



Технички универзитет
Кајзерслаутерн

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

Извештај за истражувачкиот проект

Примери од споредбени мерења помеѓу греењето со инфрацрвени зраци и греењето со гас на стари градежни објекти

Раководство на проектот

Д-р инж. Петер Косак

Технички факултет (CVT)

Работна група за еколошки градби

Технички универзитет Кајзерслаутерн

Готлиб Дајмлер 42

67663 Кајзерслаутерн

Време на изработка на проектот од 01.10.2008 год. до 30.04.2009 год.

Верзија 1; октомври 2009 год.

© авторско право на Д-р инж. Петер Косак

Истражувачкиот извештај може целосно по желба да се копира и понатаму да се дистрибуира.

Делумните извадоци, особено таквите кои што искажете од истражувачкиот извештај ги фалсификуваат, се напротив најстрого забранети!

Краток преглед

Во грејната сезона 2008/2009 год. се спроведе споредбено мерење за енергетската потрошувачка помеѓу греењето со инфрацрвени зраци и греењето со гас за да се испита структурната промена кај снабдувањето со енергија, придобивките и соодветноста на греењето со инфрацрвени зраци во домот.

Во даденото истражување се покажа дека греењето со инфрацрвени зраци претставува една осмислена алтернатива наспроти вообичените конвенционални системи на греење.

При соодветна примена на греењето со инфрацрвени зраци произлегуваат предности кај енергетската потрошувачка, не само кај трошоците, туку и кај билансот на јаглерод диоксид.

Предговор

Општа цел на работа

Во грејната сезона 2008/2009 год. беше спроведено мерење помеѓу греењето со инфрацрвени зраци (кратко: инфрацрвено греење) и греењето со гас.

Поставената цел беше одредувањето на потрошувачката на енергија и трошокот на енергетската потрошувачка на конкретен пример, оценката на енергетскиот биланс од еколошка гледна точка на овој изведен обид и на вкупните трошоци на двата системи на греење.

Мотивација и основни податоци

Енергетскиот пазар во моментот се карактеризира со рапидно зголемување на трошоците на фосилните енергенси. Покрај привремениот прекин на овој тренд, кој веќе се јавува како последица на светската финансиска криза, за неа општо се смета дека е привремена и краткотрајна.

Од овој пораст на цените особено страдаат сопствениците и станарите во старите градби, поради високата потрошувачка на енергија за греење. Кај многубројните владини иницијативи за санирање, во многу случаи недостасуваат неопходни финансиски средства за тоа. Оваа проблематика постои и понатаму, покрај големата поддршка во владините мерки за тоа.

Како можен излез, на пазарот се нудат електрични инфрацрвени грејачи. Проектот би требало да ја провери економската и еколошката применливост на ова решение.

Благодарници

Раководителот на проектот особено срдечно им благодариме на фамилијата Диц-Грос за одобрувањето на сите неопходни инсталации, за можноста мерењата секојдневно да се спроведуваат и нивната повеќекратна помош за време на целиот проект.

Исто така срдечна благодарност до фирмата Кнебел, којашто како партнер на проектот ги стави на располагање инфрацрвените емитери и уредите за мерење.

Важна забелешка

Поради големиот општ интерес, овој извештај е составен така што тој може да биде разбран од нестручни лица. Поради тоа, тој содржи приказ на физичките, климатските и техничките основи. За подобри информации, освен стручната литература, исто така се наведени сеопфатни и лесно разбирливи интернет страници.

Истражувачкиот извештај има повеќе верзии, во зависност од повратните одговори на испратените прашални листови и како последица на тоа има проширена оценка на мерните резултати. Токму затоа се охрабруваат сите прашања, сугестии, критики и предлози за идните верзии!

