



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

MODERNÍ TRENDY VE VYTÁPĚNÍ

MODERN TRENDS OF HOUSEHOLD HEATING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavol Hornák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Martin Lisý, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Energetický ústav
Student: **Pavol Hornák**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Martin Lisý, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

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:

Moderní trendy ve vytápění

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V poslední době je díky zdražování energií vytvářena společenská poptávka na zvyšování efektivity a ekologie při vytápění rodinných domů. Práce bude zaměřena na rešerži moderních způsobů vytápění rodinných domů a následný modelový výpočet pro vybraný objekt.

Cíle bakalářské práce:

- Provedení rešerže základních způsobů vytápění pomocí různých paliv.
- Základní porovnání jednotlivých způsobů vytápění.
- Provést základní technicko–ekonomické porovnání vybraných metod na modelovém domě.

Seznam doporučené literatury:

BAŠTA, Jiří. Regule vytápění. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02582-9.

BROŽ, Karel. Vytápění. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02536-5.

DOUBRAVA, Jiří. Regule ve vytápění. 2., upr. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007.

Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-01951-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Pri stavbe alebo rekonštrukcii domu je voľba vykurovacieho systému jedna z najdôležitejších častí. Táto práca obsahuje komplexný prehľad spôsobov vykurovania a následné porovnanie vybraných metód na modelovom dome.

Klíčová slova

Vykurovanie, infrapanely, podlahové vykurovanie, zdroje energie

ABSTRACT

While building a house or during its reconstruction is a type of heating one of the most important tasks. This thesis contains complex view of heating methods and subsequent comparison of selected methods.

Key words

Heating, infrared heating panels, electrical floor heating, energy sources

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HORNÁK, P. *Moderní trendy ve vytápění*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 43 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Lisý, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému **Moderní trendy ve vytápění** vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených v zozname, ktorý tvoria prílohu tejto práce.

Datum

Jméno a příjmení

PODĚKOVÁNÍ

Chcel by som týmto poďakovať Ing. Martinovi Lisému PhD. za cenné pripomienky a rady, ktoré mi poskytol pri vedení mojej práce. Ďalej by som chcel poďakovať rodine za podporovanie počas celého štúdia.

podpis

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 Rozdelenie rodinných domov	12
1.1 Štandardný rodinný dom.....	12
1.2 Energeticky úsporný dom	12
1.3 Nízkoenergetický dom	12
1.4 Energeticky pasívny dom.....	13
1.5 Nulový dom	13
2 Vplyv prostredia	14
2.1 Tepelné straty	14
2.1.1 Význam zateplenia budovy	15
2.2 Pasívne tepelné zisky	16
2.2.1 Vnútorne zisky	16
2.2.2 Slnéčné zisky	16
3 Druhy vykurovania	17
3.1 Tepelné čerpadlá	17
3.1.1 Tepelné čerpadlá voda zem-voda.....	17
3.1.2 Tepelné čerpadlo voda-voda	18
3.1.3 Tepelné čerpadlo vzduch-voda.....	18
3.1.4 Ventilačné a Rekuperačné tepelné čerpadlá.....	19
3.2 Vykurovanie pomocou zemného plynu	19
3.2.1 Plynový kondenzačný kotol	19
3.2.2 Princíp kondenzačného kotla	19
3.2.3 Účinnosť kondenzačných kotlov.....	20
3.2.4 Rozdelenie kondenzačných kotlov.....	20
3.3 Vykurovanie elektrinou	21

3.3.1	Regulácia elektrickej energie.....	21
3.3.2	Podlahové kúrenie	21
3.3.3	Elektrické vykurovacie fólie.....	21
3.3.4	Teplovodné podlahové kúrenie.....	22
3.3.5	Vykurovanie infrapanelmi	23
3.4	Vykurovanie tuhými palivami.....	25
3.4.1	Kusové drevo.....	25
3.4.2	Energetická štiepka.....	25
3.4.3	Drevné pelety.....	25
3.4.4	Drevné brikety	26
3.4.5	Čierne a hnedé uhlie	27
3.4.6	Uhelný koks	27
3.5	Solárne panely	27
4	Kombinované vykurovanie	28
4.1	Kúrenie drevom a infrapanelmi.....	28
4.2	Kúrenie drevom a podlahovým kúrením.....	28
4.3	Inteligentný dom.....	28
5	Modelový dom	29
5.1	Popis modelového domu	29
5.2	Vykurovanie v modelovom dome	30
5.2.1	Krb na drevo	30
5.2.2	Infrapanely	30
5.3	Náklady na ročnú prevádzku.....	31
5.4	Návrh iného spôsobu vykurovania bez zásahu do objektu.....	33
5.4.1	Regulácia percentuálneho pomeru zdrojov vykurovania	33
5.4.2	Obmena zdroja energie v krbe.....	34
5.5	Návrh obmeny zdroja vykurovania	35
	DISKUSE.....	36
	ZÁVĚR	37
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	39
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	41
	SEZNAM OBRÁZKŮ	42
	SEZNAM TABULEK.....	43

ÚVOD

V našem miernom geografickom pásme sa počas roka výrazne mení počasie a s tým aj úzko súvisiaca zmena poveternostných podmienok a teplota ovzdušia. Pre ľudské telo je optimálna teplota ovzdušia približne 23°C. Teplota okolitého vzduchu iba zriedkakedy odpovedá optimálnej. Pre udržanie teploty v budovách je potrebné regulovať teplotu či už ohrievaním, alebo chladením vzduchu.

Počas vývoja modernej techniky sa aj tieto technológie regulácie teploty vzduchu výrazne vyvíjali. Už v dávnych dobách ľudia používali najjednoduchší zdroj tepla – oheň, ktorý vznikal pri spaľovaní dreva. Postupne ľudia začali používať na jednoduché vykurovanie obydli aj iné druhy tuhých palív. Pri horení vznikajú aj nežiaduce látky pre ľudský organizmus, preto postupne ľudia vymysleli jednoduché spaľovacie kotle s komínom, ktoré sa princípom podobajú aj dnešným.

V súčasnosti sa používajú moderné technológie na vykurovanie, ktoré sú oveľa spoľahlivejšie, efektívnejšie a presnejšie regulované. Vo veľkej miere sú využité rozmanité technológie na dosiahnutie požadovanej teploty okolitého vzduchu.

Čitateľ tejto práce sa zoznámi s rôznymi spôsobmi vykurovania rodinného domu podľa najnovších trendov. Ekonomické a efektívne zhodnotenie spôsobu bude realizované na modelovom dome.

1 Rozdelenie rodinných domov

Pri prvom pohľade na rodinný dom nie je hneď známe, do akej energetickej skupiny je dom zaradený. Najväčšia energetická diferencia medzi jednotlivými typmi domov je vyjadrená stupňom energetickej náročnosti. [1] Tento pojem vyjadruje percentuálny rozdiel medzi energiou využitou na vykurovanie domu a normovanou hodnotou. Každý vlastník budovy, spoločenstvo vlastníkov a pri novostavbe stavebník musí mať zo zákona tzv. Preukaz energetickej náročnosti. Pre ďalšie vyčíslenie energetickej úspornosti domov sa používa pojem energetická spotreba domu vyjadrená v kilowatthodinách (kWh) alebo v megajouloch (MJ) na jeden m² užitočnej plochy domu za jeden rok.

Rodinné domy sa podľa energetickej náročnosti rozdeľujú na:

- Štandardný rodinný dom
- Energeticky úsporný dom
- Nízkoenergetický dom
- Energetický pasívny dom
- Nulový dom

1.1 Štandardný rodinný dom

Energetická spotreba Štandardného rodinného domu je 360-702 MJ/m² ročne a pri výstavbe boli použité bežné používané materiály a pracovné postupy. Dom môže byť podpivničený, čo mu znižuje tepelné straty.

1.2 Energeticky úsporný dom

Ročná energetická spotreba Energeticky úsporného domu je menej ako 270 MJ/m². Nízke hodnoty sú spôsobené rôznymi faktormi :

- Má vhodné dispozičné riešenie jednotlivých obytných zón, orientáciu okien podľa svetových strán
- Dobré tepelnoizolačné vlastnosti obvodových konštrukcií- stien, okien atď.
- Je vykurovaný štandardnými spôsobmi a technológiami.
- Vetrание domu je prirodzené- oknami. [2]

1.3 Nízkoenergetický dom

Nízkoenergetický dom má ročnú energetickú spotrebu 50-180 MJ/m². Tento typ domu spája a optimalizuje obytný komfort, kvalitu stavebných konštrukcií, energetickú a finančnú úspornosť. Moderné technológie skracujú vykurovaciu sezónu, uľahčujú manipuláciu s kúrením a použité technológie okien znižujú hluk v dome.[3]

1.4 Energeticky pasívny dom

Energeticky pasívny dom má energetickú spotrebu 18-54 MJ/m² ročne. Veľmi nízka hodnota je preto, lebo tento dom nepotrebuje žiadny aktívny vykurovací systém. Veľkú časť tepla dom získava z vnútorných zdrojov tepla, slnečného žiarenia a z vnútra zeme. Dom je obalený vzduchotesným obalom a dostatočnou tepelnou izoláciou. Výmena vzduchu prebieha organizovane potrubím umiestneným pod zemou, kde je konštantná okolitá teplota prostredia.[4]

1.5 Nulový dom

Ročná Energetická spotreba Nulového domu je 0-18 MJ/m², výrazne menej ako ostatné typy domov.[5] Jeho energetickú nezávislosť spôsobuje viacero faktorov:

- Podlaha je izolovaná penovým sklom
- Elektrinu dom získava fotovoltaickými panelmi
- Tepelné straty sú eliminované izoláciou a núteným vetraním



Obr.1- Nulový dom [5]

Rozmanitosť použitých technológií a ich správne zosúladenie umožňuje dokonalé prispôbenie okolitému prostrediu.

2 Vplyv prostredia

Energetická spotreba domu je úzko spätá s vplyvom okolitého prostredia. Moderné technológie vykurovania sa dopĺňajú aj správnou izoláciou budovy. Ako počiatok izolačných materiálov boli prírodné materiály, teda seno, lišajníky či slama. Moderná izolácia budov používa rôzne druhy polystyrénu, polyuretánu alebo je vákuovo izolovaná.

