POLITEHNIKA NOVA GORICA

POSLOVNO-TEHNIŠKA ŠOLA

DIPLOMSKA NALOGA

OCENA PRIMERNOSTI NAČINA OGREVANJA STANOVANJSKE HIŠE

Boštjan Petrič

Mentor: prof. dr. Franc Bizjak

Nova Gorica, 2005

ZAHVALA

Ob zaključku šolanja na poslovno-tehniški šoli se iskreno zahvaljujem vsem, ki so mi študij omogočili, mi posredovali svoje znanje in izkušnje ter me podpirali.

Hvala profesorjem Politehnike Nova Gorica za posredovane informacije, predvsem pa bi se zahvalil prof. dr. Francu Bizjaku za mentorstvo in pomoč pri nastajanju te naloge.

Hvala moji družini, ki me je med študijem vzpodbujala, motivirala in delila z menoj vse stiske in radosti v času študija.

Hvala tudi vsem neimenovanim, ki so mi v času študija kakorkoli pomagali.

IZVLEČEK

Diplomska naloga vključuje oceno primernosti načina ogrevanja stanovanjske hiše. Ocena temelji na številnih dejavnikih, ki vplivajo na izbor ogrevalnega sistema. Pri izboru kurilnih naprav moramo biti pozorni na izbor kotla, cevovoda ter ogrevala. Ob vsem tem je pomembna tudi ekologija, oziroma emisije posameznih kurilnih naprav.

Ocena učinkovitosti naložb po »interni stopnji prihranka« dokazuje prednost ogrevanja stanovanjske hiše z zemeljskim plinom, saj so rezultati pokazali večji prihranek in prijaznost do okolja v primerjavi s kurilnim oljem.

ABSTRACT

The thesis includes the assessment of the suitability of the heating type in an apartment house. The assessment is based on numerous factors, which influence the choice of the heating system. When choosing the heating systems, we have to pay attention to the choice of the boiler, the pipeline and the heater. Besides that, ecology and emmissions of individual heating systems are also of big importance.

The assessment of the investment efficiency, according to;the internal saving level, proves the advantage of heating an apartment house with natural gas. The results show a bigger saving and friendliness to the environment if compared to fuel oil.

KLJUČNE BESEDE

Ogrevanje, zemeljski plin, kurilno olje, kotli, ogrevala, naložbe, stroški, prihranek, diskontna stopnja, interna stopnja prihranka.

KEYWORDS

Heating, natural gas, oil, boilers, heaters, investments, costs, saving, discount level, internal saving level.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD 1

2. OPREDELITEV PROBLEMA 2

2.1. Opis problema 2

2.2. Oblikovanje želenega stanja 2

3. OPREDELITEV NALOGE 3

3.1. Načelo sistemskega pristopa 3

4. ZASNOVA TEHNOLOGIJE 5

4.1. Dejavniki izbora ogrevalnega sistema 5

4.2. Viri energije 6

4.3 Opis uporabljenih energijsko učinkovitih tehnologij 10

4.4. Izbira generatorja toplote oziroma kotla 11

4.4.1. Izkoristek kotla 15

4.5. Vrste kotlov 15

4.5.1. Klasični toplovodni kotel 15

4.5.2. Nizkotemperaturni kotel 16

4.5.3. Kondenzacijski kotel 17

4.6. Cevni razvod in grelna telesa 19

4.6.1. Prednosti enocevnih sistemov pred dvocevnimi 20

4.6.2. Slabosti enocevnih sistemov 20

4.6.3. Prednosti dvocevnega sistema pred enocevnim sistemom 21

4.6.4. Slabosti dvocevnih sistemov 21

4.7. Ogrevala 22

4.8. Spremljanje porabe energije 23

4.9. Emisije pri kurilnih napravah 25

4.9.1 Vzroki za nastanek emisij 26

5. OCENA NALOŽB, STROŠKOV IN PRIHRANKOV 27

5.1. Stanje cen in razmerij med energenti 27

5.2. Ocena naložb 29

5.3. Ocena stroškov 31

5.3.1. Ocena stalnih stroškov 31

5.3.2. Ocena spremenljivih stroškov 32

5.3.3. Ocena skupnih stroškov 33

5.4. Načelo sistemskega pristopa 34

6. OCENA UČINKOVITOSTI 37

6.1. Metoda interne stopnje prihranka 37

6.2. Realni denarni tok 39

6.3. Interna stopnja prihranka 40

7. SKLEP, UGOTOVITVE IN REZULTATI 41

8. LITERATURA 43

KAZALO TABEL

Tabela 1: Toplotne vrednosti goriv 8

Tabela 2: Razmerje kurilnost/zgorevalna toplota 9

Tabela 3: Energijsko število 24

Tabela 4: Kurilne vrednosti 24

Tabela 5: Koristna energija 28

Tabela 6: Ocena naložb za ogrevanje na kurilno olje 30

Tabela 7: Ocena naložb za ogrevanje na zemeljski plin 30

Tabela 8: Amortizacija sredstev pri ogrevanju na kurilno olje 32

Tabela 9: Amortizacija sredstev pri ogrevanju na zemeljski plin 32

Tabela 10: Primerjava nakupa energenta 32

Tabela 11: Pregled posameznih vidikov 35

Tabela 12: Realni denarni tok 39

Tabela 13: Izračun interne stopnje prihranka z diskontiranjem 40

KAZALO SLIK

Slika 1: Načelo sistemskega pristopa pri planiranju projekta 4

Slika 2: Primer energijskih tokov nizkotemperaturnega in kondenzacijskega kotla na zemeljski plin 10

Slika 3: Izkoristki kotlov 12

Slika 4: Toplotne izgube ogrevalnega sistema 13

Slika 5: Potrebna količina energije za hiše 14

Slika 6: Shematski prerez kondenzacijskega kotla 19

Slika 7: Shema enocevnega sistema 21

Slika 8: Shema dvocevnega sistema 22

Slika 9: Skupni stroški ogrevanje na zemeljski plin oziroma kurilno olje 34

1. UVOD

Živimo v času velikih sprememb na vseh svetovnih trgih. Vsakodnevni dogodki nas skoraj ne presenečajo več, saj smo se prilagodili toku vsakodnevnih sprememb. Kljub temu pa je človek tisti, ki si kroji usodo s svojimi dejanji, odločitvami.

Ko se pri zasnovi novega ali sanaciji obstoječega ogrevalnega sistema v stanovanjskih objektih odločamo o izbiri novega generatorja toplote, se najpogosteje pojavi vprašanje o viru energije oziroma gorivih, s katerimi je možno stanovanjsko hišo v danih okoliščinah ogrevati najceneje.

Veliko pozornosti tako posvečamo razpoložljivosti z gorivi na dani lokaciji ter njihovi trenutni ceni, spreminjanju cenovnih razmerij med gorivi v preteklosti, govorimo o gibanju cen v prihodnosti ipd. Pri izboru kurilne naprave se ponavadi omejimo zgolj na naše ustaljene zahteve po udobju, povezane bodisi z upravljanjem naprave ali doseganjem želenih karakteristik ogrevanja, ki jih omogočata centralna in lokalna regulacija.

Toplotno ugodje določa termično ravnotežje med človekovim telesom in njegovim okoljem. Določimo ga kot stanje v prostoru, ko za večino uporabnikov ni prehladno in ne prevroče. Doseganje ugodja v prostoru je dejansko glavna naloga ogrevalnega sistema in je v največji meri odvisno od pravilno izračunanih toplotnih potreb. Za toplotno ugodje pa ni dovolj doseči samo zahtevane temperature zraka v prostoru, temveč tudi ustrezne temperature tal, stropa in sten prostora, hitrosti gibanja zraka, relativne vlažnosti itd.

2. OPREDELITEV PROBLEMA

2.1. Opis problema

Tisti, ki načrtujejo ali dokončujejo novogradnje, se pogosto ukvarjajo z vprašanjem, kako dokončati začeto investicijo, in so pred odločitvijo, kakšen kotel ali ogrevala naj vgradijo v hišo, da bodo zagotavljali kakovostno ogrevanje s čim manjšimi stroški nabave goriva.

Vprašanje, ki ga zastavljamo premalokrat, oziroma se ga občasno izogibamo, je izbira kurilne naprave glede na učinkovitost pretvorbe goriva v koristno toploto za ogrevanje objekta. Ta problematika je posebej pomembna v primeru številnih lastnikov enodružinskih stanovanjskih objektov, ki so najštevilčnejši v skladu stanovanjskih stavb v Sloveniji. Le-ti pri izbiranju večinoma »občutijo« samo težo investicije v kurilno napravo, ne zavedajo pa se dolgoročnih posledic izbora, saj bo vgrajena naprava delovala vsaj 15 let. Obratovalni stroški manjše kakovostne kurilne naprave so ob predpostavki, da je primerno dimenzionirana in da ustrezno obratuje, povezani predvsem z izkoristkom pretvarjanja goriva.

2.2. Oblikovanje želenega stanja

V stanovanjskih hišah predstavlja ogrevanje več kot 70% rabe energije. Ogrevanje predstavlja velik strošek, zato moramo zmanjšati rabo energije na minimalno, saj s tem lahko prihranimo veliko denarja. Zmanjšanje rabe energije ima velik pomen tudi za okolje, saj s tem znatno zmanjšamo emisije CO_2 in drugih škodljivih plinov.

3. OPREDELITEV NALOGE

Predmet diplomske naloge je izdelati študijo o ogrevanju stanovanjske hiše. S primerjavo investicij v kurilno napravo in kasnejših stroškov obratovanja želimo dokazati ustreznost naprav, ki so z ekonomskega vidika najbolj ustrezne za uporabnika, obenem pa prijazne do okolja. Za pravilno odločitev med možnimi variantami je potrebno čim natančneje poznati vse pomembne podatke, zato je potreben sistemski pristop k reševanju problema, oziroma iskanju najugodnejše rešitve.

Namen in cilj diplomske naloge je proučiti ekonomske ter energetske učinke, na podlagi pridobljenih rezultatov pa prikazati, kateri sistem je ekonomsko najprimernejši.