Актуелната верзија може да се најде на:

<http://www-user.rhrk.uni-kl.de/~kosack/menu1/1.shtml>

Содржина

1.	Вовед.....	5
1.1.	Основни објасненија на задачата на греењето.....	5
1.2.	Мотивација за проектот	6
1.3.	Основни податоци и информации кон разбирање на проектот и неговата оценка	6
1.3.1.	Енергетско економска основа и одржливост на проектот	6
1.3.2.	Основи на топлинска технологија	10
1.3.3.	Медицински аспекти	20
1.3.4.	Основни енергетски текови кај системите за греење: примарна енергија, секундарна енергија, крајна енергија, корисна енергија	20
1.3.5.	Поделба на сисемите за греење според енергетски извори	21
1.3.6.	Поделба на системите за греење според видот на топлина	22
1.3.7.	Посебни конструкциски форми на грејни тела и грејни површини	23
1.3.8.	Улогата на акумулационата маса на топлинската енергија во системот на греење.....	24
1.3.9.	Класификација на инфрацрвеното греење.....	26
2.	Сродни работи	27
3.	Аналитичко испитување.....	28
3.1.	Системи кои се предмет на испитување	28
3.2.	Споредба на енергетски текови.....	31
3.3.	Испитување на дадената хипотеза	32
3.4.	Објект на мерење.....	33
3.5.	Поставување за експериментот: инсталации и мерни уреди	33
3.6.	Пробна работа.....	36
4.	Резултати и анализа.....	36
4.1.	Мерни резултати	37
4.2.	Споредба на вкупните вредности на енергетските потрошувачки за време на експериментот.....	41
5.	Интерпретација на резултатите.....	42
5.1.	Интерпретација во поглед на енергетската потрошувачката	42
5.2.	Интерпретација во поглед на трошоците	44
5.3.	Интерпретација во поглед на одржливоста/екологијата.....	47
5.4.	Интерпретација во поглед на медицинскиот и здравствениот аспект.....	49
5.5.	Критички забелешки за содржината на интернет страниците и рекламните содржини во проспектите на производителите	49
6.	Заклучоци и перспективи.....	50
7.	Библиографија	51
8.	Додатоци	52

1. Вовед

1.1. Основни објасненија на задачата на греењето

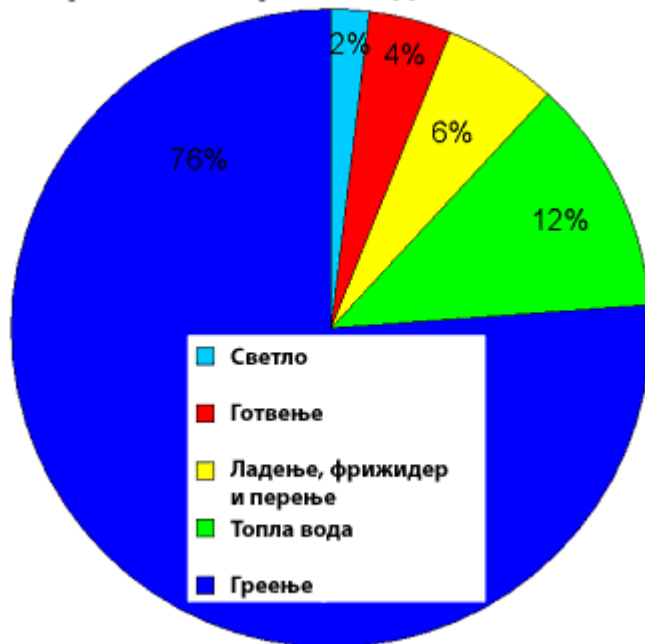
Греењето служи генерално да ја задржи внатрешната температура на градбите од ниските надворешни температури во состојба која човекот може да ја толерира. Ова особено е неопходно во областите каде што надворешната температура може да падне под 20°C.

Затоа е создаден концептот на грејната сезона. Како грејна сезона се означува времето во кое грејната постројка се става во погон за да се одржува внатрешната температура на вредност од 20°C. Во Германија просечната надворешна температура од 15°C е земена како таканаречена грејна граница.

Законски одредби за грејната сезона нема, не поради потребата и големината на системот за греење, туку поради тоа што климата, географската местоположба и другите фактори, како висината на зградите и изолацијата на секое место се различни. Во екстремни случаи дури е можно, во најстудената област една зграда така да се изсида и изолира и воопшто да нема потреба од греен систем а притоа да е доволна само чистата топлина која настанува при хемиските процеси.

Вообичаените стандарди на изолација сепак се далеку под тоа. За тековната енергетска потреба во едно домаќинство греењето просечно одзема 76% (види слика 1.1). Значи, еден греен систем е добар ако тој своите задачи ги исполнува постојано, ефикасно и ефтино.

