

Jihočeská universita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra fyziky

Alternativní zdroje energie

Bakalářská práce

Pavel Vrkoč

Knihovna JU - PF



3 1 1 5 1 7 1 7 2 6

Vedoucí bakalářské práce : PaedDr. Josef Voda
České Budějovice 2005

ANOTACE

Základním tématem této bakalářské práce je využití alternativních zdrojů energie v oblasti vytápění budov. Hlavním záměrem je vytvoření přehledu jednotlivých variant a možných způsobů využití v praxi. Součástí práce je i jejich ekonomické zhodnocení. Práce vychází z poznatků získaných při studiu na škole, tak i praktických zkušeností.

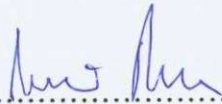
Poděkování :

Děkuji PaedDr. Josefu Vodovi za odborné vedení, věcné připomínky a cenné rady při zpracování tématu bakalářské práce.

Prohlášení :

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně na základě uvedené literatury a pod odborným vedením vedoucího bakalářské práce PaedDr. Josefa Vody.

Veselí nad Lužnicí


.....

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. ZDROJE PŘÍRODNÍHO TEPLA	3
2.1 Sluneční energie	3
2.1.1 Přírodní podmínky	3
2.1.2 Přeměna slunečního záření na různé formy energie	4
2.1.3 Typy kolektorů	5
2.1.4 Umístění kolektorů	6
2.1.5 Solární technika k výrobě tepla	7
2.1.6 Části solárního systému	8
2.1.7 Výhody solárního systému.....	10
2.1.8 Nevýhody solárního systému	10
2.2 Energie biomasy	11
2.2.1 Přírodní podmínky	11
2.2.2 Příprava biomasy ke spalování	13
2.2.3 Využití biomasy k výrobě tepla	15
2.2.4 Zařízení na spalování biomasy	16
2.2.5 Výhody využití biomasy	17
2.2.6 Nevýhody využití biomasy	17
2.3 Geotermální energie	19
2.3.1 Přírodní podmínky	19
3. TEPELNÁ ČERPADLA	21
3.1 Princip činnosti	21
3.2 Druhy tepelných čerpadel	22
3.3 Primární zdroje nízkopotencionálního tepla	23
3.4 Příklady možností využití tepelného čerpadla	25
3.5 Bivalentní provoz tepelného čerpadla	26
3.6 Tepelné čerpadlo ve vytápěcím systému	27
3.7 Energetická bilance tepelného čerpadla	30
3.8 Postup při výběru vhodného tepelného čerpadla	32
3.9 Nové technologie tepelných čerpadel	33

3.10 Výhody tepelného čerpadla	34
3.11 Nevýhody tepelného čerpadla	35
4. EKONOMIKA PROVOZU	36
4.1 Solární systémy	36
4.2 Biomasa	36
4.3 Tepelná čerpadla	37
5. ZÁVĚR	39
6. SEZNAM POUŽITÉ LITRRATURY	41

1.ÚVOD

Energie je termín, který lidstvo v současnosti provází na každém kroku, zejména pak v posledních dvou stoletích. Lidstvo během této doby proběhlo velmi rychlý vývoj díky ohromnému množství energie, kterou dokázalo uvolnit a využít v podobě fosilních a jaderných paliv.

Energie je však především termín budoucnosti, neboť právě budoucnost ukáže, jak si lidstvo dovede poradit se vzrůstající energetickou spotřebou. Využívání fosilních a jaderných paliv je spojeno s ekologickými problémy (skleníkový efekt, radioaktivní zamoření), které se spolu s vyčerpáním těchto přírodních zdrojů jeví jako globální energetický a ekologický problém lidstva.

Spalování uhlí, ropy a zemního plynu má za následek velké znečištění ovzduší, devastaci krajiny a má celkový vliv na změnu globálního klimatu na Zemi. Tato paliva se dříve či později nevyhnutelně spotřebují, zatím však způsobují stále větší problémy. Uhlí je stále ještě relativně levné palivo, zemní plyn a ropa jsou paliva drahá, ale velmi komfortní. Největší výhodou je, že tato energie je poměrně koncentrovaná a snadno dostupná a dále se dá dobře skladovat i přepravovat. [1]

Atomová energie představuje relativně levný provoz a nepřináší žádné emise CO₂. Ale bezpečnost provozu, vysoké investiční náklady, jejich problematická návratnost a definitivní likvidace vyhořelého paliva jsou problémy, které tento zdroj energie prodražují a jeho využívání komplikují.

Alternativní zdroje energie představují v našich podmínkách různé podoby slunečního záření. Energie vody, větru, biomasy dokonce i teplo ve vzduchu existuje jen díky tomu, že na Zemi neustále dopadá nesmírné množství energie ze Slunce. Této energie je milionkrát více, než jsme schopni spotřebovat. [9]

Dnes se k alternativním zdrojům vracíme z mnoha důvodů. Jedním z nich je např. i fakt, že slunce svítí stále a zadarmo. Sluneční kolektor, větrná či vodní elektrárna sice už zadarmo nejsou, ale jakmile je už jednou postavíme, dokáží dodávat energii velmi levně.

Hlavním důvodem vzrůstající popularity je jev, který provází lidstvo od jeho vzniku a to je jeho touha po nezávislosti. Zařízení pro využívání alternativních zdrojů

jsou svou povahou malá a lokální.

Alternativní zdroje energie jsou na rozdíl od fosilních a uranových paliv obnovitelné, protože se díky slunečnímu záření a dalším procesům neustále obnovují. Je tak možné říci, že jsou z hlediska lidské existence nevyčerpané.

2.ZDROJE PŘÍRODNÍHO TEPLA

2.1 Sluneční energie

Slunce je naším ústředním dodavatelem energie. Je to koule z plynné hmoty, v jejímž středu neustále probíhá jaderná fúze. Část slunečního záření je nám k dispozici i na Zemi. Toto záření je základní podmínkou života na Zemi. Určuje všechny přírodní pochody, které jsou pro náš život nepostradatelné, jako například déšť, vítr, mořské proudy, fotosyntézu a mnoho jiných.

Intenzita záření na povrchu Slunce při teplotě 5000 °C činí asi 63 000 kW.m⁻². Z tohoto množství energie obdrží Země pouze malý zlomek. Energie záření dopadajícího na zemský povrch činí 219 000 000 miliard kWh ročně, což odpovídá 2000 násobku současných světových energetických potřeb. Na vnějším okraji zemské atmosféry je průměrná intenzita záření 1376 W.m⁻² (tzv. sluneční konstanta). Ovzduším projde jen část záření, takže v létě za jasného a slunečného dne je k dispozici 800 W.m⁻² až 1000 W.m⁻² (tzv. globální záření) k dalšímu využití. [1]

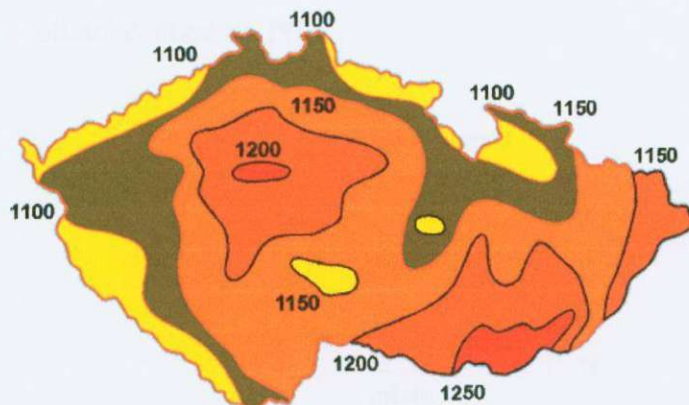
2.1.1 Přírodní podmínky

Doba slunečního svitu a intenzita záření jsou závislé na zeměpisné poloze, ročním období a na povětrnostních podmínkách. Roční úhrny globálního záření dosahují v České republice v některých oblastech hodnot o velikosti až 1100 kW.m⁻².

Globální záření se skládá z přímého a rozptýleného, difúzního záření. Přímé sluneční záření je záření od slunečního disku, které tvoří vzhledem k velké vzdálenosti svazek prakticky rovnoběžných paprsků.

Rozptýlené sluneční záření vzniká v důsledku rozptylu přímých slunečních paprsků na molekulách plynných složek vzduchu, vodních kapkách a ledových krystalcích a na různých aerosolových částicích. Rozptýlené záření se jeví jako světlo oblohy, kdyby nebylo, jevila by se nám obloha i během dne černá s ostře zářícím slunečním kotoučem. Jeho role je tím větší, čím je Slunce níže, ovzduší prašnější a čím

více je na nebi oblačnosti. Průměrný podíl nepřímého záření je závislý na klimatických a geografických podmínkách, jakož i na nadmořské výšce. V letních měsících je podíl rozptýleného záření přibližně 50 % z globálního záření, v zimě je ještě větší. Čím je však podíl difúzního záření vyšší, tím nižší je využitelná energie globálního záření. Průměrná doba slunečního svitu činí v České republice cca 2000 hodin. [1]



obr. 1: Průměrné množství slunečního záření dopadajícího na území České republiky v $[\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2}]$ za rok.

2.1.2 Přeměna slunečního záření na různé formy energie

Vzájemným působením slunečního záření a zemského povrchu vzniká celá řada přirozených procesů transformace.

Největší část slunečního záření jen ohřívá naše prostředí, zvedá teploty vzduchu, půdy a povrchových vod.

Až několik promile záření je prostřednictvím biochemických procesů přeměněno v biomasu.

Asi čtvrtina slunečního záření je využívána k vypařování vody. Znovu se srážející pára spolu s rozdíly teplot pohání vítr a ten potom vlny, z kondenzovaná voda dává vzniku vodním tokům.

