



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

PROBLEMATIKA VYTÁPĚNÍ
NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ
THE ISSUE OF ENERGY-EFFICIENT HOME HEATING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

L'UBOMÍR KOLLÁR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MAREK BALÁŠ, PhD

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Lubomír Kollár

který/která studuje v bakalářském studijním programu

obor: Energetika, procesy a ekologie (3904R030)

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:

Problematika vytápění nízkoenergetických domů

v anglickém jazyce:

The issue of energy-efficient home heating

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Nízkoenergetické domy mají velice malé spotřeby tepla. Konvenční zdroje jsou pro vytápění takovýchto domů nevhodné. Úkolem bakalářské práce je návrh systémů vhodných pro vytápění s nízkou potřebou tepla.

Cíle bakalářské práce:

- 1/ popis nízkoenergetických domů
- 2/ rešerše vhodných zařízení a opatření pro vytápění
- 3/ návrh variant a jejich posouzení

Seznam odborné literatury:

Brož, K.: Vytápění. Praha 2006, ISBN 80-01-02536-5

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marek Baláš, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 31.10.2013

L.S.

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Domy s nízkou potrebou energie na vykurovanie sa stávajú čoraz viac bežnými. Práca sa zaoberá vykurovaním a vetraním nízkoenergetických budov. V úvodných kapitolách sú popísané a vysvetlené základne princípy a systémy vzduchotechniky a vykurovania. Hlavná časť práce obsahuje prehľad súčasných vykurovacích a vetracích systémov s popisom ich prednosti a nedostatkov. Práca obsahuje aj konkrétny návrh vykurovania a vetrania.

ABSTRACT

Low-energy houses are becoming more common and requested. The Bachelor's thesis focuses on heating and ventilation of low-energy houses. The beginning chapters describe and explain basic principles of these buildings and basics of air-handling and heating systems. The main part of the work overviews contemporary heating and ventilation systems while pointing out their advantages and disadvantages. The work includes a design of heating and ventilation of low-energy house.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

Vykurovanie, nízkoenergetický dom, zdroje energie, vykurovacie systémy, rekuperácia tepla, výmenník tepla

KEYWORDS

Heating, a low-energy house, energy sources, heating system, heat recovery, heat exchanger

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA:

KOLLÁR, Ľ. *Problematika vytápění nízkoenergetických domů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 37 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Baláš, Ph.D..

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že svoju bakalársku prácu na tému „Problematika vytápění nízkoenergetických domů“ som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

V Brne dňa: 29.5.2014

.....
(podpis autora)

POĎAKOVANIE

Týmto by som sa rád poďakoval celej mojej rodine za podporu a Ing. Marekovi Balášovi, PhD. za ústretový prístup a cenné rady, ktoré mi pomohli pri vypracovávaní tejto bakalárskej práce.

Obsah

Úvod.....	10
1 Nízkoenergetický dom.....	11
1.1 Kompaktný tvar budovy.....	11
1.2 Orientácia celej stavby a jej umiestnenie na pozemku.....	12
1.3 Tepelná izolácia celej budovy.....	13
1.4 Spotreba tepla na vykurovanie.....	15
1.5 Nižšia potreba tepla.....	15
2 Vykurovanie a vetranie.....	16
2.1 Zdroje tepla.....	16
2.1.1 Plyn.....	16
2.1.2 Biomasa.....	16
2.1.3 Elektrická energia.....	17
2.1.4 Solárna energia.....	17
2.2 Vykurovanie.....	17
2.2.1 Teplovzdušné vykurovanie z rekuperáciou tepla.....	18
2.2.2 Tepelné čerpadla.....	18
2.2.3 Solárne systém.....	20
2.2.4 Vykurovanie pomocou biomasy.....	22
2.2.5 Vykurovanie pomocou zemného plynu.....	23
2.2.6 Vykurovanie pomocou elektrickej energie.....	24
2.3 Vetranie.....	26
2.3.1 Prirodzené vetranie.....	26
2.3.2 Riadené (nútené) vetranie.....	26
2.3.3 Podzemný výmenník.....	28
3 Návrh systému.....	29
3.1 Bivalentný zdroj, solárne kolektory z kotlom.....	30
3.2 Bivalentný zdroj, tepelné čerpadlo z kotlom.....	31
3.3 Elektrické vykurovanie z použitím fotovoltických kolektorov.....	32
4 Záver.....	34
Zoznam použitej literatúry.....	35
Zoznam použitých tabuliek.....	37
Zoznam použitých obrázkov.....	37
Zoznam použitých symbolov a skratiek.....	37

Úvod

Z dôvodu neustáleho zvyšovania cien energií sa dnes snažíme čoraz viac zlepšovať účinnosť strojov, znižovať straty energie a využívať každý zdroj energie. Toto platí aj v oblasti výstavby nových budov. Vykurovanie rodinných domov bolo vždy témou, ktorú ľudia riešili odjakživa. Trend úspor energie zaznamenávame v posledných rokoch aj v spôsobe výstavby. Možnosti ako dosiahnuť úspory energie pri stavbe nového domu je mnoho, počnúc návrhom účinnejšieho kotla alebo použitím lepších okien až po komplexné riešenie v podobe stavby nízkoenergetického alebo pasívneho domu. Obytné stavby (a nielen ony) môžu ponúknuť rovnaký komfort pre pobyt človeka v nich aj s niekoľkonásobne nižšou spotrebou energií, s využitím surovín a zdrojov, ktoré nezaťažujú životné prostredie. Trend moderného stavebníctva je stále sa zvyšujúci rozvoj nízkoenergetických a pasívnych prípadne tzv. nulových domov.[1]

V mojej bakalárskej práci by som chcel zhrnúť vlastnosti nízkoenergetických domov, ich využitie a riešenia ktoré sa v dnešnej dobe zameriavajú na nízku spotrebu energií. Hlavným cieľom práce je predstavenie možných riešení vykurovania pri stavbe nízkoenergetického domu.

1 Nízkoenergetický dom

Koncept nízkoenergetického domu vznikol ako odpoveď na rastúce ceny energií. Napriek tomu, že sa predpisy na energetickú spotrebu domu a izolačné vlastnosti konštrukcií stále sprísňujú, nízkoenergetický dom v porovnaní z bežnou výstavbou má polovičné dokonca až tretinové náklady na vykurovanie. Pasívny dom je energeticky menej náročnejší ako nízkoenergetický dom. Má prísnejšie požiadavky na spotrebu energie a izoláciu. Nízkoenergetický dom je akýmsi kompromisom medzi pasívnym domom a "klasickou novostavbou".

Nízkoenergetický dom má niekoľko základných vlastností:

- kompaktný tvar budovy
- orientácia celej stavby a jej umiestnenie na pozemku
- tepelná izolácia celej budovy
- spotreba tepla na vykurovanie
- nižšia potreba tepla

Tieto vlastnosti si popíšeme v ďalších kapitolách. Okrem toho je potrebné aby jednotlivé časti domu boli vyvážené a vzájomne spolupracovali. Napríklad spôsob vykurovania môže ovplyvniť voľbu konštrukčného systému domu.

Nízkoenergetické domy ponúkajú aj mnoho iných výhod ako je napr.:

- nízke náklady na vykurovanie
- stály prívod čerstvého vzduchu
- v celej budove nie je prievan vďaka regulácií vetrania
- nízke tep. rozdiely v miestnostiach
- príjemná teplota počas celého roka
- ekologické bývanie šetrné k prírode

Nízkoenergetický dom optimalizuje obytný komfort, kvalitu stavebných konštrukcií, energetickú a finančnú úspornosť a ochranu životného prostredia. To znamená, že umiestnením na pozemku, použitými materiálmi, spôsobom výstavby a vykurovacím systémom sa minimalizujú prevádzkové náklady a nepriaznivý vplyv na životné prostredie.

1.1 Kompaktný tvar budovy

Energeticky úsporný dom by mal mať kompaktný tvar. Nie je to však nutné pokiaľ sú steny dostatočne izolované, nie je až tak dôležité aká veľká je ich plocha. Nie je nutné stavať domy v tvare gule, ktoré majú najmenšiu plochu oproti ostatným tvarom, ale rozhodne sa vyvarovať zbytočným výčnelkom a členitým či zložitým tvarom. Jednoduchý tvar domu je výhodný aj z dôvodu eliminácie tepelných mostov, ktorými z domu odchádza teplo. Kvôli statike domu vzniká pri zložitejšom tvare viacej detailov, ktoré tvoria tepelné mosty a ich riešenie je často komplikované.

Nie je nutné aby nevykurované časti domu (garáž, sklad, komora a iné) vytvárali nárazníkovú zónu na severnej strane domu. Pričky k týmto priestorom musia byť rovnako izolované ako vonkajšie steny, efekt "nárazníkovej zóny" je neefektívny.

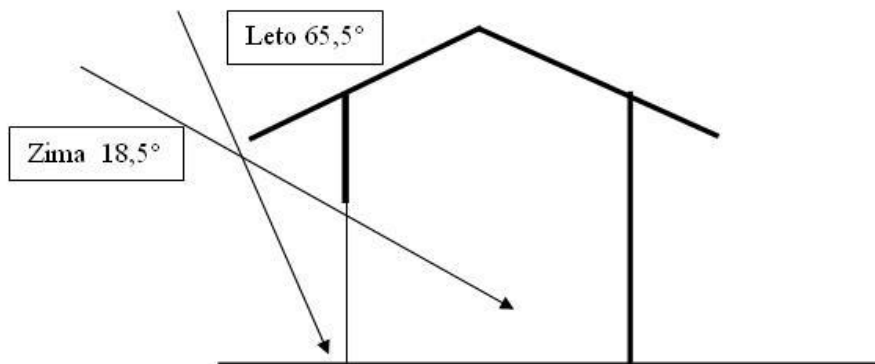
Kľúčovým parametrom je tzv. faktor tvaru budovy, čo je pomer ochladzovanej plochy budovy a objemu budovy (A/V). čím vyšší je faktor tvaru budovy, tým sa zvyšuje spotreba tepla pri rovnakej zateplenej ploche a podlahovej ploche.[2]

1.2 Orientácia celej stavby a jej umiestnenie na pozemku

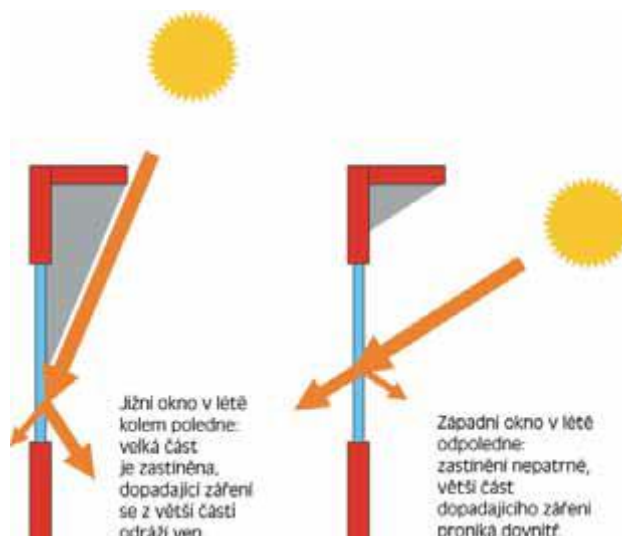
Pre nízkoenergetický dom sú dôležité solárne zisky v zimných mesiacoch, ktoré dopadajú do interiéru cez presklené plochy orientované na juh. Pozemok by mal na tejto strane poskytovať dostatok súkromia a súčasne by mal byť čo najmenej tienení (lesom, okolnou zástavbou).

Orientovať presklené plochy na východ a západ je nevýhodné. Letné slnko pri východe a západe má dostatok sily aby ráno a večer dom prehrievalo. Ráno a večer je slnko nízko nad obzorom. Preto je tienenie východných a západných okien obtiažnejšie a väčšie presklené plochy treba tieniť (Obrázok 2).