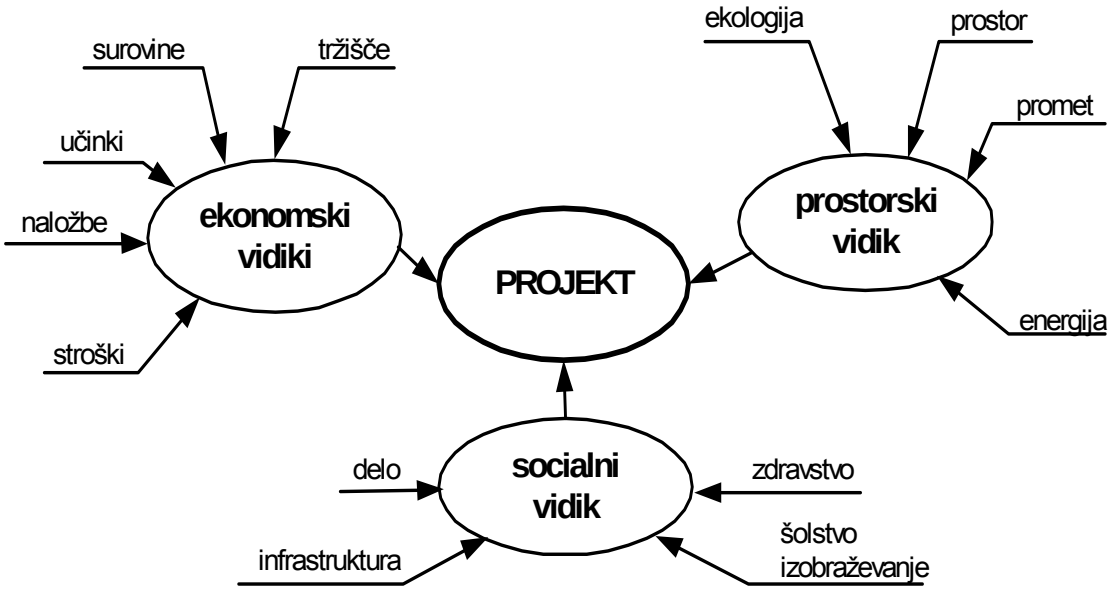
V naši diplomski nalogi bomo pri odločanju za najustreznejšo varianto uporabili načelo sistemskega pristopa. Pri odločanju bomo upoštevali ekonomske, prostorske in socialne vidike.

3.1. Načelo sistemskega pristopa

»Načelo zahteva, da planiramo celovito z vseh, za realnost in kvaliteto plana pomembnih vidikov. To pomeni, da bo potrebno pri planiranju osvetliti in rešiti vse probleme, ki prispevajo k realnosti in smotrnosti planov. Vidiki obravnav bodo odvisni od vrste planov. Plani projektov v poslovnem sistemu, še posebej projekti proizvodnih sistemov, vedno zahtevajo obravnavo z:

- ekonomskega vidika,
- prostorskega vidika,
- socialnega vidika.

Ob upoštevanju različnih dejavnikov učinkovitosti projekta pri različnih vidikih obravnav. Zato lahko načelo sistemskega pristopa planiranja podamo na naslednji način«[1]



Slika 1: Načelo sistemskega pristopa pri planiranju projekta

V našem primeru bomo pri odločanju za najustreznejšo varianto primernosti načina ogrevanja stanovanjske hiše uporabili načelo sistemskega pristopa. Pri odločanju bomo upoštevali ekonomske, prostorske in socialne vidike.

[1] Bizjak, F., Tehnološki in projektni managment, N. Gorica, 1996, str.134.

4. ZASNOVA TEHNOLOGIJE

4.1. Dejavniki izbora ogrevalnega sistema

Že pri načrtovanju hiše moramo biti pozorni na nekatera pomembna dejstva, ki vplivajo na kasnejšo rabo energije in s tem nižje stroške. Lokacija stavbe je zelo pomembna in lahko bistveno vpliva na rabo energije in prihranek denarja. Ni vedno mogoče upoštevati vseh vplivov, kot so sončno sevanje, zunanja temperatura, veter, megla, izpostavljena lega objekta itd., saj so ti običajno pogojeni z lokacijo gradbene parcele. Hiša, ki se nahaja v kraju s toplim podnebjem, npr. ob morju, bo potrebovala bistveno manj energije za ogrevanje v primerjavi s hišo, ki se nahaja v hribovitem področju, izpostavljena vplivu vetra. S primerno orientacijo stavbe in prostorov v njej lahko izkoristimo naravno, tako imenovano pasivno ogrevanje s sončno energijo in tako zmanjšamo porabo goriv. Velja pravilo, da dnevne prostore in otroške sobe, igralnice itd, v katerih se zadržujemo dalj časa, obrnemo proti jugu ali zahodu. Konstrukcija zasnove stavbe določa toplotne lastnosti objekta. Da ogrevalni sistem deluje varčno in smotrno, mora biti hiša dobro toplotno izolirana. Dobro toplotno izolirana hiša lahko v primerjavi s toplotno neizolirano porabi do 50% manj energije, potrebne za ogrevanje.

Uporaba in namen stavbe ter navade in želje uporabnikov so naslednji dejavniki, ki vplivajo na izbiro ogrevalnega sistema. Potrebno je vedeti, ali se stavba ogreva cel dan ali le del dneva, kakšna je želena notranja temperatura, ali želijo uporabniki sistem, ki bo deloval avtomatsko, ali so pripravljeni oskrbovati ogrevalno napravo (nalagati gorivo, odnašati pepel).

Temperatura v prostoru je odvisna od aktivnosti uporabnikov in namembnosti posameznih prostorov. Treba je upoštevati, ali v zgradbi živijo starejši ljudje, ki se malo gibljejo, ali majhni otroci, ki se plazijo po tleh. Zgoraj našteti dejavniki torej vplivajo na toplotne izgube objekta, na osnovi katerih izbiramo vrsto in velikost ogrevalnega sistema, vendar moramo pri izbiri ogrevalnega sistema odgovoriti še na vrsto drugih vprašanj.

Razpoložljivost vira energije je odvisna od naravnih danosti dežele in njenega uvoza energentov. Pri nas obstajajo področja, ki so bogata z določenimi viri energije, zato je potrebno proučiti, kateri vir energije je najprimernejši. Na področjih, ki so bogata z biomaso, predvsem z lesom in z lesenimi odpadki ali z geotermalno energijo, je potrebno izbrati ogrevalni sistem, ki bo izkoriščal te vire. Pod razpoložljivostjo energentov pa razumemo tudi zanesljivost preskrbe, s katero smo imeli v preteklosti slabe izkušnje. Cena goriv in ogrevalnih naprav bistveno vpliva na izbiro ogrevalnega sistema, saj vsak posameznik želi izbrati ekonomsko najbolj upravičen ogrevalni sistem. Med seboj ne smemo primerjati samo cene na enoto goriva ali ogrevalnih naprav, pri ekonomski analizi moramo upoštevati ogrevalni sistem in njegovo delovanje kot celoto. Ne smemo primerjati samo investicije, ampak tudi stroške vzdrževanja in stroške za porabljeno gorivo v življenjski dobi ogrevalnega sistema. Ekološka spremenljivost sistema je še en parameter, ki ima v skrbi za zdravo in čisto okolje čedalje večji vpliv.

4.2. Viri energije

Za izhodišče primerjave vzamemo najbolj pogoste kombinacije kurilnih naprav za posamezna goriva. Kombinacijo kurilnih naprav navajamo za energente skupaj z nabavnimi cenami:

- ekstra lahko kurilno olje (119,00 SIT/l): kombiniran kotel, nizkotemperaturni ter kondenzacijski kotel,
- zemeljski plin (98,45 SIT/Nm^3, priključek 12.400 SIT/leto): specialni plinski ter kondenzacijski grelnik,
- utekočinjen naftni plin (112,40 SIT/l): specialni plinski ter kondenzacijski grelnik,
- žagan bukov les (11.200 SIT/m^3): kombiniran kotel in specialni kotel na lesno biomaso – polena,

- elektrika (17 SIT/kWh): električni grelnik ter bivalentno delovanja toplotne črpalke in električnega grelca.[2]

Cene energije, stanje 15.1.2005, z upoštevanjem 20% DDV.

Nm^3 – normno ali normalno stanje plina je določeno pri temperaturi 273,15 K (0^oC) in tlaku 1013,25 mbar. Normni ali normalni m^3 plina je masa plina, ki pri normalnem stanju zavzame volumen 1 $m^{3.}$.

Sm^3 – standardno stanje plina je določeno pri temperaturi 288 K (15^oC) in tlaku 1013,25 mbar.

Ker med seboj primerjamo le kurilne naprave po enakih gorivih oziroma virih energije, ne vrednotimo nekaterih ostalih, sicer potrebnih delov sistema, kot je npr. rezervoar ali prostor za hranjenje goriva, dimnovodne naprave ipd., ker so za vse kurilne naprave v primeru uporabe enakih goriv skoraj ali celo enake.

Kot vir energije lahko v sistemih za centralno ogrevanje uporabimo različna fosilna goriva: premog, ekstra lahko kurilno olje (EL), zemeljski plin (ZP) in utekočinjen naftni plin (UNP), les in leseno biomaso ter obnovljive vire. Pri izbiri goriva je poleg njegove cene pomembna še zanesljiva oskrba, cenovna konkurenčnost in tudi vpliv uporabe posameznega goriva na okolje. Energent označujemo glede na količino toplote, ki jo vsebuje. Tako z izrazom kurilnost H_i označujemo tisto količino toplote, ki jo dobimo z zgorevanjem goriva, če dimne pline ohlajamo samo do temperature rosišča vodne pare, ki jo vsebujejo dimni plini. V tabeli št. 1. so prikazane energijsko-toplotne vrednosti nekaterih goriv.

[2] svetovni splet: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/ESP/ESPNovaGorica.htm

Tabela 1: Toplotne vrednosti goriv

Gorivo	**Enota**	**Gostota**	**Kurilnost (H_i)**	**Kurilnost**
	-	kg/m^3	kWh/kg	kWh/enoto
EL kurilno olje	liter	830	12,0	10,0 kWh/l
Zemeljski plin	Nm^3	0,7	13,5	9,5 kWh/ Nm^3
UNP (propan/butan)	kg	2,0	12,8	12,8 kWh/kg
Črni premog	kg	750	7,0	7,0 kWh/kg
Rjavi premog	kg	650	3,9	3,9 kWh/kg
Lignit	kg	550	3,1	3,1 kWh/kg
Bukov les	m^3	570	4,2	2410 kWh/m^3
Smrekov les	m^3	360	4,2	1520kWh/m^3

Pri nižjih temperaturah dimnih plinov (56^{o}C pri zemeljskem plinu in 47^{o}C pri kurilnem olju) vodna para kondenzira v kondenzat in pri tem sprosti latentno toploto. Z izrazom zgorevalna toplota H_s označujemo vso toploto, ki se sprosti pri ogrevanju, vključno z latentno toploto vodne pare v dimnih plinih. Koriščenje lantetne toplote ter zgorevalne toplote H_s je bistveno pri kondenzacijski tehniki. V tabeli št. 2. je prikazano razmerje kurilnost/zgorevalna toplota za različne vrst goriv.