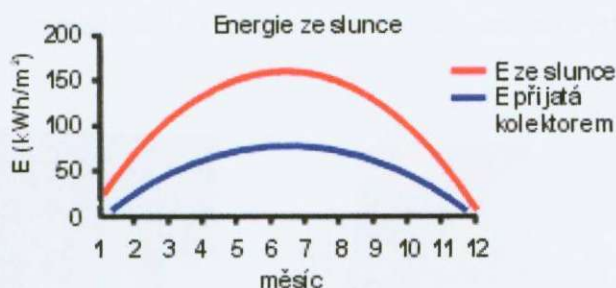
Ve stavbách přichází v úvahu využití solární energie systémy:

- pasivními (v rámci stavby, akumulační a prosklené konstrukce, zisky

okny),

- hybridními (konvekční systémy, kdy je energie využívána přímo z oslunění a navíc je využito konvence vzduchu dalšímu přenosu získaného tepla, řadíme sem okenní kolektory a vzduchové kolektory s předsazenou prosklenou konstrukcí),

- aktivními (k výrobě tepla - solární kolektory, k výrobě elektrické energie - fotovoltaické články). [9]



obr 2: graf absorpce slunečního záření slunečním kolektorem v České republice

2.1.3 Typy kolektorů

Ploché kolektory se rozlišují podle :

- teplotnosné látky na kapalinové, kde teplotnosnou látkou je voda nebo nemrznoucí kapalina a na vzduchové, kde teplotnosnou látkou je vzduch,
- teploty na nízkoteplotní s teplotou do 60 °C, středněteplotní s teplotou do 100 °C, a na vysokoteplotní s teplotou od 100 °C do 200 °C,
- úpravy absorpční plochy na neselektivní, s běžným černým nátěrem a na selektivní, se speciálním povlakem, který zaručuje vysokou absorpci slunečního krátkovlnného záření a nízkou emisi tepelného záření,
- způsobu připevnění na stabilní, pevně uložené na konstrukci a

- pohyblivé s natáčením plochy kolem jedné, popřípadě obou os podle směru slunečních paprsků,
- umístění na předsazené před budovou, osazené na budově a na zabudované do střešní konstrukce,
- materiálu, z kterého jsou vyrobeny na ocelové, měděné, hliníkové, mosazné, skleněné, plastové a na kombinované,
- použití k ohřevu vody, teplé vody, bazénové vody, vody pro ústřední vytápění, k chlazení prostorů, k sušení zemědělských rostlin a k teplovzdušnému vytápění. [6]



obr. 3: vakuový trubicový kolektor (vlevo), plochý vodní kolektor (vpravo)

2.1.4 Umístění kolektorů

Pro dosažení optimálního příjmu energie slunečního záření a jejího využití kolektory je důležité jejich nasměrování na sluneční paprsky. Nasměrování kolektorů se uvádí pomocí azimutového úhlu a poloha umístění kolektoru úhlu sklonu. Nejvýhodnější je orientace na jih, kde teoreticky možné množství energie dopadající za den na kolektor dosahuje nejvyšších hodnot. V případě této orientace je zejména v odpoledních hodinách sluneční záření nejintenzivnější nejvýhodnější. Optimální sklon kolektorů pro letní provoz je kolem 30° , pro celoroční provoz kolem 45° a

pro zimní provoz 60° až 75° od vodorovné roviny.

2.1.5 Solární technika k výrobě tepla

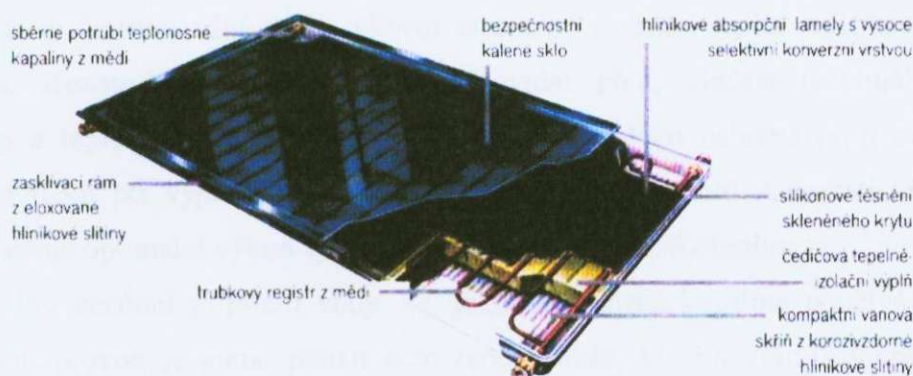
Sluneční energetický systém pro vytápění pokrývá přibližně 25 až 30 % celoroční spotřeby tepla zejména v okrajových měsících otopného období. V období s nízkými venkovními teplotami během otopné sezóny spotřebu tepla zabezpečuje doplňkový zdroj jehož tepelný výkon se určuje, na maximální tepelné ztráty objektu. Návrh slunečního energetického systému pro vytápění objektu a přípravu teplé vody závisí na sestavení celoroční tepelné bilance.

K slunečním systémům lze připojovat téměř všechny otopné soustavy. Je-li teplonosnou látkou v slunečních kolektorech kapalina, soustava bude teplovodní s teplotou vody do 90°C . Ve skutečnosti však střední teplota kapaliny nepřesahuje teplotu 40 až 60°C , proto je vhodné volit nízkoteplotní otopnou soustavu, zejména podlahové vytápění. Množství energie přijaté slunečním systémem v době intenzivního slunečního záření, které se ihned po přijetí nespotřebuje, je vhodné akumulovat, dokud nebude uspokojivá energetická hladina příjmu energie. Proto aplikace slunečních systémů pro vytápění vyžaduje návrh nízkoteplotních akumulátorů tepla s dostatečnou tepelnou kapacitou na jeden až dva dny, popřípadě na celé zimní období. Akumulace tepelné energie je energeticky výhodná ale zvyšuje nároky na dispoziční řešení objektu, automatickou regulaci provozu řízení a náklady na systém.

Při vytápění je v otopném období je požadovaná teplota vody v systému pro vytápění minimálně 30°C . Kolektory mají plochu 15 až 25 m^2 na jeden byt a úhel sklonu 45 až 60° . Zásobník otopné vody s jednodenní akumulací musí mít objem $1\,500$ až $2\,000$ litrů, dlouhodobý zásobník obsahuje minimálně 5 m^3 vody na jeden byt. Čas nabíjení je pět až sedm měsíců, teplota při nabíjení se pohybuje od 30 do 70°C . Měrná tepelná ztráta budovy q je menší než $0,5\text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$. Systémy mohou být bivalentní nebo trivalentní. Maximální spotřeba tepla pro vytápění objektu je $80\text{ W} \cdot \text{m}^2$. Otopná soustava je nízkoteplotní s automatickou regulací v každém okruhu zdroje tepla. [1]

2.1.6 Části solárního systému

Základním prvkem slunečního systému je absorpér. Absorpér je obvykle plochá deska s neodrazovým (matným) povrchem, na níž jsou uchyceny trubice pro odvod ohřátého teplotnosného média. Uložením absorpéru do uzavřené skříně, která má jednu stěnu prosklenou, vznikne sluneční kolektor, který využívá skleníkového efektu. Sluneční kolektor má mnohem vyšší výkon zejména za horších meteorologických podmínek a to na jaře, na podzim a v zimě.



obr. 4: konstrukční řešení solárního kolektoru Heliostar H – 202 N2P

Sluneční absorpéry přeměňují zachycené sluneční záření na tepelnou energii. Ta je buď odváděna pomocí teplotnosného média proudícího trubkami absorpéru do místa okamžité spotřeby, nebo akumulována v zásobníku. Kvalitní solární kolektory mají absorpér opatřený speciálně selektivní vrstvou. Jedná se o speciální černou barvu nebo galvanické pokovení, proto mají vyšší účinnost a dokáží mnohem lépe zpracovat i difúzní záření.

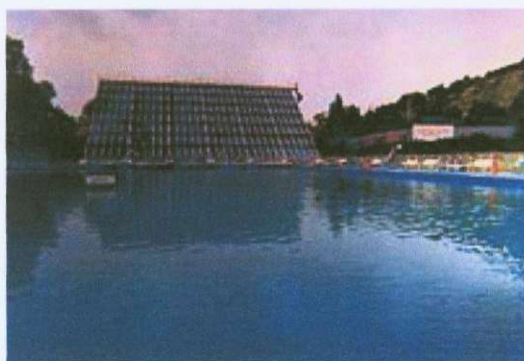
Solární zásobník slouží pro přípravu teplé vody, doplňkově se ohřívá tepelnou energií z ústředního topení a při nedostatku sluneční energie elektřinou. Objem zásobníku musí odpovídat ploše kolektorů, aby i v létě akumuloval zachycenou

energii a nedošlo k poškození systému. Z hygienických důvodů je třeba alespoň jednou týdně ohřát obsah zásobníku na 72 °C, neboť při provozu za nízkých teplot a malém odběru se mohou množit nežádoucí organismy.

Solární výměník tepla je v zásobníku umístěn co nejnižší, nad ním je výměník, okruh ústředního vytápění a nejvýše je elektrické topné těleso. Plochy výměníků musí být navrženy s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku.

Přívodní potrubí by mělo být co nejkratší s kvalitní tepelnou izolací, navržené na odpovídající požadovaný průtok, teplotu a tlak teplotnosné kapaliny v solárním okruhu. Oběhové čerpadlo zajišťuje cirkulaci teplotnosné kapaliny. Armatury zabezpečují správnou funkci z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti včetně kontroly a regulace. Vyrovnávání tlaku vlivem značného kolísání teplot zajišťuje expanzní nádoba. Konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotnosné kapaliny. Jako ochrana proti extrémnímu zvýšení tlaku při výpadku elektřiny se instaluje pojistný ventil. Automatická regulace zabezpečuje optimální výkon systému a chrání ho před poškozením.