Pri návrhu presklených plôch treba pamätať na prehrievanie interiéru v letných mesiacoch. Južné okná je jednoduchšie ochrániť napr. markízou alebo striežkou (Obrázok 1) poprípade vegetáciou napr. listnatými stromami pred vysokým slnkom, lúče dopadajúce pod ostrým uhlom sa zväčša odrazia von (Obrázok 2). Podobne nie sú vhodné strešné okná, ktorými vplyvom sklonu preniká slnečné žiarenie a ťažko eliminovať tieto nežiaduce zdroje. V prípade veľkých plôch v lete hrozí prehrievanie interiéru. Okna na severe je vhodné zredukovať na čo najmenší počet pre zníženie straty tepla.



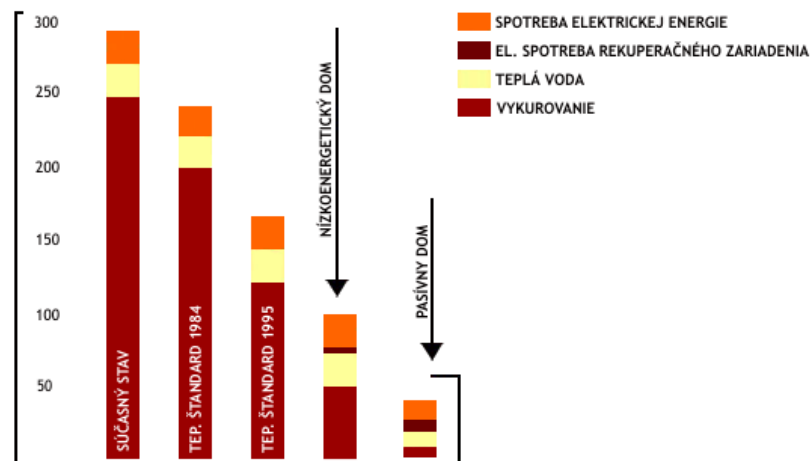
Obrázok 1: Využitie slnečného žiarenia v zime a v lete [3]



Obrázok 2: Južné a západné zasklenie [3]

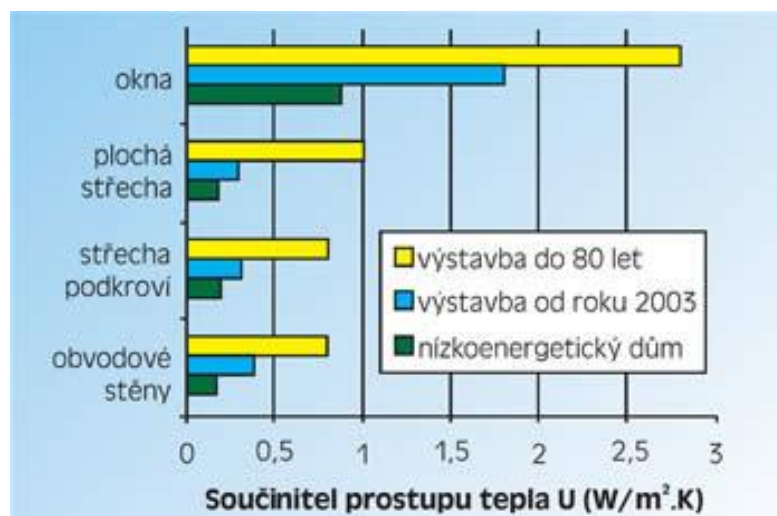
1.3 Tepelná izolácia celej budovy

Predpokladom nízkoenergetických domov je nízka spotreba tepla. Aby spotreba tepla bola menšia ako u štandardných domov, a napriek tomu v ňom ostala tepelná pohoda, je potrebné teplo v dome chrániť. Ako vidieť na obrázku 3 je porovnanie spotreby energie. Ďalšou výhodou je zlepšenie pohody bývania a zmenšenie závislosti od vývoja cien energií. V neposlednom rade sa každá ušetrená kilowatt hodina energie prejaví na našom životnom prostredí. Pri zvyšovaní tepelnoizolačných vlastností domu by sme sa nemali zamerať len na jednu konštrukciu a ostatné zanedbať.[4]



Obrázok 3: Porovnanie energetickej spotreby kWh/m² obytných budov

„Zabrániť únikom tepla!“ je známym heslom dneška. Nízkoenergetické stavby počítajú zo silnými vrstvami izolácie (pre predstavu od 250 mm polystyrénu a viacej), ktoré sú nesené buď klasickou stennou konštrukciou alebo ľahkým skeletom napríklad z dreva alebo oceli. Izolovať musíme nie len vonkajšie steny ale aj vnútornú konštrukciu medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom (garáž, komora, pôjd). Tak tiež podlahy a steny priľahlé k terénu musia byť dôkladne izolované. Minimálne a doporučené hodnoty tepelného odporu jednotlivých stavebných prvkov určuje norma ČSN 73 05 40-2 tep. ochrana budov. Na obrázku 4 je možné vidieť porovnanie súčiniteľov prestupu tepla medzi staršou a novou výstavbou.



Obrázok 4: Typické parametre stavebných konštrukcií [3]

Sledované veličiny:

- tepelný odpor R [m^2/KW]
- součinitel přestupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$] (v minulosti se označoval k), součinitel přestupu tepla je převrácenou hodnotou tepelného odporu R
- tepelná vodivost λ (lamdba) [$\text{W}/\text{m}.\text{K}$].

V tab. 1 sú požadované hodnoty prestupu tepla pre nízkoenergetický dom podľa STN 73 05 40. Pri skladbe steny z viacerých materiálov sa tep. odpory sčítajú.

Tabuľka 1: Doporučené hodnoty prestupu tepla podľa STN 73 05400

	Doteraz	STN 73 0540 platná od 10/2002	Nízkoenergetický dom	Pasívny dom
Strecha	0,32	0,2	0,15	0,1
Obvodové múry	0,46	0,32	0,25	0,15
Podlahy	0,4	0,25	0,18	0,15
Okná	2	1,7	1,3	0,8

Pretože nízkoenergetický dom má veľké sklené plochy kvôli tepelným ziskom, kladie sa dôraz aj na izolačné vlastnosti okien, aby straty neboli vysoké ako tieto zisky. Porovnanie súčiniteľa prestupu tepla oknom môžete nájsť v tab. 2. V súčasnosti sa používa dvojsklo kde je súčasťou medzi sklami tepelné zrkadlo tzv. Heat Mirror™, čo je priehľadná polyesterová fólia pokrytá špeciálnymi vrstvami oxidov kov. Ďalším prvkom je vyplnenie medzery medzi sklami argónom alebo kryptónom, ktoré izolujú lepšie ako vzduch. Táto aplikácia výrazne zlepšuje súčinitel' prestupu tepla skiel, avšak počiatkové náklady na tento systém skiel je vyšší.

Tabuľka 2: Doporučené hodnoty prestupu tepla oknami0

Typ domu (budovy)	Doporučené hodnoty U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)			Poznámka
	rám oka U_f	zasklení okna U_g	okno celkem U_w	
standardní	< 2,0	1,1–1,3	$\leq 1,7$	ČSN 73 0540-2
energeticky úsporný	< 1,8	0,8–1,0	$\leq 1,5$	–
nízkoenergetický	< 1,4	0,7–0,9	$\leq 1,2$	–
pasivní	< 1,0	0,4–0,6	$\leq 0,8$	odborná shoda

Pretože jedným zo základných požiadaviek je tesnosť domu a pretože dom má často nútené/strojnú vetrание je možné niektoré okna navrhnuť ako neotvárateľné. Tým zlepšíme celkové tepelné vlastnosti okna a tiež znížime ich cenu, ale je treba zohľadniť prevádzkový aspekt návrhu (možnosť mytia okien, možnosť úniku osôb a iné). Z psychologických dôvodov aj pre prípad výpadku vzduchotechniky sa necháva v každej miestnosti minimálne jedno okno otvárateľné.

Špecifickou problematikou je použitie strešných okien. Z hľadiska presvetlenia miestnosti je tento druh okien najlepším riešením, avšak pri súčasnej technickej úrovni je pre nízkoenergetické domy nevyhovujúci. V ročnej bilancii musí oknom dopadnúť dovnútra niekoľko násobne viac energie ako jej unikne von. Ďalšou nevýhodou strešných okien je možnosť prehrievania celej budovy v letných mesiacoch.

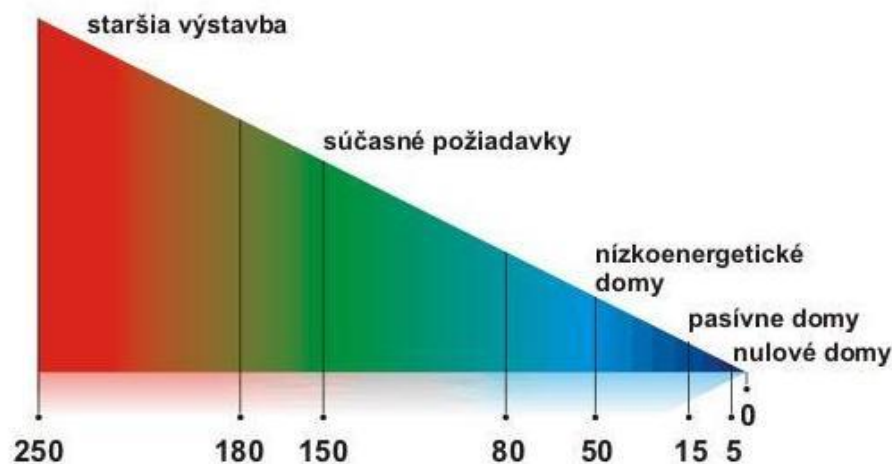
Výrazný nepomer vo vlastnostiach stien, okien, strechy alebo podlahy môže priniesť zvýšenie počtu tepelných mostov a v extrémnom prípade i miesta povrchovej kondenzácie (plesne) a podobné poruchy. Riešením ako sa vyhnúť problémom s

vlhkosťou je použiť čo najväčšiu hrúbku tepelnej izolácie a tým posunúť rosný bod z muriva do izolácie. Vzhľadom k mimoriadnym izolačným schopnostiam použitých konštrukcií majú na spotrebu tepla relatívne veľký vplyv tepelné väzby (miesta kde sa stretávajú dve konštrukcie a tvoria kút) a tepelné mosty (miesta kde je konštrukcia či izolácia zoslabená). Tepelná strata týmito miestami môže mať veľkosť aj niekoľkých desiatok percent celkovej tepelnej straty prestupom tepla. Dôležité je napríklad správne napojenie tepelnej izolácie a okenných rámov, izolácie časti steny nad terénom, napojenie izolácie stien a strechy atď..

1.4 Spotreba tepla na vykurovanie

Medzi nízkoenergetické domy považuje ČSN 730540 budovy na bývanie s ročnoumernou spotrebou tepla na vykurovanie nepresahujúcou hodnotu 50 kWh/m² a rok. Plocha v údajoch o potrebe tepla označuje podlahovú plochu vykurovanej časti domu. Z toho dôvodu je v prípade rodinného domu ľahšie dosiahnuť nízkoenergetických a pasívnych parametrov voľbou viacej ako jedného poschodia.

Pre ilustráciu na obrázku 5 je znázornená úroveň energetickej náročnosti nízkoenergetických domov v porovnaní so súčasnými požiadavkami a staršou výstavbou. V súčasnosti je možné postaviť dokonca domy so zápornou energetickou bilanciou, čo znamená, že prebytok elektrickej energie dodávajú do rozvodnej siete.



Obrázok 5: Rozdelenie stavieb podľa spotreby tepla (v kWh/m²/ročne) [3]

1.5 Nižšia potreba tepla

Znižovanie spotreby tepla prináša so sebou aj iné požiadavky na výkon zdroja tepla. Pre domy s tepelnou stratou nižšou ako je 10 kW ponúka trh len málo vhodných zdrojov tepla. Kotle na plyn alebo na drevo sa väčšinou vyrábajú s výkonom niekoľko krát vyšším. Pre nízku spotrebu tepla nepotrebuje vysokovýkonné zariadenia na vykurovanie, vhodné sú napríklad tepelné čerpadlá ktorých je na trhu veľký výber.