Pri priamom styku vykurovanej budovy s okolitým prostredím vzniká výmena tepla:

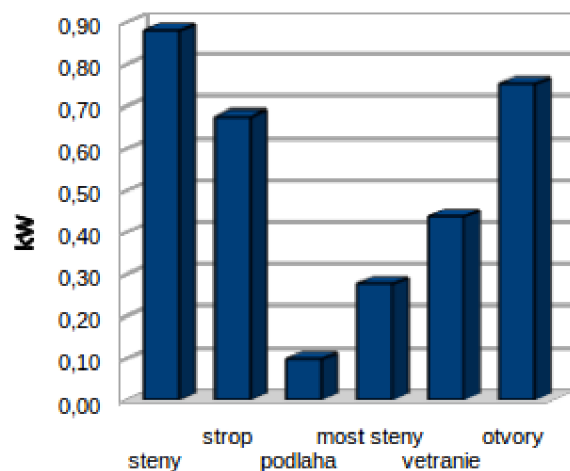
- Tepelnými stratami
- Pasívne tepelné zisky

2.1 Tepelné straty

Negatívny vplyv prostredia na vykurovanie majú tepelné straty. Tepelné straty sú spôsobené rozdielom teplôt medzi interiérom a exteriérom. Izolácia domu môže iba zmierniť tepelné straty. [6]

Tepelné straty sa dajú vyčíslit' veličinami:

- **Merná strata q [W/K]:** je stratový výkon pri rozdiel teplôt 1K.
- **Okamžitá strata P [kW]:** stratový výkon pre určitý, väčšinou maximálny rozdiel teplôt
- **Ročná strata Q [MWh]:** je množstvo tepla ktoré unikne z domu počas vykurovacieho obdobia.



Obr. 2 - Okamžitá strata na jednotlivých častiach domu [6]

Prenos tepla vedením (kondukciou) - Termodynamika definuje tieto tepelné straty prenosom tepla vedením. Kmitanie atómov spôsobuje výmenu tepla z teplejšieho na studenší.

Tepelná vodivosť λ [W/m.K] - Vlastnosť materiálu popisujúca vedenie tepelného toku a následné straty tepla.

Tepelný odpor R [m².K/W]- Teleso, napríklad stena, alebo izolácia tvorí Tepelný odpor prechodu tepelnému toku. Pri kombinácii rôznych izolačných vrstiev sa jednotlivé odpory sčítavajú. Odpor je definovaný vzťahom:

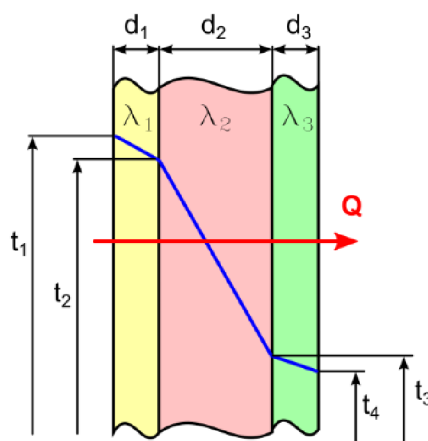
$$R = \frac{d}{\lambda}$$

R- tepelný odpor [m².K/W]
D -šírka steny [m]
λ- tepelná vodivosť steny [W/m.K]

Tepelný tok φ [W/m²]- vyjadruje tepelný výkon pre 1m² steny.

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R}$$

Φ[W/m²]- tepelný tok skrz 1m² steny
ΔT[K]- teplotný rozdiel
R[m².K/W]- tepelný odpor



Obr.3- Tepelný tok rovinnou zloženou stenou[7]

2.1.1 Význam zateplenia budovy

Je všeobecne známe, že zateplenie budovy izoláciou znižuje tepelný tok stenou, takže aj tepelné straty budovy. Toto zmiernenie je iba o čiastočné, preto sa často krát diskutuje, či počiatkové náklady na zateplenie sa naozaj vyplatia. Ekonomicky sa môže zdať, že pomer medzi poklesom tepelných strát a počiatkovej investície nedosahuje očakávané výsledky, ale táto metóda zateplenia má hlbší význam.

Rosný bod vzduchu - Pri poklese teploty sa zvyšuje relatívna vlhkosť vzduchu. Po dosiahnutí 100% vlhkosti dochádza ku kondenzácii vodnej pary. Teplota rosného bodu závisí na teplota a tlaku vzduchu, takže obecne sa nedá definovať jeho presná hodnota.

Pri konštrukciách budov je poloha rosného bodu veľmi dôležitá, lebo 100% vlhkosť môže spôsobovať poškodenie materiálu steny. Najvýhodnejšie zateplenie budovy posúva rosný bod do izolácie a nežiaduca vlhkosť sa vyparuje do exteriéru. [8]

2.2 Pasívne tepelné zisky

Zmierniť nutnosť vykurovania spôsobujú tzv. Pasívne tepelné zisky. Moderné technológie sa snažia využiť potenciál týchto zdrojov vo veľkej miere. Ako príklad pokroku technológií je dom s nulovou energetickou spotrebou - Nulový dom.

2.2.1 Vnútorne zisky

Medzi vnútorné tepelné zisky patrí teplo produkované ľuďmi v dome, svetidlami a inými elektronickými zariadeniami.[6]

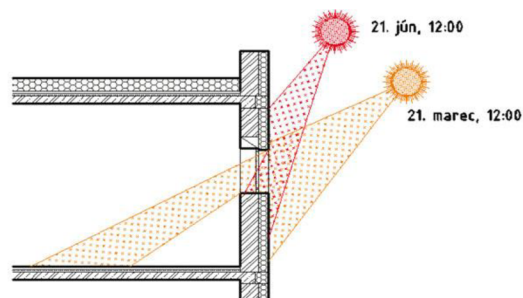
Zdroj	Vnútorne zisk [kWh]
Ľudia	100
Notebooky	20
Varenie	40
Vzduchotechnika	20

Tab. 1 Orientačné hodnoty vnútorných ziskov za mesiac [6]

2.2.2 Slniečne zisky

Väčšie využiteľne zložky pasívnych tepelných ziskov sú zisky slnečné. Orientácia domu na južnú stranu efektívne využíva tieto zisky.

Intenzita slnečnej radiácie I_0 [W/m²] - veličina vyjadrujúca prechod tepla jednoduchým oknom. Počas roka sa sklon uhlov dopadu slnečných lúčov ročnými obdobiami mení. [9]



Obr. 4 - Dopad slnečných lúčov modelovým oknom [10]

3 Druhy vykurovania

Na výbere tepelného zdroja vykurovania sa podieľa veľké množstvo faktorov. Vplyv prostredia, preferencia určitého typu paliva, ale aj finančný kapitál vplyva na voľbu zdroja tepla. V tejto kapitole bude prehľad najpoužívanějších moderných technológií vykurovania,

3.1 Tepelné čerpadlá

Tepelné čerpadlo je zariadenie, ktoré využíva obnoviteľnú energiu z rozličných zdrojov. Využitá energia sa používa nielen na vykurovanie, ale v letných mesiacoch aj na vychladenie objektu. Na transport energie z obnoviteľných zdrojov slúži kompresor, ktorý poháňa celý systém vykurovania. Celý princíp tepelných čerpadiel využíva až z 75% energie na pohon z okolitého prostredia. Zostatok energie musíme dodávať vo forme elektriny, prípadne plynu, ktorý poháňa kompresor čerpadla.

Súčasný trh ponúka mnohé druhy tepelných čerpadiel.

3.1.1 Tepelné čerpadlá voda zem-voda

Táto technológia využíva ako zdroj energie pôdu. Pri vysokej efektívnosti počas celého roka má tento spôsob nízke náklady na údržbu. Celý systém cirkulácie je 80-200 metrov hlboký, tak kvapalina čerpá energiu z ustáleného nezamrznutého prostredia pod zemou.[11]



Obr. 5 - Tepelné čerpadlo zem-voda [11]

Hlbinný vrt je najúčinnější zdroj tepla pre tento spôsob získavania tepla pre čerpadlo zem-voda. Výhodou je jeho nízka priestorová náročnosť, ale nevýhodou je vyššia zriaďovacia cena.

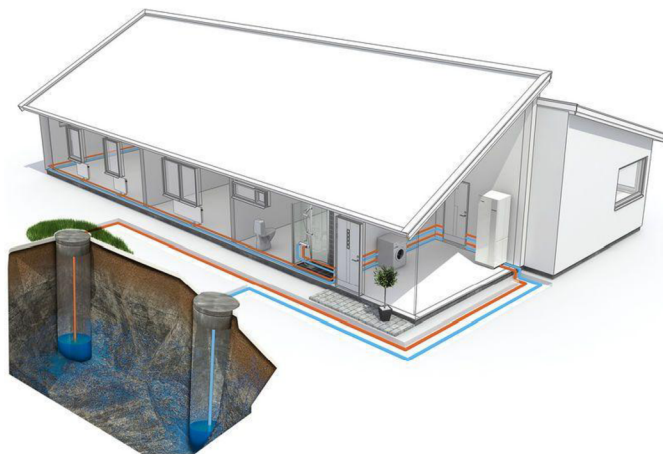


Obr. 6 - Hlbinný vrt [11]

3.1.2 Tepelné čerpadlo voda-voda

Tepelné čerpadlo voda-voda využívá energii zo spodnej vody. Celý cyklus obsahuje dve studne a výkonné čerpadlo, ktoré čerpá vodu zo zdroja.

Tento celoročne efektívny spôsob sa využíva aj na spätné využitie priemyselného odpadového tepla v technologických procesoch. Na druhej strane je náročnejší na údržbu - je nutná kontrola a výmena častí filtrov, výmenníkov atď. [11]



Obr. 7 - Tepelné čerpadlo voda-voda [11]

3.1.3 Tepelné čerpadlo vzduch-voda

Spôsob ktorým sa pri realizácii nezasahuje do zeme je čerpadlo vzduch-voda.