Pro sezónní přípravu vody se jako teplotnosná kapalina používá voda. Pro celoroční provoz je nutné použít nemrznoucí směs, která má mít podobné fyzikální vlastnosti jako voda, kromě bodu tuhnutí. Tomu vyhovují kapaliny na bázi roztoku vody a propylenglykolů s inhibitory koroze. [6,9]



obr. 5: příklady instalace solárních kolektorů v praxi

2.1.7 Výhody solárního systému

- Slunce je nevyčerpatelným zdrojem energie.
- Nízké provozní náklady.
- Vysoká životnost zařízení 15 – 20 let a jeho nenáročnost na obsluhu.
- Vyrobená energie ze slunečního zařízení může nahradit 20 – 50 % potřeby tepla k vytápění a 50 – 70 % potřeby tepla k ohřevu vody.
- Významným přínosem je úspora fosilních paliv, jejichž spalováním znečišťujeme přírodu emisemi SO_2 , CO_2 , NO_2 a prachovými částicemi.

2.1.8 Nevýhody solárního systému

- Sluneční energii nelze využít jako samostatný zdroj tepla, pro celoroční využití je nutný doplňkový zdroj energie.
- Vysoké investiční náklady, návratnost je závislá na cenové úrovni používaného paliva před instalací solárních kolektorů.
- Zařízení je třeba navrhovat tak, aby se v létě nepřehřívalo.

2.2 Energie biomasy

Biomasa (hmota organického původu) definovaná jako substance organického původu, která se buď cíleně přeměňuje, nebo se jedná o odpady ze zemědělské, lesnické či potravinářské produkce. Nemůže existovat bez sluneční energie.

Z energetického hlediska lze energii z biomasy získávat téměř výhradně spalováním, tedy termochemickou přeměnou. Biomasa je podle druhu spalována přímo, nebo jsou spalovány kapalné či plynné produkty jejího zpracování.

Technologie zpracování a přípravy biomasy ke palování se rozděluje na :

Termochemická přeměna (suché procesy) :

- spalování
- pyrolýza (produkce plynu, pyrolýzní olej)
- zplyňování (produkce plynu)

Biochemická přeměna (mokré procesy) :

- fermentace, alkoholové kvašení (produkce etanolu)
- anaerobní vyhnívání, metanové kvašení (produkce bioplynu)

Mechanicko-chemická přeměna :

- lisování olejů (produkce kapalných paliv, oleje)
- esterifikace surových bioolejů (výroba bionafty, přírodních maziv)
- štípání, drcení, lisování, peletace, mletí (výroba pevných paliv).

Biopaliva je potom možno rozdělit podle jejich fyzikální podstaty na tuhá, kapalná a plynná. U tuhých paliv je rozhodující obsah tzv. sušiny, (množství suché hmoty). [1]

2.2.1 Přírodní podmínky

V podmínkách České republiky lze využívat biomasu odpadní tak i biomasu produkovanou k energetickým účelům (fotomasa). Mezi odpadní biomasu se řadí rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a dřevin, odpady ze sadů a vinic, řepková a kukuřičná sláma a odpady z údržby zeleně a travnatých ploch). Lesní odpady (dendromasa), po

těžbě dřevin zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kůra, kořeny vršky stromů, šišky). Organické odpady z průmyslových výrob, spalitelné odpady z dřevozpracovatelských provozoven (odřezky, hobliny, kůra, piliny), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek mlékáren lihovarů a konzerváren. Dále odpady ze živočišné výroby (hnůj, kejda, zbytky krmiv a odpady z přidružených zpracovatelských provozoven). A v poslední řadě komunální organické odpady (kaly, tuhý organický komunální odpad). Mezi biomasu produkovanou k energetickým účelům se řadí :

- dřeviny (vrby, topoly, olše a akáty)
- obiloviny (celé rostliny)
- travní porosty (sloní tráva, chrastice, trvalé travní porosty)
- ostatní rostliny (konopí seté, šťovík krmný, řepka olejná)
- slunečnice, dýně, brambory, cukrová řepa, obilí, kukuřice).

Pěstování biomasy pro energetické účely je podmíněn vhodným výběrem dané energetické rostliny. Výběr dané plodiny je určován mnoha faktory. Druhem půd, způsobem využití a účelem. Dále se musí přihlídnout k množství sklizené plodiny, dopravě a neposlední řadě k daným klimatickým podmínkám. Předem se musí porovnat náklady na pěstování, výrobu a zisk.

Pro pěstování energetických plodin lze využívat zejména zemědělsky nepotřebnou půdu. Vhodná jsou zejména popílkoviště, výsypky a plochy kolem dálnic. V současné době, kdy dochází k nadprodukcí, může pěstování energetických plodin pomoci snižovat množství nevyužité zemědělské půdy. [8]



obr. 6: pěstování a těžba energetických plodin

2.2.2 Příprava biomasy ke spalování

Při termochemické přeměně (suchém procesu) je biomasa pro přímé spalování v současnosti využívána zejména v lokálních topeništích a malých kotlích v rodinných domech, v menší míře v blokových kotelnách a zdrojích centrálního zásobování tepla. Obecně pro palivo, tedy i pro biomasu, platí, že se skládá z prachové hořlaviny, popela a vody. Pro spalovací proces je důležitý právě obsah prachové hořlaviny. Při vysokém obsahu prachové hořlaviny hoří biomasa dlouhým plamenem, při nízkém obsahu hoří méně a čadí.

Výhřevnost je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství paliva, pokud se spaliny ochladí na původní teplotu, přičemž všechna voda vzniklá při spálení zůstane v parách. Výhřevnost je dána množstvím prachové hořlaviny obsažené v palivu.



obr 7: příprava biomasy ke spalování, drtič na dřevo (vlevo) a drcení biomasy (vpravo)

Termochemická přeměna je prezentována třemi procesy: spalováním, pyrolýzou zplyňováním. Při spalování biomasy dochází působením vysokých teplot k uvolňování hořlavé plynné složky, které mají různé teploty hoření. Proto se stává, že hoří jen část paliva. Pokud je k dispozici dostatek kyslíku dochází k prostému spalování. Pyrolýza probíhá při atmosférickém zvýšeném nebo sníženém tlaku za vysokých teplot, podle

druhu zpracovávaného média a požadovaných produktů. Jedná se o termický rozklad organických látek na nízkomolekulární sloučeniny, kde výsledkem je topný plyn nebo olej. Zplyňování probíhá většinou za přístupu vzduchu a má následující fáze (sušení, pyrolýza, oxidace a redukce).

Při biochemické přeměně dochází k produkci etanolu a bioplynu. Fermentací roztoků cukrů je produkován etanol. Vhodnými produkty jsou cukrová řepa, obilí, kukuřice, ovoce nebo brambory. Teoreticky lze z jednoho kilogramu cukru získat 0,65 kg čistého etanolu. V praxi je výtěžnost jen 90-95%. Fermentace probíhá v pouze v mokré prostředí. Vzniklý etanol je oddělen destilací. Používá se jako kapalné palivo ve spalovacích motorech. Pro vytápění je vhodný bioplyn. Vzniká při rozkladu organických látek v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku. K výrobě bioplynu je vhodný hnůj, zelené rostliny nebo kal z čističek. Tento proces, kdy se organická hmota štěpí na anorganické látky a plyn, probíhá díky bakteriím pracujícím bez přístupu kyslíku. Bioplyn obsahuje cca 50–70 % metanu. Výhřevnost se pohybuje od 19,6 do 25,1 MJ. m⁻³. K výrobě se nejvíce používá kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), popřípadě slamnatý hnůj. Bioplynový potenciál hnoje závisí na obsahu sušiny a na složení a strávení potravy, neboť hnůj od různých zvířat má různé vlastnosti. V menší míře se pro výrobu bioplynu používá sláma, stonky kukuřice, bramborová nať a zbytky travin. [13, 12]



obr 8: bioplynová stanice Třeboň (vlevo), kotel na bioplyn (vpravo)

Pro mechanicko-chemickou přeměnu jsou typickými produkty kapalné oleje

a paliva. Bionafta vzniká lisováním řepkového semen na olej, který se působením katalyzátoru a vysoké teploty mění na metylester řepkového oleje (bionaftu). Výroba metylesteru je dražší než běžná motorová nafta, proto se mísí s některými lehkými ropnými produkty nebo s lineárními alfa-olefiny, aby jeho cena mohla konkurovat motorové naftě. Tyto produkty musí obsahovat alespoň 30% metylesteru řepkového oleje.

Drcením a následným lisováním se vyrábějí palivové brikety nebo pilinové paletky.



obr 9: palivové dřevo (vlevo), palivové paletky (vpravo)

2.2.3 Využití biomasy k výrobě tepla

Ekonomicky nejvýhodnější technologií je spalování dřeva. Nejvíce používanější jsou lokální kotle na biomasu. Kotle pracují obvykle tak, že se palivo nejdříve zplyňuje, a teprve potom se spaluje plyn. Tyto kotle mají velmi dobrou účinnost, kolem 80-89 %, která je podstatně lepší než obyčejných kotlů na tuhá paliva. Mají vynikající regulační schopnosti s velkým rozsahem výkonu a možností programového řízení. Díky bioplynu produkují minimum ekologicky nezávadného popela. Další výhodou je velká stáložárnost s malou četností přikládání (2 – 3krát denně podle kvality paliva). V zimě lze kotle provozovat nepřerušovaně, což příznivě odráží na vnitřním klimatu vytápěné budovy.

2.2.4 Zařízení na spalování biomasy

Lokální topidla se používají pro vytápění malých prostor v oblastech, kde je dostatek paliva. Mohou být doplňkem ústředního vytápění, připojená na radiátorový okruh.

Krbová kamna mohou být ocelová nebo kachlová, teplovzdušná, ohřívají okolní vzduch nasáváním do otvorů mezi vnitřním a vnějším pláštěm topidla. Ohřátý vzduch vystupuje otvory v horní části kamen do místnosti. Podíl sálavé složky tepla od kamen činí cca 25 – 30 % a projevuje se hlavně při chladnutí, nebo ukončení vytápění.