Енергетска потреба во домаќинството



Слика 1.1 Енергетска потреба во домаќинството

<http://de.wikipedia.org/wiki/Energieeinsparung>

Мотивација за проектот

Мотивацијата беше поставувањето на прашањето дали инфрацрвното греење е разумно решение за проблемот на греењето. Се јавија следните прашања:

- Дали е тоа прифатливо како станбено греење?
- Дали трошоците се конкурентни во однос на другите грејни системи?
- Дали еколошкиот биланс е конкурентен во однос на другите грејни системи?
- Дали е тоа употребливо во пракса и изводливо?
- Дали е тоа неограничено на располагање, односно може ли сите да го користат?

Овие прашања веќе беа поставени на еден претходен проект на работниот кружок за еколошко градење во периодот од 1994 до 1996. Таму, во една ниско енергетска куќа, се испитуваше соодветноста на инфрацрвените зраци кај греалките и осветлувањето коешто се користи, како на пример, во бањи и цркви.

Поради очигледната разлика кај тогашните енергетски цени помеѓу нафтата и гасот и струјата, истражувањето сепак беше предвреме прекинато. Освен тоа, се докажа дека е несоодветна градбата на применетите тела за трајно греење како единствено греење во куќата.

Со промена на енергетските цени на пазарот и усовершената градба на истите како површински грејни тела за континуирана работа, нивната примена повторно стана актуелна.

Прво се спроведе едно испитување за пазарот на интернет за да се избере погоден површински грејач.

Главните изборни критериуми беа нивната физичка издржливост, како кај инфрацрвените емитери, и исто така (види подолу):

горни површински температури од 60°C до 120°C (повеќе од 50% чист удел на зрачење) и безакумулациона маса (брзо се вклучуваат и исклучуваат).

Со производителот на избраниот производ конечно е стапено во контакт и е договорена соработка.

Тогаш беше истакнато дека не се работи за споредбено истражување помеѓу различни понудувачи и производи, туку за генерална соодветност на инфрацрвените емитери како специјални површински емитери за греење на станбениот простор.

1.2. Основни податоци и информации кон разбирање на проектот и неговата оценка

1.2.1. Енергетско економска основа и одржливост на проектот

Под поимот енергетско стопанство се означува целата инфраструктура неопходна да се осигура снабдувањето со енергија.

Ова вклучува пронаоѓањето нови енергетски извори, добивање енергија, енергетско акумулирање, транспорт на енергија, промена на енергија и трговија со енергија.

Од широка гледна точка, секое енергетско стопанство во начело има три основни извори на енергија, како што се: сончевата енергија, гравитацијата и сопствената топлина на планетите од коишто настануваат сите други енергетски носители во стопанството.

Основното зрачење, како четврти теоретски извор на енергија не се користи за создавање електрична енергија. Основното зрачење е, всушност, секое електромагнетно зрачење кое преку ѕвездите, пулсирачките ѕвезди, итн. настанува во длабочината на универзумот и од таму е испратено во нашиот сончев систем.

Сончевото зрачење настанува со фузија на јадрото во сонцето. Тоа го овозможува животот на нашата планета Земја и со неговата голема оддалеченост е најголем корисен енергетски извор во сончевиот систем. Поради тоа, во атомската физика се обидуваат, преку техничка фузија на јадрото да го направат корисен овој извор на енергија. Физичките и техничките проблеми за тоа, сепак, во голем дел не можат да се решат, така што овој извор на енергија во догледно време нема да стои на располагање или во најмала рака ќе биде неизвесен.

Бидејќи месечината ја обиколува земјата, а гравитацијата е предизвикана од масата на небесните тела, овој извор на енергија може да се користи. Така настануваат плимата и осеката кои овозможуваат да се добие енергија во електраните кои работат на принципот на морските промени.

Сопствената топлина на земјата настанува главно преку цепење на јадрото во внатрешноста на земјата. Оваа топлина се користи како геотермална енергија.

На **слика 1.2** се прикажани трите основни енергетски извори и регенеративните и фосилните енергетски форми настанати од нив.

1. Преку фузија на јадрото во сонцето настанува електромагнетна енергија во форма на зрачење, којашто може да се користи директно и индиректно.

Директното користење на зрачењето настанува кај соларната енергија преку претворањето на сончевата светлина во струја или топлина.