Teploto zo vzduchu je využívané primárne na vykurovanie budovy a zohrievanie úžitkovej vody. Celá sústava je doplnená vonkajšou jednotkou, ktorá dokáže ohriať vzduch z okolia až -20°C na pokojovú teplotu. Výkonnejšie systémy sa dopĺňajú aj riadeným vetraním obytných priestorov. [11]

Optimálna lokalita pre voľbu čerpadla vzduch-voda je teplejšie vonkajšie prostredie, ale aj preto je tento typ čerpadiel najviac rozšírený.



Obr. 8 - Vonkajšia jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda [12]

3.1.4 Ventilačné a Rekuperačné tepelné čerpadlá

Pokročilá technológia využitia tepelného čerpadla sa nazýva Rekuperácia.

Pri riadenom vetraní v dome je využité teplo z cirkulujúceho vzduchu, ktorý by bez tejto technológie bol vypustený bez využitia do okolia. Pri tomto spôsobe sú aj vo veľkej miere využívané pasívne zdroje tepla. Táto pokročilá technológia sa najviac využíva pri neštandardných typov domov - Pasívny dom, Nulový dom a iné. [11], [13]

Využitelnosť tepelného čerpadla je v niektorých prípadoch iba na zohriatie vody, ktorá je používaná pri iných spôsoboch vykurovania, ktoré budú opísané v ďalších kapitolách.

Tepelné čerpadlá sú v dnešnej dobe využívané v jednom z piatich rodinných domov. Ich efektívnosť spojená s ľahkou údržbou je budúcnosť pre ďalší vývoj technológií.

3.2 Vykurovanie pomocou zemného plynu

Zemný plyn je prírodný horľavý plyn, ktorý je zmesou metánu, propánu butánu a iných látok. Tento plyn je bez chuti a zápachu, preto z bezpečnostného hľadiska sa do zmesi plynu pridáva aj zápachová látka - odorant, podľa ktorej má plyn charakteristický zápach.

Zemný plyn je súčasťou skoro každej domácnosti. Ľudia ho využívajú nielen v kuchyni pri používaní plynových spotrebičov, ale aj vo veľkej miere na vykurovanie domu. Tento spôsob využívania plynu je pohodlný a finančne výhodný, preto až 94% Slovenska je odoberateľom a užívateľom plynu.

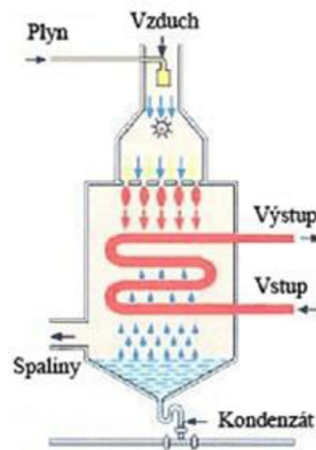
Na vykurovanie plynom sa používajú plynové kotle, ktoré sa rozdeľujú na kondenzačné a nekondenzačné. Podľa najnovších trendov sa už iba v malej miere využívajú nekondenzačné plynové kotle. Prevyšuje výroba kondenzačných kotlov. [14]

3.2.1 Plynový kondenzačný kotol

3.2.2 Princíp kondenzačného kotla

Plynový kondenzačný kotol je založený na princípe kondenzácie vodnej pary obsiahnutej v spalinách, ktoré majú 40-90°C. Teplo obsiahnuté v spalinách tzv. **kondenzačné teplo** nie je vypúšťané do ovzdušia, ale využité na znova ohrievanie ochladenej vody, ktorá sa vrátila z vykurovacieho systému - vratnej vody. Kotol pracuje v tzv. kondenzačnom režime ak je teplota vratnej vody do 55°C. [15]

Tepelná výmena medzi spalinami a vodou prebieha na výmennej ploche z antikorózneho materiálu, aby sa zabránilo korózií. Celá konštrukcia kotlu má komínový tvar.



Obr. 9 - Schéma kondenzačního kotla [16]

3.2.3 Účinnost' kondenzačních kotlov

Účinnost' je najdôležitejší technický údaj pri voľbe typu kondenzačného kotla. Princípom využívania kondenzačného tepla docielime maximálnu účinnosť. Hodnoty účinnosti sa pohybujú medzi 84%-109%. Účinnosť tesne pod 100% sa vyčísľuje z hodnoty tzv. spalného tepla. Pri nezanedbaní výhrevnosti paliva vo výpočte môže mať kondenzačný kotol účinnosť až 109%. [15]

3.2.4 Rozdelenie kondenzačných kotlov

Pri vykurovaní týmto horľavým plynom je najdôležitejšia bezpečnosť a spoľahlivosť zariadenia. Výrobcovia poskytujú širokú škálu typov plynových kotlov:

- **Závesné kondenzačné kotly** - sú určené na zavesenie na stenu. Slúžia na ohrev teplej úžitkovej vody s vykurovaním, alebo plnia iba funkciu vykurovania. Výhodou sú malé priestorové nároky a obsahujú zásobník teplej vody.
- **Zostavy kondenzačných kotlov** - plnia rovnakú funkciu ako závesné kondenzačné kotly, ale obsahujú zásobník teplej vody, ktorý je vedľa kotla a má väčší objem ako závesný zásobník.
- **Kompaktné kondenzačné kotly** - tento typ kotlov vyžaduje väčšie priestorové nároky, pretože je umiestnený na zemi. Obsahuje integrovaný zásobník teplej vody. Ohrev teplej vody môže byť doplnený aj solárnym kolektorom. Pre rodinné domy je tento typ kotla najvhodnejší.
- **Stacionárne kondenzačné kotly** - používajú sa na vykurovanie väčších objektov, lebo majú väčší objem a jednoduché hydraulické zapojenie. [15]

Rozmanité technológie pri využití plynu ako zdroj tepla majú veľký potenciál. Spolu s tepelnými čerpadlami ale tvoria iba prípravu teplej vody pre ďalšie spôsoby vykurovania. Nasledujúca kapitola obsiahne technológiu, pri ktorej sa tieto spôsoby ohrevu vody ďalej využívajú.

3.3 Vykurovanie elektrinou

Objavenie elektriny sa dodnes považuje za jeden z najväčších pokrokov ľudstva. Prúdenie nabitých častíc za účelom vyrovnania potenciálu medzi pólami nám dnes umožňuje uskutočniť aj predtým neuskutočiteľné. Elektrinu používa nepriamo každý obyvateľ planéty.

Používame ju ako zdroj energie pri osvetlení, pri doprave, pri telekomunikácií, ale v neposlednom rade i na vykurovanie.

3.3.1 Regulácia elektrickej energie

Vykurovanie elektrinou je svetovo nazývané ako najekologickejší spôsob pri ktorom sa nevyučujú žiadne emisie CO_2 a iné škodlivé látky. Jej ekologický potenciál je doplnený jednoduchou reguláciou, ale na druhej strane je elektrina najdrahšia surovina na trhu.

Cena elektriny sa dokáže počas dňa zmeniť z nižšej tarify na vyššiu. Reguláciu prívodu elektriny zabezpečuje distribučná spoločnosť pomocou HDO systému (hromadné diaľkové ovládanie). Tento systém garantuje stabilný prívod elektriny pre domácnosti.[17]

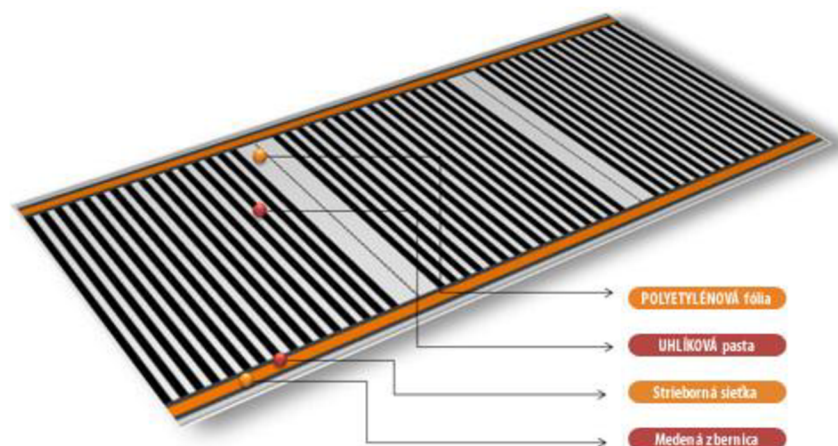
3.3.2 Podlahové kúrenie

Moderné dizajnové prvky rodinného domu sú dopĺňované plávajúcou podlahou, ktorá nahradila doterajšie koberce. Tepelné straty skrz podlahu sú ale väčšie ako skrz koberec. Súčasná technológia ponúka plávajúce podlahy, ktoré obsahujú vykurovacie telesá. Podlahové kúrenie je v dnešnej dobe preferované práve pre jeho komfort.

3.3.3 Elektrické vykurovacie fólie

Vykurovanie elektrickými fóliami je moderný typ podlahového vykurovania. Polyesterový dvojvrstvový materiál fólie, ktorý je teplom laminovaný zaručuje jednoduchú inštaláciu a nenáročnú údržbu. Fólia sa vloží pod drevenú podlahu. Nevýhodou je práve elektrina ako zdroj energie, takže táto technológia je vhodná iba do suchých prostredí.

Vo vlhkom prostredí, v kúpeľni, sa používajú elektrické vykurovacie rohože, ktoré sú vhodnejšie na umiestnenie pod dlažbu. [18]



Obr. 10 - Schéma uhlíkovej elektrickej fólie [19]

3.3.4 Teplovodné podlahové kúrenie

Táto technológia podlahového vykurovania je úzko spätá s predchádzajúcimi spôsobmi ohrevu úžitkovej vody. Tepelné čerpadlá, prípadne plynové kotle pripravujú teplú vodu, ktorá je hnaná cez teplovodné potrubie umiestnené pod podlahou. Inštalácia tohto typu podlahového vykurovania je zložitejšia z hľadiska rovnomerného pokrytia celej vykurovanej oblasti. Teplovodné rúrky sú prichytené upínacími sponami, ktoré sú uchytené o tepelnú izoláciu pod vykurovacím systémom.