Klasická, ocelová, litinová sporáková kamna, která jsou kombinací přímotopných a stáložárných kamen. Snadno se rozehvívají, dokonalým spalováním produkují více tepla, než je potřeba.

Cihlové pece, kachlová kamna na dřevo mají vysokou účinnost a jsou dostatečným zdrojem tepla po celý den. Poskytují příjemné sálavé teplo, čímž jsou ve srovnání s radiátorovým vytápěním úspornější.

Kotle pro ústřední vytápění jsou určeny pro vytápění objektů, jako zdroje sušárnám, pro ohřev teplé vody a dalšímu použití. Jsou určeny výhradně pro spalování dřeva, polen, briket, štěpky a paletek. Kotle pro rodinné domky pracují obvykle tak, že nejprve palivo zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje. Regulovatelnost výkonu je srovnatelná s plynovými kotli. Přikládat je nutno asi čtyřikrát za den a popel vybírat přibližně jednou týdně.

Kotle pro automatické spalování štěpky a pilin, slámy jsou určeny pro velké výkony do 2,5 MW. Jsou konstruovány jako bezobslužné, pouze s občasným dozorem. Bývají vybaveny automatickým přikládáním paliva a jsou schopny spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu. Někdy se tato zařízení využívají pro kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie (kogenerace). [4,14]



obr 10: kotel na spalování dřevní slámy (vlevo) a obecní kotelna na biomasu v Bystřici nad Pernštejnem

2.2.5 Výhody využití biomasy

- Biomasa má jako zdroj energie obnovitelný charakter.
- Je tuzemským zdrojem, který není vázán jen na určitou lokalitu, což znamená úsporu finančních prostředků a energie za dopravu.
- Pěstováním energetických plodin je možné využít přebytečnou zemědělskou půdu.
- Likvidace odpadů, zbytek po zpracování lze využít jako hnojiva.
- Spalování pevných komunálních odpadů.
- Energetické využití biomasy má menší negativní dopady na životní prostředí.
- Bionafta je zatížena 5% daní z přidané hodnoty. Po dobu pěti let je výrobce osvobozen od daně z příjmu, které plynou z výroby bionafty.

2.2.6 Nevýhody využití biomasy

- Větší obsah vody a tudíž nižší výhřevnost dřevní hmoty.
- větší objem paliva, vyšší nároky na skladovací prostory.
- Nutnost úpravy paliva, sušení tvarování. Investice do nových zařízení.

- U výroby s využitím bioplynu poměrně vysoké investiční náklady na technická zařízení což zvyšuje cenu vyrobené energie.
- Poměrně složitá manipulace s palivem ve srovnání s plynem, elektřinou.
- Nutnost likvidace popela.
- Lokální využití paliva.

2.3 Geotermální energie

Tepelná energie prostředí se nachází prakticky neustále všude kolem nás. Přímému využití této, energie k ohřevu brání její nízké teploty. Toto nízkopotenciální teplo obsažené v zemi, vodě i vzduchu vzniká, jako důsledek dopadající sluneční energie a jako důsledek geotermální energie.

Geotermální energie je produktem pochodů v zemské kůře. Je vázána na teplo suchých hornin nebo na geotermální vody, a to na teplotní úrovni, která je využívána k přímé spotřebě.

Geotermální vody jsou přírodní podzemní vody, které se nacházejí v zemských dutinách a zemských zvodnělých vrstvách. Jsou zahřáté zemským teplem natolik, že jejich teplota po výstupu na zemský povrch je vyšší než průměrná roční teplota vzduchu v dané lokalitě. Pro přímé energetické využití jsou vhodné vody s teplotou 30 až 100 °C. Voda se ve většině případů získává hlubinnými vrty. Část geotermálních vod jsou klasifikovány jako vody lázeňské. Jsou podrobeny zvláštnímu režimu využití, jejich čerpání pouze pro energetické není přípustné.

Teplo suchých hornin se využívá buď pomocí trubkových kolektorů osazených do vrtů, nebo pomocí injektáže povrchové vody a jejího zpětného čerpání systémem dvou a více vrtů.

Geotermální teplo se v České republice využívá k vytápění budov, vytápění skleníků, v rybním hospodářství, k rekreačním účelům a jako zdroj energie pro tepelná čerpadla. [2]

2.3.1 Přírodní podmínky

Charakter a parametry zdroje energie prostředí mají rozhodující vliv a na účelnost a hospodárnost používání tepelných čerpadel. Při využití zemského tepla je jednou z hlavních sledovaných fyzikálních veličin tepelný tok a tepelná vodivost hornin. Průměrný tepelný tok (množství tepla, které projde jednotkovou plochou na zemském povrchu) na Zemi je 60 - 70 mW.m⁻². Lokality s nejvyšší hustotou tepla v České republice mají až 90 mW.m⁻². Jsou to lokality na Ostravsku a okolí obce Boží Dar v Krušných horách.

Nízkoteplotními zdroji tepla z okolního prostředí vhodnými k transformaci na vyšší teplotní úroveň jsou vody z řek, jezer, studní, technologických provozů, odpadové vody z rekreačních areálů, odsávaný vzduch z krytých plováren, částečně využitě geotermální vody, dále teplo z okolního vzduchu a odpadového vzduchu z průmyslových hal a provozů, ale i teplo z půdy a sklepních prostorů.

Druhy energie prostředí z hlediska jejich dostupnosti jako zdrojů tepla pro tepelná čerpadla se dělí na dvě základní skupiny. Jsou to přírodní zdroje tepla a druhotné zdroje tepla z technologických procesů. Mezi přírodní zdroje tepla patří venkovní vzduch, sluneční záření, povrchové a spodní vody půda. Teploty těchto zdrojů se během roku i během dne vzájemně ovlivňují a kolísají. [1, 5]

Přírodní zdroje prostředí, jakož i druhotné zdroje z technologických procesů jsou z hlediska používání jako zdroje tepla pro tepelná čerpadla posuzovány v souladu s těmito kritérii :

- teplotní hladina (v případě vzduchu i vlhkost),
- dostupné množství energie,
- časová dostupnost podle potřeby,
- hledisko výhradního a dočasného využívání
- chemické a fyzikální vlastnosti, popřípadě možné problémy při používání,
- fyzická vzdálenost od tepelného čerpadla a spotřebitele,
- investiční a provozní náklady související s využíváním,
- vliv na energetickou bilanci okolí,
- ovlivňování okolí z ekologického hlediska

3. TEPELNÁ ČERPADLA

3.1 Princip tepelného čerpadla

Základní myšlenku principu tepelného čerpadla vyslovil již v roce 1852 Lord Kelvin ve své druhé termodynamické větě. První tepelné čerpadlo sestrojil v podstatě náhodou americký vynálezce Robert C. Webber na konci čtyřicátých let minulého století. Když prováděl pokusy s hlubokým zmrazením, omylem se dotkl výstupního potrubí mrazícího přístroje, o které si popálil dlaň ruky.

To ho přivedlo na myšlenku propojit výstup z mrazáku s bojlerem na teplou vodu. Jelikož měl ale stále přebytek tepla, napojil horkou vodu na potrubní smyčku a pomocí malého větráku začal vhnět teplý vzduch do domu. Následně úspěšně zkusil čerpat teplo ze země pomocí zemních kolektorů.

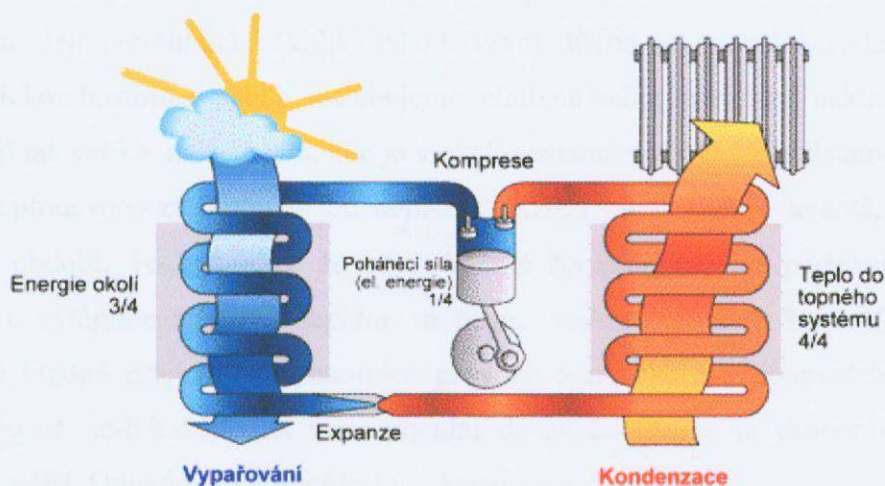
Principem tepelného čerpadla je chladicí okruh (obdobně jako u chladničky), jímž se teplo na jedné straně odebírá a na druhé předává. Chladnička odebírá teplo z vnitřního prostoru a předává je pomocí kondenzátoru na své zadní straně do místnosti. Tepelné čerpadlo místo potravin ochlazuje například vzduch, půdu nebo podzemní vodu. Teplo odebrané těmito zdroji předává do topných systémů.

Činnost tepelného čerpadla využívá fyzikální jevy spojené se změnou skupenství pracovní látky – chladiva. Ve výparníku tepelného čerpadla chladivo při nízkém tlaku a teplotě odnímá teplo zdroji nízkopotenciálního tepla, dochází k varu. Páry chladiva jsou stlačeny, zahřívají se a v kondenzátoru předávají kondenzační teplo ohřívané látce. Tím se opět ochlazují a zkapalňují. Celý oběh je uzavřen obvodem chladiva do výparníku přes expanzní ventil, který snižuje tak kapalného chladiva.

Tepelné čerpadlo potřebuje pro svoji funkci vnější zdroj energie, obvykle elektrický, pro pohon kompresoru. Poměr tepelného výkonu čerpadla k příkonu kompresoru, resp. poměr energie dodané pro ohřev k energii spotřebované, se nazývá topný faktor.

