjma elektrokotle překonána. Celková hodnota nákladů překročí 1 334 000 Kč.

Tab. 9- Pro ztráty 25 kW

	Automatický kotel na hnědé uhlí	Plynový kotel	Elektrokotel	Tepelné čerpadlo	Automatický kotel na pelety	Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním
	Kč					
<b>Rok 0- montáž</b>	77 427	77 428	38 539	409 400	107 521	91 461
<b>Rok 1</b>	109 602	127553	162612	455834	156831	132926
<b>Rok 2</b>	141777	177678	286685	502268	206141	174391
<b>Rok 3</b>	173952	227803	410758	548702	255451	215856
<b>Rok 4</b>	206127	277928	534831	595136	304761	257321
<b>Rok 5</b>	238302	328053	658904	641570	354071	298786
<b>Rok 6</b>	270477	378178	782977	688004	403381	340251
<b>Rok 7</b>	302652	428303	907050	734438	452691	381716
<b>Rok 8</b>	334827	478428	1031123	780872	502001	423181
<b>Rok 9</b>	367002	528553	1155196	827306	551311	464646
<b>Rok 10</b>	399177	578678	1279269	873740	600621	506111
<b>Rok 11</b>	431352	628803	1403342	920174	649931	547576
<b>Rok 12</b>	463527	678928	1527415	966608	699241	589041
<b>Rok 13</b>	495702	729053	1651488	1013042	748551	630506
<b>Rok 14</b>	527877	779178	1775561	1059476	797861	671971
<b>Rok 15</b>	560052	829303	1899634	1105910	847171	713436
<b>Rok 16</b>	592227	879428	2023707	1152344	896481	754901
<b>Rok 17</b>	624402	929553	2147780	1198778	945791	796366
<b>Rok 18</b>	656577	979678	2271853	1245212	995101	837831
<b>Rok 19</b>	688752	1029803	2395926	1291646	1044411	879296
<b>Rok 20</b>	720927	1079928	2519999	1338080	1093721	920761

Z porovnávaných zdrojů nejlevněji vychází automatické kotle na hnědé uhlí, jejíž výsledná konečná hodnota po dvaceti letech užívání přesáhne 720 927 Kč. Tento typ vytápění se jeví nejlevnější již od samotného začátku užívání.

Další levný zdroj je kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním. Jeho konečné náklady po deseti letech užívání dosáhnou 506 111 Kč, po dvacetiletém užívání činí 920 761 Kč, což vychází s porovnáním s automatickým kotlem na hnědé uhlí o 200 000 Kč draž.

Automatické peletové kotle a plynové kotle vyšly v grafu 6 podstatně identicky.

Z grafu lze vyčíst celkovou ekonomickou náročnost čerpadel a i v tomto případě platí, že po elektrokotli patří mezi nejnákladnější zdroje.

Charakteristikou tohoto příkladu je to, že celková ekonomická pozitiva nezávisí v takové míře jak u předchozích grafů na základní pořizující hodnotě ale na ročních nákladech.

## 2.4.7 Model 30 kW - ekonomické porovnání na pořízení a provoz topného zdroje včetně energií v Kč:

### **Použitá technika:**

#### Automatický kotel na hnědé uhlí:

Benekov B 36 Ekonomix [30]

- Výkon: 11,666-35 kW
- Cena s DPH: 96 787 Kč
- K jeho provozu je třeba sestava čerpadel a regulačních prvků.

#### Plynový kotel:

Nuvola DUO-tec+33 [35]

- Výkon 4,7-28 kW
- Cena s DPH: 77 428 Kč
- Kotel je určen k ohřevu TUV.

#### Elektrokotel:

2 X Benekov E15+ Hydroblok [40]

- Výkon: 30 kW
- Cena s DPH: 74 657 Kč
- U novostaveb nelze použít samostatně, musí být doplněn doplňkovým zdrojem využívajícím obnovitelný zdroj energie např. solární kolektor, fotovoltaika, kamna na tuhá paliva.

#### Tepelné čerpadlo:

NIBE F 2120-12 2 x + VVM 310 [43]

- Výkon: 24 kW
- Topný faktor 4,83
- Cena s DPH: 534 750 Kč
- Výkon tepelného čerpadla se stanovuje na 80% tepelných ztrát domu.