Tabela 2: Razmerje kurilnost/zgorevalna toplota

Gorivo	Zgorevalna toplota (H_s)	Kurilnost (H_i)	Razmerje H_s/H_i
Zemeljski plin	10,55 kWh/m^3	9,5 kWh/m^3	1,11
EL-kurilno olje	21,61 kWh/kg	11,86 kWh/kg	1,06
EL-kurilno olje	10,68 kWh/liter	10,0 kWh/liter	1,06
UNP-butan	37,14 kWh/m^3	34,29 kWh/m^3	1,08
UNP-propan	28,24 kWh/m^3	26,0 kWh/m^3	1,09

Razmerje med kurilnostjo in zgorevalno toploto je pri vseh vrstah goriv odvisno od kemijsko vezanega oziroma molekularno prisotnega vodika. Čim večji je delež vodika v gorivu, tem boljše je razmerje med H_s in H_i. Tako je zemeljski plin za uporabo v kondenzacijski tehniki najprimernejše gorivo. Uporaba zemeljskega plina v kondenzacijski tehniki ima določene prednosti pred lahkim kurilnim oljem:

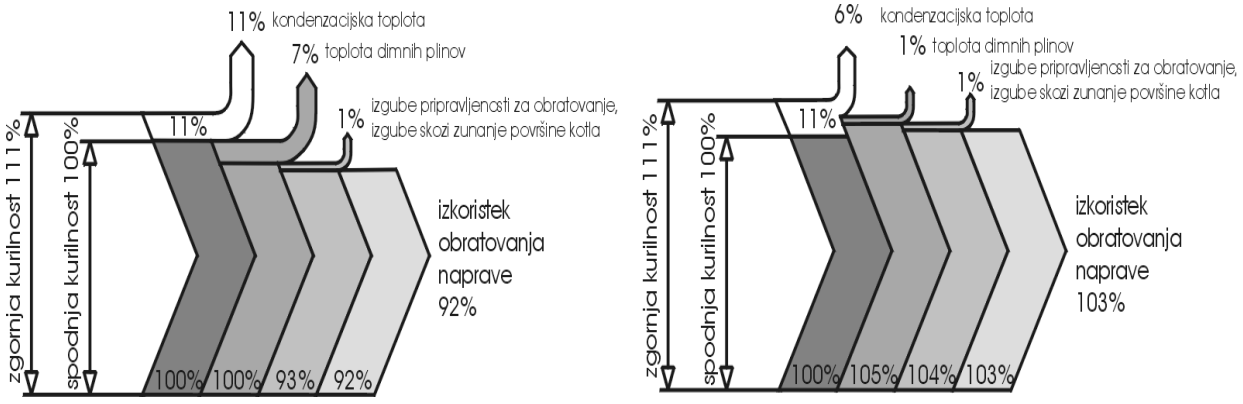
- pri zemeljskem plinu je razmerje H_s/H_i večje, zato se pri kondenzaciji sprosti več toplote,
- zemeljski plin dejansko ne vsebuje žvepla, zato ni nevarnosti tvorbe žveplenih oksidov (SO_2, SO_3), ki s kondenzatom tvorijo agresivne kisline,
- temperatura rosišča zemeljskega plina je višja od temperature rosišča lahkega kurilnega olja (približno 10^oC), kar omogoča boljše koriščenje energije (lantentne toplote) v času ogrevanja.

Zgorevalna toplota (mednarodna oznaka je H_s) je količina toplote, ki nastane pri popolnem zgorevanju enote goriva, pri čemer se produkti zgorevanja ohladijo pod temperaturo rosišča vodne pare. Vodna para se izloči kot kondenzat (od tod tudi ime kondenzacijske naprave).

Kurilnost (mednarodna oznaka H_i) je količina toplote, ki nastane pri popolnem zgorevanju enote goriva, pri čemer se produkti zgorevanja ne ohladijo pod temperaturo rosišča vodne pare. Vodna para ostane v produktih zgorevanja v parnem stanju – kondenzacijska toplota ostane neizkoriščena.

4.3 Opis uporabljenih energijsko učinkovitih tehnologij

Pri energijsko učinkovitih tehnologijah je potreben komentar k delovanju sodobnih kondenzacijskih kurilnih naprav, ki omogočajo višje letne izkoristke delovanja ter s tem zmanjšujejo porabo goriva in obenem letne stroške ogrevanja hiše. Na račun obratovanja v nižjem temperaturnem območju zmanjšujejo predvsem toplotne izgube z dovedenimi plini, kar je razvidno iz slike št. 5.



Slika 2: Primer energijskih tokov nizkotemperaturnega in kondenzacijskega kotla na zemeljski plin[3]

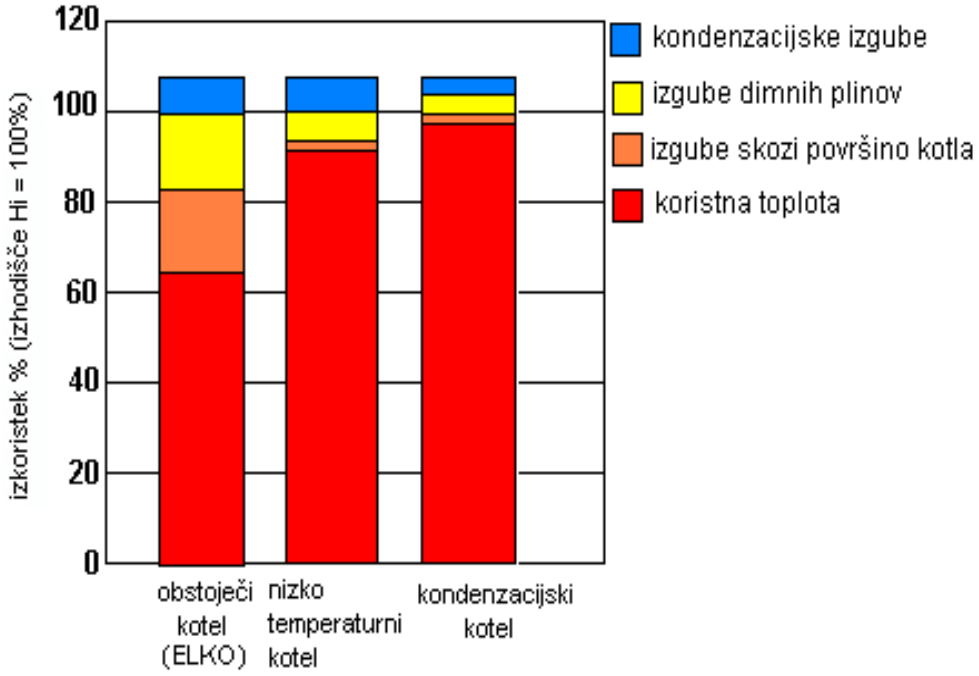
[3] Zbirka informacijskih listov, AURE, 1999

Ker delujejo v temperaturnem področju pod 55°C, lahko izkoriščajo tudi toploto kondenzirajoče vodne pare v dimnih plinih ter tako presegajo razmerje 1 med zgorevalno toploto in kurilnostjo, ki določa računski izkoristek kurilne naprave v vrednosti 100%.

Dosegljivo razmerje je odvisno tudi od vrste uporabljanega goriva, ki v primeru zemeljskega plina znaša 1,11, butana in propana 1,08 do 1,09 ter v primeru ekstra lahkega kurilnega olja 1,06. Te visoke vrednosti računskih izkoristkov (111%, 108 do 109% ter 106%) na nivoju obratovanja naprave v ogrevalni sezoni ponavadi ne dosegamo, saj zaradi spremenljivega temperaturnega režima obratovanja naprave, ki je odvisen od temperature okoliškega zraka in posledično toplotnih izgub, ne delujejo stalno v področju intenzivne kondenzacije. Za dober izkoristek kondenzacijske kurilne naprave je torej pomembno, da je temperatura vode v ogrevalnem sistemu čim nižja (npr. režim od 60^{o}C do 75^{o}C vodi k izkoristku 100%, 30^{o}C do 40^{o}C pa že k 107%), kar seveda zahteva strokovno načrtovanje sistema ogrevanja.

4.4. Izbira generatorja toplote oziroma kotla

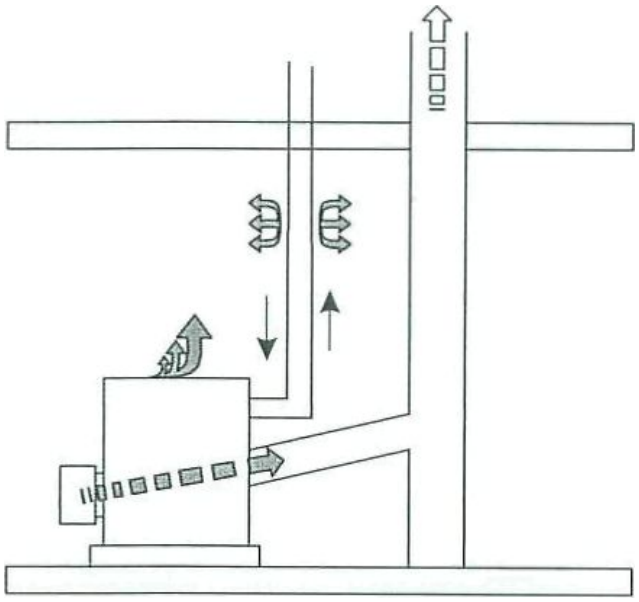
Razmišljanje, da mora biti kotel zaradi varnosti obratovanja »za vsak slučaj za eno številko večji« ter da so standardni kombinirani kotli za uporabo več vrst goriv zaradi varnejše oskrbe z gorivom in prilagajanju cenam na trgu primernejši, je preteklost. Predimenzionirani kotli imajo namreč v ogrevalni sezoni prevelike izgube zaradi mirovanja, oddajajo prevelike količine škodljivih snovi v zrak zaradi nepopolnega zgorevanja in imajo zato slab letni izkoristek obratovanja. Taki kotli so energijsko neučinkoviti in okolju neprijazni in zato za sodobnega uporabnika nezanimivi. Seveda s svojo nizko ceno še vedno premamijo neosveščenega investitorja.



Slika 3: Izkoristki kotlov[4]

Sodobni kotli imajo kurišča natančno prilagojena potrebam zgorevanja določenega goriva, zato dosegajo visoke izkoristke in izpuščajo najmanjšo možno količino škodljivih snovi v okolje. Najvišje izkoristke dosegajo kondenzacijski kotli, ki so z večjo uporabo zemeljskega plina in utekočinjenega naftnega plina v uveljavi tudi pri nas, medtem ko pri uporabi kurilnega olja zaradi slabše kakovosti le-tega, le počasi prihajajo do veljave. Njihova uporaba zahteva namreč dodatne naprave za odpravljanje škodljivosti dobljenega kondenzata.