Čím je vyšší, tím účinněji lze energii z vnějšího prostředí při menší spotřebě vlastní energie. Topný faktor během roku kolísá. Jeho hodnota klesá s rostoucím rozdílem vstupní teploty do otopné soustavy. Průměrný roční topný faktor je poměr celoroč-

ní spotřeby energie a celoroční výroby tepla a používá se pro vyhodnocení provozu Běžná tepelná čerpadla dodávají za ideálních podmínek třikrát až čtyřikrát více tepla než spotřebují energie. [7, 8]



obr 11: princip tepelného čerpadla

3.2 Druhy tepelných čerpadel

Podle způsobu, kterým uskutečňuje odsávání par z výparníku a zvýšení jejich tlaku na kondenzační, se tepelná čerpadla dělí na kompresorová, absorpční a hybridní.

Kompresorová tepelná čerpadla patří mezi nejběžnější. Hnací mechanická energie pro pohon kompresoru (pístového nebo rotačního) může být dodávána spalovacím nebo elektrickým motorem.

Absorpční tepelná čerpadla se vyskytují zřídka, mají nízkou účinnost. Pro zvýšení tlaku par je použito pochodu absorpce chladiva do roztoku, jeho přečerpání do vypuzovače a následné vypuzení chladiva z roztoku při kondenzačním tlaku. Hnací tepelná energie může být dodávána parou, horkou vodou nebo spalováním paliva.

Hybridní tepelná čerpadla jsou výrobně nákladná a jejich výroba probíhá na zakázku.

3.3 Primární zdroje nízkopotenciálního tepla

Nízkopotenciálního teplo lze získat z vody (studniční, říční, rybníční a odpadní), země a vzduchu.

Vodě, jako primárnímu zdroji nízkopotenciální energie se většinou dává přednost. Její použití má několik výhod. První důvod je fyzikální, voda má velikou energetickou hustotu a tedy ji potřebujeme relativně málo. Investiční náklady na zdroj nebývají tak veliké, zvláště tam, kde je v okolí dostatek vody. Další podstatnou výhodou je, že teplota vody ze studny je jen nepatrně závislá na venkovní teplotě, tedy i na ročním období. To znamená, že když tepelné čerpadlo nejvíce potřebujeme (zimní měsíce), vytápíme relativně teplým médiem, vodou o teplotě 9 až 10 °C. to se výrazně kladně projeví na ekonomice provozu a na nízkých provozních nákladech. Samozřejmě, je-li k dispozici voda odpadní dostatečně teplá, je ekonomika provozu ještě levnější. Odpadní vodou může být i kanalizace. [1, 7]



obr 12: zdroj pro tepelné čerpadlo – ze studny nebo z okolní vody

Země je nejčastější případ pro odebrání primární energie. Tato energie má svůj původ ve sluneční energii, která se zejména v letních měsících akumuluje do zemského povrchu, tak v geotermální energii vznikající z rozpadu radioaktivních prvků v podzemí. Teplota středu zemského jádra je asi 6300 °C.

Prostředníkem mezi zemním teplem a tepelným čerpadlem je opět voda ošetřená

proti zamrznutí (líh, glykol), která v plastovém kolektoru cirkuluje mezi tepelným čerpadlem, které z ní odebírá teplo (ochlazuje ji asi o $4\text{ }^{\circ}\text{C}$) a několika rýhami vyhrabanými do nezámrazné hloubky s plastovými trubkami v zahradě, kde se voda opět o několik stupňů celsia zemním teplem přehřeje. Takových rýh bývá několik a plastových hadic pro rodinný dům celkem asi 1200m i více. Celková plocha pozemku, ze které se teplo odebírá, by měla být asi třikrát větší než podlahová plocha vytápěná v domě.

Ne-li k dispozici vhodný pozemek, do kterého lze horizontální kolektory uložit, volí se vertikální způsob uložení, vrtají se svislé vrty, obvykle vrtané do hloubky 30 až 150 m. Tento způsob uložení lze aplikovat prakticky všude a má z topenářského hlediska efekt ve vyšších teplotách zemního podloží. Na každých 33m vrtu stoupá teplota podloží o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Do vrtu se zapouští odtlakovaný kolektor (většinou čtyři hadice ve tvaru 2 x U). Celková hloubka a počet vrtů se vypočítá z vodivosti zeminy a potřebného výkonu z absorpce tepelného čerpadla. Pro rodinný dům se jedná přibližně o 160 až 200m celkové hloubky vrtů. [2]



obr 13: zdroj pro tepelné čerpadlo z podloží – z vrtu nebo ze zemních rýh

Vzduch je všude přítomný a nejsnáze dostupný zdrojem tepla. Tepelné čerpadlo jej nasaje (většinou z venkovního prostoru), odebere z něj část tepla a opět jej do venkovního prostoru vrátí. Ohřeje topnou vodu nebo vzduch pro vyhřívání vnitřního prostoru.

Ještě relativně nedávno se tepelná čerpadla na vzduch v našich klimatických podmínkách používala málo, protože s klesající venkovní teplotou klesá nejen tepelný

výkon, ale i ekonomika provozu. S technickým pokrokem, zejména s konstrukcí spirálových kompresorů (scroll kompresorů) a používáním nízkoteplotních chladiv se z tepelných čerpadel se zdrojem vzduch stávají rovnocenná tepelná s tepelnými čerpadly se zdroji země nebo voda. Je však třeba zohledňovat problémy, které vznikají s odmrazováním výparníku a eliminací hluku. Výparníkem malého tepelného čerpadla projde za hodinu asi 5000m^3 vzduchu. Tepelná čerpadla na vzduch se budují jako systémy s bivalencí.



obr 14: zdroj pro tepelné čerpadlo z okolního vzduchu

3.4 Příklady možností využití tepelného čerpadla

Rodinný dům s tepelnými ztrátami $9,5\text{ kW}$ vytápí tepelné čerpadlo (vzduch-vzduch) TCML 7.7 P, které zároveň zajišťuje celoroční ohřev teplé užitkové vody. Otopnou soustavu tvoří podlahové a stěnové vytápění. Roční spotřeba na vytápění, větrání a ohřev vody je $6\,070\text{ kWh}$.



obr. 15: vytápěný objekt, tepelné čerpadlo vnitřní část a tepelné čerpadlo venkovní část

Menší rodinný dům s tepelnou ztrátou 10 kW je vytápěn tepelným čerpadlem (země – voda) TCMM 7.1 GR, které získává teplo z venkovního kolektoru. Kolektor je umístěn v hloubce 1,5 – 2 m a jeho délka je 250 metrů.



obr. 16: zemní kolektor pro tepelné čerpadlo, vytápěný objekt a vnitřní část tepelného čerpadla

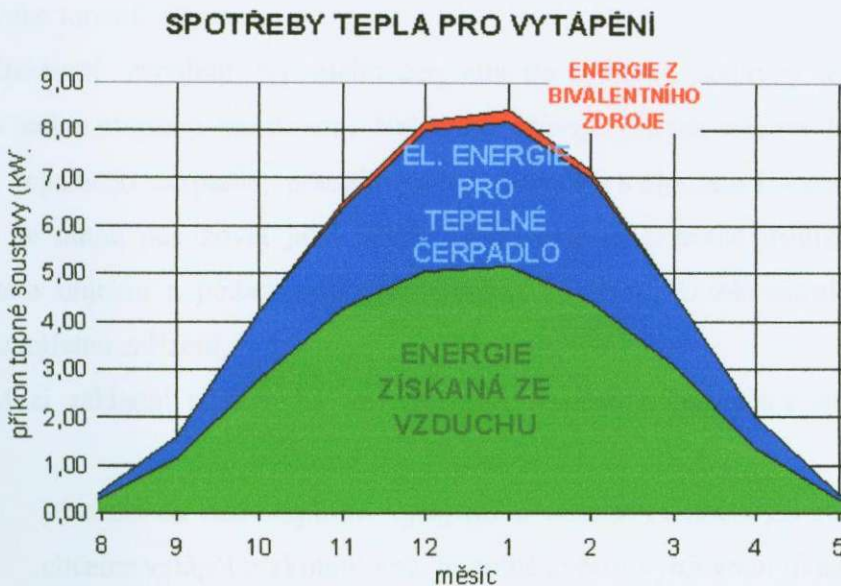


obr 17: kompresorové tepelné čerpadlo, které získává zdroj tepla z podloží – vrtu.

3.5 Bivalentní provoz tepelného čerpadla

Spotřeba tepla na vytápění se během roku mění. Pokrytí celé spotřeby tepelným čerpadlem je neekonomické, proto se systém doplňuje dalším tzv. špičkovým zdrojem tepla obvykle elektrokotlem. Tento zdroj slouží i jako záloha pro případ výpadku tepelného čerpadla.

Systém pracuje v bivalentním provozu, kdy po určitou dobu, ve dnech mrazu, běží kromě tepelného čerpadla i druhý zdroj tepla elektrokotel. Instalovaný tepelný výkon tepelného čerpadla je v tomto provozu nižší, než je maximální potřebný, obvykle 50 – 60 %. U správně navrženého systému špičkový zdroj dodává pouze 10 – 15 % celkové roční spotřeby tepelné energie. [1]



obr. 18: bivalentní provoz tepelného čerpadla

3.6 Tepelné čerpadlo ve vytápěcím systému

Při návrhu systému s tepelnými čerpadly je důležité pamatovat na některé zásady. Tepelná čerpadla potřebují minimální průtok topné vody kondenzátorem. Tento minimální možný průtok je třeba respektovat a zohlednit ho při návrhu otopné soustavy.

Pro spolehlivý provoz a dlouhou životnost zařízení je nutné minimalizovat počet sepnutí tepelného čerpadla a to na počet maximálně čtyřikrát za hodinu. Zvláště u soustav s malým množstvím vody v systému je vhodné použít akumulční nádrž. V době špičky může rozvodný závod přerušit dodávku elektrické energie. Nabitá akumulční nádrž pomůže tento stav překlenout. Jelikož okamžitý výkon tepelného

čerpadla není stabilní, a ne vždy koresponduje s aktuální potřebou tepla, je použitím akumulární nádrže dosaženo vyrovnaného provozu otopné soustavy.