Tento spôsob vykurovania nemá elektrinu ako priamy zdroj pohonu. Elektrinou poháňané sú iba zariadenia, tepelné čerpadlá alebo elektrické kotle, ktoré uhrievajú prípadne transportujú vodu vykurovacím systémom. [20]

Rúrky môžu byť pod podlahou uložené rôznymi spôsobmi:

- **Paralelný spôsob:** je to najjednoduchší spôsob uloženia, ktorým sa vyrieši asymetrické usporiadanie priestoru. Pre tento spôsob je vhodné používať rúrky s priemerom 16 alebo 17mm. [20]



Obr. 11 - Paralelný spôsob [21]

- **Meandrové uloženie:** je komplikovanejšie ako paralelné pri atypických vykurovacích plochách, ale povrchová teplota podlahy je rovnomernejšia. Rúrky sa ohýbajú maximálne do 90°, preto na túto technológiu sa používajú rúrky s priemerom až 20mm. [20]



Obr. 12 - Meandrové uloženie [22]

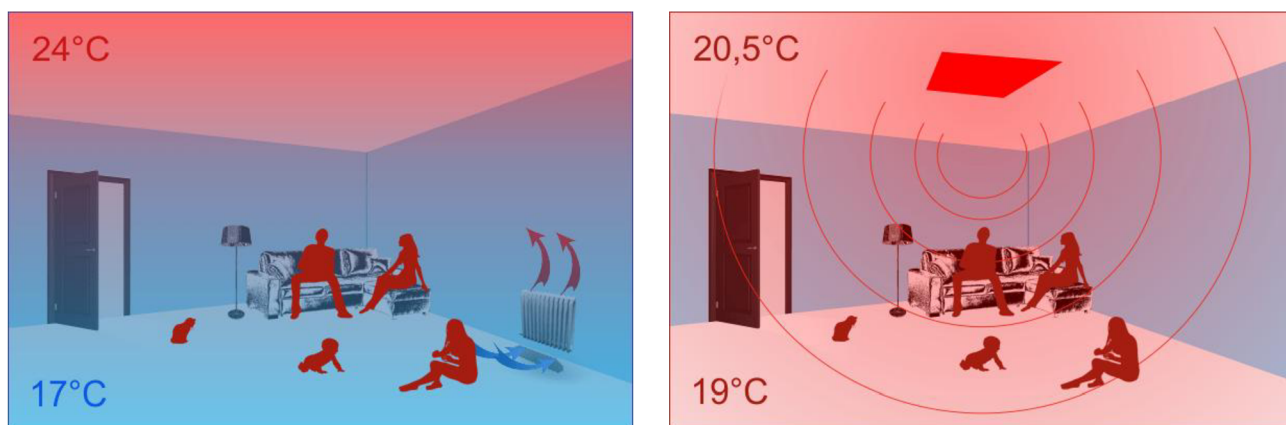
3.3.5 Vykurovanie infranelmi

Slnko predstavuje najväčší a najpríjemnejší zdroj tepla pre planétu Zem. Infračervené teplo zo Slnka sa šíri v tepelných vlnách. Technológia vykurovania infranelmi sa najviac približuje prirodzenému ohrevu Slnkom.

Princíp vykurovania

Pri klasických spôsoboch vykurovania teplo zo zdroja slúži k ohrevu vzduchu, z ktorého potom prechádza teplo do objektov a ľudí v miestnosti. Tento princíp spôsobuje vyššiu teplotu vzduchu v miestnosti ako stien a ďalších predmetov v miestnosti. Vírenie prachu vzniknutého pri cirkulácii vzduchu má nepriaznivý vplyv na kvalitu vzduchu a miestnosti a pri chladnejších častiach stien môže viesť k vzniku plesní. [23]

Princíp vykurovania infranelmi je odlišný ako klasické spôsoby. Teplo z vykurovacej jednotky sa odovzdáva do okolia sálaním. Infračervené vlny sa šíria vzduchom a priamo odovzdávajú teplo okolitým objektom bez tepelných strát. Strop, steny a podlaha sa tak stávajú priamym zásobníkom tepla a sekundárne ho vracajú do priestoru. Schopnosť akumulácie tepla okolitými prvkami je základný princíp infravykurovania. Vykurovacia jednotka, slúžiaca ako zdroj, produkuje zdravotne výhodné a ekonomicky úsporné teplo. V neposlednom rade tvorí aj estetický a módný doplnok v domácnosti. [23] [24]



Obr.13 - Princíp vykurovania infranelmi [23]

Umiestnenie infrapanelov

Vhodné umiestnenie infrapanelu v miestnosti má veľký význam. Z hľadiska miery využitia sa panely umiestňujú na steny, na strop, alebo na podlahu.

Stropné panely zabezpečujú rovnomerné zohriatie všetkých objektov v miestnosti. Rozteč výhrevnosti stropných panelov je priamoúmerná s montážnou výškou, čiže výškou stropu. Najväčšia tepelná intenzita je pod zdrojom a klesá s hodnotou rozteče. Vo väčších miestnostiach sa používajú kombinácie umiestnenia panelov pre docielenie rovnomernej intenzity sálania po celej šírke miestnosti.

Nástenné infrapanely sa používajú ako vykurovacia jednotka, ktorá veľa krát plní aj estetický význam v miestnosti. Vykurovacie nástenné panely umiestnené v kúpeľni môžu slúžiť aj ako zrkadlo, alebo ako klasický radiátor s držiakom na uteráky. V ďalších miestnostiach môžu panely popri vykurovaní esteticky pripomínať obraz. Tento efektívny designový doplnok vytvára v miestnosti príjemné prostredie.

Podlahové panely sa pomocou chrómových podper umiestnia do miestnosti, kde nie je možné iné umiestnenie panelov. Podpery sa zafixujú do podlahy a celá vykurovacia jednotka môže oddelovať a ohrievať miestnosť. Nevýhodou tohto spôsobu uchytenia je nestabilita a možnosť prevrátenia.



Obr.14 - Infrapanel ako obraz [25]

Vykurovanie elektrinou sa v 21. storočí veľmi výrazne vyvinulo. Nové technológie využívajúce elektrinu ako zdroj energie, majú najväčší potenciál v porovnaní s inými zdrojmi tepla. Ľudstvo bude využívať elektrinu ešte po dlhé generácie, lebo je jednoducho obnoviteľná a získateľná.

3.4 Vykurovanie tuhými palivami

Tradičný spôsob pre vykurovanie rodinného domu je vykurovanie tuhými palivami. V našej krajine sú tieto palivá dobre dostupné aj lacné, ale zaberajú veľký objem, takže uskladnenie je náročnejšie. Získavanie tepla spaľovaním tuhých palív prebieha v spaľovacích kotloch, ktoré si vyžadujú svoju údržbu. Podľa typu paliva sa tieto kotle rozlišujú aj cenovo, aj princípom.

3.4.1 Kusové drevo

Vykurovanie drevom patrí k najlacnejšej variante z vykurovania tuhými palivami. Najčastejšie sa používajú tvrdé dreva s väčšou výhrevnosťou ako napr. buk, dub, agát alebo borovica. Drevo sa objednáva od dodávateľa mokré a necháva sa vysušiť pred spálením. Kotly na kusové drevo sa nedajú automatizovať, takže vyžadujú manuálne dokladanie, čo znižuje ich efektívnosť a účinnosť až o 30% ako pri iných automatických kotloch.

Ako najbežnejším spôsobom spaľovania dreva je v spaľovacích krboch, kachľových peciach, alebo v peciach na drevo. Tieto pece musia mať riadený prívod vzduchu z boku alebo zhora. Na vznietenie dreva v krbe sa používajú tekuté alebo tuhé podpalače. [26] [27]

3.4.2 Energetická štiepka

Popri samotnej ťažbe a drevovýrobe vzniká odpad, ktorý sa spracováva na energetickú štiepku. Pri výrobe netreba ďalšie spracovanie, preto je cenovo prístupná. Tento spôsob sa považuje za obnoviteľný zdroj energie. Na Slovensku vznikajú plantáže s rýchlorastúcimi drevinami napr. topol a vrba, ktoré sú vhodné na výrobu. [28]

3.4.3 Drevné pelety

Drevné pelety sa vyrábajú sa lisovaním z odpadového dreva. Kvalitnejšie sú Biele pelety, ktoré sú vyrobené z mäkkého dreva a kôry. Vyznačujú sa veľkou výhrevnosťou. [27]



Obr.15 - Drevné pelety [27]

Vykurovanie peletami prebieha v automatických peciach s vysokou účinnosťou, kde sa pelety nasypú do zásobníkov a pec si automaticky reguluje množstvo horiacich peliet. Pelety sa môžu spaľovať aj v klasických krboch, ktoré obsahujú tzv. košík na pelety. Tento košík má aj širšie využitie. [28]



Obr.16 - Košík na pelety [29]

3.4.4 Drevné brikety

Drevné brikety sa vyrábajú z drevného odpadu lisovaním, podobne ako pelety. Kvalita brikiet môže byť rôzna. Brikety sa vyrábajú z mäkkého, alebo tvrdého dreva. Rovnomernejší plameň, ale ťažšie vznietenie majú brikety vyrobené z tvrdého dreva. Kvalitnejšie brikety, ktoré sa nerozpadajú na piliny, sa používajú ako samostatné palivo, iné sa dopĺňajú kusovým drevom, alebo hnedým uhlím. Brikety majú väčšiu výhrevnosť ako kusové drevo.

Spaľovanie drevných brikiet prebieha v podobných peciach ako spaľovanie kusového dreva. Využívajú sa na krby, kachľové pece, alebo pece na drevo. [26] [27]



Obr. 17 - Drevné brikety [30]

3.4.5 Čierne a hnedé uhlie

Uhlie je prvé používané palivo. Využívalo sa už od staroveku v hutníctve, na kúrenie, na pohon dopravných prostriedkov, aj na výrobu elektrickej energie.

Čierne uhlie je fosilné palivo, ktoré vzniklo už v prvohorách a obsahuje organické zvyšky. Má vysoký obsah uhlíka a veľkú výhrevnosť, preto sa používa na výrobu koksu alebo ako palivo v priemysle.