#### Automatický kotel na pelety:

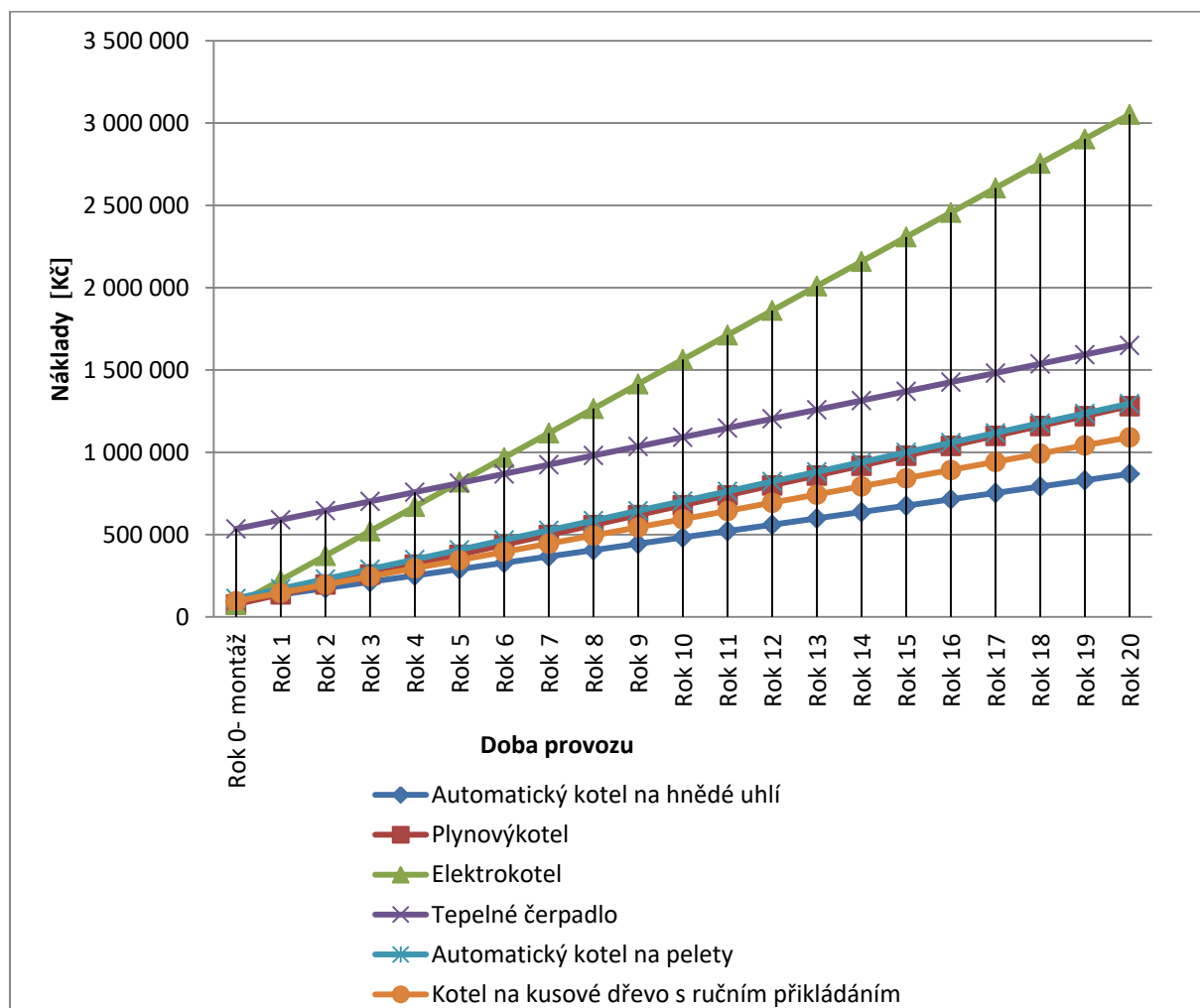
Rotary Pell Compact 30 Silo [44]

- Výkon: 7-29 kW
- Cena s DPH: 112 407 Kč
- Je nutné doplnit sestavou čerpadel a regulačních prvků.

#### Kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním:

Blaze Comfort 25/860 PT [45]

- Výkon: 30 kW
- Cena s DPH: 96 760 Kč
- Kotel musí být doplněn akumulací nádobou o minimálním objemu 1650 l.
- Ke kotli je nutno doplnit soustavu čerpadel a regulačních prvků.



Obr. 34- Vývoj nákladů pro 30 kW ztráty

Dle znázornění v grafu nejnižší pořizovací cenu má elektrokotel, následován je plynovým kotlem a pak kotlem na kusové dřevo s ručním přikládáním, po té kotlem na hnědé uhlí, nakonec nejvyšší pořizovací hodnotu mají tepelná čerpadla.

Během pěti let užívání elektrokotle křivka jeho nákladů překoná všechny ostatní sledované zařízení. Vychází, že v deseti letech provozu budou náklady 1 500 000 Kč a za dobu svého dvacetiletého provozu budou náklady zařízení činit přes 3 000 000 Kč.

Druhým nejdražším tepelným zdrojem dle grafu obr. 33 je tepelné čerpadlo vzduch - vzduch, je nezbytné zmínit, že počáteční náklady jsou složeny z kombinace dvou těchto zařízení, neboť pro ztrátu 30 kW se s takovým výkonem nevyrábí. Růst nákladů je jeden z nejnižších, nicméně počáteční investice je příliš vysoká na to, aby během provozu celkové náklady byly nižší než u ostatních sledovaných zdrojů vytápění.