V případě podlahového vytápění není akumulární nádrž nutná, protože sama podlaha se chová jako akumulátor tepla. Podobně je tomu u systémů s velkým hmotnostním tokem. V topném okruhu je nutné instalovat přepouštěcí ventil, aby byl zajištěn minimální průtok tepelným čerpadlem, např. při uzavření některého okruhu podlahového topení.

Efektivní zapojení tepelného čerpadla do systému dodávky tepla vyžaduje sladění s celou otopnou soustavou. Nelze ho připojit jen tak někam. Naší snahou je instalace tepelného čerpadla, pracujícího bez poruch a s dlouhou životností. Otopnou soustavu je nutné posuzovat jako celek. U novostaveb je nutné přihlížet k tepelným vlastnostem objektu a požadavkům na komfort vytápění. U rekonstrukcí se snažíme využít stávajícího zařízení.

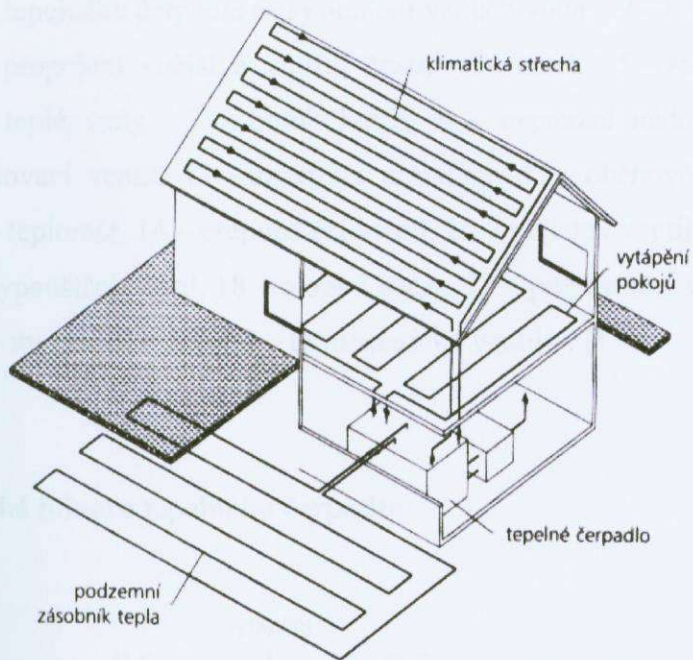
Mezi základní požadavky pro zapojení tepelného čerpadla v otopné soustavě patří:

- přechod na nízkoteplotní vytápění a soustavy s nuceným oběhem. Pokud chceme vytápět nízkoteplotně, je nutné zvětšit výhřevnou plochu radiátorů a nebo zmenšit teplotní spád, čehož dosáhneme zvýšením průtoku topné vody. Další možností je podlahové vytápění.
- Zajištění akumulace tepla v otopné soustavě.

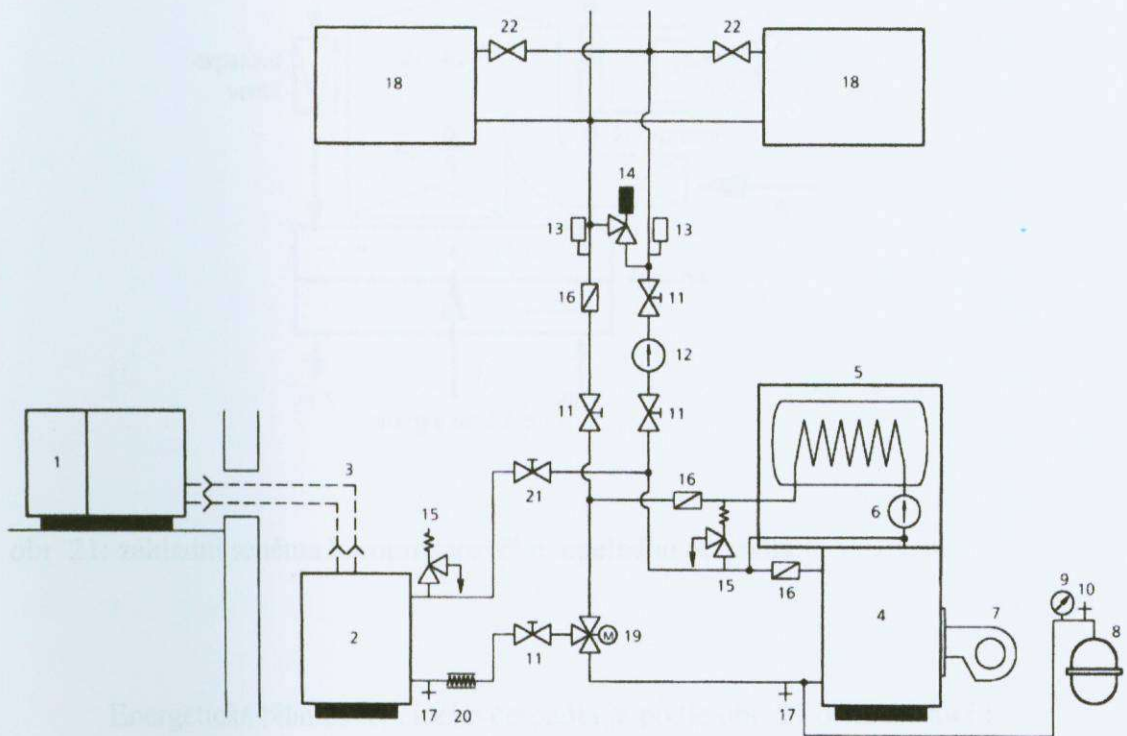
Řízení dodávky tepla v topném okruhu se realizuje dvojím způsobem:

- proměnlivý průtok topné vody – topná tělesa s termoregulačními ventily, které v závislosti na teplotě ve vytápěném prostoru řídí tok vody v radiátorech
- proměnlivá vstupní teplota topné vody – využití regulace podle venkovní teploty, se změnou teploty topné vody podle teploty venkovního prostředí. Ekvitermní regulace mají naprogramovány takzvané topné křivky, kdy je každé venkovní teplotě přiřazena teplota topné vody.

Tepelné čerpadlo nemá vlastní regulaci výkonu. Výjimkou jsou zařízení používající dva kompresory nebo s frekvenčním měničem otáček kompresoru.



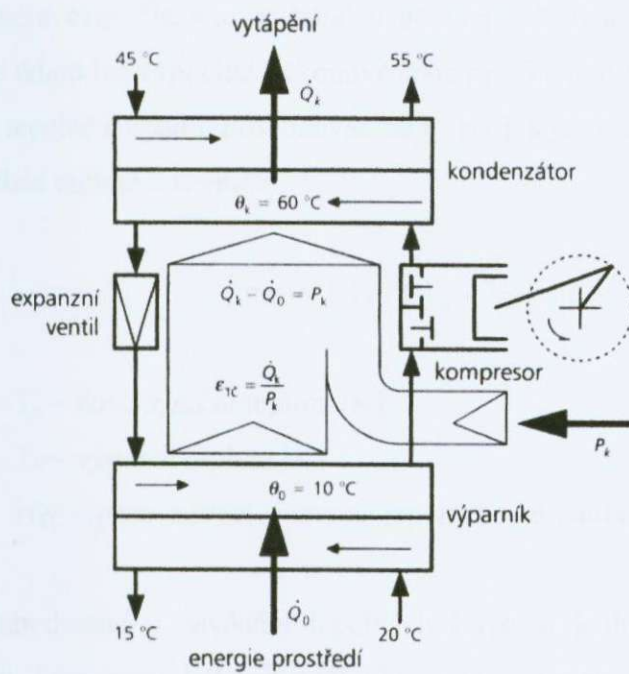
obr 19: příklad vytápění obytného domu tepelným čerpadlem



obr 20: schéma vytápění obytného domu tepelným čerpadlem

1 – vnější část tepelného čerpadla se systémem vzduch voda, 2 – vnitřní část tepelného čerpadla, 3 – propojení vnější a vnitřní části, 4 – kotel, 5 – zásobník teplé vody, 6 – čerpadlo teplé vody, 7 – hořák kotle, 8 – expanzní nádoba, 9 – tlakoměr, 10 – odvzdušňovací ventil, 11 – uzavírací armatury, 12 – oběhové čerpadlo otopné soustavy, 13 – teploměr, 14 – přepouštěcí ventil, 15 – pojistný ventil, 16 – zpětná klapka, 17 – vypouštěcí ventil, 18 – otopná tělesa, 19 – přepouštěcí ventil, 20 – čidlo proudění, 21 – montážní ventil, 22 – termostatické ventily . [12]

3.7 Energetická bilance tepelného čerpadla



obr 21: základní schéma kompresorového tepelného čerpadla

Energetická bilance tepelného čerpadla je podle obr. 21 dána rovnicí :

$$\dot{Q}_k = \dot{Q}_0 + P_k \quad [\text{kW}]$$

kde : \dot{Q}_k – je kondenzační teplo [kW]

\dot{Q}_0 – je nízkoteplotný zdroj tepla, který poskytuje daná lokalita [kW]

P_k – je práce dodaná tepelnému čerpadlu [kW]

Hlavní charakteristikou pro posouzení efektivnosti tepelného čerpadla je efektivní výkonové číslo, které definujeme jako poměr zisku z tepelného čerpadla \dot{Q}_k a dodané vnější práce P_k

$$\varepsilon_{T\check{c}} = \dot{Q}_k / P_k$$

Otopný výkon \dot{Q}_k a elektrický příkon P_k uvádí výrobce při určitých teplotách provozu tepelného čerpadla, a to při kondenzační teplotě T_k a výparné teplotě T_0 . Pomocí těchto údajů lze vypočítat výkonové číslo $\varepsilon_{T\check{c}}$. Známe-li teplotní podmínky, za nichž chceme tepelné čerpadlo provozovat, např. tak jak je znázorňuje obr. 21, hodnotu výkonového čísla určíme z rovnice:

$$\varepsilon_{T\check{c}} = [T_k / (T_k - T_0)] \cdot \eta_{T\check{c}}$$

kde : T_k – kondenzační teplota [K]