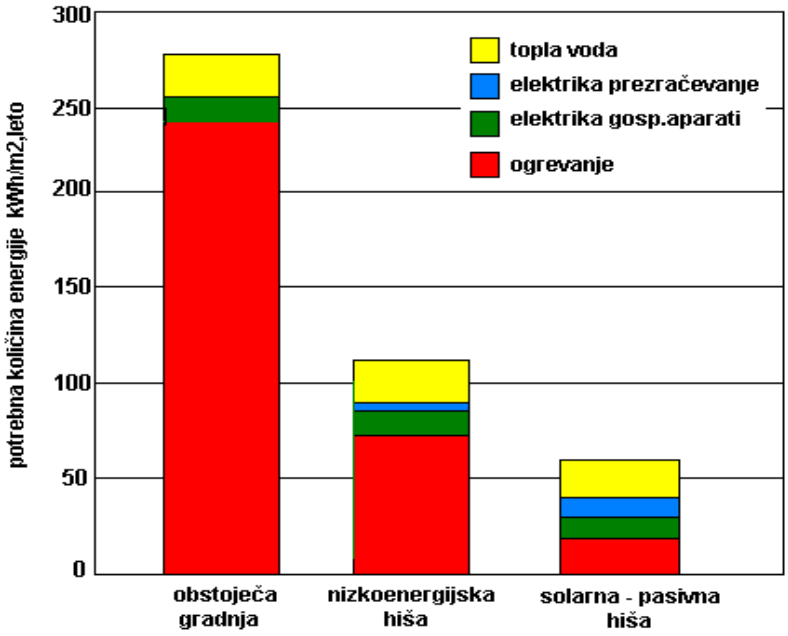
[4] http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/ESP/ESPNova Gorica.htm



Slika 4: Toplotne izgube ogrevalnega sistema[5]

Vedno večji delež dosegajo nizkotemperaturni kotli, ki so izdelani iz litoželeznih materialov, da lahko brez posledic prenesejo tudi nižje temperature ogrevalne vode. Za njihovo večjo uporabo govori tudi dejstvo, da je potrebna toplotna moč za ogrevanje dobro grajene hiše vse manjša, toplotna moč za pripravo tople vode pa ostaja več ali manj nespremenjena. V sodobni hiši, ki izkorišča sončno energijo in je toplotno zelo izolirana, je ogrevanju namenjeno manj toplotne moči kot pa pripravi tople vode. Povedano drugače, z instalirano močjo kotla 18 kW lahko segrejemo 100 litrov vode s temperaturo 10^{o}C na temperaturo 50^{o}C v 15-ih minutah, enaka toplotna moč zadošča za ogrevanje 200 m^2 velike hiše pri toplotnih izgubah med 30 in 50 W/m^2. Iz poenostavljenega prikaza v diagramu je vidna razlika med obstoječo gradnjo in sodobnejšo gradnjo.

[5] http://www.gov.si/aure/eknjiznica/



Slika 5: Potrebna količina energije za hiše[6]

Nekatere študije kažejo, da se povečan strošek za sodoben kotel, ki je lahko precej dražji od konvencionalnih kotlov, povrne v petih letih. Velja splošna ugotovitev, da čim dražje je gorivo, tem bolj je upravičena investicija v sodobno kurilno napravo.

Energijsko zelo učinkovita in ekonomsko vedno bolj sprejemljiva je rešitev priključevanja na skupno ali daljinsko omrežje ogrevanja tam, kjer za to obstaja možnost. Prihodnost tako imenovanim »bližinskim« ogrevanjem oziroma manjšim zaključnim sistemom skupnega ogrevanja več hiš ponuja vse večja uporaba biomase. V tujini gradijo naselja s skupnim sistemom ogrevanja. Pri tem izkoriščajo lokalno gorivo v obliki lesne biomase. Prednost takih sistemov so zagotovljena zanesljivost ogrevanja, doseganje visokih izkoristkov naprav in celotnega sistema, možnost izbire cenovno ugodnih dobaviteljev goriva in nenazadnje manjše onesnaževanje okolja zaradi boljše kontrole zgorevanja in vgradnje sodobnih čistilnih naprav. Vse to zagotavlja uporabnikom vir toplotne energije po sprejemljivih cenah ob manjši skrbi za dobro ogrevanje.

[6] http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/ESP/ESPNova Gorica.htm

4.4.1. Izkoristek kotla

Izkoristek kotla pove, kolikšen delež vložene primarne energije v obliki goriva se spremeni v končno energijo. Primarne energije ne moremo v celoti izkoristiti. Določen del toplotne energije se izgubi, oziroma odvede v okolico z dimnimi plini (Q_a), določen del pa s sevanjem površine kotla med delovanjem gorilnika (Q_s) in mirovanjem gorilnika (Q_b). Izkoristek kotla η_k lahko izrazimo kot razmerje med oddano koristno močjo Q_k (nazivna toplotna moč kotla, oziroma toplotni tok, ki prehaja na vodo v kotlu) in vloženo močjo Q_f (zgorevalna toplotna moč, oziroma toplotni tok, ki prihaja v kurišče kotla z gorivom).

Enačbo lahko napišemo:

$$\eta_k = Q_k/Q_f = (Q_f - Q_a - Q_S)/Q_f = 100 - q_a - q_s$$

q_a = toplotne izgube na strani dimnih plinov (%)

q_s = sevalne površinske izgube kotla (%)

4.5. Vrste kotlov

Glede na temperaturni način ločimo visokotemperaturne in nizkotemperaturne kotle.

4.5.1. Klasični toplovodni kotel

Klasični toplovodni kotli obratujejo v visokotemperaturnih ogrevalnih režimih oziroma sistemih (od 65°C do 90°C). Temperatura grelne vode v kotlu je navzdol omejena s temperaturo kondenzacije. Potrebna je regulacija temperature dovoda v ogrevalnem sistemu, kar omogoča mešalni ventil, ki prinaša ohlajeno vodo iz povratka. Med klasične kotle prištevamo kotle s temperaturo pretoka 90°C in temperaturo povratka 70°C, ki imajo temperaturo izstopnih dimnih plinov nižjo od 160°C in ne višjo od 240°C. Osnovni namen tako visokih temperatur vode v kotlu in dimnih plinov je preprečevanje nizkotemperaturne korozije, do katere pride, če se dimni plini ohladijo pod točko rosišča. Uporaba teh kotlov se zadnje čase precej opušča, zamenjujejo jih nizkotemperaturni in kondenzacijski kotli, ki so odporni na nizkotemperaturno

korozijo. Izkoristki klasičnih kotlov pri nazivni moči znašajo od 75% do 85%, kar je odvisno od vrste goriva. Izkoristek ogrevalnega sistema pri avtomatski regulaciji ogrevanja in brez priprave vode pri teh kotlih znaša od 70% do 75% in tudi manj.

4.5.2. Nizkotemperaturni kotel

Nizkotemperaturni kotel je naprava za pridobivanje toplote za ogrevanje prostorov, ki je izdelana tako, da je temperatura ogrevalnega medija zvezno regulirana v odvisnosti od zunanje temperature in se praviloma giblje med 75°C in 40°C. Zunanje tipalo stalno meri zunanjo temperaturo in s pomočjo centralne regulacijske enote vključuje gorilnik. Ta voda nato direktno vstopa v ogrevalni sistem in ogreva prostore. Centralna regulacija z mešalnim ventilom, ki je dovodni vodi primešaval povratno vodo in tako zagotavljal pravo temperaturo ogrevalnega medija, je tako odveč. Temperatura vode v kotlu in ogrevalnem sistemu je vedno prilagojena temperaturi zunanjega zraka.

Temperatura vode v kotlih starejšega tipa v ogrevalni sezoni v naših klimatskih pogojih ni smela biti nižja od 55^{o}C. Pri nižjih pogonskih temperaturah se namreč v kurišču pojavi nevarnost kondenzacije vlage v dimnih plinih in s tem korozija. Vzrok za korozijo je žveplo, ki ga vsebujeta kurilno olje in nekatera trdna goriva, ta pa skupaj z vlago, ki kondenzira na hladnih površinah kotla, tvori žvepleno kislino. Kislina najeda kovinsko površino kurišča, ki lahko močno skrajša življenjsko dobo kotla. Posledica višje temperature ogrevalne vode v kotlu, tudi kadar to ni potrebno, so večje izgube toplote v okolico kotla zaradi sevanja kotlovnih površin. Večje so tudi izgube toplote zaradi vleka hladnega zraka skozi kurišče in dimnik, kadar gorilnik ne deluje, saj je čas delovanja gorilnika za vzdrževanje temperature sorazmerno kratek.

Kurišča nizkotemperaturnih kotlov so izdelana iz korozijsko odpornih materialov, ali pa so zaradi posebne konstrukcijske izvedbe zaščitena pred korozijo. Konstrukcija kurišča klasičnega kotla je taka, da je ogrevana voda v neposrednem stiku z vročimi stenami kurišča. Kadar je bila temperatura ogrevalne vode nizka (npr. ob zagonu), je trajalo precej časa, da so se površine kurišča primerno ogrele, saj je toplota intenzivno prehajala na vodo.

"Vroče zgorevalne komore" nizkotemperaturnih kotlov imajo dvojno steno, katere vmesni prostor je oblikovan v obliki kovinskih reber. Vroči dimni plini takoj segrejejo notranjo steno in toplota se odvaja preko reber in prevaja na zunanjo steno ter na vodo. Če na stenah med temi rebri pride do kondenzacije zaradi prenizke temperature, ta vlaga hitro izpari.

Pri nizkotemperaturnih kotlih ima pomembno vlogo pravilen izbor posameznih elementov. Kotel z majhno priključno močjo, gorilnik z majhnim pretokom goriva in optimalna regulacija delovanja morajo biti skrbno izbrani in načrtovani zato kakovostni proizvajalci ponujajo na trgu tako imenovane ogrevalne centrale ali s tujko "units". Te vključujejo poleg kotla in gorilnika tudi kakovostno regulacijo, raztezno posodo in obtočno črpalko v dobro toplotno izolirani enoti. Vsi elementi so usklajeni tako, da je njihovo delovanje optimalno, vzdrževanje ni zahtevno, uporabnik pa lahko enostavno nadzoruje delovanje elementov.

4.5.3. Kondenzacijski kotel

Kondenzacijski kotli poleg toplote dimnih plinov (sezibilna toplota) izkoriščajo tudi tisti del toplote, ki se pri zgorevanju goriva pretvori v kondenzacijsko toploto vodne pare (lantentna toplota). Ta del se pri klasičnih kotlih ne izkoristi, temveč se preko dimnika odvaja v okolico. Obratuje z drsečo regulacijo temperature ogrevalne vode v odvisnosti od zunanje temperature.

Pri kondenzacijskih kotlih vodna para dimnih plinov kondenzira na relativno hladnih površinah toplotnega prenosnika in pri tem odda kondenzacijsko toploto grelni vodi. V splošnem se podatki za izkoristek vseh vrst kotlov nanašajo na spodnjo kurilno vrednost H_i. Če torej želimo ohraniti primerljivost podatkov s klasičnimi kotli, moramo to predpostavko upoštevati tudi pri kondenzacijskih kotlih. Zato izkoristek preko 100% pri kondenzacijskih kotlih pomeni dejansko nazaj preračunano vrednost na dogovorjeno izhodišče H_i, ki predstavlja 100% izkoristek. V osnovi je kondenzacijski kotel podoben klasičnemu, ki ima na izhodu vgrajen dodatni toplotni prenosnik.