Z technického hľadiska nie je žiaden problém s elektrickým vykurovaním, ktoré je možné začleniť do vzduchotechniky. Z lokálneho pohľadu je ich prevádzka čistá. Avšak výroba elektrickej energie silno zaťažuje životné prostredie. Ekologicky zmýšľajúcim ľuďom môže vadiť skutočnosť, že elektrická energia je prevažne vyrábaná v jadrových elektrárnach.

Popri dodržaní všetkých zásad o umiestnení a orientácii domu, využívaní solárnej energie je nutné zmeniť i spôsob vetrania. Dom s bežným vetraním ani pri

dobře zateplených stěnách a střeche nezníží dostatočně svou potřebu energie. V běžném domě je až 95 % větrání realizované netesnostmi a větracími jednotkami (digestorom, ventilátorem). Z tím je spojený aj únik tepla bez návratu. K masívnemu úniku tepla nedochádza len prestupom cez steny ale aj nekontrolovateľným vetraním netesnosťami (okna, dvere, póry a iné). V nízkoenergetických domoch je preto bezpodmienečne použiť iné, efektívnejšie spôsoby, medzi ktoré patrí nútené vetranie so spätným získavaním tepla (rekuperácia).

Bez rekuperácie je od určitej hranice ďalšie zvyšovanie izolačných parametrov plášťa domu málo efektívne. Vzduchotesnosť a riadená cirkulácia sú hlavným predpokladom úspechu.

Celý priestor domu musí byť utesnení, najčastejšie fóliovou izoláciou. Vzduchotesnosť sa overuje tzv. Blow Door testom kde sa vstupnými dverami dom natlakuje vzduchom a sleduje sa pokles tlaku v čase.

V nízkoenergetických domoch je nutné inštalovať vykurovací systém i keď z nižším výkonom ako v bežnom dome, vhodné je použitie nízkoteploj vykurovacej sústavy. Pri dosahovaní čo najnižšej potreby tepla na vykurovanie majú uplatnenie obnoviteľné a alternatívne zdroje energie, najviac solárne kolektory pre prípravu teplej úžitkovej vody (TUV) pre prikurovanie a tepelné čerpadla.

2 Vykurovanie a vetranie

2.1 Zdroje tepla

V našich klimatických podmienkach je potrebné aby v každej obytnej budove bolo vykurovanie. Vykurovací systém je možné deliť podľa rôznych kritérií. Medzi základné zaradíme rozdelenie podľa zdroja energie na

- Plyn
- Biomasa
- Elektrická energia
- Slnčná energia

V nasledujúcej časti si popíšeme jednotlivé zdroje a zhodnotíme ich výhody aj nedostatky.

2.1.1 Plyn

Rozdiel oproti tradičnému riešeniu vzniká pri objektoch, kde potrebný výkon na vykurovanie celého objektu je pod cca 10 kW. Ide predovšetkým o úsporné stavby ako sú napr. nízkoenergetické domy, pasívne domy, poschodové vykurovanie jednotlivých bytov, či obdobne energeticky málo náročné objekty (administratívne, priemyslové a iné). V týchto prípadoch sú tradičné zdroje z hľadiska vykurovania predimenzované a pracujú v režime, ktorý môže spôsobiť nízku účinnosť zdroja. Zaujímavým riešením sú nízkoteploj zdroje o ktorých si ešte niečo povieme neskôr.

2.1.2 Biomasa

Využitie biomasy či už vo forme dreva, štiepky alebo paliet sa stáva stále zaujímavejší a podporovaným spôsobom riešenia primárneho zdroja energie. Hlavnou prednosťou je obnoviteľnosť tohto zdroja a tým veľmi pozitívne hodnotenie z hľadiska ekologickej záťaže. Negatívom môže byť manipulácia z palivom, premenné podmienky

dodávky paliva v závislosti na lokalite. Z technického hľadiska je zdroj na biomasu pre nízkoenergetické objekty nevhodný, z dôvodu veľkých výkonov ako je to aj pri plynových kotloch. Pri zdrojoch na biomasu zatiaľ nemôžeme počítať z nízko-teplotnými zdrojmi, a tak je z technického hľadiska nutné riešiť ochranu zdroja pred nízko-teplotnou koróziou. Tieto zdroje sa využívajú ako sekundárne zdroje tepla pri nízkych teplotách.0

2.1.3 Elektrická energia

Elektrickú energiu je možné pre účely vykurovania objektov použiť ako primárny zdroj, akumuláčného vykurovania alebo pomocou tepelného čerpadla. Pri nízkoenergetických objektoch sa paradoxne posúva ťažisko výhodnosti do jednotlivých tarífou v pomere k investičným nákladom. Bez elektrickej energie by sme si dnes chod domácnosti asi nevedeli predstaviť. Rovnako v nízkoenergetických domoch, aj keď je snaha o ich čo najväčšiu nezávislosť, je elektrická energia potrebná na riadenie a reguláciu rôznych automatických systémov, napríklad núteného vetrania a iné.

2.1.4 Solárna energia

Slnčná energia je považovaná za prakticky Nevyčerpatel'ný zdroj energie. Na zemský povrch dopadá obrovské Množstvo slnečnej energie, ktoré ďaleko presahuje súčasné energetické potreby ľudstva. Energiu slnka využíva aj veľa dejov v prírode. Napríklad rastliny ju premieňajú pomocou fotosyntézy na chemickú energiu, ktorú možno neskôr využívať napríklad spaľovaním biomasy. Ide teda o určitý spôsob akumulácie.

Najväčšou výhodou využívania slnečnej energie je, že zatiaľ za ňu neplatíme a využívať ju môžeme prakticky kdekoľvek, kde je dostatok slnečných dní. Na jej využívanie stačí nainštalovať na strechu domu vhodné zariadenia alebo vybudovať dostatočne veľké južné okná, zimnú záhradu a podobne. Využívaním nezaťažujeme životné prostredie.

Nevýhodou je, že slnečná energia je veľmi nestabilný a premenlivý zdroj energie. V noci sa slnečná energia využívať nedá, takisto počas nepriaznivého zamračeného a hmlistého počasia majú solárne systémy minimálny alebo žiaden výkon. Najväčší výkon majú zariadenia v letných mesiacoch, keď je potreba energie na vykurovanie najmenšia. Počas zimy je treba dbať na to, aby tieto zariadenia nepokrývala vrstva snehu, ktorý zabraňuje prenikaniu slnečného žiarenia na aktívnu plochu.

Samotné slnečné žiarenie počas slnečných dní ohrieva fasádu domu, preniká presklenými plochami dovnútra domu a ohrieva ho na princípe skleníkového efektu. To sa využíva v zimnom a prechodnom období. Ďalšou možnosťou je nainštalovať aktívne systémy, ktoré budú slnečnou energiou ohrievať vodu, vzduch alebo vyrábať elektrickú energiu.

2.2 Vykurovanie

V nízkoenergetickom dome je vykurovací sezóna v porovnaní s klasickými domami podstatne kratšia. Vykurovanie je proces, ktorého cieľom je dosiahnuť tepelnú pohodu pre človeka vo vykurovanom priestore. Vykurovanie je v prevádzke len dva až štyri mesiace, aj to prerušované. Príčinou je výrazne lepšia izolácia a solárne zisky, ktoré čiastočne alebo úplne pokrývajú zvyškovú potrebu tepla v prechodnom období. V

dôsledku toho sú v uvedených domoch systémy na pokrytie tepla málo využité, a preto musí byť investícia do zdroja tepla v dobrom pomere k poskytovanej službe.

2.2.1 Teplovzdušné vykurovanie z rekuperáciou tepla

Teplovzdušné vykurovanie je možné využiť pri nízkoenergetických a pasívnych domoch z dôvodu malých tepelných strát. Využíva sa riadeného vetrania nielen k rozvodu čerstvého vzduchu ale aj k rozvodu tepla. Tým je možné nahradiť klasickú vykurovaciu sústavu. Teplo dodané prívodom vzduchu slúži k pokrytiu tepelných strát vetraného vzduchu a k udržaniu tepelnej pohody v objekte. Ohrev vzduchu na požadovanú teplotu dosiahneme buď pomocou teplovzdušných kotlov na pevné palivá, plynových, olejových alebo kondenzačných kotlov, pomocou odporového ohrevu elektrickou energiou, tepelných čerpadiel alebo rôznymi spôsobmi využitia solárnej energie.

Ohrievanie vzduchu el. energiou je jednoduché, investičné náklady sú nízke a je možné tento spôsob umiestniť do jednotlivých miestností tým docielime reguláciu v každej miestnosti objektu. Nevýhodou sú vysoké prevádzkové náklady ktoré súvisia z rastúcou cenou el. energie a preto sa v nízkoenergetických a pasívnych domoch nevyužíva.

Teplovodné výmenníky zapojené do systému na ohrev teplej vody, využívajú teplo z akumulácie nádrže. Voda v tejto nádrži je ohrievaná pomocou el. ohrievačov, solárnymi panelmi, tep. čerpadlom alebo napr. koltom na ohrev teplej úžitkovej vody. Najčastejšie sa však používa kombinácia viacerých typov.

Výhody:

- nahradenie klasickej vykurovacej sústavy
- rýchla reakcia na zmenu teploty
- vetranie a aj vykurovanie v jednom zariadení
- využitie rozvodov vzduchotechniky na kúrenie
- nižšie investičné náklady

Nevýhody:

- absencia sálavého zdroja tepla
- vyšší nárok na ohrev teplej vody v zimnom období
- vírenie nečistôt a prachu v miestnosti

Teplovzdušné vykurovanie je pri nízkoenergetických a pasívnych domov veľmi výhodné. Využíva sa pri malých stavieb ako napr. rodinné domy, tak aj u veľkých objektov. Hlavnou výhodou tohto systému je využitie vzduchotechnických rozvodov na rozvod tepla.

2.2.2 Tepelné čerpadla

Princíp tepelného čerpadla bol vyvinutý už v minulom storočí anglickým fyzikom lordom Kelvinom. Tepelné čerpadla sa riadia medzi alternatívne zdroje energie pretože umožňuje odobrať teplo z okolitého prostredia (vody, vzduch alebo zeme), a prevádzať ho na vyššiu teplotnú hladinu a následne účelne využiť pre potrebu vykurovania alebo ohrev vody.

Prenos tepla je zaistený vyparovaním a kondenzáciou náplne, ktorá je v celom systéme poháňaná kompresorom tep. čerpadla. Celý systém sa skladá z výparníku, kompresoru, kondenzátoru a redukčným (expanzným) ventilom ako je možné vidieť na obrázku 6. Vo výparníku je teplo odpadného média predané náplni, ktorá sa vyparuje.