T_0 – výparná teplota [K]

$\eta_{T\check{c}}$ – porovnávací účinnost tepelného čerpadla

Při rozhodování o zavádění tepelných čerpadel je důležitá úspora paliv, s tím souvisí otázka, jaká musí být minimální hodnota výkonového čísla ε_{\min} , aby byla zabezpečena úspora paliv. Jestliže se uvažuje výroba elektrické energie včetně ztrát rozvodem s účinností $\eta_{el} = 0,3$ a klasický kotel pracující s účinností $\eta_k = 0,8$, minimální hodnota výkonového čísla musí být

$$\varepsilon_{\min} = \eta_k / \eta_{el}$$

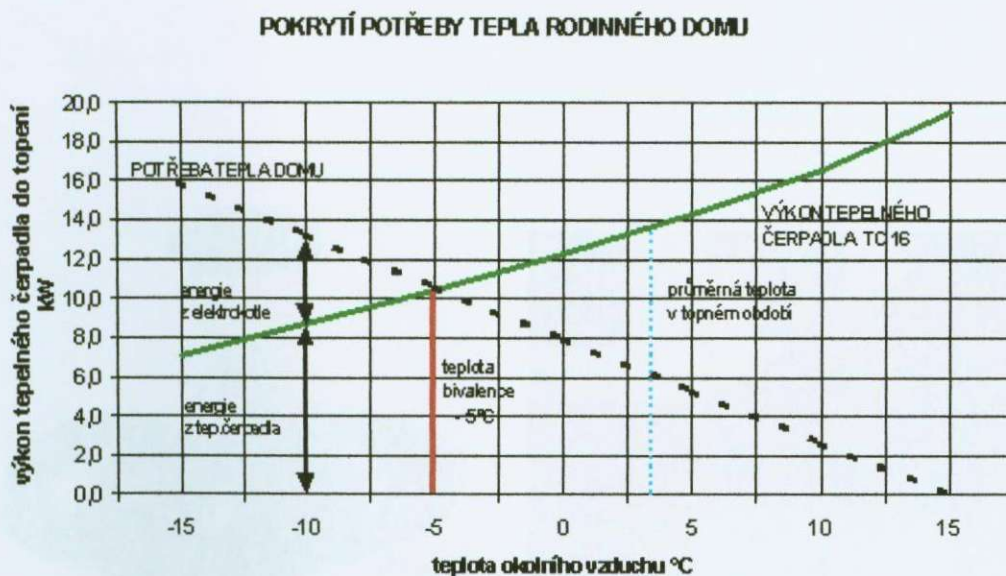
$$\varepsilon_{\min} = 0,8 / 0,3 = 2,76$$

Pro nahrazení klasického vytápění tepelným čerpadlem za daných hodnot účinností η_{el} a η_k musí platit nerovnost

$$\varepsilon > \varepsilon_{min}$$

3.8 Postup při výběru vhodného tepelného čerpadla

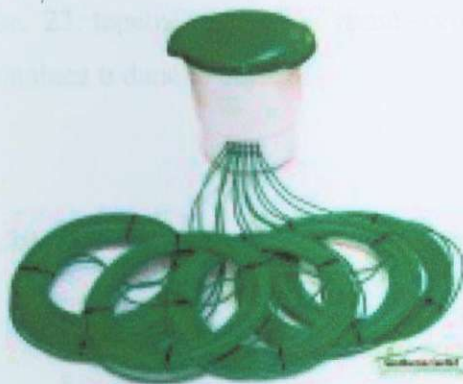
Investiční náklady na pořízení tepelného čerpadla jsou dlouhodobé a poměrně vysoké. Podle toho by měl být proveden výběr tepelného čerpadla. Výběr by měl být směřován k osvědčenému tepelnému čerpadlu, které dodává firma dlouholetou působností na trhu a skýtá určité záruky serióznosti. Při výběru tepelného čerpadla je třeba se zajímat o referenční list, majetkové zabezpečení firmy, dobu, po kterou se firma dané činnosti věnuje a poskytovaným zárukám a garancím. [1]

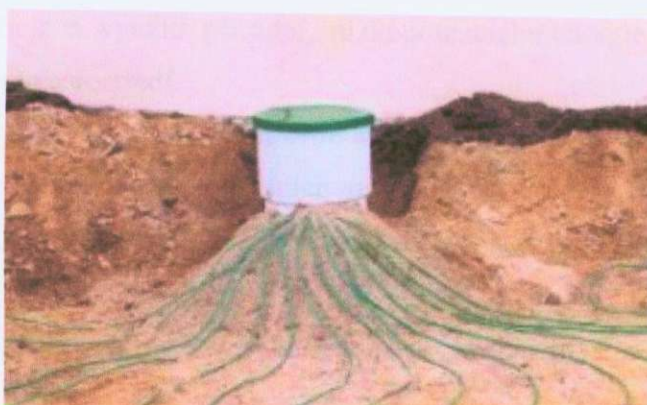


obr. 22: pokrytí potřeby tepla rodinného domu

3.9 Nové technologie tepelných čerpadel

Nové technologie ve výrobě tepelných čerpadel představují tepelná čerpadla země – voda s přímým odpařováním. Tepelné čerpadlo s venkovním monoblokem a přímým odpařováním do země přes měděné potrubí potažené plastem pro ochranu potrubí před mechanickým poškozením a poškozením korozí. Tato tepelná čerpadla mají několik předností oproti klasickým tepelným čerpadlům. Není potřeba primárního oběhového čerpadla, rozdělovače, průtokoměry, ventily, armatury, nemrznoucí směsi, odvzdušňovacího zařízení, expanzomatu a snímačů teplot v primárním okruhu. Tepelné čerpadlo se stává tímto technicky jednodušší a spolehlivější, snižuje se příkon oběhového čerpadla primárního okruhu. Mezi další přednosti patří, umístění mimo budovu (do dvou metrů od budovy), budova není zatížena hlukem a vibracemi. Technická místnost v budově je menší, obsahuje jen dva bojler, jeden pro teplou užitkovou vodu a druhý pro topení. Další předností tepelného čerpadla je jeho jednoduchá montáž nevyžadující další stavebně technické práce. [12]





obr. 23: tepelné čerpadlo země – voda s přímým odpařováním Géotherm a jeho instalace u daného objektu

3.10 Výhody tepelného čerpadla

- Nezávislost na cenách energií.
- Ekonomické vytápění domu, tepelné čerpadlo ušetří až 80% nákladů za energie.
- Nízká sazba za elektrickou energii pro celou domácnost.
- Krátká doba návratnosti vynaložených investic, bez jakýchkoliv dotací a finančních podpor vrátí již za 3 – 8 let oproti nejběžnějším systémům

- vytápění.
- Nízká energetická náročnost a využití přírodní, nízkopotenciální energie minimalizuje zátěž na životní prostředí.
- Moderní technologie a regulace poskytuje komfortní a bezobslužný provoz
- Většina tepelných čerpadel může pracovat v letních měsících jako klimatizace. Oproti klasické klimatizaci mají tepelná čerpadla v režimu chlazení přibližně poloviční výkon.
- Při provozu tepelného čerpadla nehrozí nebezpečí výbuchu či vznícení nebo otrava oxidem uhelnatým.

3.11 Nevýhody tepelného čerpadla

- Vysoké pořizovací náklady (instalace tepelného čerpadla pro běžný rodinný dům přijde na 280 - 450 tisíc podle typu tepelného čerpadla a tepelné ztráty daného domu.
- Výstupní teplota otopné vody je maximálně 55 °C, proto je nutná nízkoteplotní otopná soustava, která je nákladnější.
- U systémů voda – voda je nutné dostatečně propustné podloží, provedení čerpací zkoušky, provedení chemické analýzy vody, dodržení limitů pro pH a tvrdosti vody.
- U systémů země – voda je potřeba dostatečné plochy pro zemní kolektor, velký zábor půdy zemním kolektorem a možné snížení teploty půdy nad kolektorem.
- U systémů vzduch – voda mohou nastat problémy s hlukem pomaloběžného ventilátoru vnější jednotky. U kvalitních tepelných čerpadel se v noci automaticky snižují otáčky ventilátoru, čímž se dosáhne dalšího snížení hluku tepelného čerpadla.
- Pro pohon se používá neobnovitelná elektrická energie

4 EKONOMIKA PROVOZU

4.1 Solární systémy

Ekonomika solárního systému závisí zejména na tom, kolik teplé vody spotřebujeme – čím více, tím spíše se solární systém vyplatí. Dále záleží na tom, jak drahé palivo nahradíme solárním systémem. Čím je levnější (dřevo, uhlí), tím bude efektivita solárního systému nižší. V poslední řadě je třeba zvážit, kolik energie skutečně využijeme. I když kvalitní solární systém může přinést až $800 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ za rok, ve skutečnosti využijeme třeba jen polovinu. Pokud letní přebytky využijeme pro ohřev bazénu, nejde už o finanční úsporu, ale jen o zvýšení komfortu.