Tab. 10- Náklady pro 30 kW

	Automatický kotel na hnědé uhlí	Plynový kotel	Elektrokotel	Tepelné čerpadlo	Automatický kotel na pelety	Kotel na kusové dřevo s ručním příkládáním
	Kč					
<b>Rok 0- montáž</b>	96 787	77 428	74657	534 750	112407	96760
<b>Rok 1</b>	135397	137580	223545	590470	171579	146522
<b>Rok 2</b>	174007	197732	372433	646190	230751	196284
<b>Rok 3</b>	212617	257884	521321	701910	289923	246046
<b>Rok 4</b>	251227	318036	670209	757630	349095	295808
<b>Rok 5</b>	289837	378188	819097	813350	408267	345570
<b>Rok 6</b>	328447	438340	967985	869070	467439	395332
<b>Rok 7</b>	367057	498492	1116873	924790	526611	445094
<b>Rok 8</b>	405667	558644	1265761	980510	585783	494856
<b>Rok 9</b>	444277	618796	1414649	1036230	644955	544618
<b>Rok 10</b>	482887	678948	1563537	1091950	704127	594380
<b>Rok 11</b>	521497	739100	1712425	1147670	763299	644142
<b>Rok 12</b>	560107	799252	1861313	1203390	822471	693904
<b>Rok 13</b>	598717	859404	2010201	1259110	881643	743666
<b>Rok 14</b>	637327	919556	2159089	1314830	940815	793428
<b>Rok 15</b>	675937	979708	2307977	1370550	999987	843190
<b>Rok 16</b>	714547	1039860	2456865	1426270	1059159	892952
<b>Rok 17</b>	753157	1100012	2605753	1481990	1118331	942714
<b>Rok 18</b>	791767	1160164	2754641	1537710	1177503	992476
<b>Rok 19</b>	830377	1220316	2903529	1593430	1236675	1042238
<b>Rok 20</b>	868987	1280468	3052417	1649150	1295847	1092000

Z grafu rovněž vychází, že nejlevnějším zdrojem v provozu je kotel na hnědé uhlí, ten po deseti letech užívání má celkové náklady na provoz 500 000 Kč a po dvaceti letech provozu se jeho náklady vyšplhají k 800 000 Kč.

Konečné ceny nákladů kotlů na plyn, pelety a kusové dřevo se vyšplhají po deseti letech až k 600 000 Kč a následně za celkovou dobu provozu, počítáno dvacet let, činí v rozmezí 1 000 000 Kč a 1 500 000 Kč.

S ohledem na ostatní grafy je vidět u tepelných čerpadel trend nepatrný růst křivky nákladů, nicméně podobně jak v předchozích příkladech kvůli počáteční investici dojde k návratnosti čerpadla až po 83 letech, kdy se stane celkově třetím zdrojem s nejnižšími provozními náklady. Z použité techniky je však zřejmé, že se takto výkonná tepelná čerpadla na trhu nevyskytují, proto muselo dojít ke kombinaci s jiným zdrojem vytápění.

#### 2.4.8 Konečné zhodnocení:

Většina výpočtů a grafů výsledků vyšla tak, jak bylo očekáváno. Jako nejméně ekonomické se ve všech případech prokázalo použití elektrokotle, kde ač přes nízkou počáteční investici náklady během prvních let provozu vzrostou natolik, že překonají všechna ostatní porovnávaná zařízení. O něco příznivější situace je při užití elektrokotlů u objektů s nižšími energetickými ztrátami (5 kW až 10 kW), kdy dochází ke ztrátě ekonomičnosti po pěti letech. U domů s vyššími ztrátami je jejich užití neekonomické. Z toho lze usuzovat, že se samotné použití elektrokotle v horizontu více jak sedmi let nevyplatí. Možné je jeho použití jako jednoho z dalších záložních zdrojů např. v kombinaci s tepelným

čerpádem. Dalším problémem elektrokotlů je to, že pro vyšší výkony se tento typ zdrojů nevyrábí, měly by extrémní požadavky na elektrickou síť, lze to vyřešit tak, že v případě požadovaných vyšších výkonů by byla možná kombinace dvou a více elektrokotlů.

Druhým nejdražším zdrojem v roce 2020 jsou tepelná čerpadla. Ta, i když mají jeden z nejnižších nákladů na údržbu a provoz, tak jejich pořizovací cena významně převyšuje ostatní porovnávané zdroje. Bez dotační podpory je pořízení a provoz tepelných čerpadel vzhledem k jejich životnosti krajně nevýhodný. Ve společnosti je však o tento zdroj vytápění nečekaný zájem a to díky jeho nenáročnosti na obsluhu a ekologičnosti. Rovněž při zavádění tepelných čerpadel např. do země se musí splnit několik kritérií, bez kterých nelze toto zařízení uvést. Problémy při používání tepelných čerpadel nastávají rovněž při požadování vyšších výkonů než je 20 kW, i zde tento problém lze vyřešit kombinací dvou a více kusů.

O třetí místo ve výši nákladů se dělí plynový kotel a automatické kotle na pelety. Ač z grafů vyšlo, že pelety mají nepatrně vyšší náklady než plynové kotle, tak lze konstatovat, že se jedná o věc, jenž čistě závisí na zvoleném zdroji vytápění. K těmto zdrojům je nezbytné mít i sadu speciálních čerpadel.

Další poměrně ekonomicky nenáročnou položkou vyšly kotle na kusové dřevo s ručním přikládáním. Mají poměrně nízké pořizovací náklady, a co se týká jejich paliva, tak je to jediné palivo, jenž lze získat samovýrobou. Nevýhodou tohoto zdroje je však jejich poměrně fyzicky náročná údržba. Při instalaci těchto zařízení je nesmírně nutné, aby byla připojena na akumulární nádrže.