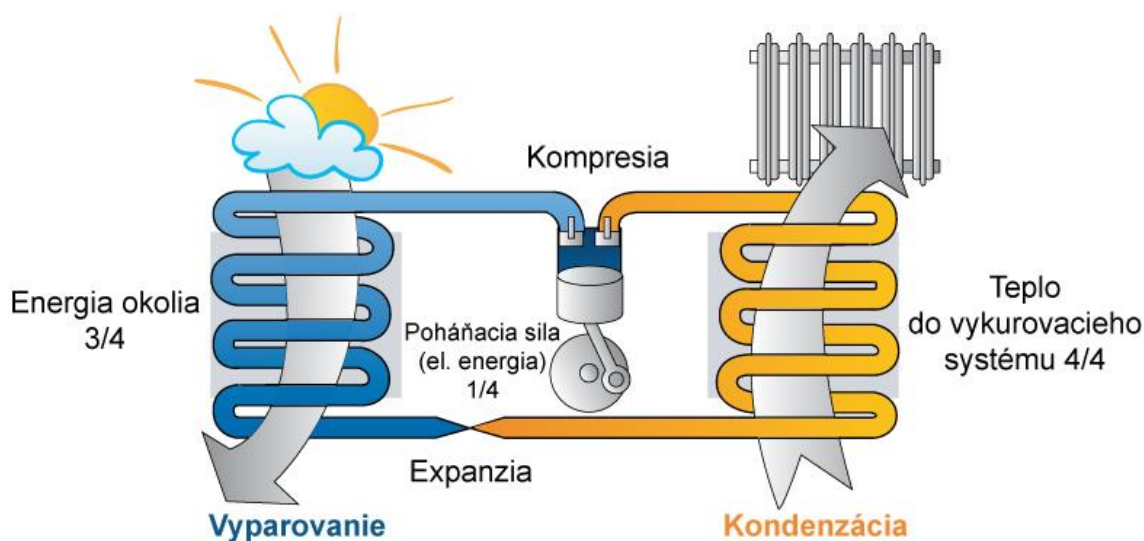
Kompresor páry stlačí a tým dôjde k zvýšeniu teploty. V kondenzátore páry predajú teplo vonkajšiemu médiu a skondenzujú. Redukčný ventil slúži k zníženiu tlaku prúdiacej kvapaliny. Tepelné čerpadlo zo spätným chodom je možné využívať aj v letných mesiacoch na chladenie privádzaného vzduchu.0

Výhody:

- možnosť chladenia v letnom období
- minimálne prevádzkové náklady
- dobrá regulácia

Nevýhody:

- vysoké investičné náklady



Obrázok 6: Princíp tepelného čerpadla[11]

2.2.2.1 Rozdelenie tepelných čerpadiel

Najčastejším kritériom pre rozdelenie tepelných čerpadiel je druh ochladzovanej alebo teplonosnej látky a ohrievanej látky, pričom najbežnejšie sú nasledujúce kombinácie:

- vzduch - voda - jedná sa o univerzálny typ napr. pre ústredné vykurovanie
- vzduch - vzduch - využitie ako doplnkový zdroj tepla. Využitie pri teplovzdušných vykurovaniach a klimatizácií
- voda - voda - využitie odpadného tepla, geotermálna energia, teplovodné vykurovanie
- zem - voda - typ vhodný pre teplovodné vykurovanie. Zdrojom tepelnej energie je hlbinný vrt alebo zemný kolektor

Teplosnou látkou (médiom), uvedeným pred pomlčkou, môže byť okolný vzduch, spodná voda keď nehrozí jej zamrznutie a v prípade rizika zamrznutia sa používa nemrznúca zmes na báze etylenglykolu – tzv. termofrost. Napríklad tepelné čerpadlo typu vzduch - vzduch ponúka možnosť vykurovania aj klimatizácie. Zariadenie býva kompaktné a je možné ho inštalovať prakticky kdekoľvek. Jeho prevádzka je nenáročná a absolútne tichá. Tepelné čerpadlo typu zem - voda získava tepelnú energiu z nezamrzajúcej hĺbky zo zeme. Získané teplo je zhromaždené pomocou tepelnej centrál

alebo zásobníku. Svoje využitie nachádza pre vykurovanie domu poprípadne tiež ohrev TUV.[12]

Ďalším kritériom pre rozdelenie tepelných čerpadiel je napríklad spôsob odsávania par z výparníku a zvyšovanie ich tlaku:

- TČ kompresorové - kompresor je poháňaný najčastejšie elektromotorom
- TČ absorpčné - bezkompresorové systémy (absorpčný, adsorpčný).
- TČ hybridné

2.2.3 Solárne systém

Do skupiny obnoviteľných zdrojov energie patrí systém využívajúci solárnu energiu, ktorá je, ako už bolo raz povedané, nevyčerpatelným zdrojom energie z hľadiska potreby ľudstva. Najpodstatnejšou výhodou pri využívaní solárnej energie je jej plošná dostupnosť. Táto energia má však svoje špecifiká. Jej množstvo kolíše nielen v priebehu ročných období, ale aj so zmenami počasia. Hlavnou výhodou obnoviteľných zdrojov energie je skutočnosť, že pri ich používaní odpadajú palivové náklady, preto ich popularita rastie. Z hľadiska tepelného využitia sa môžeme stretnúť z pojmom solárne termálne (tepelné) systémy. Ako ich názov naznačuje, ide o systém, v ktorých sa slnečné žiarenie premieňa na teplo. Podľa zaistenia spôsobu prenosu tepelnej energie ich rozdeľujeme na dva spôsoby: aktívny a pasívny systém. V prípade pasívnych systémov sa teplo prenášané bez použitia akéhokoľvek technického zariadenia, z čoho vyplýva, že tieto systémy nekladú nároky na elektrickú energiu (napr. solárne zisky,). Na rozdiel od pasívnych systémov, využívajú aktívne systémy k prenosu tepla elektrickú energiu, ktorá je potrebná pre chod čerpadla alebo ventilátora. V súčasnej dobe rozoznávame niekoľko druhov aktívnych solárnych kolektorov a ich konštrukčných riešení ktoré si popíšeme.

Výhody:

- energia zdarma
- nevyčerpatelný zdroj energie
- dostupnosť
- bez palivového hospodárstva
- jednoduchá údržba

Nevýhody:

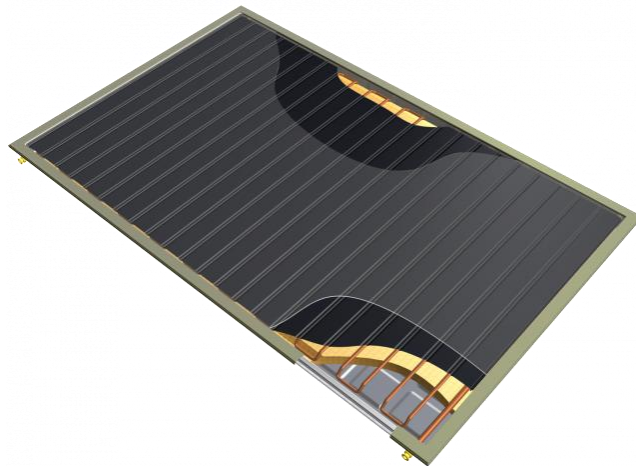
- nestabilný zdroj
- nepokrytie celoročnej spotreby
- účinnosť kolektorov
- závislosť na klimatických podmienkach

2.2.3.1 Slnečné kolektory

Ide o fototermické kolektory, ktoré absorbujú slnečné žiarenie a premieňajú ho na teplo. Teplonosným médiom býva zvyčajne nemrznúca kvapalina. Slnečné kolektory sa využívajú na ohrev teplej úžitkovej vody alebo na prikurovanie. Používajú sa dva základné druhy kolektorov:

- Ploché doskové kolektory
- Vákuové trubicové kolektory.

Základom plochého/doskového kolektoru je absorpčná plocha. Moderné, výkonne kolektory majú túto plochu opatrenú selektívnou vrstvou. Vzhľadom k svojej jednoduchej konštrukcii sú lacnejšie ako trubicové vákuové kolektory, ale ich účinnosť je oproti trubicovým kolektorom nižšia, hlavne pri nízkych vonkajších teplotách a zníženej intenzity slnečného žiarenia.0



Obrázok 7: Doskový kolektor0

Vákuové trubicové kolektory majú vysokú účinnosť hlavne v zimnom období. To je dané podtlakom (vákuom) vo vnútri trubice. Tým sú takmer úplne eliminované tepelné straty konvekciou. Výhodou priamo pretekajúcich trubicových kolektorov (U trubica) je variabilita ich umiestnenia, nevýhodou je však zlé vyprázdňovanie pri prípadnej stagnácii. Môžu byť umiestnené i vo vodorovnej polohe, pričom u jednostenných s plochým absorberom sa natočením trubíc s absorberom docieli optimálna orientácia voči dopadajúcim lúčom slnečného žiarenia. Vákuové trubicové kolektory s tepelnými trubicami musia byť inštalované so sklonom 25° (môže sa líšiť podľa výrobcu) tak aby bola zaistená ich správna funkčnosť. Vákuové trubicové kolektory sú vhodné iba pre vysokoteplotné využitie (nad 80°C) alebo do extrémnych klimatických podmienok napríklad na horských chatách, kde však môžu nastať problémy s roztopením snehu z kolektoru, energetický zisk je podstatne znížený a výsledným efektom je nižšia získaná energia ako z plochy selektívnych kolektorov. Je potrebné pripomenúť, že nejde túto problematiku paušalizovať a záleží na klimatických podmienkach v zimnom období (množstvo snehových zrážok, tvorba námrazy, teplota v priebehu sledovaného obdobia). Zrovnanie dvoch zhodných solárnych sústav tak môže dopadnúť úplne inak v polabskej nížine a inak na Šumave.0



Obrázok 8: Vákuový trubicový kolektor0

Fotovoltaické solárne kolektory (panely) slúžia k výrobe elektrickej energie. Ich schopnosť premieňať slnečné žiarenie na elektrickú energiu je založené na tzv. fotovoltaickom jave. Základným prvkom každého panelu sú solárne (tiež fotovoltaické) články. Jedná sa o plochú polovodičovú súčiastku, na ktorej pri dopadu slnečného žiarenia dochádza k uvoľneniu elektrónov, čo produkuje napätie. V polovodiči vznikajú voľné elektrické náboje, ktoré sú už ako elektrická energia odvádzané zo solárneho článku cez regulátor do akumulátoru, ku spotrebiči alebo do rozvodnej siete.[17]

Najviac rozšíreným fotovoltaickým solárnym článkom v dnešnej dobe je na báze kremíku, kremík je dostatočne zastúpený v zemskej kôre (je druhým najrozšírenejším prvkom vôbec), ale je aj najlepšie preskúmaným polovodičom.

Fotovoltaický slnečný panel je tvorený množstvom článkov, ktoré sú na seba napojené letovanými spojmi. Články k tomu tvorí z vrchnej časti krycia plocha, zo spodnej je pevná doska. Materiál z ktorého je vyrobená horná (ochranná) časť, samozrejme významne ovplyvňuje straty, predovšetkým odrazom. Preto je dôležité, aby použitý materiál dosahoval vysokej účinnosti pohltienia slnečného žiarenia a zároveň poskytoval ochranu pred nepriaznivými prírodnými javmi ako je napr. dážď a krupobitie.

2.2.4 Vykurovanie pomocou biomasy

Biomasa je hmota organického pôvodu (rastlinná aj živočíšna). Energia biomasy má pôvod v slnečnom žiarení, preto ju radíme medzi obnoviteľné zdroje energie. Ako zdroj energie sa môže použiť priamo, na produkciu tepla spaľovaním, alebo nepriamo po premene na rôzne formy biopalív. Premenu biomasy na biopalivo je možné dosiahnuť tepelne, chemicky alebo biochemicky. Pre energetické účely sa využíva cielene pestovaná rastlinná biomasa (tzv. energetické plodiny) a odpady poľnohospodárske, lesné (palivové drevo, kôra a iné) poprípade z potravinárskej produkcie. Ďalej sú to rôzne brikety, peletky, drevný odpad a štiepka, ktoré vznikli ďalším spracovaním dreva. Sledovanou vlastnosťou pri spaľovaní biomasy je výhrevnosť, ktorú ovplyvňuje najviac vlhkosť biomasy.