Pri kondenzacijskih kotlih je pomemben vpliv temperature povratne vode. Delež kondenzacijske toplote, ki jo lahko izkoristimo, je prvenstveno odvisen od temperature povratne vode iz ogrevalnega sistema. Nižja je temperatura, več kondenzacijske toplote lahko izkoristimo.

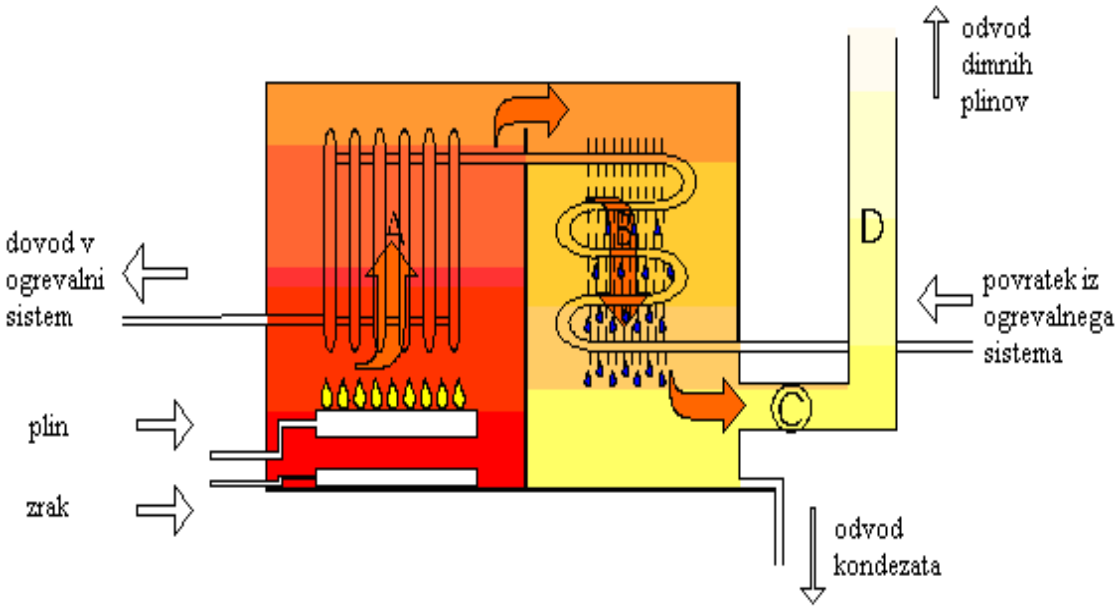
Primerjava sodobnih plinskih nizkotemperaturnih ogrevalnih kotlov in plinskih kondenzacijskih kotlov glede koriščenja energije nam poda naslednjo energijsko bilanco.

- Pri zemeljskem plinu znaša delež kondenzacijske toplote 11% glede na kurilnost H_i.

- Pri kondenzacijskih kotlih lahko zaradi kondenzacije vodne pare ta toplotni potencial bolje izkoristimo.

- Pri atmosferskih nizkotemperaturnih kotlih znaša izstopna temperatura dimnih plinov med 90^{o}C in 120^{o}C. Z dimnimi plini se izgubi približno 6% do 7% neizkoriščene toplote.

- Občutno znižanje temperature dimnih plinov pri kondenzacijskh plinskih kotlih na vrednost 30^{o}C pomeni, da se delež senzbilne toplote v dimnih plinih izkoristi, izgube toplote z dimnimi plini pa se zmanjšajo.



Slika 6: Shematski prerez kondenzacijskega kotla[7]

4.6. Cevni razvod in grelna telesa

Cevni razvod ogrevalne vode, ki poteka od kotla do ogreval v posameznih prostorih, mora biti čim krajši, da so tako tudi toplotne izgube čim manjše. Cevovodi, ki potekajo po neogrevalnih prostorih, morajo biti toplotno izolirani. Ločimo **enocevne in dvocevne** sisteme. Cevni razvodi so lahko v vidni ali v nevidni izvedbi. Pri novogradnjah je možna vgradnja v tlake in stene. Kot material za cevi uporabljamo jeklo, baker, umetne materiale in kombinacijo različnih materialov.

Pri dvocevnih sistemih sta dovod in odvod grelne vode ločena, ogrevala so v sistemu vezana vzporedno. Temperatura dovoda je za vsa ogrevala v zaključnem sistemu enaka. Izvedba dvocevnega sistema je lahko s spodnjim in zgornjim razvodom.

Pri enocevnih sistemih so ogrevala v veji oziroma zanki vezana zaporedno. To pomeni, da v vsako naslednje ogrevalo prihaja delno ohlajena voda. Enako oddajo toplote v

[7] http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/ESP/ESPNova Gorica.htm

dveh prostorih je možno doseči samo s povečanjem površine zaporedno vezanega ogrevala.

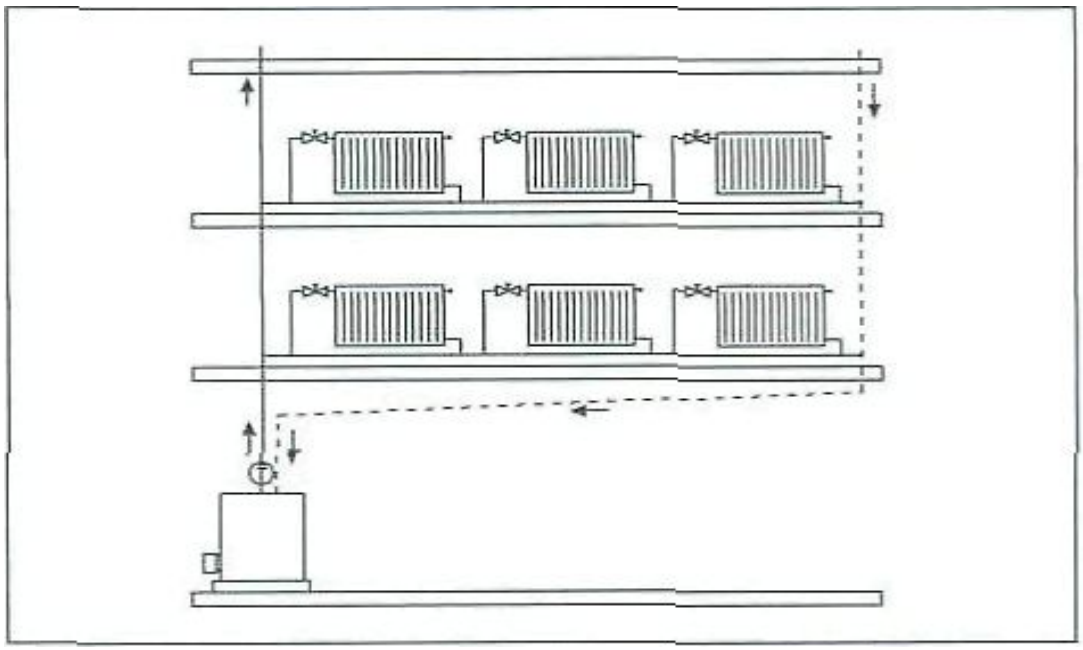
4.6.1. Prednosti enocevnih sistemov pred dvocevnimi

- hitrejša izvedba in nižja investicija (cevi so položene v kot med steno in tlakom in pokrite s parketnimi letvami, količina cevi je manjša),
- ni vidnih cevnih razvodov,
- enostavna regulacija,
- manj težav z obtočnimi črpalkami, če vgradimo termostatske ventile,
- možnost merjenja in delitve stroškov v več stanovanjskih stavbah in individualnih hišah z več stanovanji,
- možnost kasnejše izvedbe v individualnih hišah, kjer je bila v prvi fazi zgrajena in vseljiva samo ena etaža,
- možnost različnih obratovalnih režimov, če na vsako zanko vgradimo ustrezno regulacijo,

4.6.2. Slabosti enocevnih sistemov

- zahtevno projektiranje,
- večje radiatorske površine,
- nevarnost poškodbe cevi, če kaj pritrjujemo v tla,
- netesna mesta v cevnem razvodu težko saniramo, če so cevi v tlaku,
- temperaturna regulacija pri uporabi ročnih ventilov je nemogoča, saj zapiranje povzroči pregrevanje sosednjega prostora (vgradnja termostatskih ventilov je zato obvezna),

- nizkoteperaturno ogrevanje, ki ima za posledico večje površine ogreval je za uporabo pri enocevnem sistemu manj primerno.



Slika 7: Shema enocevnega sistema[8]

4.6.3. Prednosti dvocevnega sistema pred enocevnim sistemom

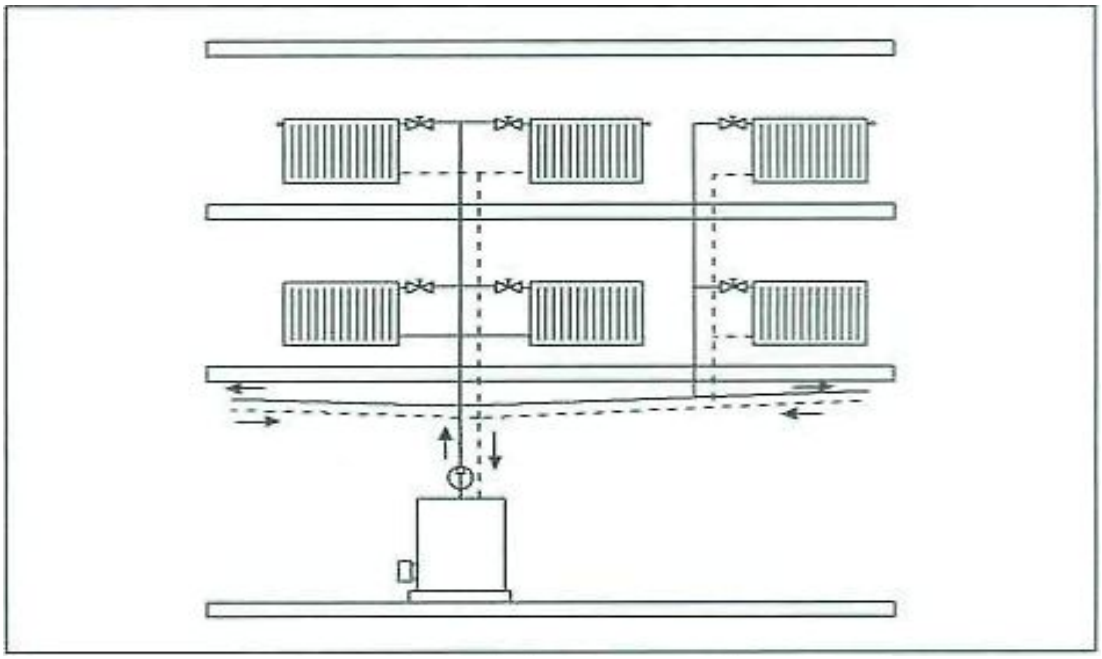
- manj zahtevno projektiranje,
- približno enaka vstopna temperatura ogrevalnega medija,
- vsi spoji so vidni, kar povečuje varnost glede puščanja, poškodovanja cevi in ogreval.