Hnedé uhlie je nerast, ktorý vznikol karbonizáciou dreva. Využíva sa hlavne v tepelných elektrárnach ako palivo.

Pre vykurovanie uhlím sa vyrábajú uhoľné brikety, ktoré sú ale náročnejšie na zapáľovanie. Ako doplnok pri zapáľovaní je vhodné použiť drevo. Brikety sa môžu spaľovať aj v peci na drevo, alebo v krbe, ale vyrábajú sa aj špeciálne pece na uhlie. V týchto peciach sa vzduch privádza odspodu, čo má priaznivý vplyv na horenie uhlia. [26]

3.4.6 Uhoľný koks

Koks je pevný uhlíkový zvyšok z čierneho uhlia. Používa sa ako palivo v priemysle napr. vo vysokej peci. Koks z uhlia je šedý, tvrdý a pórovitý. Má vysokú výhrevnosť od 25-30 MJ/kg. [31]

Na vykurovanie a výrobu teplej úžitkovej vody je koks ako jediný povolený zdroj v centrách miest, lebo má nízku prašnosť.

Vykurovanie koksom prebieha v kotloch, ktoré môžu byť aj automatické.

3.5 Solárne panely

Solárne panely, tzv. solárne kolektory slúžia na ohrievanie vody v domácnosti. Ako zdroj tepla využívame slnko, ktoré žiari až 2200 hodín ročne.

Solárna sústava umiestnená na streche domu prijíma energiu zo slnka a využije ju na ohrev teplotonosnej látky, ktorá býva väčšinou kvapalná alebo plynná. Následne je táto látka odvádzaná do miesta, kde je teplo z nej využité na ohrev vody alebo kúrenie.

Používaním solárnych panelov sa dá doceliť aj úplná nezávislosť od iných zdrojov tepla.

Účinnosť solárnych panelov

Najdôležitejším faktorom pre výber vhodného solárneho panela je jeho účinnosť. Maximálna celoročná účinnosť v bežných kolektoroch je medzi 75-80%. Pri použití špeciálneho solárneho skla môžeme zvýšiť účinnosť až na 85% . [32]

4 Kombinované vykurovanie

Každý spôsob vykurovania je originálny a výnimočný, ale má aj svoje výhody a nevýhody. Pre docelenie maximálnej účinnosti a efektivity sa často krát jednotlivé metódy vykurovania kombinujú. Kombinácií je nespočetné množstvo, preto do tejto práce boli vybrané iba kombinácie použité ďalej v modelovom dome.

4.1 Kúrenie drevom a infrapanelmi

Kúrenie drevom v kotly častokrát nepokryje vykurovanie celého domu, preto je vhodné dokurovanie infrapanelmi v odľahlých miestnostiach domu.

Tento tradičný spôsob vykurovania drevom nie je automaticky riadený, takže počas noci, prípadne nadržanom je nutné dokurovanie infrapanelmi.

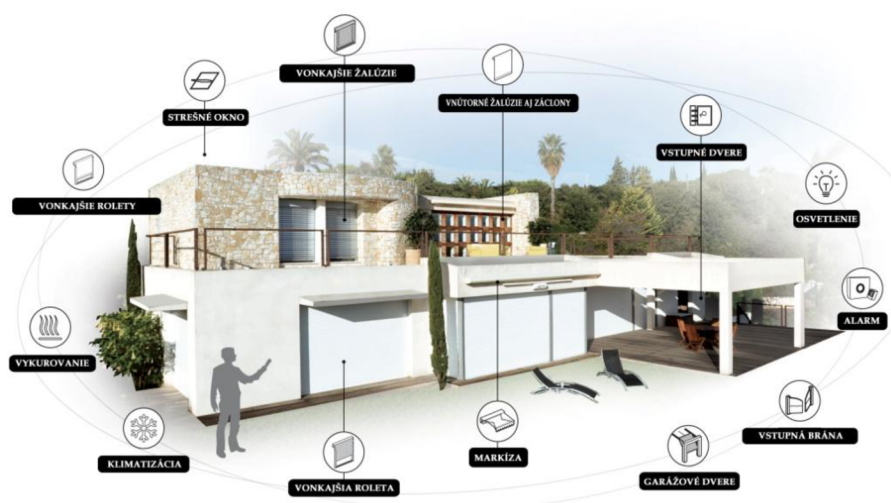
4.2 Kúrenie drevom a podlahovým kúrením

Ďalším doplnkovým spôsobom vykurovania drevom je podlahové kúrenie. Podlahové kúrenie slúži k doplneniu komfortu počas dňa aj noci. V novostavbách sa veľmi často využíva vykurovanie podlahovým kúrením v kombinácií s inými spôsobmi.

4.3 Inteligentný dom

Kombinovaným vykurovaním dochádza k zníženiu nákladov na prevádzku domu. Pre docelenie ideálneho vykurovacieho postupu je nutné automatické riadenie. Dokonalým príkladom súladu vykurovaní je Inteligentný dom.

Prekvapivo, inteligentný dom nie je iba riadenie osvetlenia prípadne kúrenia. Dom robí až 50 000 činností ročne sám. Riadené osvetlenie a riadené vykurovanie zabezpečujú komfort a bezpečnosť pre rodinu. Množstvo riadiacej techniky má aj oveľa väčšiu počiatočnú investíciu ako u iných domov. [33]



Obr. 18 - Inteligentný dom [34]

5 Modelový dom

Modelový dom sa nachádza na severnej strane väčšieho obytného domu v meste Piešťany, s nadmorskou výškou približne 162 mnm. Dom je celoročne obývaný a je zrekonštruovaný. Pôvodná stavba existuje od roku 1960.



Obr.19 - Modelový dom

5.1 Popis modelového domu

Orientácia domu na severnú stranu obmedzuje prístup slnečných lúčov priamo na dom počas celého dňa. Slnko svieti na dom iba ráno a navečer. Výhodou nepriameho prístupu slnečných lúčov je stabilná teplota počas leta.

Rekonštrukcia domu prebehla v roku 2007 a pozostávala zo zateplenia budovy a dostavania hornej miestnosti. Z terasy je prístup do jednej izby na druhom poschodí. Na prízemí je kuchyňa spojená s obývačkou, spálňa a kúpeľňa.

	Plocha podlahy [m^2]	Objem miestnosti [m^3]	Orientácia okien	Druh podlahy
Kuchyňa s obývačkou	24,3	66,8	Sever	Dlažba/PVC
Spálňa	22,95	63,2	Sever	PVC
Kúpeľňa	4,55	12,4	Západ	Dlažba
Vstupná hala	2,25	6,2	Západ, Sever	Dlažba
Host'ovská izba	22,95	57,4	Západ	Koberec
Terasa	31	-	-	Ipor-izolácia
Σ	108	206	-	-

Tab. 2 - Parametre domu

5.2 Vykurovanie v modelovom dome

Veľkou výhodou modelového domu je jeho umiestnenie. Z jednej strany sa dotýka iného bytového domu, čo znižuje celkové tepelné straty o skoro 25% a aj s tým úzko späté náklady na vykurovanie.

Dom je vykurovaný krbom na drevo a dopĺňovaný strojnými infrapanelmi.

5.2.1 Krb na drevo

Krb v modelovom dome je umiestnený v obývacej miestnosti a obsahuje rozvádzač tepla do spálne. Spaliny stúpajú komínom cez terasu domu von.

Drevo používané na vykurovanie je uskladnené pri dome. Túto vykurovaciu sezónu, od novembra do apríla, bolo používané bukové drevo.

5.2.2 Infrapanely

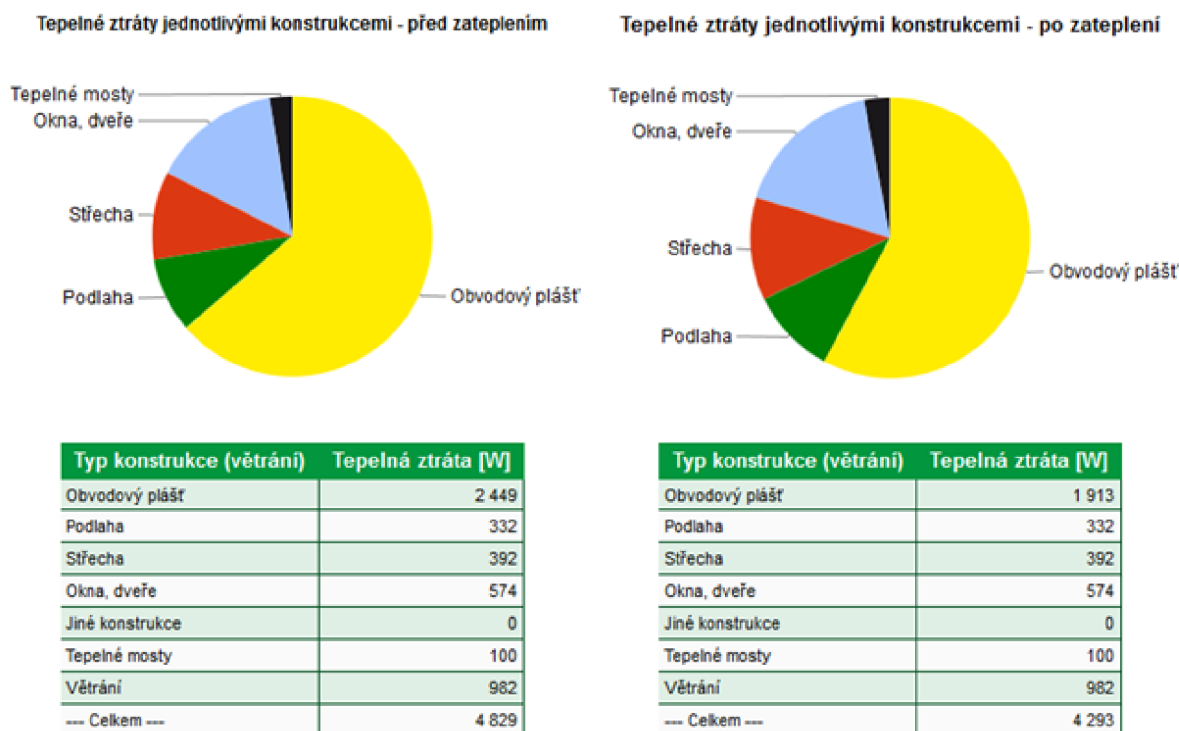
Infrapanely do modelového domu boli doplnené v roku 2017 za účelom zníženia nákladov na vykurovanie a zjednodušenia náročnosti na prevádzku.