Na rozdiel od fosílnych palív - uhlia, ropy a zemného plynu - je spaľovanie čerstvej (nefosílnej) biomasy z hľadiska emisií oxidu uhličitého (hlavného skleníkového plynu) v meniacej sa klíme takmer neutrálne. Množstvo uhlíka vo forme oxidu uhličitého, ktorý vzniká spaľovaním nefosílnej biomasy, sa totiž rovná množstvu uhlíka, ktoré rastliny počas svojho života "stiahli" z atmosféry prostredníctvom fotosyntézy. Túto neutrálnu uhlíkovú bilanciu však čiastočne negatívne ovplyvňuje množstvo energie spotrebovanej na ťažbu, dopravu a spracovávanie nefosílnej biomasy predtým, než sa spáli. Spaľovanie fosílnych palív je naopak rozhodujúcim antropogénnym činiteľom prispievajúcim k zmene klímy, pretože sa ním do atmosféry dostáva uhlík vo forme oxidu uhličitého, ktorý bol po milióny rokov viazaný v zemskej kôre.

Biomasa na jednej strane predstavuje dôležitý potenciál pre rozvoj regionálnej a lokálnej ekonomiky a poskytuje príležitosť pre oživenie poľnohospodárskej činnosti na vidieku. Na druhej strane, veľké centralizované energetické projekty na báze biomasy môžu znamenať pre vidiecke oblasti obrovské riziko najmä z hľadiska znehodnocovania životného prostredia (napr. nezmyselným zvyšovaním ťažby dreva v lesoch alebo „čistením“ lesov od drevných zbytkov po ťažbe), ale aj kvôli vývozu biomasy ako dôležitého energetického zdroja von z regiónu.

Z biomasy je možné získať energiu niekoľkými spôsobmi, ktoré sa dajú rozdeliť na tri základné kategórie:

- Termochemickou premenou (priamym spaľovaním, pyrolýzou alebo splyňovaním)
- Biochemickou premenou (anaeróbnou fermentáciou alebo aeróbnou fermentáciou)
- Mechanicko-chemickou premenou (lisovaním oleja alebo esterifikáciou surových bioolejov)[18]

V nízkoenergetických domoch sa často používa automatický kotol na peletky. Sú to granule kruhového prierezu, ktoré vznikli zlisovaním pilín a hoblín. Majú lepšiu výhrevnosť ako drevo. Ich dĺžka je maximálne 2,5 cm, preto sa dajú nasypať do zásobníka a dopravníkom automaticky dávkovať do kotla. Výkon kotla sa dá dobre regulovať.

Výhody:

- obnoviteľný zdroj energie
- šetrnosť k životnému prostrediu
- tuzemský zdroj, neregulovateľný ostatnými štátmi
- popol z biomasy sa dá využiť ako vysoko kvalitné hnojivo
- decentralizovaný zdroj pre domácnosti

Nevýhody:

- nižšia výhrevnosť v porovnaní s fosílnymi palivami
- nároky na skladovacie priestory
- nekomfortnosť v podobe manipulácie s palivom
- náklady na dopravu paliva
- nutnosť likvidácie popola
- vznik nežiaducich emisií (častice, uhlíkovodíky a iné)

2.2.5 Vykurovanie pomocou zemného plynu

Zemný plyn je plyné fosílné palivo tvorené zmesou uhlíkovodíkov, hlavne metánu. Je pomerne dosť rozšírený, výhrevný a celkom bezpečný. Je dodávaný sieťou plynovodov do mnohých domácností. Zemný plyn sa stal úspešným fosílnym palivom, hlavne z dôvodu svojej dostupnosti a komfortu bez nutnosti prítomnosti človeka. Využíva sa na varenie, ohrev teplej úžitkovej vody a vykurovanie.

V porovnaní s ostatnými fosílnymi palivami je jeho využívanie najšetrnejšie k životnému prostrediu. Do domácností prichádza plyn, ktorý je odsírený. Jeho spaľovaním vzniká oxid uhličitý, ktorý je považovaný za skleníkový plyn.

Využívanie zemného plynu na vykurovanie je veľmi komfortné, stačí mať plynovú prípojku a plynový kotol. Treba však poznamenať, že je to neobnoviteľný zdroj energie a jeho cena stále stúpa.

Používa sa niekoľko druhov plynových kotlov, no najvýhodnejšie sú kondenzačné kotle. Oproti ostatným druhom kotlov sú drahšie, no majú vyššiu účinnosť. Navyše majú dva nezávislé vykurovacie okruhy. Kondenzačný okruh má teplotu 50-65 °C, čo je vhodné využiť na teplovodné podlahové vykurovanie.

2.2.6 Vykurovanie pomocou elektrickej energie

Elektrické vykurovanie patrí medzi ekologicky čisté, bezpečné, výkonné, s regulovateľnou prevádzkou, nenáročné na obsluhu, nehlučné a estetické. Práve tieto prednosti robia elektrické vykurovanie z pohľadu používateľa veľmi príťažlivým. Celkový komfort spojený s elektrickým vykurovaním sa odráža v relatívne vysokých nákladoch na jeho prevádzku. Elektrické vykurovanie je vhodné najmä do objektov s veľmi dobrými tepelnoizolačnými vlastnosťami. Vykurovací systém je zložitou súčasťou technických zariadení budov. Jeho správna voľba ako aj technická realizácia vplývajú počas celej svojej životnosti na rozpočet každej domácnosti.

Na elektrické vykurovanie domácností možno použiť nasledujúce vykurovacie systémy:

- ústredné vykurovacie systémy (akumulačné, priame),
- lokálne vykurovacie systémy (akumulačné pece, elektrické konvektory a infražiariče),
- veľkoplošné vykurovacie systémy (stenové a podlahové vykurovanie).[19]

2.2.6.1 Ústredné vykurovacie systémy

Akumulačné vykurovacie systémy je najvhodnejšie inštalovať v menších objektoch, ako sú jednogeneračné rodinné domy s rovnakým časovým využitím miestností. Nevýhodou je veľká priestorová náročnosť na akumuláciu nádrže, nutné stavebné úpravy, veľké investičné náklady na nádrže a automatiku nabíjania a vybíjania, kvalitnejšie tepelné izolácie, vyššie tepelné straty (pri vhodnom umiestnení možno zmierniť) a nepružnosť systému pri náhlych zmenách počasia.

Pri delenom vykurovacom systéme, ktorý je kombináciou systému s lokálnymi priamovýhrevnými spotrebičmi, ich možno použiť aj ako vyšší stupeň racionalizácie spotreby tepla. Elektrokotolňou sa v tomto prípade vykuruje počas celej vykurovacej sezóny na základnú teplotu 14 až 16 °C a jednotlivé miestnosti sa individuálne dokurujú podľa časových a teplotných požiadaviek používateľov miestností, ako sú bytové domy, hotely, ubytovne, rekreačné strediská, kultúrne strediská a pod.

Priame vykurovacie systémy sú v súčasnosti najrozšírenejším elektrickým vykurovacím systémom. Možno povedať, že v porovnaní s akumulacími elektrokotolňami sú nenáročné na priestor, investične sú podstatne lacnejšie a v prevádzke pružnejšie reagujú na zmeny vonkajšej teploty. Umožňujú aj operatívne prikurovanie v prechodných ročných obdobiach (jar, jeseň), sú veľmi dobre regulovateľné, majú nižšie tepelné straty a majú lepšie prenosové možnosti.

V novonavrhovaných teplovodných systémoch s elektrokotľami preto treba citlivo zvážiť samotné osadenie kotla (najlepšie do stredu systému – napr. na chodbu, v kuchyni a pod.), a tak minimalizovať dĺžku teplovodných rozvodov. Na ich inštaláciu je vhodné používať plasty (menšie tlakové a tepelné straty).

2.2.6.2 Lokálne (individuálne) vykurovacie systémy

Z hľadiska odovzdávania tepelnej energie je najvhodnejšie umiestniť elektrické vykurovacie jednotky priamo v jednotlivých miestnostiach objektu. Odovzdávajú teplo bez ďalšieho „nosiča – sprostredkovateľa“ priamo do miestnosti v potrebný čas a na požadovanú teplotu, v každej miestnosti zabezpečenú individuálnou reguláciou priestorovým termostatom.

Akumulačné pece rozdeľujeme do dvoch skupín: statické, ktoré odovzdávajú získané teplo okoliu statickým spôsobom bez ventilátora, a dynamické akumulácie

pece so zabudovaným ventilátorom, ktorý prostredníctvom vyfukovania horúceho vzduchu do vykurovaného priestoru umožňuje rýchlo dosiahnuť nastavenú teplotu.

Z hľadiska inštalácie treba rešpektovať príslušné technické normy a protipožiarne predpisy. Akumulačné pece je vhodné umiestniť pri najviac ochladzovaných stenách (pod oknami a pod.). Pred akumuláčnymi pecami musí byť voľný priestor 1 až 1,5 m, pričom musia stáť na nehorľavých podlažkách.

Elektrické konvektory patria medzi investične najlacnejšie vykurovacie systémy. V súčasnosti je na trhu široký sortiment domácich i zahraničných výrobkov vybavených od jednoduchej až po programovateľnú reguláciu. Najvýhodnejšie sa umiestňujú pod okná alebo na obvodovej stene. Výhodou je aj to, že vykurovací systém v objekte možno budovať postupne, pretože každá miestnosť je vykurovaná nezávisle. Prestávky vo vykurovaní umožňujú dosť veľké úspory prevádzkových nákladov.

Elektrické infražiariče šíria teplo sálaním, ktoré sa najviac približuje tepelným účinkom prirodzeného slnečného žiarenia. Elektrické infražiariče možno výhodne použiť na tzv. „zónové“ vykurovanie, t. j. tam, kde si rôzne pracovné podmienky v jednej miestnosti vyžadujú odlišné teploty. Systém elektrického vykurovania sálavými panelmi je síce investične drahší, ale prevádzkovo úspornejší. Pri sálavom vykurovaní možno usporiť až 25 % elektrickej energie v porovnaní s klasickým vykurovaním. Tento efekt vyplýva z princípu, že ohrev predmetov i osôb sa deje priamo a výsledný pocit tepelnej pohody je už pri teplotách vzduchu o 2 – 4 °C nižších, ako je bežná potrebná teplota vzduchu. Priamo vykurovací charakter prevádzky umožňuje, pri vhodnej tepelnej i časovej regulácii, optimálny prevádzkový Režim.[19]

2.2.6.3 Veľkoplošné vykurovacie systémy

Ide o vykurovacie systémy s nízkou prevádzkovou teplotou. Elektrické podlahové vykurovanie je kúrenie, pri ktorom sa podlaha ohrieva priamym prechodom elektrického prúdu v špeciálnych elektrických vykurovacích kábloch alebo rohožiach, uložených do betónu. Káble či rohože by sa nemali klást' pod nábytok. Betónová podlaha tvorí hmotu s akumuláčnym účinkom, a tým je daná i veľká tepelná zotrvačnosť.

Čím je hrúbka podlahy vyššia, tým pomalšie sa podlaha nahrieva, ale aj chladne. Pri podlahovom vykurovaní je vertikálne aj horizontálne rozloženie teplôt vo vykurovanom priestore takmer ideálne. Pritom prevádzkové náklady sú nižšie vzhľadom na to, že podlahová konštrukcia je zároveň vykurovacou plochou s teplotou vyššou, ako je bežná teplota nevykurovanej podlahy. V prípade podlahového vykurovania je optimálne realizovať zmiešané elektrické vykurovanie, t. j. so základným vykurovacím systémom v podlahe nadimenzovaným na cca 65 % požadovaného výkonu, doplneným elektrickými konvektormi alebo sálavými panelmi. Konvektory, resp. sálavé panely majú v takomto systéme dve funkcie – dokúrenie miestností v prípade poklesu teplôt, keď už tepelnú stratu nestačí „kryť“ podlahové kúrenie a pružné zakúrenie v prechodnom období, resp. v prípade dynamických zmien vonkajšej teploty.[19]

Stenové vykurovanie umožňuje vykurovanie miestnosti na teplotu o 2 – 3 °C nižšiu ako pri iných spôsoboch, čo predstavuje úsporu cca 10 – 15 % energie. Teplota stien je 22 – 24 °C, vzduch v miestnosti má okolo 18 – 19 °C, čo je pre človeka veľmi príjemné a kladne ovplyvňuje jeho celkovú psychickú pohodu.