Jako nejlevnější vyšel námi zvolený zdroj automatických kotlů na hnědé uhlí. Palivo lze poměrně snadno a levně koupit, navíc kotle nepotřebují v podstatě nijak náročnou údržbu. Při současném vývoji to vypadá, že tato ekonomická výhoda zůstane zachována.

Závěrem je nezbytné dodat, že veškerá porovnání závisí na námi zvolenými zdroji, hlavně jejich pořizovacích nákladech.

V grafech při porovnání různých objektů s tepelnými ztrátami lze sledovat, skutečnost, že celkové hodnoty nákladů tepelných zdrojů u objektů s nižšími ztrátami jsou více závislé na počátečních pořizovacích nákladech než objekty s vyššími ztrátami, kdy jsou majoritní složkou ovlivňující celkové hodnocení provozní náklady.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit rešerši tepelných zdrojů používaných k vytápění rodinných domů, rozdělit vytápěné objekty z hlediska ztrát, následně provést volbu a ekonomický výpočet nákladů a účinnosti kotle pro daný typ stavby.

První část je věnována zdrojům vytápění, jejich rozdělení podle typu spotřebovávaného paliva. Zařízení jsou stručně popsána, uvedeny jsou způsoby fungování, vlastnosti kotlů. Tepelné zdroje jsou rozděleny na několik kategorií. Zvláštní pozornost je věnována kotlům na tuhá paliva, ty byly dokonce rozděleny na několik podkategorií: automatické kotle na uhlí, kotle na kusové dřevo, kotle na pelety. V každé podkategorii byl popsán základní princip fungování a předávání tepla. Rovněž bylo zmíněno, že se v nedávné době (před rokem 2020) dělily na pět tříd. Nezanedbatelné místo v této kapitole připadlo i jistým omezením ze strany Evropské unie, což se převážně týká starších kotlů na tuhá paliva. Dále je věnována pozornost hojně rozšířeným elektrokotlům a kotlům na plyná paliva. Jsou zde současně zmíněny kotle na kapalná paliva, jenž však má hojně rozšíření v zahraničí. Zbývající značná část kapitoly připadla tepelným čerpadlům. Tepelná čerpadla byla rozdělena na několik kategorií dle způsobu získávání tepla. Tepelná čerpadla se dělí: na vzduch-voda, země-voda, voda-voda. V této kapitole jsou zahrnuty i solární panely a další doplňková zařízení sloužící k ohřevu vody. Každý zde uvedený typ zdrojů má uvedeného svého výrobce na trhu České republiky.

Následující část práce je věnována ekonomickému posouzení zdrojů vytápění. Na začátku této kapitoly byly určeny modelové příklady domů, kam lze zdroje umístit. Kvůli obecnému charakteru práce bylo zvoleno rozdělení podle velikosti tepelných ztrát objektů. Celkem bylo vybráno šest příkladů a to v rozmezí 5 až 30 kW. V další části kapitoly je uveden způsob výpočtu a další parametry například délka topné sezony. Tyto parametry odpovídají podmínkám, jimiž jsou vystaveny rodinné domy ve střední Evropě. Rovněž byly sestaveny dva grafy, jenž mají znázornit pořizovací cenu a roční náklady na provoz v závislosti na pokrytí ztrát objektu. Je z nich pouhým odhadem patrné, že tepelná čerpadla dosahují nejvyšší pořizovací ceny. Naopak nejlevnější náklady na pořízení pro námi vybrané případy jsou z pravidla elektrokotle. Ostatní ceny zdrojů tepla, vyjma tepelných čerpadel, vyšly zpravidla dosti podobně.

V ústřední části kapitoly jsou rozebrány a propočítány konkrétní modelové příklady. Každému objektu bylo vybráno šest, v oblasti Čech nejrozšířenějších, zdrojů vytápění, jimiž jsou tepelná čerpadla, automatické kotle na hnědé uhlí, automatické kotle na pelety, kotle na kusové dřevo s ručním příkládáním, plynové kotle a následně elektrokotle. Typy těchto zařízení byly vybrány dle výše pořizovací ceny, byly vybrány prostřední hodnoty ve snaze docílit objektivního porovnání. Ke každému příkladu byl sestaven i graf znázorňující vývoj celkových nákladů po očekávanou maximální dobu provozu.

Ve zjištěných výsledcích je uvedeno, že ač v počáteční investici je nejnižší, tak nejdražší náklady na energii má elektrokotel, který se vyplatí průměrně pouze po dobu jednoho až dvou let užívání. Výjimku tvoří pouze objekt se ztrátami 5 kW, kde při ekonomickém zhodnocení vychází energetická ekonomie v horizontu sedmi let. Nicméně po této době se další používání tohoto zdroje nevyplatí. Takto strmý růst cen je nejspíše zapříčiněn množstvím spotřebované energie a její současnou cenou. Dalším poměrně závažným problémem používání elektrokotlů je jejich požadovaná náročnost na elektrickou síť, což je více patrné při hledání kotle o výkonu 30 kW, kdy muselo dojít k tomu, že místo jediného plánovaného kotle, musely být použity dva kotle, samozřejmě s nižším výkonem. Nicméně hlavní úskalí provozu samotného elektrokotle spočívá ve vyhláše ministerstva životního prostředí, která jeho instalaci do novostaveb neumožňuje. Elektrokotel se pouze využívá s obnovitelným zdrojem energie pro ohřev TUV a dohřátí přehřáté vody v kombinaci s jiným zařízením. V případě samostatného provozu tento kotel by byl určen ke krátkodobému používání.