4.6.4. Slabosti dvocevnih sistemov

- viden cevni razvod, ki včasih iz estetskih razlogov ni zaželen,
- ob začetku ogrevanja se iz cevnega razvoda dviga prah v prostor,

[8] http://www.gov.si/aure/eknjiznica/

- količina cevi je večja, saj vodimo vzporedno dve cevi, dovodno in povratno,
- hidravlična regulacija sistema je zahtevna (praviloma moramo nastaviti vsak ventil na ogrevalu tako, da je količina ogrevalnega medija taka, kolikor je ogrevalo potrebuje za segrevanje prostora),
- število netesnih mest, posebej če so cevi položene v tlak, je lahko veliko,
- zahtevnejša in zamudnejša montaža.[9]



Slika 8: Shema dvocevnega sistema[10]

4.7. Ogrevala

Pri visokotemperaturnih sistemih se toplota oddaja s pomočjo konvekcije in sevanja, kar velja za klasično radiatorsko ogrevanje.

Pri nizkotemperaturnih sistemih se toplota oddaja s pomočjo konvekcije (konvektorji) ali s pomočjo sevanja (talno, stensko, stropno sevanje).

[9] http://www.gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Clanki.html
[10] http://www.gov.si/aure/eknjiznica/

Tudi pri nizkotemperaturnem ogrevanju lahko vgradimo vse vrste radiatorjev in konvektorjev, katere moramo dimenzionirati na vstopno temperaturo vode od 50°C do 55°C oziroma največ 75°C. Površine radiatorjev morajo biti večje kot pri običajnih sistemih ogrevanja s temperaturo 90/70°C, da bi dosegli enak toplotni učinek. Pri sistemu 50/40°C je lahko to povečanje tudi do trikratno. V primeru uporabe talnih stenskih ogreval te dimenzioniramo na vstopno temperaturo 40°C do 45°C.

Radiatorsko ogrevanje ima v primerjavi s površinskimi ogrevanji določene slabosti (neugoden temperaturni profil, povečana cirkulacija prahu v prostoru, suh zrak v prostoru, oddaja toplote je zmanjšana zaradi zaslanjanja z zavesami in pohištvom), zato so primernejši drugi nizkotemperaturni sistemi. Tako je konvektorsko ogrevanje primerno za klasični režim ogrevanja 90/70°C, manj primerno pa je za nizkotemperaturni režim. Za nizkotemperaturni režim je najprimernejše ploskovno ogrevanje, kamor prištevamo talno, stropno in stensko ogrevanje.

Za ploskovna ogrevanja je značilno, da večino toplote oddajo s sevanjem, medtem ko za radiatorsko in konvektorsko ogrevanje velja, da se večina toplote odda s konvekcijo. Za ploskovna ogrevanja rabimo sorazmerno veliko proste površine.

4.8. Spremljanje porabe energije

S spremljanjem večletne porabe goriva v posameznih kurilnih sezonah lahko s primerjavo porabe goriva ugotovimo normalna odstopanja, ki nam pokažejo, da je z našim ogrevalnim sistemom nekaj narobe. Najbolje je, da letno porabo goriva primerjamo s sosedi in znanci, ki imajo podobno hišo ali stanovanje.

Tabela 3: Energijsko število

Tip hiše	**Energijsko število** **kWh/m^2 na leto**
zelo potratna hiša	Več kot 250
potratna hiša	200-250
povprečna hiša	150-200
varčna hiša	100-150
zelo varčna hiša	50-100
nizkoenergijska hiša	manj kot 50

Tabela 4: Kurilne vrednosti

Gorivo	**Kurilnost**
LKO – kurilno olje	10,0 kWh/liter
zemeljski plin	9,5 kWh/m^3
tekoči naftni plin	6,95 kWh/liter
rjavi premog	3,8 kWh/kg
lignit	3,1 kWh/kg
bukova drva	2410 kWh/m^3

Energijsko število ogrevanja dobimo tako, da porabljeno gorivo pretvorimo v kWh in ga delimo s površino prostorov (m^2). Kurilne vrednosti goriv, ki jih potrebujemo za izračun, so razvidne v tabeli.

Za primer izračunamo energijsko število ogrevanja enodružinske hiše za klimatske pogoje v osrednji Sloveniji. Predpostavimo, da smo za ogrevanje 100 m^2 prostorov, brez upoštevanje goriva za pripravo tople sanitarne vode, porabili 2000 litrov kurilnega olja, kar znaša 20.000 kWh. Energijsko število ogrevanja znaša 20.000 kWh/100m^2 ali 200 kWh/m^2 na leto. Če vrednost energijskega števila primerjamo s števili v tabeli, lahko ugotovimo, da naša hiša spada med potratne glede porabljene energije za ogrevanje, saj znaša poraba kurilnega olja 20 litrov na 1 m^2 ogrevane površine. Varčna hiša ima porabo na leto med 10 in 15 litri kurilnega olja na 1 m^2 ogrevalne površine, medtem ko ima nizkoenergijska hiša porabo manj kot 5 litrov kurilnega olja na 1m^2 ogrevalne površine.

4.9. Emisije pri kurilnih napravah

Pri zgorevanju goriv za proizvodnjo toplotne energije precej obremenjujemo okolje s škodljivimi snovmi. Izpuste strupenih snovi v okolje imenujemo s skupnim imenom »emisije«. Koncentracije posameznih emitiranih elementov so določene z mejno emisijsko koncentracijo (MEK), ki jo je dovoljeno izpuščati v okolje.

Zahteve, ki jih postavljajo novi predpisi, nam narekujejo sanacijo kurilnih naprav. Sanacija lahko vključuje primarne in sekundarne ukrepe. Med primarne ukrepe prištevamo vse ukrepe, ki so povezani z dimenzioniranjem kurilnih naprav, medtem ko so sekundarni ukrepi vezani na pravilno izbiro sodobne regulacijske opreme.

Veliko obstoječih naprav je s pravilnimi tehničnimi posegi in zamenjavo regulacijske opreme možno sanirati. V mnogih primerih zaradi premajhne porabe toplotne energije kotel ne obratuje kontinuirano, temveč se vklaplja in izklaplja. Pri vsakem izklopu se kotel ohladi, kar pogojuje nove zagone. Takšno obratovanje kotla povzroča slabo zgorevanje goriva, slabši izkoristek naprave in nepotrebne visoke emisije škodljivih

snovi. Neprimerna regulacija ogrevalnega sistema, ki vključuje tudi gorilnik kurilne naprave, lahko v večji meri tudi zmanjša letni izkoristek ogrevalnega sistema.

4.9.1 Vzroki za nastanek emisij

V kurilni napravi kot produkti zgorevanja nastajajo dimni plini in z njimi emisije škodljivih snovi, predvsem CO_2, CO, NO_x, SO_2 in trdni delci. Sestava dimnih plinov je odvisna od kakovosti zgorevanja. Uredba o emisiji snovi v zrak (Ur.L.RS št. 4/93) določa posebne zahteve v zvezi z emisijo snovi v zrak za kurilne naprave, in sicer:

- mejne emisijske vrednosti,
- določitev goriv, ki se smejo kuriti v kurilnih napravah,
- ukrepe za zmanjšanje emisije v zrak,
- prilagoditev obstoječih kurilnih naprav.

Za kakovost zgorevanja so določene emisije škodljivih snovi v okolico in prav tako izkoristek kurilne naprave. Za popolno stehiometrično zgorevanje je potrebna določena količina zraka, odvisno od sestave goriva. Če je razmerje zrak/gorivo premajhno, je zgorevanje nepopolno, zato nastajajo saje, ogljikov monoksid (CO) ter rakotvorni policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH). Če je razmerje zrak/gorivo preveliko, s presežkom zraka pospešujemo tvorbo NO_x in SO_3. Preveliko in premajhno razmerje zrak/gorivo zvišuje porabo goriva, povečujejo se stroški vzdrževanja kurišča, pojavlja se korozija sten, zlasti pa se onesnažuje okolje. Izgube zaradi nepopolnega zgorevanja in izgube s toploto dimnih plinov so odvisne od kakovosti zgorevanja. Obstaja optimalno razmerje zrak/gorivo, pri katerem so izgube zgorevanja minimalne.

Optimalni razmik zraka dosežemo s pravilno nastavitvijo gorilnika. Sodobnejše kurilne naprave so zasnovane tako, da pri obratovanju zadostijo najstrožjim kriterijem za emisijske vrednosti.

5. OCENA NALOŽB, STROŠKOV IN PRIHRANKOV

5.1. Stanje cen in razmerij med energenti

Če želimo narediti primerjavo cen različnih energentov, moramo te zaradi različnih agregatnih stanj (trdno, tekoče, plinasto) in zaradi različnih merskih enot (liter, kg, m^3) spraviti na isto osnovo oziroma energijsko enoto. Pomembno je, da upoštevamo različno kurilno vrednost energentov. Tako iz enega litra ekstra lahkega kurilnega olja dobimo približno 10 kWh toplote, iz enega m^3 zemeljskega plina na približno 9,5 kWh toplote. Energijo v prvotni obliki goriva (kot kurilno olje, plin) na »pragu«, pred kotlom imenujemo sekundarna energija. Cen končne energije, preračunane na enoto kWh, še ne moremo primerjati med seboj. Primerjava je možna šele, ko upoštevamo, kolikšen izkoristek toplotne energije dobimo iz kotla, oziroma ko je sekundarna energija pretvorjena v koristno z določenim izkoristkom naprave. Izkoristek lahko v znatni meri vpliva na ceno in strošek porabljene energije, kar je tudi razvidno iz tabele, kjer so podane cene koristne energije pri različnih izkoristkih ogrevalnega sistema. Ko pa se odločamo, s kakšnim energentom se bomo greli, primerjamo le prodajne cene energentov ali cene sekundarne energije, ne upoštevamo pa dejanski povprečni izkoristka ogrevalnega sistema. Najpogosteje tudi nimamo pravih podatkov in lahko dejanski izkoristek sistema v takih primerih le ocenimo.

Tabela 5: Koristna energija

Energent	**Prodajna cena SIT/enota**	**Kurilna vrednost KWh/enota**	**Sekundarna energija SIT/kWh**	**Izkor. %**	**Koristna energija SIT/kWh**
Kurilno olje	119,70 SIT/l	10 kWh/l	11,97	80 90	14,96 13,30
Zemeljski plin	98,45 SIT/Sm^{3*}	9,5 kWh/m^3	10,36	80 90	12,95 11,51
Utek. naftni plin	112,40 SIT/l	6,95 kWh/l	16,17	80 90	20,21 17,96
Električna energija	Meseč. raba 300 kWh/mesec				25

Opomba:

Cene energije, stanje 15.1.2005, z upoštevanjem 20 % DDV.