Stenové vykurovanie sa hodí do všetkých typov miestností. Ak sa rozhodneme inštalovať stenové vykurovanie, mali by sme vedieť, kam a aký nábytok umiestnime, pretože ak má byť tento typ vykurovania účinný, nesmie aktívnu plochu prekryvať nábytok.

V prípade nedostatku voľných plôch na stenách je ideálne použiť stenové vykurovanie v kombinácii s podlahovým, ktoré môže dodávať do miestnosti napr. 60 % z potreby tepla, zvyšných 40 % môže dodávať stenové vykurovanie, ktoré veľmi rýchlo reaguje na zmeny požiadaviek na dodávku tepla.

2.3 Vetranie

Vetranie je proces výmeny vzduchu obvykle v uzavretých priestoroch. Tento proces zabezpečuje hygienickú nezávadnosť vzduchu pre osoby zdržiavajúce sa v týchto priestoroch, pretože vzduch sa znečisťuje dýchaním, potením, varením, kúpaním, zápachom zo sociálnych zariadení. Na znečistený majú vplyv aj rôzne chemické látky, ktoré sa uvoľňujú z nábytku, stavebných materiálov a pod. Kvalitný čerstvý vzduch je pre život dôležitý či už na pracovisku alebo doma. Zabezpečiť vetranie v pravidelných intervaloch nie je jednoduché. Vetranie má za úlohu doceliť správnu kvalitu vzduchu v obytných priestoroch a zníženie nadmernej vlhkosti. Tento dej prebieha pomocou výmeny vydýchaného vzduchu v miestnosti za čerstvý, zväčša vonkajší vzduch.

V nízkoenergetických domoch ide o čo najnižšie tepelné straty, snahou je využiť z odpadného vzduchu čo najviac energie ktorú následne predáme privádzanému vzduchu. Nazývame to spätné získavanie tepla. Medzi základne spôsoby vetrania patrí:

- Prirodzené
- Riadené (nútené) vetranie

Z dôvodu vzduchotesnosti obálky budovy je riadené (nútené) vetranie samozrejmosťou súčasných nízkoenergetických a pasívnych domov. Na pokrytie tepelnej straty spôsobenej týmto vetraním je potrebné v zimných mesiacoch dodať do objektu teplo. To je dodávané teplovzdušným vykurovaním, kedy je ohrievaný rozvádzaný vzduch vo vetracej jednotke alebo samostatným typom vykurovania.

2.3.1 Prirodzené vetranie

Prirodzené vetranie (infiltrácia) je spôsobené rozdielom tlakov v častiach budovy a tiež netesnosťami, škárami a otvormi v dome. Sám používateľ podľa potreby otvára a zatvára okná. V podstate však dochádza k výmene nekontrolovateľného množstva vzduchu. Toto vetranie je bežné v starších typoch domov. Rýchlosť prúdenia a výmeny vzduchu závisí od rozdielu teplôt vonkajšieho a vnútorného vzduchu.

2.3.2 Riadené (nútené) vetranie

Riadené (nútené) vetranie znižuje tepelné straty, ktoré by vznikli prirodzeným vetraním. Privádza len potrebné množstvo čerstvého vzduchu a je riadené ventilátorom. Často sa používa na prenos teplého vzduchu z južných miestností vyhriatych slnkom do chladnejších častí domu. Z hľadiska využívania tepla z odchádzajúceho vzduchu delíme nútené vetranie na:

- vetranie so spätným získavaním tepla,
- vetranie bez spätného získavania tepla.

Aby boli tepelné straty vetrania čo najnižšie, pritom ale súčasne dodržaná hygienicky nutná výmena vzduchu, je v nízkoenergetickom dome vetracie zariadenie nevyhnutnosťou.

Čerstvý vzduch je privádzaný do obytných a nočných miestností (obývačka, spálňa), opotrebovaný vzduch je odvádzaný z kuchyne a kúpeľne. Spätným získaním tepla rekuperáciou z opotrebovaného vzduchu je možné dodať čerstvému vzduchu až 80 % tepla z opotrebovaného vzduchu.

Podľa prenosu tepla môžeme jednotky deliť na:

- Rekuperačné- založené na predávaní tepla z jedného média (odsávaný vzduch) na druhé médium (privádzaný vzduch) pomocou zariadenia
- Regeneračné- založené na predávaní tepla z jedného média do druhého média prostredníctvom akumulácie hmoty

Rekuperačná jednotka je prístroj využívajúci vnútorný vydýchaný vzduch na ohrev vonkajšieho čistého vzduchu. Zariadenie nasáva čerstvý vzduch automaticky z vonkajšieho prostredia a privádza ho dovnútra. Vzduch pritom prechádza cez filter ktorý ho zbavuje škodlivín, a pred vstupom do miestnosti sa ešte dohreje na izbovú teplotu. Odchádzajúci vzduch z miestnosti predá veľkú časť tepla privádzanému vzduchu prostredníctvom tepelného výmenníka, ktorého časti si ešte popíšeme v ďalšom texte. Dom sa takýmto spôsobom vyvetrá bez otvárania okenných otvorov a teda z neho neunikne naakumulované teplo. Regulované vetranie takto šetrí náklady na vykurovanie domu. Najlepšie rekuperátory dokážu ušetriť až 90% tepla, ktoré by sme spotrebovali pri štandardnom ohreve studeného vzduchu kúrením. Súčasná norma však pripúšťa použitie rekuperátorov zo 75 % účinnosťou. Znamená to, že dohrievať, či už elektricky alebo teplovodne, musíme iba 10-25 %. V dome je neustále čerstvý vzduch, ktorý je vďaka kvalitným filtrom zbavený prachu, peľu a ďalších nečistôt.[20]

Systém je postavený tak, že privádzané potrubie je vstavané do podlahy alebo stropu. Prívod vzduchu je v obytných miestnostiach (spálne, obývačka) situovaný pomocou výstky v podlahe, alebo v stene tesne nad podlahou. Odvod vzduchu je v centrálnom priestore (hala, chodba) a logicky tam, kde potrebujeme odvod škodlivín a vlhkosti (WC, kúpeľňa, kuchyňa). V týchto miestnostiach môže byť znížený strop pre zabudovanie odsávacích hlavíc v strope alebo tesne pod stropom. Vetracia jednotka je najčastejšie umiestnená napr. do technickej miestnosti, kde nie sú tak vysoké požiadavky na tichý chod, viac menej celé vetranie je prakticky bezhlučné.

Podľa literatúry rozdeľujeme tepelné výmenníky na:[21]

- doskové
- lamelové
- rotačné
- z tepelnými trubicami
- z prepínacím akumulacným systémom

Doskové sú najpoužívanjšie z dôvodu oddelenia prúdu privádzaného a odvádzaného vzduchu. V minulosti sa používali krížové doskové výmenníky, ktoré boli kvôli nízkej účinnosti nahradené protiprúdovými doskovými jednotkami. Účinnosť je ovplyvnená predovšetkým veľkosťou teplotnej plochy a vlhkosti odvádzaného vzduchu. Kondenzácia vzdušnej vlhkosti na strane odvádzaného vzduchu môže ovplyvniť účinnosť rekuperačnej jednotky až o 20 %.

Lamelové výmenníky sa využívajú v prípadoch kde privádzaný vzduch nie je možné viesť v blízkosti odvádzaného vzduchu (nie je možné použiť výmenník vzduch - vzduch). Prenos tepla je realizovaný nemrznúcou látkou. Cirkuláciu zabezpečuje obehové čerpadlo. Účinnosť tohto systému sa pohybuje v rozmedzí 40–50 %.

Rotačné jednotky sú schopné prenášať aj vlhkosť. Rotujúca časť je v tvare kotúča najčastejšie z hliníkového plechu (poprípade z plastu alebo tvrdého papiera). Rotor je rozdelený vodorovne alebo zvisle na dve polovice. Cez malé kanáliky prúdi jednou polovicou privádzaný vzduch a druhou polovicou vzduch odpadný. Jednotlivé prúdy sú oddelené hrebeňovým tesnením. Rotor je zvyčajne poháňaný elektromotorom a množstvo plynulou reguláciou otáčok. Tieto jednotky dosahujú teplotnú účinnosť 60–80 % z vlhkovou účinnosťou 10–20 %.

Tepelné výmenníky s tepelnými trubicami sú tvorené rebrovitými trubicami, ktoré sú umiestnené v rámu vedľa seba a orientované vertikálne (gravitačné) alebo horizontálne (využívajúce kapilárneho javu). Prenos tepla prebieha pri zmene skupenstva kvapaliny vo vnútri trubice. Okolo spodnej časti trubíc prúdi teplý odpadný vzduch, ktorý im predáva teplo. Vo vnútri vznikajú páry, ktoré stúpajú hore a tam predávajú teplo privádzanému vzduchu, ktorý prúdi okolo hornej časti trubíc. Predaním tohto tepla páry kondenzujú a stekajú po stenách trubice dolu. Trubice sú zväčša medené naplnené chladivom. V zimnom období táto jednotka funguje ako pred ohrievač prírodného vzduchu, v letnom období sa stáva neaktívna. Účinnosť rekuperačných jednotiek z tepelnými trubicami dosahuje až 65 %.

Tepelné výmenníky s prepínacím akumulárnym systémom sa jedná o regeneračný výmenník v ktorých výmenu tepla zabezpečuje akumulárna hmota, ktorá sa nachádza vo výmenníku v stálej polohe, pričom sa mení len smer prúdenia vzduchu. Jednotka je tvorená dvoma výmenníkmi, cez ktoré striedavo prúdi privádzaný a odvádzaný vzduch. Systém klapiek, ktorý riadi smer prúdenia je ovládaný automatickou reguláciou v závislosti na teplotných pomeroch. Účinnosť tohto systému je 60 až 90 % a vlhkovou účinnosť 50 až 70 % . Pri tomto type výmenníka nie je možné zabrániť premiešaniu privádzaného a odpadného vzduchu, preto sa nedajú využiť pre vetranie kde sa kladie dôraz na čistotu privádzaného vzduchu.

2.3.3 Podzemný výmenník

Podzemný výmenník tepla slúži pre pred ohrev alebo predchladenie vstupného vetracieho vzduchu. Využívame skutočnosť, že v dostatočnej hĺbke pod povrchom zeme je celoročne stabilná teplota. V letnom období je vzduch prechádzajúci podzemným výmenníkom ochladzovaný, naopak v zimnom období slúži ako pred ohrev a zároveň aj ako protimrznúca ochrana.[22] Konštrukcia a inštalácia tohto zariadenia je jednoduchá. Jedná sa o potrubie, ktoré je vložené v určitej hĺbke pod zemou, cez ktoré prúdi nasávaný vzduch. V zimnom období môže vzniknúť problém z kondenzáciou vzdušnej vlhkosti vo vnútri podzemného výmenníka a následne tvorba nežiaducich plesní alebo zamŕzanie tejto vlhkosti na vstupnom filtre. Preto je potrubie uložené pod určitým sklonom a opatrené odvodom kondenzátu do kanalizácie. V prechodných obdobiach ako napríklad na jar, keď je zem ešte pomerne chladná a vonkajší vzduch už teplejší, je výhodnejšie na vykurovanie alebo vetranie použiť vonkajší vzduch. Využíva sa hlavne ako doplnok k teplovzdušnému vykurovaniu.[23]

3 Návrh systému

Každá z vyššie zmienených možností vykurovania a vetrania nízkoenergetického domu má svoje klady ale aj zápory. Pre čo najväčšiu efektivitu a hlavne z dôvodu zaistenia spoľahlivého a bezproblémového vykurovania a vetrania nízkoenergetického domu je vhodné použiť systémy kombinujúce výhody jednotlivých riešení.

Voľba zdroja tepla vychádza z miestnych podmienok. Nízkoenergetické domy často využívajú obnoviteľné zdroje energie.