V dome sa nachádza jedna veľká ECOSUN 700 U a jedna malá ECOSUN 300 U. Panely majú príkon 700 W a 300 W. V najmenšej miestnosti, v kúpeľni, je umiestnený malý panel. Iné vykurovanie v tejto miestnosti nie je. Väčší infrapanel sa nachádza v spálni.

5.3 Náklady na roční prevádzku

Po rekonštrukcii domu je dom celoročne obývaný. Do roku 2017 sa v dome vykurovalo iba drevom v krbe. Rekonštrukcia spočívala z dostavania hornej časti domu a zateplenia budovy. Pomocou definovania parametrov domu do online-kalkulačky na portále TZB-info [35] boli vypočítané tepelné straty objektu.

STAVEBNÉ - TECHNICKÉ HODNOCENÍ



Obr. 20 - Tepelné straty modelového domu [35]

Z poklesu tepelných strát pred a po zateplení je známe, že pridaním izolácie sa znížili tepelné straty, ale hlavne posunutie rosného bodu, čo je veľmi dôležité pri zachovaní kvality stien budovy.

Vo vykurovacej sezóne 2017/2018, kedy bolo zavedené doplnkové vykurovanie infrapanelmi, stúpla ročná spotreba elektrickej energie o 62,5€. Vykurovacia sezóna doplnkových infrapanelov je iba 4 mesiace, kedy bola spotreba dreva najvyššia.

Za celú vykurovaciu sezónu, 7 mesiacov, bolo spotrebovaných 6 prn= 3510 kg dreva s nákupnou cenou 70€/1prn. Celková cena dreva na vykurovanie v roku 2017/2018 bola 420€. Nakúpené bukové drevo bolo vysušené s maximálnou vlhkosťou 25% a s výhrevnosťou 12,5MJ/kg.

Modelový dom sa zaraďuje do kategórie D2-Spokojná domácnosť distribučnej firmy MAGNA ENERGIA, ktorej cena elektriny je 0,15€/1kWh.

Jednoduchým prepočtom sme zistili ročnú spotrebu infrapanelov v domácnosti a následnú získanú energiu prevádzkou infrapanelov.

Výhrevnost bukového dřeva je 585MJ/kg. Výpočtem sme zjistili ročný zisk energie spařováním dřeva.

	Množstvo	Energia	Pomer	Cena
Panely	416,7 kWh	1500 MJ	4%	62,5€
Drevo	3510 kg	37294 MJ	96%	420 €
Σ	-	38794 MJ	-	482,5€

Tab. 3 - Celkové ročné náklady na vykurovanie

Celkové ročné náklady na vykurovanie v modelovom dome sú 482,5€ , energetické náklady na vykurovanie sú 38 794MJ. Termostat regulujúci vykurovanie infrapanelmi je nastavený na 20°C, čo spôsobuje nízky percentuálny pomer medzi množstvami vyprodukovanej energie na vykurovanie.

Tieto energetické náklady budovy boli porovnané s on-line výpočtovou kalkuláciou TZB-info. Pre spôsob porovnanie výpočtov a on-line kalkulácií bolo zvolené mesto Hodonín (162 mm).

The screenshot shows the TZB-info online calculation tool. Key parameters and results are as follows:

- Location:** Hodonín
- Outdoor temperature (t_{e}):** 0 °C
- Indoor temperature (t_{is}):** 20 °C
- Heating load (Q_c):** 4.3 kW
- Seasonal energy requirement ($Q_{VT,r}$):** 46.8 GJ/rok (13 MWh/rok)
- Hot water heating:** Calculated as 0 GJ/rok (0 MWh/rok)
- Total annual energy requirement (Q_r):** 46.8 GJ/rok (13 MWh/rok)

Obr. 21 - Celkové ročné náklady na vykurovanie [36]

Vypočítané a vykalkulované hodnoty sa líšia maximálne o približne 18%, preto výsledky výpočtu tepelných strát môžu byť považované za adekvátne realite.

5.4 Návrh iného spôsobu vykurovania bez zásahu do objektu

Keďže je stavba relatívne novo rekonštruovaná, tak je zbytočné robiť veľké zásahy pri zmene typu vykurovania. Návrh iného spôsobu vykurovania bude spočívať iba v regulácií a optimalizácií zdrojov vykurovania, ktoré sú v dome k dispozícii.

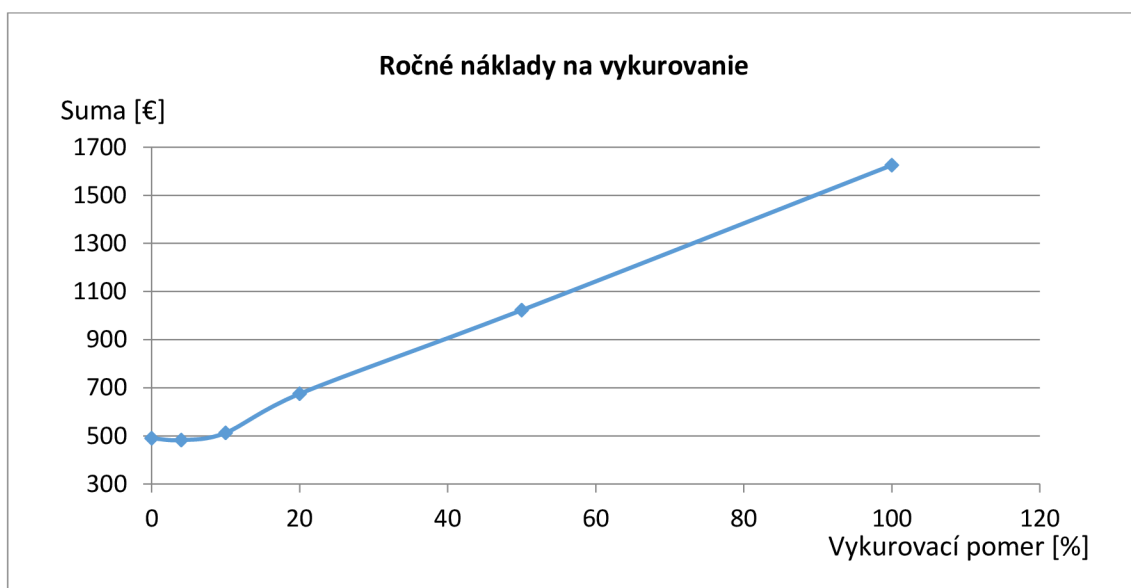
5.4.1 Regulácia percentuálneho pomeru zdrojov vykurovania

Zavedenie infrapanelov v objekte bolo za úmyslom zníženia spotreby dreva, používaného na vykurovanie a za cieľom čiastočnej automatizácie regulovania teploty. Infrapanely sa v súčasnej dobe využívajú iba ako doplnok a z celkovej produkcie tepla sú iba 4% vyrobené sálavými panelmi. Použité infrapanely majú oveľa vyššiu účinnosť ako teplo produkované krbom.

Prvý návrh spočíva v hľadaní správneho energetického pomeru medzi jednotlivými zdrojmi tepla. Pre zjednodušený výpočet sú použité ročné náklady na vykurovanie 39000 MJ.

Pomer zdrojov	Energetický pomer	Množstvo	Cena	Suma
100% Drevo 0% Panely	39 000 MJ 0 MJ	3850 kg 0 kWh	490 € 0 €	490 €
96% Drevo 4% Panely	37 294 MJ 1 500 MJ	3510 kg 416,7 kWh	420 € 62,5 €	482,5 €
90% Drevo 10% Panely	35 100 MJ 3 900 MJ	3303,5 kg 1 083 kWh	350 € 162,5 €	512,5 €
80% Drevo 20% Panely	31 200 MJ 7 800 MJ	2936,5 kg 2 167 kWh	350 € 325 €	675 €
50% Drevo 50% Panely	19 500 MJ 19 500 MJ	1 836 kg 5 416 kWh	210 € 812,5 €	1 022,5 €
0% Drevo 100% Panely	0 MJ 39 000 MJ	0 kg 10 833 kWh	0 € 1 625 €	1 625 €

Tab. 4 - Cenové zhodnotenie energetických pomerov



Graf 1 - Priebek vykurovacieho pomeru na cene vykurovania

Z grafu je jasné, že vykurovanie infrapanelmi je primárne určené iba ako doplnok vykurovania. Pri prepočte na cenu za jeden MJ energie vychádza vykurovanie drevom o 25% výhodnejšie ako vykurovanie infrapanelmi, tak je nevýhodné používať infrapanely vo väčšej miere ako do 10%.

100% vykurovanie drevom je iba o necelých 10 € lacnejšie ako kúrenie dopĺňované panelmi v miere 4%. Počiatočná investícia na zavedenie panelov bola 270 €, takže návratnosť je približne 27 rokov.

5.4.2 Obmena zdroja energie v krbe

Pomer cena a kvalita/efektivita je vždy aktuálna otázka pri výbere zdroja tuhého paliva do krbu. Pri návrhu iného tuhého paliva boli vybrané na porovnanie rôzne tuhé paliva s rôznymi hodnotami výhrevnosti, vlhkosti a ceny. Tieto tuhé palivá sú vhodné na spaľovanie v krbe umiestnenom v modelovom dome.