Při instalaci plynových kotlů se obvyklá počáteční investice pohybovala řádově v rozmezí 40 000 Kč až 60 000 Kč. Náklady provozu vycházejí velmi podobně nákladům automatických kotlů na pelety, z čehož lze oba dva zdroje vytápění zařadit v pořadí ekonomické náročnosti porovnávaných zdrojů na třetí až čtvrté místo. Při použití plynových kotlů, automatů na pelety je naprosto zřejmé, že křivky

výdajů se od sebe významně neliší. Lze usuzovat, že tyto zdroje vychází nákladově velmi podobně a je pravdou, že při sestavování ekonomické náročnosti se více projeví spíše pořizovací ceny.

Kotle na kusová dřeva s ručním přikládáním patří dle pořizovací ceny k středně drahým zařízením. Jejich obvyklá cena se pohybuje v rozmezí 70 000 Kč až 80 000 Kč. K ceně zde však nejsou připočítány náklady na akumulární nádrže, jež jsou doporučovány při instalaci kotle. Náklady provozu patří k druhým nejnižším, proto lze tento tepelný zdroj zařadit k ekonomicky výhodným. Navíc jeho palivo je jedno z nejnázne obstaratelných, z toho lze usuzovat, že náklady na provoz by mohly být v některých případech být ještě nižší. Tento typ kotlů vyžaduje poměrně častou avšak nenáročnou obsluhu a údržbu.

Naopak nejnižší náklady na provoz mají kotle na hnědé uhlí, ty ve všech případech vyšly nejnižší z porovnávaných zdrojů. Jejich investice není nikterak velká od 70 000 Kč do 100 000 Kč. A jsou tedy jedním z nejekonomičtějších zdrojů.

Velkého zklamání dosáhla tepelná čerpadla, která díky výši svých pořizovacích nákladů se nikdy nemohou stát nejlevnějším zdrojem tepla. Ač svými náklady na provoz patří mezi levnější zdroje, tak po několik desetiletích aktivního provozu by jejich náklady poklesly pod náklady ostatních zdrojů tepla, avšak by překonaly svou dvacetiletou životnost. Navíc jedním z problémů tepelných čerpadel je to, že při umísťování do objektů se ztrátou 20 kW a vyšší, je problém nalézt tak výkonná čerpadla, proto docházelo k pořízení dvou tepelných čerpadel a jejich kombinaci. Tepelná čerpadla se i přes převážnou oblíbenost v nynějších letech dvacátého prvního století nevyplatí bez podpory dotačních programů pořizovat. I přes to patří tento zdroj v poslední době mezi stále oblíbenější a používanější.

Celkově vzato se v této práci porovnávají pouze pořizovací ceny samotných tepelných zdrojů a náklady na provoz. Je však nutné mít na paměti, že při pořízení tepelných zdrojů jsou většinou náklady často také spojené i s více pracemi a dalšími zařízeními nutnými k provozu těchto strojů jako jsou systémy čerpadel a akumulárních nádrží, proto lze usuzovat, že skutečné náklady na pořízení kotelny by byly výrazně vyšší.

Dalším úskalím tohoto porovnávání bylo zvolení maximální délky životnosti dvaceti let, avšak u většiny zařízení délka životnosti většinou nepřekročí šestnáct let. Lze usuzovat, že tomu tak zůstane i v následujících desetiletích. Délka životnosti v našich případech byla nastavena na dobu dvacet let, jelikož se snažila zdůraznit i následný ekonomický vývoj tepelných zařízení především tepelných čerpadel.

Další významnou nepřesností je volba ostatních parametrů. I přesto že byly zvoleny parametry odpovídající podmínkám podnebí mírného pásu, počítána byla délka topného období dvěstěčtyřicet dní. Skutečná se může lišit obzvláště díky klimatickým změnám.

Rovněž významný ale do výpočtů nezahrnutý faktor je umístění objektu v městské zástavbě či přírodě. Ač byly modely situovány v otevřené krajině, je ve skutečných případech většina objektů umístěna ve městech. Každopádně je škoda, že vzhledem k obtížnosti tématu se nemohlo tomuto problému věnovat více času.

Jedním z největších problémů většiny výpočtů však je nezapočítání TUV do provozu a nákladů. Většina tepelných zdrojů obstarává nejenom vytápění, ale také zařizuje ohřev TUV. To se výrazně podílí na nákladech. Obvykle bývá rovněž zvykem do objektů instalovat několik typů tepelných zdrojů, z nichž jeden je určen primárně k ohřevu TUV a druhý k vytápění. Při čemž mohou své výkony kombinovat.