Vypočítanú potrebu tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody môžeme zabezpečiť:

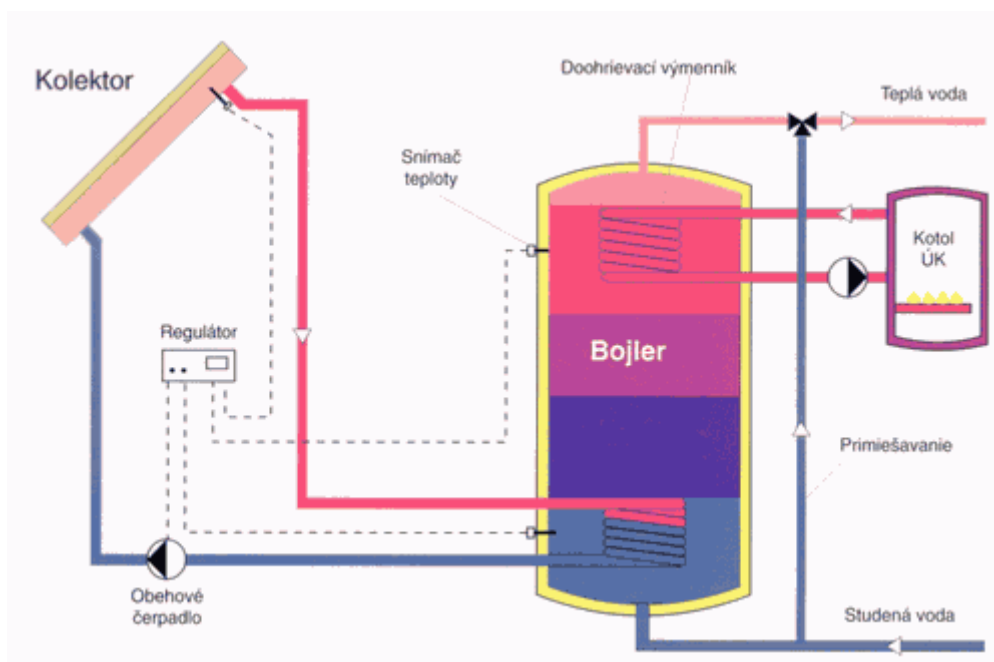
- z energie z biomasy:
 - kotly na biomasu (odpadové drevo, drevené brikety a pelety, slama)
- z energie prostredia:
 - tepelné čerpadlá
 - rekuperácia (spätné získavanie tepla najmä z odvádzaného vzduchu)
- zo slnečnej energie:
 - pasívne systémy
 - hybridné systémy
 - okenné a vzduchové kolektory
 - aktívne systémy
 - solárne kolektory, sezónne zásobníky tepla
- z fosílnych palív a elektriny:
 - plynové, olejové kotly
 - elektrické konvektory, infračervené žiariče

V našom prípade sa jedná o kombináciu zapojenia termických kolektorov, tepelného čerpadla, rôznych kotlov na biomasu a krbovej vložky. Spoločne z ohrevom vody pre účely vykurovania domu sa jednotlivé systémy dokážu postarať aj o ohrev teplej úžitkovej vody (TUV).

Je potrebné si uvedomiť, že všetky ďalej spomenuté systémy vykurovania a vetrania sú závislé na dodávkach elektrickej energie - či už kvôli napájaniu jednotlivých zariadení, alebo kvôli napájaniu obehového čerpadla (zaistenie obehu teplej vody vo vykurovacom systéme domu).

Behom nasledujúceho návrhu konkrétnych systémov pre vykurovanie nízkoenergetického domu budeme uvažovať ako modelový dom z potrebným výkonom vykurovacej sústavy okolo 10 kW. Jedná sa o najčastejší maximálny výkon pre nízkoenergetické domy.

3.1 Bivalentný zdroj, solárne kolektory z kotlom



Obrázok 9 Schéma zapojenia solárneho systému a kotla[24]

Princíp systému:

Pri tomto systéme je použitá akumulčná nádrž v ktorej sa akumuluje teplo zo solárnych kolektorov. Použitá akumulčná nádrž sa skladá z dvoch výmenníkov. Ako primárny zdroj tepla sa považujú solárne kolektory ktoré zaisťujú väčšinu ohrevu TUV alebo teplej vody na kúrenie. V prípade dlhodobého nepriaznivého počasia alebo slabom slnečnom žiarení kedy solárne kolektory nebudú zvládať ohrievať akumulčnú nádrž je v systéme sekundárny zdroj tepla v tomto prípade je to kotol. Pod pojmom kotol si môžeme v tomto systéme predstaviť napr. kotol na biomasu, kotol na kusové drevo, ale tiež plynový kotol malého výkonu a prípadne aj krb z teplovodnou vložkou. Pre účely vykurovania nízkoenergetického domu je ohriata voda z akumulčnej nádrže púšťaná cez trojcestný ventil do vykurovacieho systému domu. Ochladená voda sa vracia späť do spodnej časti nádrže, kde je znovu ohrievaná a cyklus sa opakuje. Akumulčná nádrž slúži tiež ako ohrievač TUV.

Použitelnosť tohto systému v praxi:

V prípade voľby tohto kombinovaného systému solárnych kolektorov a kotla je treba počítať z tým že kolektory sú nadimenzované na celoročné využívanie a sekundárny zdroj tepla sa využíva len v zimných mesiacoch pri nízkych teplotách kedy treba doplniť zvýšenú stratu tepla. Pre tento systém sú vhodnejšou voľbou trubicové vákuové kolektory ktoré majú dostatočnú účinnosť nato aby sme ich využívali počas celého roka. Ich zriaďovacia cena je vyššia ale na druhú stranu tento rozdiel je vynahradený väčšou účinnosťou a variabilitou prevádzky ako je napr. použitie pri nižšej vonkajšej teplote a nižšej intenzite slnečného žiarenia. Ďalej je nutné dbať na správnu voľbu kotla, sekundárneho zdroja tepla. Vhodná varianta je napríklad kotol na drevo. Táto voľba závisí na konkrétnych parametroch a umiestnenia vykurovaného domu. Kde sú sledované zdroje paliva pre sekundárny zdroj.

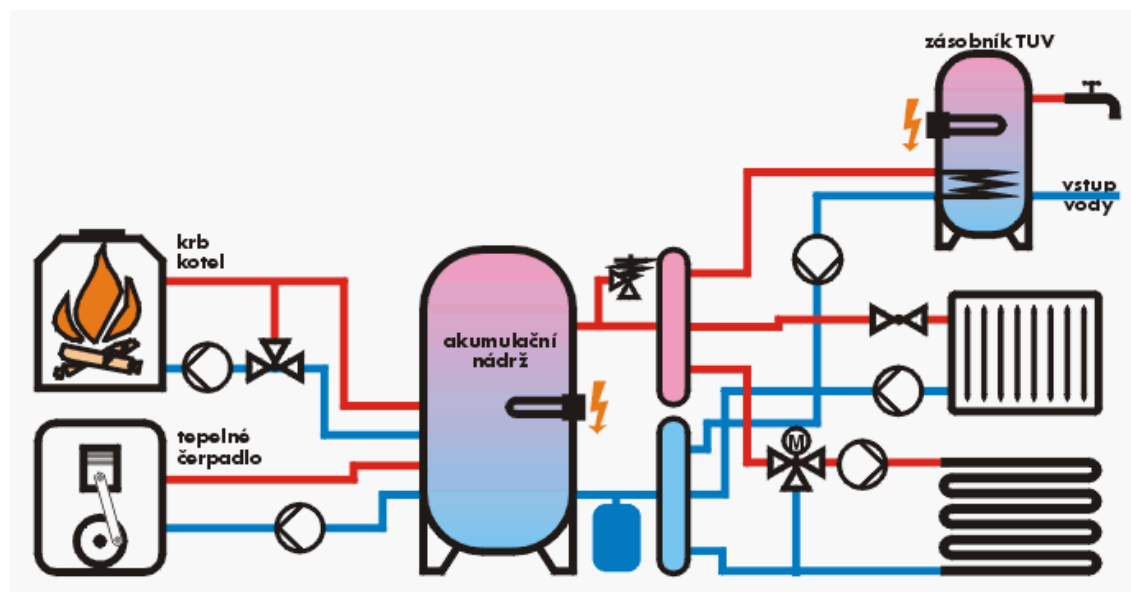
Výhody:

- možnosť zapojenia do systému ďalšieho zdroja tepla
- využívanie obnoviteľných zdrojov

Nevýhody:

- závislosť solárnych kolektorov
- nutnosť sekundárneho zdroja tepla

3.2 Bivaletný zdroj, tepelné čerpadlo z kotlom



Obrázok 5: Schéma systému s tepelným čerpadlom a kotlom[25]

Princíp systému:

Ako vidieť na schéme je primárny zdroj tepla tepelné čerpadlo z akumuláčiou nádržou. Akumulačná nádrž slúži ako zásobáreň teplej vody a tiež aby tepelné čerpadlo pracovalo za čo najideálnejších podmienok a čo najdlhšiu dobu. Primárny zdroj tepla je doplnený o sekundárny zdroj kotol. V tomto prípade je volený kotol na biomasu či už na kusové drevo alebo drevenú štiepku resp. peletky. Sekundárny zdroj tepla nám slúži len v zimných mesiacoch kedy treba dokúriť zvýšenú spotrebu tepla. Pre potreby vykurovania domu je teplá voda z akumuláčnej nádrže púšťaná cez ventil do vykurovacieho systému domu. Ochladená voda zo systému sa následne vracia späť do akumuláčnej nádrže, kde je opäť ohrievaná a cyklus sa opakuje. Uvedený systém umožňuje tiež ohrev TUV.

Použitelnosť tohto systému v praxi:

V prípade použitia tohto systému je dôležitá správna voľba tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo dodáva väčšinu energie počas celého roka. Tým pádom by malo pokryť dostatočne spotrebu tepla či už na vykurovanie alebo ohrev TUV. Jednou z nevýhod tohto systému sú počiatočné náklady ktoré sa výrazne líšia z typom tepelného čerpadla. Zatiaľ čo počiatočné náklady na zriadenie tohto systému sú pomerne veľké prevádzkové náklady a údržba tohto systému je jednoduchá. Jediná starosť z prevádzkou tohto systému je počas zimných mesiacoch kedy je potrebné prikurovať kotlom.

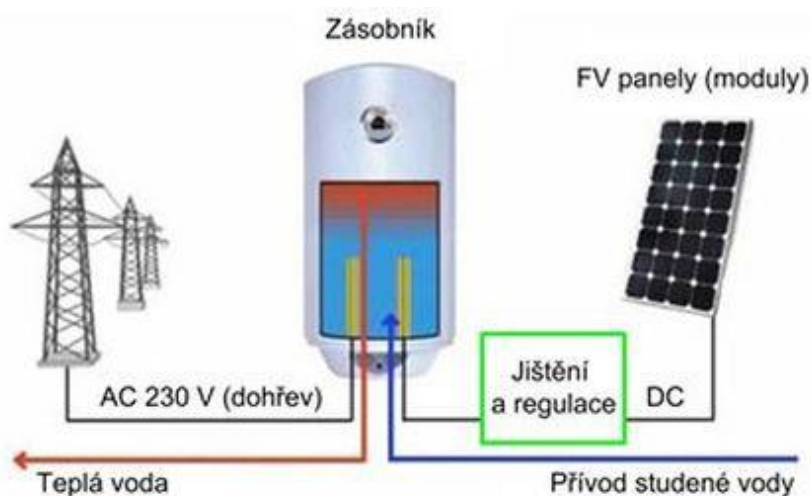
Výhody:

- Dva zdroje tepla v prípade poruchy jedného
- využívanie obnoviteľných zdrojov
- nízke prevádzkové náklady

Nevýhody:

- vysoké zriaďovacie náklady na tepelné čerpadlo
- nutnosť sekundárneho zdroja tepla
- palivové hospodárstvo z zimných mesiacoch

3.3 Elektrické vykurovanie z použitím fotovoltaičkých kolektorov



Obrázok 6: Schéma zapojenia fotovoltaičkých kolektorov[26]

Princíp systému:

Voda v akumuláčnej nádrži je ohrievaná pomocou fotovoltaičkých kolektorov. Primárny a jediný zdroj v tomto prípade sú fotovoltaičké kolektory. V prípade potreby nedostatku energie z kolektorov sa využije pripojenie na sieť a voda v ohrievači sa ohreje pomocou elektrickej topnej tyče. Rovnako je to aj pri prebytkoch energie kedy sa elektrická energia dodáva do elektrickej siete alebo do akumulátorov a tým sa celé zariadenie ochráni pred preťažením. Tento druh ohrevu sa nazýva akumuláčny ohrev teplej úžitkovej vody (TUV). Pri tomto type sa ohrieva topnou špirálou predom stanovené množstvo vody do zásobníku. Vykurovanie je v tomto prípade realizované v každej miestnosti individuálne. Životnosť topnej tyče je daná hlavne vlastnosťami vody. Mäkká voda je agresívnejšia, spôsobuje koróziu materiálu a naopak tvrdá voda sa prejavuje tvorbou vodného kameňa. Väčšina korózných účinkov prebieha elektrochemicky a na zníženie týchto procesov sa do zásobníku umiestňuje ochranná horčíková anóda, ktorej stav by mal byť pravidelne kontrolovaný (približná životnosť sa uvádza 8 rokov).