Индиректното користење на зрачењето добиено од ветерот, водената сила и геотермијата настанува преку апсорпција, т.е. преку трансформирање на зрачењето во топлина. Преку стоплениот воздух настанува ветерот кој во постројките на ветерниците се преобразува во струја.

Загреаната вода испарува и создава облаци од кои потоа врне. Така настануваат потоците и реките на кои може да се градат хидроелектрични централи. Кај геотермијата, преку сончевото зрачење се загреваат горните слоеви на земјата, односно почвата. Оваа акумулирана топлина се искористува преку топлинските пумпи и регулаторите.

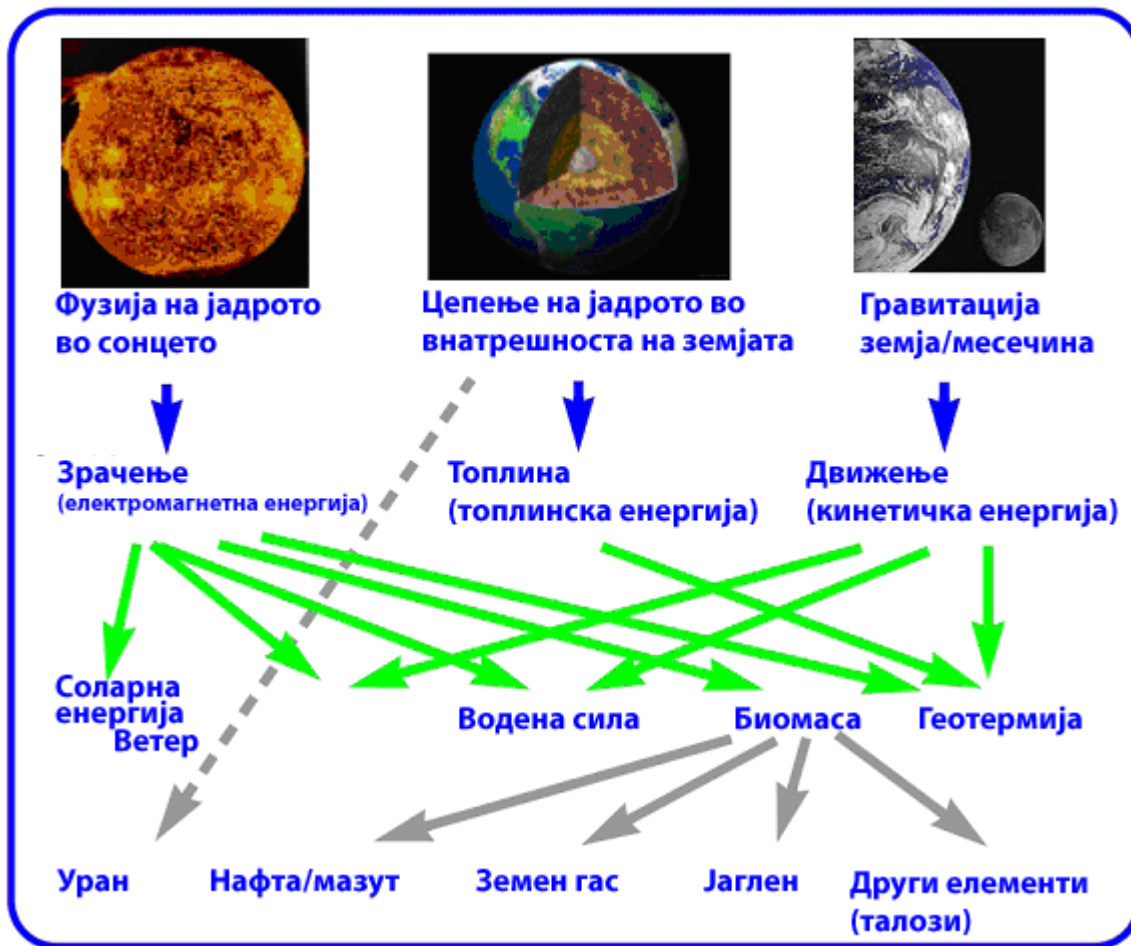
Индиректното користење на зрачењето кај биомасата настанува од растенијата по пат на фотосинтеза.

Како резултат на тоа, најчесто се користи дрвото за добивање енергија.

2. Преку цепењето на јадрото во внатрешноста на земјата настанува топлина којашто се користи на различни геотермички начини.