Produkt	Výhrevnosť	Vlhkosť	Hmotnosť	Cena
Buk-suché drevo	12,5 MJ/kg	do 25%	585 kg/1prm	70 €
Breza-suché drevo	13,5 MJ/kg	do 25%	525 kg/1prm	75 €
Drevené brikety tehlové-borovica	19 MJ/kg	10%	960 kg	153 €
Drevené pelety 6mm z ihličnatých drevín	17,3MJ/kg	7,8%	1000 kg	234 €

Tab. 5 - Prehľad parametrov vybraných produktov

Pri výpočtoch sa bude uvažovať 4% energetické dopĺňanie výhrevu panelmi. Hodnota energetického výhrevu tuhými palivami bude 37 500 MJ. Výsledky sú počítané prepočtom cez 1 kg materiálu.

Produkt	Výhrevnosť	Ročné množstvo	Celkové náklady
Buk- suché drevo	12,5 MJ/ kg	3 510 kg	420 €
Breza- suché drevo	13,5 MJ/kg	3 355 kg	479 €
Drevené brikety- borovica	19 MJ/kg	2 322 kg	370 €
Drevené pelety	17,3 MJ/kg	2550 kg	596 €

Tab. 6 - Cenové zhodnotenie celkových nákladov na vykurovanie

5.5 Návrh obmeny zdroja vykurovania

Ako návrh iného zdroja vykurovania v rodinnom dome bolo vybrané podlahové vykurovanie. Vykurované miestnosti budú tie, v ktorých je zabudované vykurovanie infrapanelmi. Cieľom tejto obmeny je porovnanie návratnosti počiatkovej investície starého infravykurovania s podlahovým vykurovaním.

Keďže náš modelový dom nemá tepelné čerpadlo, tak zvolený typ podlahového vykurovania sú podlahové rohože do kúpeľne a podlahové fólie do spálne. Pri teplovodnom podlahovom vykurovaní by bola vyššia počiatková investícia kúpu tepelného čerpadla.

Počiatkové investície:

Do kúpeľne bola vybraná vykurovacia rohož EKmat D 150/m² s celkovým príkonom 225 W za 66 €. Do spálne bola vybraná fólia DH EK 305 a veľkosťou 10,5 m² s príkonom 80W/m², za 127 €. Celkový príkon je 625 W. Doplnky vykurovania, parazábrany a vodiče boli vyčíslené na sume 98 €. Celková investícia do nového typu vykurovania je približne 291 €.

Počiatková investícia na zaradenie infrapanelov bola 270 € a celkový príkon je 1000 W. Pri nákupe infrapanelov nie je nutné kupovať veľké množstvo doplnkov a inštalácia je jednoduchšia, bez výrazného zásahu do objektu.

Náklady na prevádzku zariadenia:

Pre porovnanie týchto dvoch spôsobov sa uvažuje 96%-tné vykurovanie drevom, takže na doplnkové 4%-tné vykurovanie je energetická hodnota 1500 MJ resp. 416 kWh.

Vykurovanie panelmi:

Prepočtami pomocou príkonu a účinnosti panelov 96%, bola zistená vykurovacia doba 433 hodín v priebehu vykurovacieho obdobia panelov- 4 mesiace. To znamená, že zariadenia nainštalované na doplnkové vykurovanie je zapnuté približne 216 minút denne, aby pokrylo 4% z vyprodukovanej energie na vykurovanie. Ročné náklady na dokurovanie panelmi sú 62,5 €. Návratnosť vykurovania panelmi je 3,28 roka, približne 1200 dní.

Vykurovanie podlahovou fóliou, rohožou:

Pomocou rovnakých výpočtov (účinnosť podlahového vykurovania 99%) bola zistená vykurovacia doba 672 hodín v priebehu 4 mesiacov. Takže zariadenia nainštalované v dome sú zapnuté 336 minút denne pri rovnakom pokrytí vyprodukovanej energie. Ročné prevádzkové náklady na podlahové vykurovanie v modelovom dome sú 64 €. Návratnosť bola následne vyčíslená na 3,37 roka, približne 1229 dní.

Zdroj	Výkon	Účinnosť	Denná prevádzka	Ročné náklady	Počiatková investícia	Návratnosť
Infrapanely	1000 W	96 %	216 min	62,5 €	270 €	1200 dní
Fólia, rohož	625 W	99%	336 min	64 €	291 €	1229 dní

Tab. 7 - Porovnanie spôsobov vykurovania

Ako výhodnejší spôsob vykurovania rodinného domu je vykurovanie infrapanelmi.

DISKUSE

Prvý návrh regulácie vykurovacieho pomeru je optimálne riadený termostatom. Ideálny pomer je 4%tné vykurovanie panelmi, čo aj nastavenie termostatu na 20°C zabezpečuje. Pri 100%tnom vykurovaní panelmi sú najväčšie prevádzkové náklady o viac než 3-násobok. Pri 100%tnom vykurovaní panelmi by bolo optimálne zaviesť ešte ďalšie vykurovacie jednotky do domu, čím by sa zvýšila počiatočná investícia. Vykurovanie iba drevom bolo v dome pôvodne a jeho náklady na prevádzku sú iba o necelých 10 € vyššie.

Hlavná idea doplnenia infrapanelov do systému vykurovania bola udržanie stabilnej teploty v miestnosti. V ranných hodinách je nutné doplnenie vyhrievania panelmi, lebo v krbe už všetko drevo vyhaslo. Súčasnú nastavenie termostatu na 20°C je najideálnejšie ekonomické a komfortné riešenie.

Druhý návrh zmeny zdrojov energie v krbe spočíva v porovnaní viacerých drevných materiálov, alebo drevných produktov vhodných na vykurovanie v krbe. Pri voľbe kusového dreva ako zdroja energie v krbe vyšlo výhodnejšie bukové drevo ako brezové, aj keď má brezové vyššiu výhrevnosť. Pri uvažovaní peliet ako zdroja energie v krbe je nutné ešte dokúpiť do systému tzv. kôš na pelety, ktorý umožňuje spaľovať pelety v klasickom krbe. Cena košu je približne 70 €. Tento spôsob nemá v klasických krboch skoro žiadnu cenovú výhodu. V automatických peciach s vyššou účinnosťou a automatickým dávkovaním je tento spôsob výhodnejší. Celkovo najekonomickejší zdroj tepla v krbe sú borovicové brikety s najvyššou výhrevnosťou, lacnejšie až o 50€ ročne ako je súčasný stav.

V treťom návrhu obmeny zdroja energie je porovnané vykurovanie fóliami a rohožami so súčasným stavom. Výsledky ukázali, že panely pre pokrytie 4%tného vykurovania potrebujú 216 minút denne, zatiaľ čo podlahové vykurovanie 336 minút denne. Ročné náklady na vykurovaciu sezónu (4 mesiace) sú veľmi podobné, takže výhodnejší typ vykurovania je s nižšou počiatočnou investíciou. Počiatočné investície nezahŕňajú inštaláciu zariadení. Pri inštalácii panelov nie je nutný veľký zásah do budovy, panely sa zavesia na strop. V druhom prípade sú fólie umiestnené pod podlahu, čo komplikuje inštaláciu rozobratím podlahy.

Oba spôsoby vykurovania znižujú nároky na starostlivosť o udržanie stabilnej teploty, je už iba na osobnej preferencii, ktorá metóda je príjemnejšia.

Ako dokonalú kombináciu pre modelový dom sa odporúča zachovanie energetického pomeru zdrojov a obmena tuhého paliva v krbe na borovicové brikety.

ZÁVĚR

Cieľom práce bolo spraviť prehľad jednotlivých foriem vykurovania rodinného domu. V dnešnej dobe moderné technológie nám umožňujú využívať rôzne zdroje energie a premieňať ich na teplo.

Na začiatku práce boli definované rôzne typy domov, ktoré sa v dnešnej dobe vyskytujú. Štandardný rodinný dom, ktorý bol aj predmetom praktického výpočtu, je najbežnejší typ domu. Nízkoenergetický, nulový, úsporný a pasívny dom sú ukážky pokroku moderných technológií a dokonalého prispôsobenia okolitému prostrediu.

Prispôsobenie okolitému prostrediu spočíva v zmiernení tepelných strát budovy. Ďalšia kapitola definovala fyzikálne pojmy potrebné na vyjadrenie tepelných strát. Eliminácia tepelných strát prebieha zateplením budovy. Objasnenie pravého dôvodu zateplenia nasleduje po definíciách tepelných strát. V závere kapitoly boli spomenuté protikladné pojmy tepelným stratám, tepelné zisky. Tieto princípy využívajú technológie v úsporných, nulových a pasívnych typoch domov.

V tretej kapitole boli definované všetky typy a spôsoby vykurovania. Tepelné čerpadlá sú tradičný a najbežnejší spôsob ohrevu vody v rodinných domoch. V práci boli spomenuté rôzne spôsoby používania tepelných čerpadiel.

Vykurovanie pomocou zemného plynu má množstvo výhod. Jednou z toho je aj kondenzačné teplo, ktoré sa vo veľkej miere využíva v plynovom kondenzačnom kotly, ktorý bol v kapitole popísaný. Veľkým paradoxom je jeho účinnosť, ktorú najviac ovplyvňuje využitie kondenzačného tepla.

Vykurovanie elektrinou je pohodlný, automaticky riadený spôsob. Využíva sa podlahové vykurovanie, ktoré je zložené kompletne z elektrického pohonu, alebo teplovodné, ktoré je riadené elektrickým tepelným čerpadlom. V kapitole bolo spomenuté aj vykurovanie infrapanelmi, ktoré je zabudované v modelovom dome.

Ďalšia kapitola sa zaoberala najklasickejším spôsobom vykurovania, vykurovaním tuhými palivami. Vykurovanie kusovým drevom a drevnými briketami sú najlacnejšie spôsoby vykurovania vôbec, ako bolo dokázané aj v modelovom dome v poslednej kapitole. Vykurovanie tuhými palivami, ktoré je automaticky riadené je vykurovanie peletami v automatických peciach. Vykurovanie uhlím a koksom sú tiež spomenuté v závere kapitoly.

Solárne panely sú ďalší zdroj vykurovania v nízkoenergetických a nulových domoch. Tvoria samostatný celok, lebo pri výrobe energie sa nepoužíva žiadny podobný zdroj tepla ako v iných častiach. Na distribúciu energie je používané tepelné čerpadlo.