Použitelnosť tohto systému v praxi:

Tento systém vykurovania a ohrevu TUV je najjednoduchší pre užívateľa. Jeho výhoda je v regulácii teploty pre každú miestnosť v závislosti na požiadavkách. Zriaďovacie náklady na vybudovanie elektrického ohrevu TUV a vykurovania sú v porovnaní z ostatnými zdrojmi nízke ale dostávame sa do kontrastu či fotovoltaičké

kolektory nám vyrobí dostatok energie na pokrytie všetkých potrieb ktoré sú na ňu kladené. Z toho dôvodu je umiestnená v systéme akumulčná nádrž kde sa hromadí energia v prípade prebytkov a v čase nedostatku slnečného žiarenia sa môže využívať energia z tejto nádrže alebo iného akumulčného zdroja ako je napríklad akumulátor. V prípade nedostatku naakumulovanej energie je tu stále rozšírená elektrická sieť z ktorej môžeme brať energiu na ohrev a vykurovanie.

Výhody:

- Nízke zriaďovacie náklady na vybudovanie
- Ekologický zdroj energie
- Nutnosť akumulácie energie
- Výroba vlastnej elektrickej energie

Nevýhody:

- Bez záložného zdroja
- Nestabilný výkon počas roka v závislosti na intenzite slnečného žiarenia
- Vysoké prevádzkové náklady pri využívaní el. energie zo siete

4 Závěr

Táto práca sa zaoberá problematikou vykurovania a vetrania nízkoenergetických domov. Cieľom bolo predstaviť a zhodnotiť súčasne možnosti vykurovania a vetrania nízkoenergetických domov, posúdiť ich prednosti a nedostatky a uviesť príklady aplikácií.

Práca je tvorená troma hlavnými kapitolami. V prevej kapitole môžeme nájsť popis základných vlastností nízkoenergetického domu, vysvetlené dôležité parametre domu ako je kvalita obálky budovy a jej vzduchotesnosť, tiež tvar domu, orientácia na pozemku a podiel presklených plôch na energetickú bilanciu celého domu. V ďalšej kapitole sme sa zamerali na základne systémy vykurovania a vetrania celého domu. Princíp jednotlivých systémov je vysvetlený a rozdelený podľa rôznych kritérií. V tejto kapitole nájdeme aj popísané súčasné systémy vykurovania a vetrania ktoré sa používajú v praxi v nízkoenergetických domoch, ich výhody a nevýhody. Posledná kapitola je z hľadiska cieľa práce tá najdôležitejšia. Sú v nej uvedené konkrétne systémy na vykurovanie a vetranie celého domu. Kde je popis princípu systému a jeho použiteľnosť v praxi a nesmie samozrejme chýbať pre prehľadnosť uvedenie výhod a nevýhod. Z pohľadu investora sa môžeme zamerať aj na ekonomickú stránku navrhnutých systémov vykurovania a vetrania. Najmenšie investičné náklady na zriadenie má fotovoltaiický kolektory. Bivaletný zdroj zo solárnymi kolektormi a kotlom sú investične zaujímavejšie ako bivaletný zdroj z tepelným čerpadlom a kotlom. Prevádzkové náklady sú rôzne od konkrétneho použitia jednotlivých systémov, lokality kde sa používajú a využívania sekundárneho zdroja tepla. Preto treba pri každom navrhovaní zvoliť optimálnu cestu medzi technickou stránkou a ekonomickou stránkou celého systému.

Z práce vyplýva, že výstavba nízkoenergetických domov je výhodná a veľmi perspektívna, verím, že bude v budúcnosti rásť výstavba a dopyt po tomto type stavby. Najväčšou výhodou týchto domov sú nízke prevádzkové náklady, ktoré môžu byť až o dve tretiny nižšie ako pri normálnych stavbách, pričom výstavba tohto typu je len o 10-15% drahšia. Nízkoenergetické dom umožňuje vysoký obytný komfort energetickú a prevádzkovú nenáročnosť. Prísun stáleho čerstvého vzduchu odvod nadmernej vlhkosti je zabezpečený núteným vetraním. Pre vykurovanie a vetranie sa javí ako najvýhodnejšie použiť solárne kolektory z doplnkovým zdrojom pre prípad nízkych teplôt v zimných mesiacoch a ako vetranie je najvhodnejšie použiť vetranie z rekuperáciou.

Zoznam použitej literatúry

- [1] *Nízkoenergetické domy* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.erlis.sk/informacie/nizkoenergeticke-domy>
- [2] SRDEČNÝ, Karel. Jak postavit nízkoenergetický dům [online]. 2008 [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/publikace/jak-postavit-nizkoenergeticky-dum>
- [3] ZÁSADY VÝSTAVBY NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ. BERANOVSKÝ, Jiří, František MACHOLDA a Karel SRDEČNÝ. [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.i-ekis.cz/?page=nizkoenergeticke>
- [4] *Nízkoenergetické domy* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.asting.cz/nizkoenergeticke-domy.php>
- [5] GALOVIČ, Ing. Róbert Galovič. RGPROJEKT ŽILINA. *Nízkoenergetický či pasívny* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.rgprojekt.sk/nedpasiv.html>
- [6] W8D|ARCHITEKTONICKÝ ATELIÉR. *Rodinné domy* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.modernerodinnedomy.sk/wp-content/uploads/tabulka-moderne-rodinnedomy3.jpg>
- [7] ASB-PORTAL.CZ. *Vlastnosti nízkoenergetických domů* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: http://www.asb-portal.cz/buxus/images/cache/600xXXX/fotogaleria/fotogalerie/stavebnictvi/tepelnetechnicke_vlastnosti_oken_na_bazi_dreva_pronizkoenergeticke_domy_foalbum/tab-big-image.jpg
- [8] BALDWIN, A. R.. World Conference on Emerging Technologies in the Fats and Oils Industry [online]. American Oil Chemists' Society, 1986, [cit. 2010-04-27]. Dostupné online. (po anglicky)
- [9] KABELE, CSC., Doc. Ing. Karel. ČVUT V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ. *Stavíme energeticky úsporný dům (VII): Vytápění a větrání nízkoenergetických domů Zdroj: http://www.tzb-info.cz/1737-stavime-energeticky-usporny-dum-vii-vytapeni a vetrani nizkoenergetickych domu* [online]. TZB-info, 2003 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1737-stavime-energeticky-usporny-dum-vii-vytapeni-a-vetrani-nizkoenergetickych-domu>
- [10] *Tepelná čerpadla: TZB-info / Vytápění* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [11] *Tepelné čerpadlo: Funkcia tepelného čerpadla* [online]. 2008 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: http://www.agt.sk/images/fungovanie_TC.jpg
- [12] EVORA CZ, s.r.o. *Princip a účinnost tepelného čerpadla* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.evora.cz/princip-a-ucinnost-tepelneho-cerpadla>
- [13] SRDEČNÝ, Karel. *Energeticky soběstačný dům – realita, či fikce?* 2. aktual. vyd. Brno : ERA, 2007. 92 s. ISBN 978-80-7366-103-8.

- [14] EU-POWER, s.r.o. *Solárne systémy* [online]. 2012 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://solarnesystemy.sk/>
- [15] PROXIMA SUN, S.R.O. *TS500 - štandardný vertikálny plochý kolektor* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://obchod.proximasun.sk/obchod/action/productdetail/oc/1267864/product/ts500-standardny-vertikalny-plochy-kolektor.xhtml>
- [16] MEGA-SUNSHINE/G.E.A. VETRANO S.R.O. *Solárni systémy: Vakuové trubicové kolektory* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: http://shop.mega-sunshine.cz/fotky4665/fotos/ vyvrn_303WT-B58-22.jpg
- [17] HILBRYCHT, Jozef. 4-INDUSTRY, s.r.o. *Fotovoltaika: hit súčasnosti* [online]. 2007 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.4-construction.com/sk/clanok/fotovoltaika-hit-sucasnosti/>
- [18] ŠÚRI. PRIATELIA ZEME-CEPA & MATTI. *Energia z biomasy* [online]. 2005 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.priateliazeme.sk/cepa/eportal/energia-z-biomasy>
- [19] ZÁPADOSLOVENSKÁ ENERGETIKA, a.s. *Elektrické vykurovani: praktické rady* [online]. 2005 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.e-filip.sk/default.aspx?contentID=2545>
- [20] CENTRUM PASIVNÍHO DOMU. *VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/vetrani-a-vytapeni/t379>
- [21] LAIN, Ing. Miloš. ČVUT - FAKULTA STROJNÍ. *Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci Zdroj: http://www.tzb-info.cz/3688-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-ii* [online]. 2006 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3688-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-ii>
- [22] EKOWATT. *ZISK ZE ZEMNÍHO VÝMĚNÍKU TEPLA* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/uspory/zisk-ze-zemniho-vymeniku-tepla.shtml>
- [23] JAROŠ a Ing. Antonín KOLBÁBEK. *Nový experimentální výměník tepla FSI VUT* [online]. 2013 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/9501-novy-experimentalni-vymenik-tepla-fsi-vut>
- [24] *Ploché slnečné kolektory* [online]. 2013 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://vodaplynkurenje.files.wordpress.com/2013/03/sol1.gif>
- [25] *Tepelná čerpadla* [online]. 2010 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.alter-eko.cz/images/tepelna-cerpadla/grafc004o.gif>
- [26] PORTÁL SOLÁRNÍ NOVINKY.CZ. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.solarninovinky.cz/admin/editor/upload/1394178798-fv-ohrev-vody.jpg>

Zoznam použitých tabuliek

Tabuľka 1: Doporučené hodnoty prestupu tepla podľa STN 73 0540.....	14
Tabuľka 2: Doporučené hodnoty prestupu tepla oknami	14

Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 1: Využitie slnečného žiarenia v zime a v lete.....	12
Obrázok 2: Južné a západné zasklenie.....	12
Obrázok 3: Porovnanie energetickej spotreby kWh/m ² obytných budov	13
Obrázok 4: Typické parametre stavebných konštrukcií	13
Obrázok 5 schéma zapojenia tepelného čerpadla a kotla	31
Obrázok 6: Schéma zapojenia fotovoltických kolektorov	32

Zoznam použitých symbolov a skratiek

Symbody

A	[m ²]	plocha
V	[m ³]	objem
R	[m ² /KW]	tepelný odpor
U	[W/m ² .K]	súčiniteľ prestupu tepla
λ	[W/m.K]	tepelná vodivosť

Skratky

TUV	teplá úžitková voda
TČ	tepelné čerpadlo