* srednje letna poraba – poraba plina nad 400 Sm^3/leto

5.2. Ocena naložb

Pri analizi ekonomskega vidika smo se odločili med dvema najbolj pogostima energentoma in to med zemeljskim plinom ter kurilnim oljem.

Pri primerjavi ogrevanja stanovanjske hiše bomo v diplomski nalogi obravnavali dve varianti:

- Varianta 1: ogrevanje stanovanjske hiše s kurilnim oljem
- Varianta 2: ogrevanje stanovanjske hiše z zemeljskim plinom

»Optimiranje naložb v razvoju projekta je sicer pomembno za zagotovitev njegove učinkovitosti; za razumevanje namena projekta pa to ne zadostuje. Naložbe v projekt proizvodnega sistema imajo namreč cilj, da z realizacijo projekta in eksplotacijo proizvodnega sistema zagotovijo povračilo naložb in dodatno vrednost. Investiramo torej zato, da zagotovimo večje neto učinke od vlaganj, večji prihodek od stroškov projekta, pozitiven poslovni rezultat projekta«.[11]

[11]Bizjak, F., Tehnološki in projektni managment, N. Gorica, 1996, str.153.

Varianta 1: ocena naložb za ogrevanje stanovanjske hiše na kurilno olje

Tabela 6: Ocena naložb za ogrevanje na kurilno olje

	KURILNO OLJE	SIT
1)	kotel	250.000,00
2)	rezervoar 2000 l	50.000,00
3)	el. priklop	8.000,00
4)	priklop peči na rez.	10.000,00
6)	razna dela	25.000,00
7)	kontrola delovanja	10.000,00
	SKUPAJ	**353.000,00**

Varianta 2: ocena naložb za ogrevanje stanovanjske hiše na zemeljski plin

Tabela 7: Ocena naložb za ogrevanje na zemeljski plin

	PLIN	SIT
1)	kotel	350.000,00
2)	el. priklop	10.000,00
3)	priklop na mestno napeljavo	150.000,00
4)	razna dela	50.000,00
5)	A-testi (tesnosti)	35.000,00
6)	kontrola delovanja	10.000,00
	SKUPAJ	**605.000,00**

Cene so povzete po raznih cenikih dobaviteljev (Kovinatrade, Viessmann, Seltron…)

5.3. Ocena stroškov

5.3.1. Ocena stalnih stroškov

Med stalne stroške spada amortizacija.

»Amortizacijo lahko izrazimo kot cenovni izraz porabe delovnih sredstev, saj cenovno izraža vrednost porabe delovnih sredstev.«[12]

»Govorimo o minimalni, zakonsko predpisani amortizaciji in večji amortizacijski stopnji. Amortizacija, obračunana po minimalni amortizacijski stopnji, praviloma zagotavlja povračilo sredstev v celotni življenjski dobi delovnega sredstva, višja stopnja amortizacije pa zagotavlja hitrejše povračilo sredstev«.

Če pri obračunu upoštevamo časovno odvisnost porabe delovnih sredstev, govorimo o časovni amortizaciji.«[13]

V našem primeru je smiselno uporabiti sorazmeren odpis delovnih sredstev, saj življenjska doba sredstev znaša 15 let. Stopnja amortizacije bo tako znašala:

Sta = 100/zd(%) = 100/15 = 6,67%

Sta – stopnja amortizacije v %

zd – življenjska doba delovnega sredstva v letih

V našem primeru tako znaša stopnja amortizacije 6,67%.

[12] Bizjak F., Petrin T., Uspešno vodenje podjetja Ljubljana 1996 str. 214

[13] Bizjak F., Petrin T., Uspešno vodenje podjetja Ljubljana 1996 str. 215

- **Amortizacija sredstev pri ogrevanju na kurilno olje**

Tabela 8: Amortizacija sredstev pri ogrevanju na kurilno olje

višina naložb	353.000,00 SIT
amortizacijska stopnja	6,67%
letni odpis vrednosti	**23.533,33 SIT**

- **Amortizacija sredstev pri ogrevanju na plin**

Tabela 9: Amortizacija sredstev pri ogrevanju na zemeljski plin

višina naložb	605.000,00 SIT
amortizacijska stopnja	6,67%
letni odpis vrednosti	**40.333,33 SIT**

5.3.2. Ocena spremenljivih stroškov

Med spremenljive stroške v našem primeru spadajo:

- stroški kurilnega olja oziroma zemeljskega plina

(upoštevana priključna moč in različne cene plina)

Tabela 10: Primerjava nakupa energenta

2000 Sm^3	zemeljski plin	169.154,00 SIT
2000 l	kurilno olje	253.000,00 SIT

Pri primerjavi kurilnega olja in zem. plina je 5% boljši izkoristek naprav na zemeljski plin, zato zanemarimo razliko v kurilni vrednosti, ki je 5%.

- Spremenljivi stroški kurilnega olja:

Vs_o = 253.000,00 SIT

- Spremenljivi stroški plina:

Vs_p = 169.154,00 SIT

5.3.3. Ocena skupnih stroškov

- Celotni stroški kurilnega olja:

$Cs_o = Fs_o + Vs_o$

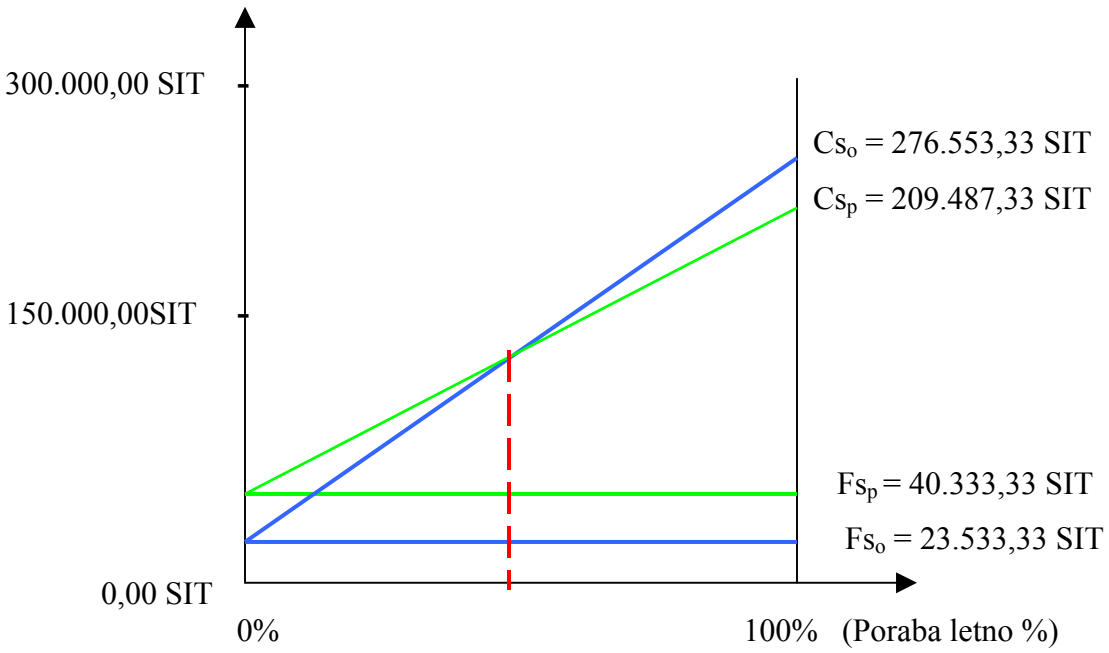
Cs_o = 23.533,33 + 253.000,00 = 276.533,33 SIT

- Celotni stroški plina

$Cs_p = Fs_p + Vs_p$

Cs_p = 40.333,33 + 169.154,00 = 209.487,33 SIT

Grafično lahko stroške prikažemo tako:



Slika 9: Skupni stroški ogrevanje na zemeljski plin oziroma kurilno olje

Iz zgornje slike je razvidno, da ima prva varianta ogrevanje stanovanjske hiše na kurilno olje manjše fiksne stroške kot druga varianta ogrevanje na plin. Spremenljivi stroški so pri drugi varianti nižji kot pri prvi varianti. Graf nam pokaže, da so celotni stroški ogrevanja stanovanjske hiše na plin nižji.

5.4. Načelo sistemskega pristopa

Že na začetku diplomske naloge smo omenili načelo sistemskega pristopa pri reševanju problematike. Preden se bomo dokončno odločili, si je potrebno problem ogledati z različnih vidikov. V spodnji tabeli lahko razberemo prednosti oziroma slabosti obeh variant.

Tabela 11: Pregled posameznih vidikov

	Varianta 1 olje	Varianta 2 plin
EKONOMSKI VIDIK		
tržišče, surovine	ugodno	ugodno
učinki	manjši	večji
naložbe	manjše	večje
stroški	večji	manjši
PROSTORSKI VIDIK		
ekologija	emisije dimnih plinov	izkoriščanje dimnih plinov
prostor	zasede več prostora	zasede manj prostora
promet	dodatni stroški prevoza goriva	z dobavo goriva nimamo stroškov
energija	manjši izkoristek	večji izkoristek
SOCIALNI VIDIK		
delo	-	-
infrastruktura	-	-
zdravstvo	-	-
Šolstvo, izobraževanje	-	-

V tabeli je iz ekonomskega in prostorskega vidika razvidna primernost druge variante. Z ekonomskega vidika imamo manjše stroške nabave goriva, učinki so večji, saj imamo večji izkoristek. Ekološki vidik nam pokaže, da pri varianti dva izkoriščamo dimne pline, s tem zmanjšujemo emisije dimnih plinov. Prostorski vidik nam pokaže, da druga varianta zasede manj prostora v stanovanjski hiši. Energijski vidik nam pokaže, da lahko z drugo varianto dosežemo večje izkoristke.

6. OCENA UČINKOVITOSTI

Da bi tveganje pri izpeljavi projekta zmanjšali na minimum uporabljamo metode, ki nam zagotavljajo dovolj kompleksno ter temeljito analizo in vrednotenje učinkov. V diplomski nalogi so učinki vrednoteni z metodo interne stopnje prihranka.