3. Преку гравитационите сили помеѓу земјата и месечината настанува кинетичка енергија, која ги движи атмосферата и морињата во светот.

Турбуленциите во атмосферата го носат ветерот. Од движењето на морската вода како плима и осека во електраните се добива струја.



Слика 1.2 Користење на енергетскиот спектар

Фосилните енергетски носители, како јагленот, нафтата и земниот гас се настанати пред милиони години преку геолошките процеси од биомасата. Истите тие денес се користат како главни енергетски извори.

Посебен случај претставува елементот уран којшто се користи во електраните за производство на струја. Тој е еден од радиоактивните елементи којшто ја создава топлината на земјата, а се ископува во рудниците. Во електраните радиоактивната енергија се преобразува во топлина и од неа се произведува струја. Ова е, впрочем, еден технолошки подолг заобиколен пат. Директниот пат, пак, би бил енергијата од атомската централа, како кај другите радиоактивни елементи, да се добие по геотермички пат директно од земјината внатрешност.

Носители на енергетското стопанство во Германија се нафтената индустрија, рудниците за јаглен, снабдувањето со електрична енергија, гасната економија и економијата на топлината од топланите.

Како што покажува сликата 1.3, поголемиот дел од снабдувањето со енергија се уште се врши преку фосилните енергетски носители.

За да се промовира енергијата, од 1990 година, според Законот за акумулирање струја и Законот за обновлива енергија, самите домаќинства треба да учествуваат во тој процес.



Слика 1.3 Основна енергетска потрошувачка во Германија

Поимот одржливост првобитно потекнува од високо развиените напредни начини на стопанисување. Тој означува начин на стопанисување со една шума, кај која секогаш се сече само толку дрво колку што може одново да порасне, така што шумата никогаш не се сече целосно, туку таа може секогаш одново во целост да се обнови. Општо земено, одржливоста значи користење на еден систем така да овој систем во своите суштествени структури и особини остане зачуван и неговото постоење може да се регенерира на природен начин.

Во енергетското стопанство обновливите енергетски извори ги исполнуваат условите за одржливост, бидејќи во преносна смисла тие континуирано даваат нова струја, која, според човечките мерила, е бескрајна.

Поради ограниченоста на фосилните енергенси и растечките негативни споредни ефекти од нивното користење, како што се глобалното затоплување, загадувањето на животната средина, зголемените енергетски трошоци поради нивното намалување и социјалните последици од тоа, неопходно е што е можно побрзо префрлање на обновливите енергии.

Ова е веќе одлучено со меѓународниот договор на Агендата 21 на Конференцијата за екологија и развој на Обединетите нации (UNCED) во Рио де Женеиро во 1992 год. којшто е потпишан од сите држави на светот.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Nachhaltigkeit>

http://de.wikipedia.org/wiki/Agenda_21

Бидејќи неопходната количина на енергија за греење во домаќинствата изнесува околу три четвртини од севкупната потреба од енергија, неопходно е итно префрлање на обновливите енергенси.

1.2.2. Основи на топлинска технологија

Топлинска енергија

Топлинската енергија (топлина) е енергија којашто е складирана во неподреденото движење на атомите или молекулите на една материја. Таа е непроменлива големина на состојбата на материјата и се мери во единица мерка Џул.

Топлинската енергија и температурата согласно зависат од односот еден со друг

$$E_{th} = m * c * T$$

при што E_{th} е топлинска енергија, T е апсолутна температура, m е маса и c е специфичниот топлински капацитет. Специфичниот топлински капацитет, пак, зависи од температурата, односно врската не е пропорционална. Доаѓа до таканаречен фазен преод, како кај мразот којшто се топи, каде што еден дел од донесената енергија се троши за процесот на топење без да се покачи температурата.

Меѓу двата системи со различни температури тие се изедначуваат преку преносот на температурата од потопли кон поладни системи, додека двата не дојдат до иста температура. Тогаш се зборува за топлинска рамнотежа.