Hodnocení ekonomické efektivnosti solárního systému ohřevu vychází z porovnání ceny jednotkového množství solárního tepla a prodejní ceny stejného množství tepla získaného konvenčním způsobem.

$$N_{is} = N_{cel} / W_r \cdot R = (N_i + N_p) / W_r \cdot R \quad \text{kde,}$$

N_{is} – náklady na jednotku vyrobené solární energie (Kč/GJ)

N_{cel} – celkový náklad

W_r – solární energie vyrobená za jeden rok (GJ)

R – životnost systému (rok)

N_i – investiční náklad na pořízení soustavy (Kč)

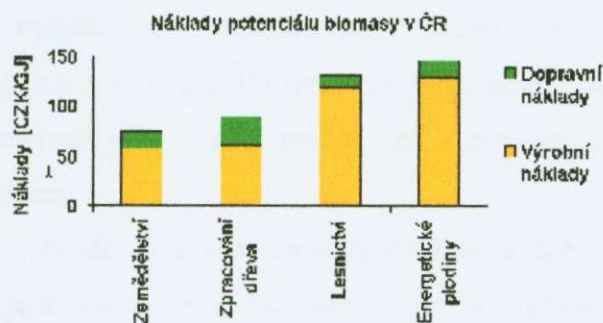
N_p – provozní náklady na provoz soustavy

$N_p = N_i \cdot 0,005$ (Kč/rok)

4.2 Biomasa

Cena biomasy se v České republice značně liší mezi jednotlivými regiony a lokalitami. Je to zvláště případ biomasy z lesního hospodářství a z energetických plodin, kde se pro různé regiony průměrná cena liší až o 100% a cena mezi konkrétními lokalitami může být ještě odlišnější. Rozdíly v potenciálu a nákladech mezi jednotlivými

mi regiony se odvíjejí od rozličné výnosnosti půdy, hornatosti terénu, produkce dřevo-zpracujícího průmyslu atd..



obr 24: náklady potenciálů biomasy v České republice

Klíčové faktory, které charakterizují úspěšnost projektů využití biomasy:

- možnost garance dlouhodobých dodávek paliva
- cena paliva v nižším cenovém pásmu
- existence poptávky po ekonomicky efektivním uplatnění biomasy pro výrobu tepla
- relativně vysoká současná cena tepla
- technologie, která má být nahrazena je zastaralá a nepříznivá životnímu prostředí.

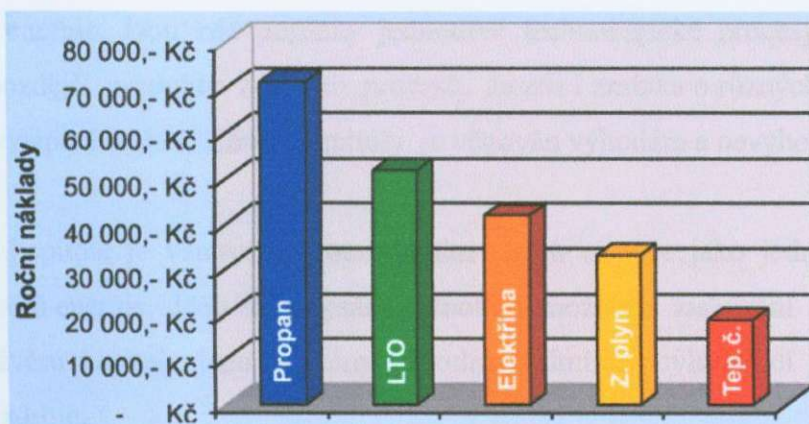
U produkce bioplynu a jeho spalování je nutné zpracovat ekonomickou studii, která zjistí návratnost investic, jak se vynaložené finanční prostředky odrazí na ceně energie. Pro úspěšnou realizaci těchto projektů jsou vhodné lokality s vysokou spotřebou tepla (i v letních měsících), s vlastní spotřebou elektrické energie. Je možné i na základě smlouvy s distribuční společností smluvně dodávat elektrickou energii do rozvodné sítě.

4.3 Tepelná čerpadla

Investiční náklady na pořízení systému vytápění s tepelným čerpadlem jsou

velmi závislé na požadovaném topném výkonu, který je dán tepelnou ztrátou domu. S požadavky na větší výkon roste nejen cena vlastního tepelného čerpadla, ale také cena vrtů, plošného zemního kolektoru a otopné soustavy, případně dalších komponentů. Proto je velmi výhodné před instalací snížit spotřebu tepla tepelně technickými úpravami budovy na minimum. Po zateplení bude zateplení bude původní ústřední vytápění předimenzované, je tedy možné snížit provozní teploty a převést jej na nízkoteplotní systém.

Tepelné čerpadlo pro svůj chod využívá zvýhodněné sazby elektrické energie. Pro domácnost je to sazba D55, kde jsou oproti klasickému elektrickému vytápění výrazně sníženy měsíční paušální platby, snížena cena kWh a prodloužena doba nízkého tarifu z 20 na 22 hodin denně. Díky této sazbě klesají provozní náklady i na ostatní elektrické spotřebiče v domácnosti. Dům vytápěný tepelným čerpadlem má tedy obecně velmi nízké provozní náklady na spotřebu elektrické energie a tepla.



obr. 25: porovnání ročních nákladů na vytápění rodinného domu různými zdroji tepla

Provozní náklady rodinného domu při různých způsobech vytápění							
Zdroj tepla	Spotřeba na vytápění a ohřev TUV	Provozní náklady (Kč/rok)				Odhad investičních nákladů	Úspora tepel. čerpadla (Kč/rok)
		Vytápění	Ohřev TUV	Elektrína	Celkem		
Propan	2 670 kg	48 600,-	11 600,-	11 200,-	71 400,-	160 000,-	55 600,-
Topný olej	2 944 kg	32 900,-	7 700,-	11 200,-	51 800,-	130 000,-	33 000,-
Elektrokotel	31 000 kWh	29 600,-	6 900,-	5 400,-	41 900,-	70 000,-	23 100,-
Zemní plyn	3 892 m ³	17 700,-	4 100,-	11 200,-	33 000,-	100 000,-	14 200,-
Tep. čerpadlo	8 917 kWh	10 800,-	2 600,-	5 400,-	18 800,-	180 000,-*	-----

* u tepelného čerpadla typu G-PUMP 03 (s jednotkou HP40-060/065)

obr. 26: porovnání provozních nákladů rodinného domu pro různé způsoby vytápění

5 ZÁVĚR

Celá práce byla pojata jako úvod do problematiky alternativních zdrojů energie tak i v oblasti možností úspor energií při vytápění domů a budov. Součástí práce bylo ukázat jednotlivé možnosti alternativních zdrojů energií a jejich konkrétní využití v praxi.

V úvodní kapitole je popsán současný stav ve spotřebě energií a využívání jednotlivých zdrojů energie, tak i jejich předností a nedostatků, jako jsou emisní limity a skleníkový efekt. Dále je v této kapitole zamýšlení na alternativními zdroji.

Druhá kapitola je věnována největšímu zdroji alternativní energie a to je Slunci. Jsou zde popsány jednotlivé přírodní procesy ovlivňované slunečním zářením. Dále je zde pojednáváno o možnosti využití sluneční energie v solárních systémech a dalších alternativních možnostech využití.

Třetí kapitola nás seznamuje s možností využití biomasy jako jednoho ze zdrojů alternativní energie. Jsou zde popsány jednotlivé technologické procesy využívání biomasy i pozdější produkty z těchto procesů. Je zde i zmínka o různých způsobech spalování a vytápění budov. Závěr kapitoly je věnován výhodám a nevýhodám využití biomasy.

Další kapitola je věnována geotermálním zdrojům energie jako jedním z alternativních zdrojů energie. Jsou zde popsány jednotlivé možnosti získávání geotermální energie. V závěru kapitoly jsou popsány přírodní podmínky ovlivňující již zmíněné geotermální zdroje.

Samostatná kapitola je věnována tepelným čerpadlům jako jedné z alternativních možností využití alternativních zdrojů energie. Úvod kapitoly je věnován principu tepelného čerpadla. Jsou zde uvedeny jednotlivé zdroje pro tepelné čerpadla, tak i jejich typy. Další část kapitoly tvoří je věnována vytápění budov pomocí tepelných čerpadel. Je zde také zmínka o energetické bilanci tepelného čerpadla a nových trendech v výrobě tepelných čerpadel. Závěr kapitoly tvoří, již tradičně, jednotlivé výhody a nevýhody tepelných čerpadel.

Poslední kapitola je věnována ekonomice a provozu jednotlivých alternativních zdrojů energie.

Celá práce by měla ukázat na možnosti využívání alternativních zdrojů energie.

Dále možností zavádění jednotlivých technologických procesů a postupů jejich využití v praxi. Tím by se měly nadále snižovat výdaje a spotřeba energií z neobnovitelných zdrojů. Také by mělo docházet ke snižování emisních limitů škodlivin a tím ke zlepšování přírodních a životních podmínek na Zemi. A to je jedna z nejdůležitějších úloh člověka v jeho existenci na Zemi.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Beranovský, J., Truxa, J., a klo. 2003 : Alternativní energie pro váš dům, Era group, spol. s.r.o., Brno
2. Dvořák, L., Klazar, J., Petrák, J., 1987 : Tepelná čerpadla, SNTL, Praha
3. Humm, O., 1999 : Nízkoenergetické domy, Grada, Praha
4. Kol. autorů, 1997 : Využití biomasy pro energetické účely, ČEA, Praha
5. Kol. autorů, 1998 : Tepelná čerpadla, projektování a instalace, Stiebel Eltron
6. Ladener, H., 2001 : Solární zařízení, Grada, Praha
7. Tintěra, L., 2003 : Tepelná čerpadla, ARCH, Praha
8. Tintěra, ., 2004 : Úspory energie v domácnosti, Era group, spol. s.r.o., Brno
9. Themessl, A., Weiss, W., 2004 : Solární systémy, Grada, Praha
10. Treunová, L., Poličková, M., 2004 : Vytápění, Era group, spol. s.r.o., Brno
11. Pažout, F., 1990 : Malé vodní elektrárny, NTL, n.p. Praha
12. Petráš, D. a kolektiv, 2005 : Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga group, s.r.o., Bratislava
13. Poličková, M., Čuprová, D. a kolektiv, 2005 : Úsporný dům, Era group, spol. s.r.o., Brno
14. Srdečný, K., Macholda, F., 2004 : Úspory energie v domě, Grada, Praha.