## Seznam použitelných zdrojů:

- [1] PETRÁŠ, Dušan, Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie. Bratislava: Jaga. 2008. Vytápění. ISBN 9788080760694
- [2] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. Vytápění. 2. dopl. vyd. Brno: ERA group, 2003. Stavíme. ISBN 8086517985.
- [3] BROŽ, Karel. Vytápění. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02536-5. PAVELEK, Milan, Termomechanika. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2011. ISBN 9788021443006
- [4] Ing. Otakar Galas • Ing. Veronika Šípková: *TEPELNÁ ČERPADLA*. 2014. Studentská 6202/17 708 33 Ostrava-Poruba: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Fakulta stavební, 2014. ISBN 978-80-905392-9-7.
- [5] ŠOUREK, ing. Bořivoj. *Tepelná čerpadla: Informační příručka pro projektanty*. 2014. Vyškov: Quantum, 2014.
- [6] ING. DEMJANOVÁ, Lenka, Pavel JÁNSKÝ, Josef BC.LANCOŠ a Norbert RYSKA, ING. GAUSE, Marcel, ed. *Tepelná čerpadla: Informační příručka pro projektanty*. 2013. Střední průmyslová škola strojní a stavební, Tábor, Komenského 1670 Tábor 2013: FINAL EXIT tisková produkce, 2013
- [7] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUKSA. *Tepelná čerpadla*. 2005. Brno: Brno : ERA, 2005. ISBN 80-7366-031-8.
- [8] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů: Vytápění*. 2005. Bratislava : Jaga: Bratislava : Jaga, 2005. ISBN 80-8076-020-9.
- [9] Kotle-kamna-krby. Tzb-info [online]. 2013 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour>
- [10] HORÁK, Jiří, Petr KUBESA, František HOPAN a Kamil KRPEC, 2013. Co nejvíce ovlivní kouř: krby a kamna. *Tzbinfo: Nejnavštěvovanější portál pro stavebnictví a technická zařízení budov* [online]. Praha: tzb.info, 14.1.2013 [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: [vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour](http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour)
- [11] Kotle na kapalná paliva: Kotle na kapalná paliva – principy provozu a výpočet spotřeby paliva, 2020. In: *Opravitě práce* [online]. 13.2.2019 [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <http://xtarh.com/kotle-na-kapalna-paliva-principy-provozu-a-vypocet/>
- [12] Termické systémy pro ohřev vody a podporu vytápění: Solární ohřev vody, 2010. *CNE-Czech nature energi* [online]. Plzeň, 2019 [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/solarni-ohrev-vody/uvod-do-termicky-ch-systemu/>
- [13] Účinnost vakuových trubkových solárních kolektorů (I) [online], 2008. tzn.onfo [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/4903-ucinnost-vakuovych-trubkovych-solarnich-kolektoru-i>
- [14] Co je to kogenerace, 2010. *Kogenerační jednotky* [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <https://www.cogentech.cz/co-je-kogenerace/>
- [15] Technologie krbů. *Krby, Krbová kamna* [online]. [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <https://www.krby-krbova-kamna.eu/technologie-krbu>
- [16] Směrnice o Ekodesignu pro kotle a kamna na tuhá paliva, 2010. *Tzb.info* [online]. Praha: tzb.info, 6.11.2014, 6 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z:

<https://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/11937-smernice-o-ekodesignu-pro-kotle-a-kamna-na-tuh-a-paliva>

[17] *Zákon o ochraně ovzduší*, 2012. 2012. Praha: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>.

[18] Elektrokotel Benekov E9, Siemens Climatix, 9 kW: prodejna, 2020. *Benekov* [online]. Praha: Benekov, 2016 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: <https://www.benekov-venta-eshop.cz/48899,elektrokotel-benekov-e9-siemens-climatix-9-kw.html>

[19] Jaký je rozdíl mezi plochými a trubcovými solárními kolektory?, 2010. *Visseman typy a rady* [online]. Praha: Viessman, 2018 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/rozdil-mezi-plochymi-trubicovymi-solarnimi-kolektory.html>

[20] SUCHÁNKOVÁ, Lenka S, 2019. *TEPELNÉ ZTRÁTY KOTLE NA BIOMASU*. Brno. Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ, Vedoucí práce Ing. Petr Kracík, Ph.D.

[21] *Porovnání nákladů na vytápění, teplou vodu a elektrickou energii - TZB-info: Výpočet a grafické porovnání včetně investičních a provozních nákladů* [online], 2018. Praha: Tzp.info [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>

[22] *Nová zelená úsporám* [online], 2018. Praha [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/rodinne-domy-zdroje-energie/>

[23] Úvod do termických systémů, 2010. *Solární ohřev vody* [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/solarni-ohrev-vody/uvod-do-termickyh-systemu/>

[24] *Kotle na štěpku - BIOMASU* [online], 2018. Praha: Votona [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <http://www.votona.cz/cz/e-shop/c58451/kotle-na-stepku-biomasu.html>

[25] Průkaz energetické náročnosti, 2018. *Aktuálně* [online]. 16. 4. 2013 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.aktualne.cz/wiki/bydleni/reality/prukaz-energeticke-narocnosti-budov/r-i:wiki:3295/>