6.1. Metoda interne stopnje prihranka

»Pogosto moramo izbirati med projekti, na primer tehnologije za isto proizvodnjo, zato so donosi isti, razlike pa so v odhodkih in stroških. Odločitev pogojujejo torej odločujoči stroški. Metoda, ki omogoča tako izbiro in temelji na upoštevanju časovnih preferenc, torej dinamičnih vidikov, je metoda interne stopnje prihranka. Po tej metodi iščemo tisto diskontno stopnjo (r), ki izpolnjuje naslednje pogoje:

$$0 = \sum_{i=0}^{n} \frac{(Soj - Sok)i}{(1+r)^{i}}$$

Pri tem oznake pomenijo:

Soj = skupni odhodki projekta (j),

Sok = skupni odhodki projekta (k),

r = diskonti faktor, ki izpolnjuje navedeni pogoj,

i = 0 – n, časovna obdobja

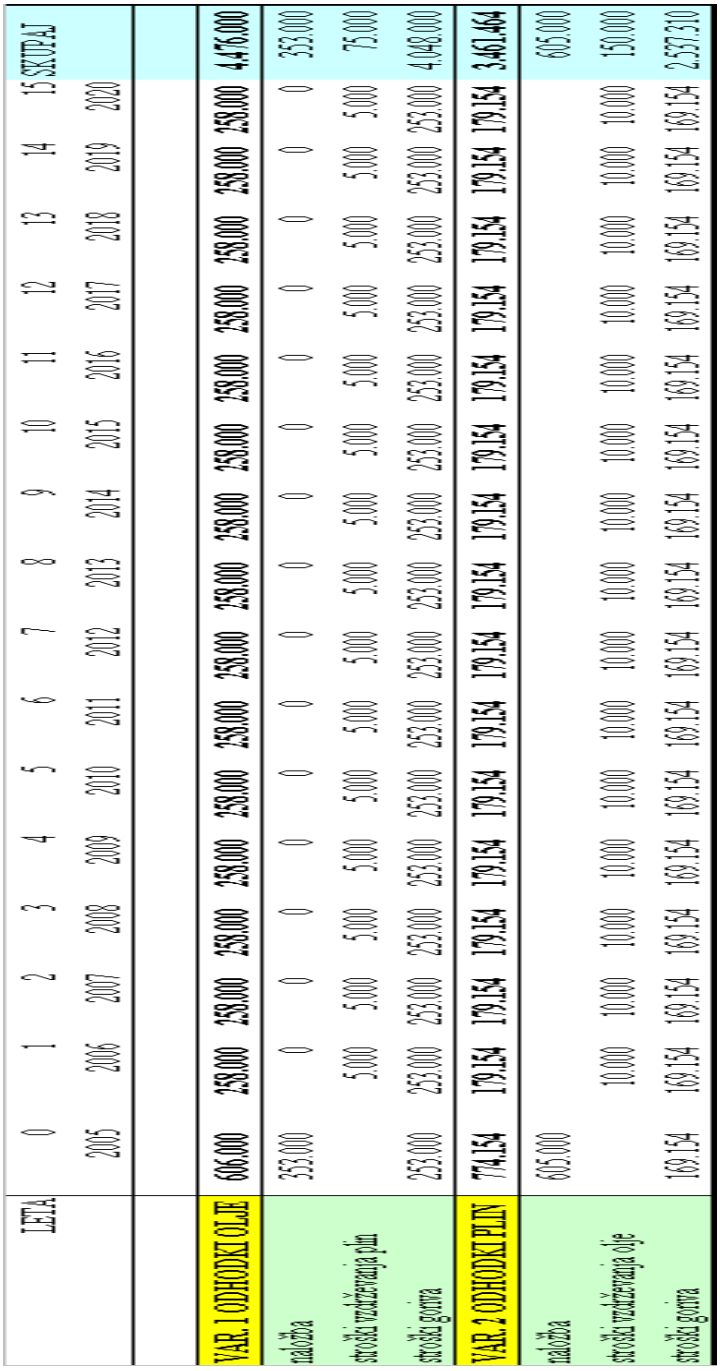
Izračun interne stopnje (r) je analogni izračun interne stopnje prihranka. Denarne tokove pri tej metodi oblikujemo torej le za odhodke, to je strošek in naložbe, te tokove pa medsebojno primerja in izračuna kazalec interne stopnje prihranka (ISP).«[14]

[14] Bizjak, F., Tehnološki in projektni managment, N. Gorica, 1996, str.166.

Metodologija interne stopnje prihranka za oceno učinkovitosti naložb se v našem primeru ponuja sama od sebe. Imamo dve varianti tehnologije: ogrevanje stanovanjske hiše na kurilno olje in ogrevanje stanovanjske hiše na zemeljski plin. Naložbi v ti dve tehnologiji se med seboj razlikujeta, po drugi strani pa dražja tehnologija pomeni večje izkoristke, nižje stroške obratovanja in je ekološko ustreznejša. Izhajajoč iz osnovne definicije metode interne stopnje prihranka bomo za oceno učinkovitosti naložb izbrali to metodo.

6.2. Realni denarni tok

Tabela 12: Realni denarni tok



LETA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SKUPAJ
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
VAR. 1 ODHODKI OLJE	**606.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**258.000**	**4.476.000**
naložba	253.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253.000
stroški vzdrževanja opr.		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	75.000
stroški goriva	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	253.000	4.048.000
VAR. 2 ODHODKI PLIN	**774.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**179.154**	**3.461.464**
naložba	605.000																605.000
stroški vzdrževanja olje		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	150.000
stroški goriva	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	169.154	2.537.310

Iz zgornje tabele je razvidno, da ima varianta 1. ogrevanje stanovanjske hiše na kurilno olje manjše naložbe, nižje stroške servisiranja, ima pa višje stroške za nabavo goriva. Varianta 2. ogrevanje stanovanjske hiše na zemeljski plin ima višje naložbe in višje letne stroške servisiranja, ima pa nižje stroške nabave goriva.

6.3. Interna stopnja prihranka

Tabela 13: Izračun interne stopnje prihranka z diskontiranjem

LETO	NALOŽBE		STROŠKI ODHODKI		SKUPNI STROŠKI		RAZLIKA	DISKONTNA STOPNJA	
	VAR. 1	VAR. 2	VAR. 1	VAR.2	VAR. 1	VAR. 2		12%	15%
2005	353.000,00	605.000,00	253.000,00	169.154,00	606.000,00	774.154,00	-168.154,00	-140.128,33	-112.102,66
2006			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	54.754,16	35.042,66
2007			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	45.628,47	23.361,77
2008			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	38.023,72	15.574,52
2009			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	31.686,43	10.383,01
2010			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	26.405,36	6.922,01
2011			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	22.004,47	4.614,67
2012			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	18.337,05	3.076,44
2013			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	15.280,88	2.050,96
2014			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	12.734,06	1.367,31
2015			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	10.611,72	911,54
2016			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	8.843,10	607,69
2017			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	7.369,25	405,12
2018			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	6.141,04	270,08
2019			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	5.117,53	180,05
2020			258.000,00	179.154,00	258.000,00	179.154,00	78.846,00	4.264,61	120,03
						SKUPAJ	1.014.536,00	167.073,52	-7.214,80

$$ISP = 10 + 2\frac{167.073,62}{167.073,62 + /- 7.214,73 /} = 12\%$$

Iz izračuna lahko ugotovimo, da nam varianta 2. ogrevanje stanovanjske hiše na zemeljski plin, kljub višjim začetnim naložbam, doprinese prihranke v višini **ISP = 12%,** v primerjavi s prvo varianto.

7. SKLEP, UGOTOVITVE IN REZULTATI

V nalogi smo opravili oceno primernosti načina ogrevanja stanovanjske hiše. Izbirali smo med dvema najbolj pogostima energentoma, ki se uporabljata za ogrevanje stanovanjske hiše v Sloveniji. Kot prvo varianto smo uporabili ogrevanje na kurilno olje, kot drugo varianto pa ogrevanje z zemeljskim plinom. Nalogo smo obravnavali iz ekonomskega, socialnega in prostorskega vidika. Uporabili smo metodo interne stopnje prihranka.

Rezultati so pokazali, da je za ogrevanje stanovanjske hiše bolj primeren zemeljski plin, saj nam kljub višji začetni naložbi, po 15 letih, kolikor je življenjska doba ogrevalnega sistema, doprinese prihranek, saj je interna stopnja prihranka 12%. V nalogi smo dali velik pomen ekologiji, saj nam od vseh energij, ki jih uporabljamo v hiši, predstavlja kar 70% ogrevanje prostorov. Ogrevanje z zemeljskim plinom pa je obenem do okolja bolj prijazno v primerjavi s kurilnim oljem. Navedene ugotovitve bodo morda koristile vsem, ki se ne morejo odločiti pri izbiri energenta. Oba energenta, tako kurilno olje kot zemeljski plin, omogočata avtomatsko delovanje naprav. Cena za pridobljeno energijo (SIT/kWh) pa se zaradi visoke cene kurilnega olja bistveno razlikuje od zemeljskega plina in je kurilno olje 35% dražje od zemeljskega plina. To seveda velja ob predpostavki, da so vgrajene sodobne naprave na olje ali plin, ki obratujejo z izkoristki med 80 in 90%. Razmere glede cen koristne energije pri istem energentu se lahko bistveno spremenijo v primeru, ko imamo v rabi stare, tehnološko zastarele naprave, ki imajo slab izkoristek, v nasprotju z modernimi, tehnološko najbolj dognanimi napravami, ki obratujejo z dobrim izkoristkom. Za kotle, ki so starejši od 15 let, predlagamo zamenjavo z novimi NT (nizkotemperaturnimi) ali kondenzacijskimi kotli, saj je to najučinkovitejša rešitev za zmanjšanje stroškov. Porabo energije lahko na ta način zmanjšamo za 30 do 40% glede na stari kotel. Stari kotel bi morali zamenjati z novim po 15 letih uporabe, saj se finančni vložek povrne v kratkem času. Proizvajalci kotlov le-te nenehno izboljšujejo, zato imajo ti kotli vedno boljše izkoristke, manjše izgube toplote v okolico ter tudi manj onesnažujejo okolje.

Vendar sama vgradnja novejšega kotla še ne pomeni velikega prihranka, če zgradba ni primerno toplotno izolirana.

Pri primerjavi obeh cen predlagamo, da se upošteva še ekološki vidik, saj plin praktično ne vsebuje žvepla.

8. LITERATURA

- **Bizjak, F.** (1996). Tehnološki in projektni management. Nova Gorica: Grafika Soča.

- **Bizjak, F.** (2004). Osnove ekonomike podjetja za inženirje. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

- **Bizjak, F., Petrin, T**. (1996). Uspešno vodenje podjetja. Ljubljana: Gospodarski vestnik.

- **Viri energije** http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/ESP/ESPnova Gorica.htm, pridobljeno 14.3.2005 s svetovnega spleta.

- **Energijsko učinkovite tehnologije:** zbirka informacijskih listov; AURE, 1999, pridobljeno 7.6.2005 s svetovnega spleta.

- **Kondenzacijski kotel:** http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje, pridobljeno 11.10.2005 s svetovnega spleta.

- **Obnovljivi viri energije**. Zbirka informativnih listov. Za učinkovito rabo energije. Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Agencija RS za učinkovito rabo energije 5/02. Pridobljeno 12.10.2005 s svetovnega spleta: http://www.gov.si/aure/eknjiznica/

- **Uvedba o emisiji snovi v zrak:** Ur.L.RS št. (4/93)

- **Vončina, S.** (2003/04). Ekonomika in organizacija projektov (študijsko gradivo): Nova Gorica.

- **Grobovšek, B.** Cevni razvod in grelna telesa: Pridobljeno 10.10.2005 s svetovnega spleta: http://www.gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Clanki.html