Pri kombinácii rôznych zdrojov vykurovania sa dá dosiahnuť maximálny komfort aj ušetrenie nákladov na prevádzku vykurovania. Na konci kapitoly boli zobrazené vhodné kombinácie, ktoré potom boli použité v modelovom dome.

Ako nahradenie všetkých povinností v riadení domu slúži jeden dokonalý systém-Inteligentný dom. Kombinované vykurovanie, centrálné riadené spojené s dokonalým postavením domu, spôsobuje maximálny komfort pre osoby v dome. Tento súbor technológií je ale finančne veľmi nákladný, ale je veľa ľudí, ktorí sú ochotní si za svoj komfort aj zaplatiť.

V poslednej kapitole bol popísaný modelový dom, na ktorom bol spravený výpočet ročných nákladov na vykurovanie, ktorý bol porovnaný s on-line kalkuláciou. Návrh iných spôsobov vykurovania na modelovom dome pozostával z troch častí.

Regulácia pomeru vykurovania v budove priniesla pozitívny výsledok, modelový dom je v súčasnej dobe regulovaný správnym pomerom.

Obmena iného zdroja tuhého paliva dopadla podľa predstáv, zdroj s najväčšou výhrevnosťou má aj najideálnejšie parametre vykurovania.

Posledný návrh pozostával z obmeny zdroja vykurovania. Druhou variantou bolo podlahové vykurovanie fóliami a rohožami. Táto obmena by nebola pre dom výhodnejšou, lebo pri podobných nákladoch na ročnú prevádzku počiatočná investícia je výhodnejšia u pôvodných infrapaneloch.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] **Energetická náročnost' budov a ich tepelná ochrana z hľadiska legislatívy** [online] [cit. 2018-2-2] Dostupné z : <http://www.istavebnictvo.sk/clanky/energeticka-narocnost-budov-a-ich-tepelna-ochrana/>
- [2] **Energeticky úsporný dom** [online] [cit. 2018-2-2] Dostupné z : <http://www.heluz.sk/sk/energeticky-usporny-dom>
- [3] **Nizkoenergetický dom - základné informácie** [online] [cit. 2018-6-2] Dostupné z : www.spp.sk/Cds/Download/136_Nizkoenergeticke_domy/
- [4] **Pasívne domy** [online] [cit. 2018-6-2] Dostupné z : <http://www.fordom.sk/pasivne-domy>
- [5] **Prvý preukázateľne nulový dom na Slovensku** [online] [cit. 2018-6-2] Dostupné z : <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/12029-prvy-preukazatelne-nulovy-dom-na-slovensku>
- [6] **Tepelné vlastnosti domu** [online] [cit. 2018-10-2] Dostupné z : <http://www.klasici.sk/node/640>
- [7] **Sdílení tepla vedením rovinnou stenou** [online][cit. 2018-18-5] Dostupné z : <http://home.zcu.cz/~kovarikp/TM/cviceni/sdileni.pdf>
- [8] **Rosný bod a kondenzace vodní páry** [online][cit. 2018-18-5] Dostupné z : <https://www.zatepleni-fasad.eu/images/1/Rosny%20bod%20a%20kondenzace%20vodni%20pary.pdf>
- [9] **Intenzity sluneční radiace procházející oknem** [online][cit.2018-15-2] Dostupné z : <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/64-intenzity-slunecni-radiace-prochazejici-oknem>
- [10] **Dopad slnečných lúčov modelovým oknom** [online][cit. 2018-15-2] Dostupné z : <http://www.tzbportal.sk/sites/default/files/teplota-5.jpg>
- [11] **Tepelné čerpadlá-GEOTHERM Slovakia S.R.O.** [online][cit. 2018-16-2] Dostupné z : <https://www.geotherm.sk/tepelne-cerpadla/>
- [12] **Vonkajšia jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda** [online][cit. 2018-16-2] Dostupné z : <http://www.nibe.sk/images/sortiment/F2120.png>
- [13] **Tepelné čerpadlá sa oplatia viac ako kotly pri vykurovaní nových domov** [online][cit. 2018-16-2] Dostupné z : <https://www.energieportal.sk/Dokument/tepelne-cerpadla-sa-oplatia-viac-ako-kotly-pri-vykurovani-novych-domov-103540.aspx>
- [14] **O zemnom plyne- SPP a.s.** [online][cit. 2018-18-2] Dostupné z : <http://www.spp.sk/sk/domacnosti/plyn/pre-domacnosti/o-zemnom-plyne/>
- [15] **Ako funguje kondenzačný kotol?** [online][cit. 2018-18-2] Dostupné z : <https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/ako-funguje-kondenzacny-kotol.html>
- [16] **Schéma kondenzačného kotla** [online][cit. 2018-18-2] Dostupné z : <http://aktualnik.cz/wp-content/uploads/2013/08/princip-kondenzacneho-kotla.jpg>
- [17] **Energické vykurovanie** [online][cit. 2018-20-2] Dostupné z : <http://energieprevas.sk/vykurovanie/6>
- [18] **Elektrické podlahové vykurovacie fólie** [online][cit. 2018-20-2] Dostupné z : <https://www.elektricke-kurenie.sk/elektricke-vykurovacie-folie>
- [19] **Schéma uhlíkovej elektrickej fólie** [online][cit. 2018-20-2] Dostupné z : https://static.4nets.sk/photo/44/730244/forum/40647539_600.jpg

- [20] Podlahové vykurovanie [online][cit. 2018-20-2]Dostupné z: <http://www.univenta.sk/wp-content/uploads/2014/09/Podlahov%C3%A9-vykurovanie-mokr%C3%BD-proces.pdf>
- [21] Paralelný spôsob [online][cit. 2018-20-2]Dostupné z : <https://softlot.ru/wp-content/uploads/2018/01/vtransv68298.jpg>
- [22] Meandrove uloženie [online][cit. 2018-20-2]Dostupné z : <http://www.lasac.sk/images/project/11.jpg>
- [23] Princíp infračerveného vykurovania [online][cit. 2018- 15-3]Dostupné z : <http://www.infrapanel.sk/infracervene-kurenie/princip-infracerveneho-vykurovania/>
- [24] Stropné systémy pre príjemné sálavé vykurovanie a chladenie[online][cit. 2018-15-3] Dostupné z : <https://www.asb.sk/tzb/vykurovanie/stropne-systemy-pre-prijemne-salave-vykurovanie-a-chladenie>
- [25] Infrapanel ako obraz [online][cit. 2018-24-3] Dostupné z: <http://www.kvc-control.sk/pekoelektro/images/pages2-2-1-img1.jpg>
- [26] Palivo do krbu a pece: vykurovanie drevom a uhlím [online][cit. 2018-24-3] Dostupné z : <https://www.obi.sk/navody/technology/heating-and-air-conditioning/palivo-pre-krb-a-pec/>
- [27] Energetická štiepka [online][cit. 2018-24-3] Dostupné z: <http://www.topholz.sk/produkty/stiepka/energeticka-stiepka/>
- [28] Košík na pelety [online][cit. 2018-24-3] Dostupné z : <http://www.tsmotory.sk/sk/?pg=kosik-na-pelety>
- [29] Košík na pelety [online][cit. 2018-24-3]Dostupné z: <http://files.zanzi.sk/2017/KOS/Kos-Kosik-na-pelety-do-krbu-3.jpg>
- [30] Drevené brikety [online][cit. 2018-25-3] Dostupné z : https://images.obi.sk/product/CZ/415x415/282163_1.jpg
- [31] Úvodom o koksu [online][cit. 2018-29-3]Dostupné z: <http://www.koksozny.cz/cz/uvodem-o-koksu>
- [32] Solárne kolektory pre rodinný dom [online][cit. 2018-29-3]Dostupné z : <http://energia.sk/poradime-vam/obnovitelne-zdroje/solarne-kolektory-pre-rodinny-dom-staci-1-m2-na-osobu/2908/>
- [33] Inteligentný dom [online][cit. 2018-29-3]Dostupné z : <http://www.smarthom.sk/dalsie-moznosti/>
- [34] Inteligentný dom [online][cit. 2018-29-3] Dostupné z: <http://files.vlastnawebstranka.websupport.sk/websupport64347/image/intelligentndomkopie.jpg>
- [35] Tepelné straty modelového domu [online][2018-18-5]Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>
- [36] Celkové ročné náklady na vykurovanie [online][cit. 2018-18-5]Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Veličina	Jednotka
q	Merná strata	W/K
P	Okamžitá strata	kW
Q	Ročná strata	MWh
λ	Tepelná vodivosť	$W/m.K$
R	Tepelný odpor	m^2K/W
Φ	Tepelný tok	W/m^2
I_0	Intenzita slnečnej radiácie	W/m^2

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1- Nulový dom

Obr. 2-Okamžitá strata na jednotlivých častiach domu

Obr. 3-Tepelný tok rovinnou zloženou plochou

Obr. 4-Dopad slnečných lúčov modelovým oknom

Obr. 5-Tepelné čerpadlo zem-voda

Obr. 6-Hlbinný vrt

Obr. 7-Tepelné čerpadlo voda-voda

Obr. 8-Vonkajšia jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda

Obr. 9-Schéma kondenzačného kotla

Obr. 10-Schéma Uhlíkovej elektrickej fólie

Obr. 11-Paralelný spôsob

Obr. 12-Meandrove uloženie

Obr. 13-Princíp vykurovania infrapanelmi

Obr. 14-Infrapanel ako obraz

Obr. 15-Drevné pelety

Obr. 16-Košík na pelety

Obr. 17-Drevné brikety

Obr. 18-Inteligentný dom

Obr. 19-Modelový dom

Obr. 20-Tepelné straty modelového domu

Obr. 21-Celkové ročné náklady na vykurovanie

SEZNAM TABULEK

Tab. 1-Orientačné hodnoty vnútorných ziskov za mesiac

Tab. 2-Parametre domu

Tab. 3-Celkové ročné náklady na vykurovanie

Tab. 4-Cenové zhodnotenie energetických pomerov

Tab. 5-Prehľad parametrov vybraných produktov

Tab. 6-Cenové zhodnotenie celkových nákladov na vykurovanie

Tab. 7-Porovnanie spôsobov vykurovania