[26] *Plynové kondenzační kotle* [online], 2019. Vyškov: Quantum [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.quantumas.cz/kondenzacni-kotle/>

[27] Automatický kotel na uhlí BENEKOV B16 Economix, EM800, 2018. *Benekov E-shop* [online]. Praha: Benekov, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.benekov-venta-eshop.cz/49111,automaticky-kotel-na-uhli-benekov-b16-economix-em800.html>

[28] *Automatický kotel na uhlí BENEKOV B21 Economix, EM800* [online], 2020. Praha: Benekov [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.benekov-venta-eshop.cz/49112,automaticky-kotel-na-uhli-benekov-b21-economix-em800.html>

[29] Automatický kotel na uhlí BENEKOV B26 Economix, EM800, 2020. *Benekov Eshop* [online]. Praha: Benekov [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.benekov-venta-eshop.cz/49113,automaticky-kotel-na-uhli-benekov-b26-economix-em800.html>

[30] *Automatický kotel na uhlí BENEKOV B36 Economix, EM800* [online], 2020. Praha: Benekov [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.benekov-venta-eshop.cz/49114,automaticky-kotel-na-uhli-benekov-b36-economix-em800.html>

- [31] Protherm Panther 25 KOV v.19, 2020. In: *Herueka* [online]. Praha: Herueka, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: [https://kotle.heureka.cz/protherm-panther-25-kov-v-19/?gclid=EAIaIQobChMIjt2-nNWL6gIVDMKyCh0O4AD4EAAYAiAAEgLavPD\\_BwE](https://kotle.heureka.cz/protherm-panther-25-kov-v-19/?gclid=EAIaIQobChMIjt2-nNWL6gIVDMKyCh0O4AD4EAAYAiAAEgLavPD_BwE)
- [32] Mora-Top Helios ECO 18SK Kotel plynový, 2020. In: *Topíme levně* [online]. Praha: Topíme levně, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: [https://www.topenilevne.cz/mora-top-helios-eco-18sk-p76901/?gclid=EAIaIQobChMIpvnTqNaL6gIVhrYYCh1rFA4dEAAYASAAEgJcwvD\\_BwE](https://www.topenilevne.cz/mora-top-helios-eco-18sk-p76901/?gclid=EAIaIQobChMIpvnTqNaL6gIVhrYYCh1rFA4dEAAYASAAEgJcwvD_BwE)
- [33] Protherm Gepard Condens 18/25 MKV-A, 2020. In: *Herueka* [online]. Praha: Herueka, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: [https://kotle.heureka.cz/protherm-gepard-condens-18-25-mkv-a/?gclid=EAIaIQobChMIooqC5NeL6gIVkA8YCh3bygFZEAYASAAEgLfefD\\_BwE](https://kotle.heureka.cz/protherm-gepard-condens-18-25-mkv-a/?gclid=EAIaIQobChMIooqC5NeL6gIVkA8YCh3bygFZEAYASAAEgLfefD_BwE)
- [34] Nuvola DUO-tec+24, 2020. In: *AAAradiatory: cesta k Vašemu topení za nejlepší ceny* [online]. Praha: AAAradiatory, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: [https://www.aaaradiatory.cz/kondenzacni-kotel-baxi-nuvola-duo-tec-24-vykon-3-4-24-kw-s-vestaveny-m-vnitrnim-nerezovym-zasobnikem-tuv-bojlerem-40-litru-p6205/?gclid=EAIaIQobChMI9tqM49mL6gIVDMqyCh3d3wVnEAAYAyAAEgJ9hfD\\_BwE](https://www.aaaradiatory.cz/kondenzacni-kotel-baxi-nuvola-duo-tec-24-vykon-3-4-24-kw-s-vestaveny-m-vnitrnim-nerezovym-zasobnikem-tuv-bojlerem-40-litru-p6205/?gclid=EAIaIQobChMI9tqM49mL6gIVDMqyCh3d3wVnEAAYAyAAEgJ9hfD_BwE)
- [35] Baxi Nuvola Duo-tec+ 33 Kotel kondenzační, 2020. In: *Topíme levně* [online]. Praha: Topíme levně, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/baxi-nuvola-duo-tec-33-p51189/>
- [36] Mora-Top Electra Mini 9 kW Elektrokotel, 2020. In: *Topíme levně* [online]. Praha: Topíme levně, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: [https://www.topenilevne.cz/mora-top-electra-mini-9-p33733/?gclid=EAIaIQobChMIzK2Xt92L6gIVR8-yCh33jAj\\_EAAYAiAAEgLhLPD\\_BwE](https://www.topenilevne.cz/mora-top-electra-mini-9-p33733/?gclid=EAIaIQobChMIzK2Xt92L6gIVR8-yCh33jAj_EAAYAiAAEgLhLPD_BwE)
- [37] THERM ELN elektrokotel, 2020. In: *Nejlevnější tzb* [online]. Praha: Nejlevnější tzb, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <http://www.nejlevnejsitzb.cz/therm-eln-15-elektrokotel-15-kw-16121/d-82184/>
- [38] Mora- Top Elektra 24 Komfort Elektrokotel, 2020. In: *Topíme levně* [online]. Praha: Topíme levně, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: [https://www.topenilevne.cz/mora-top-electra-24-komfort-p9058/?gclid=EAIaIQobChMItpjd8d-L6gIVhOAYCh1eXg0sEAAYASAAEgJjzPD\\_BwE](https://www.topenilevne.cz/mora-top-electra-24-komfort-p9058/?gclid=EAIaIQobChMItpjd8d-L6gIVhOAYCh1eXg0sEAAYASAAEgJjzPD_BwE)
- [39] ATTACK ELECTRIC EXCELLENT 24, 2020. In: *Herueka* [online]. Praha: Herueka, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://kotle.heureka.cz/attack-electric-excellent-24/>
- [40] Benekov E15, 2020. In: *Herueka* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://kotle.heureka.cz/benekov-e15-siemens-climatix/recenze/>
- [41] PBS-i WH - vzduch/voda “Split Inverter”, 2020. In: *Baxi* [online]. Baxi, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.baxi.cz/tepelna-cerpadla/pbs-i-wh-vzduch-voda-split-inverter/>
- [42] PBS-i8 MR E WH2, 2020. In: *Baxi* [online]. 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.baxi.cz/tepelna-cerpadla/pbs-i-wh-vzduch-voda-split-inverter/>
- [43] Nibe ceník, 2020. In: *Nibe: Tepelná čerpadla* [online]. Praha: Nibe, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.nibe.cz/cenik>
- [44] Rotary Pell Compact 15 Silo, 2020. In: *Blaze* [online]. Praha: Blazeharmony, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z:

<https://www.blazeharmony.com/cs/www/automaticke-kotle-na-pelety/kotel-na-pelety-rotary-pell-com-pact>

[45] Blaze Comfort 15/860 PT, 2020. In: *Blaze* [online]. 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.blazeharmony.com/cs/www/kotle-na-drevo/zplynovaci-kotel-blaze-comfort>

[46] KROLÁK, Ing. Michal a , 2016. *Kotle na tuhá paliva*. Brno. Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ,. Vedoucí práce Doc. Ing. Marek Baláš, Ph.D.

## Seznam použitých obrázků:

Obr. 1- Znázornění výkonů kotle podle tříd jsou v nich již zaniklé. [16] .....	13
Obr. 2- Kotle na tuhá paliva- požadavky EKODESIGNU [16] .....	13
Obr. 3- Požadavky interiérová topidla [16] .....	14
Obr. 4- Popis nařízení [16] .....	14
Obr. 5 -Schéma fungování plynového kotle [9] .....	15
Obr. 6- Automatický kotel podavač šnekový [9] .....	16
Obr. 7- Automatický kotel s podavačem ze shora [24] .....	17
Obr. 8- Plochý solární panel popis částí [23] .....	18
Obr. 9- Průřez trubcí [13] .....	18
Obr. 10- Plošný průřez trubice [13] .....	19
Obr. 11- Popis pole trubcového kolektoru [13] .....	19
Obr. 12- Průřez kotlem na plynná paliva [26] .....	20
Obr. 13- Schéma zapojení splitu [4] .....	21
Obr. 14- Kombinace plošného a hlubinného kolektoru [6] .....	22
Obr. 15- Plošný kolektor [6] .....	22
Obr. 16- Schéma zapojení čerpadel voda – voda [4] .....	23
Obr. 17- Čerpadlo využívající spodní vody [6] .....	23
Obr. 18- Schéma čerpadlo využívající povrchové vody [6] .....	24
Obr. 19- Ventilační čerpadlo schéma zapojení [7] .....	24
Obr. 20- Hlubinný vrt [6] .....	25
Obr. 21- Kogenerační jednotka zapojení [14] .....	26
Obr. 22- Krb princip fungování [15] .....	26
Obr. 23- Kotel na kapalná paliva [11] .....	27
Obr. 24- Elektrický kotel [18] .....	28
Obr. 25- Energetický štítek [25] .....	29
Obr. 26- Podíl rozdělení Nová zelená úsporám [22] .....	30
Obr. 27- Náklady na provoz .....	33
Obr. 28- Pořizovací ceny .....	34
Obr. 29- Graf nákladů pro 5 kW .....	36
Obr. 30- Vývoj nákladů kotlů pro objekty se ztrátou 10 kW .....	39
Obr. 31- Náklady pro 15 kW dům .....	42
Obr. 32- Vývoj nákladů pro budovu se ztrátami 20 kW .....	45
Obr. 33- Vývoj nákladů pro 25 kW .....	48
Obr. 34- Vývoj nákladů pro 30 kW ztráty .....	51

### **Seznam tabulek:**

Tab. 1- Účinnost paliva .....	31
Tab. 2- Ceny komodit v kW .....	31
Tab. 3- Přepočet účinnosti zařízení do nákladů.....	31
Tab. 4 - Model 10 kW .....	32
Tab. 5- Náklady pro 5 kW .....	37
Tab. 6- Vývoj nákladů.....	40
Tab. 7- Vývoj nákladů pro 15 kW.....	43
Tab. 8- Náklady pro 20 kW .....	46
Tab. 9- Pro ztráty 25 kW .....	49
Tab. 10- Náklady pro 30 kW .....	52