Преносот на температурата може да се случи преку топлинска спроводливост, конвекција и топлинско зрачење.

http://de.wikipedia.org/wiki/Thermische_Energie

Топлинска спроводливост

Кај топлинската спроводливост (исто така наречена топлинска дифузија или кондукција), топлината се спроведува низ цврст материјал или флуид, при што како резултат на температурната разлика топлината интермолекуларно се спроведува од честичка до честичка. Ова исто така се случува помеѓу некои цврсти тела или флуиди кои се допираат и се во мирување. Врз основа на законот за одржување енергија, топлинската енергија не се губи. При топлинската спроводливост, топлината се транспортира од едно место до друго, но не и материјалните честички со неа. Во техниката на греење, преку топлинската спроводливост ефектите се најчесто занемарливи.

Топлинските ефекти играат улога само кај загубите, на пример при лоша изолација на цевки и горилници.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Wärmeleitung>

(Рекнагел, Спрегер, Шрамак: Џепна книга за греење и климатизација, Олденбург Визенш, научно издание 68 (1997/98, страна 135)

Конвекција

Конвекцијата е форма на пренесување топлина која се темели на транспортот на честички кои со себе ја носат топлинската енергија. Во техниката на греење се зборува за конвекција без

размена на материја, односно се одржува топлински премин од едно цврсто тело во флуид (на пример, вода или воздух) којшто се презема преку транспортот на топлина. На топлинскиот граничен слој помеѓу цврстите тела и флуидот прво настанува премин на топлината, од горната површина на телото кон деловите кои лежат непосредно на горната површина на флуидот. Сепак, не доаѓа до топлинска рамнотежа, бидејќи зависно од температурните случаи, стоплени или оладени, честичките постојано се транспортираат и се заменуваат со нови, кон кои првобитно настанале температурните случаи.

Во стан, најчесто применетите начини на греење се со топла вода, каде што водата е медиум за транспорт на топлина, преку конвекција во затворен систем од цевки помеѓу греачот и внатрешната страна на грејните тела. По пат на спроводливост, топлинската енергија доаѓа од внатрешната кон надворешната страна на грејното тело. На надворешната страна на грејното тело е топлотно транспортниот медиум - воздухот. Тогаш се јавува таканаречена слободна конвекција, односно со топлењето воздухот се движи нагоре, оддолу струи поладниот воздух по подот. Наместо често применетите радијаторски грејни тела, можат да се применат површински грејни тела со топла вода, како што се подни, ѕидни, тавански или други површини. По правило, тогаш конвекцијата настанува насекаде.

Тој учинок или ефект кој настанал од грејните тела низ конвекција во воздухот, пропорционално е пренесен со температурната разлика помеѓу грејните тела и воздухот и се усогласува со односот:

$P_{HL} = W * A * (T_H - T_L)$, при што W претставува фактор на топлинскиот преод во (W/m^2k), A е површина на грејното тело, T_H е температура на грејно тело и T_L е температура на воздухот.

Конвекцијата кај даденото грејно тело главно е зависна од температурната диференцијала или разлика помеѓу грејното тело и воздухот во просторијата.

(Рекнагел, Спренгер, Шрамек: Цепна книга за греење и климатизација, Олденбург Визенш, научно издание 68 (1997/98, страна 146)

(Дилман, Андреас (2005), Карл Вигхарт: Теорија за струјна наука, универзитетско издание во Готинген)

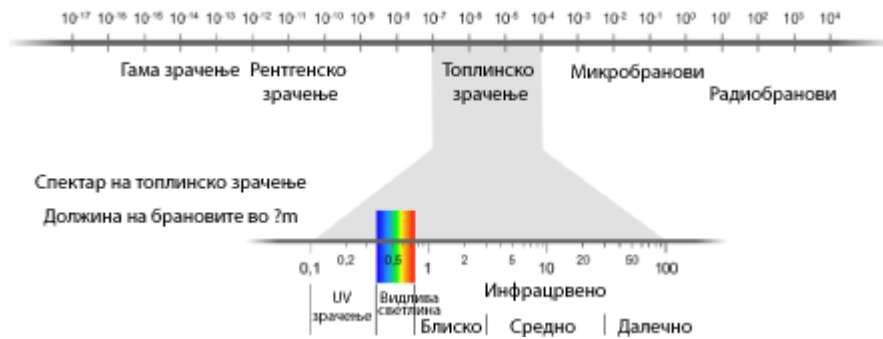
(Х. Ортел (Хрг.): Прантл - Водич низ науката за струја, основи и феномени; 2002 (11-то издание)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Konvektion>

Топлинско зрачење и инфрацрвено зрачење

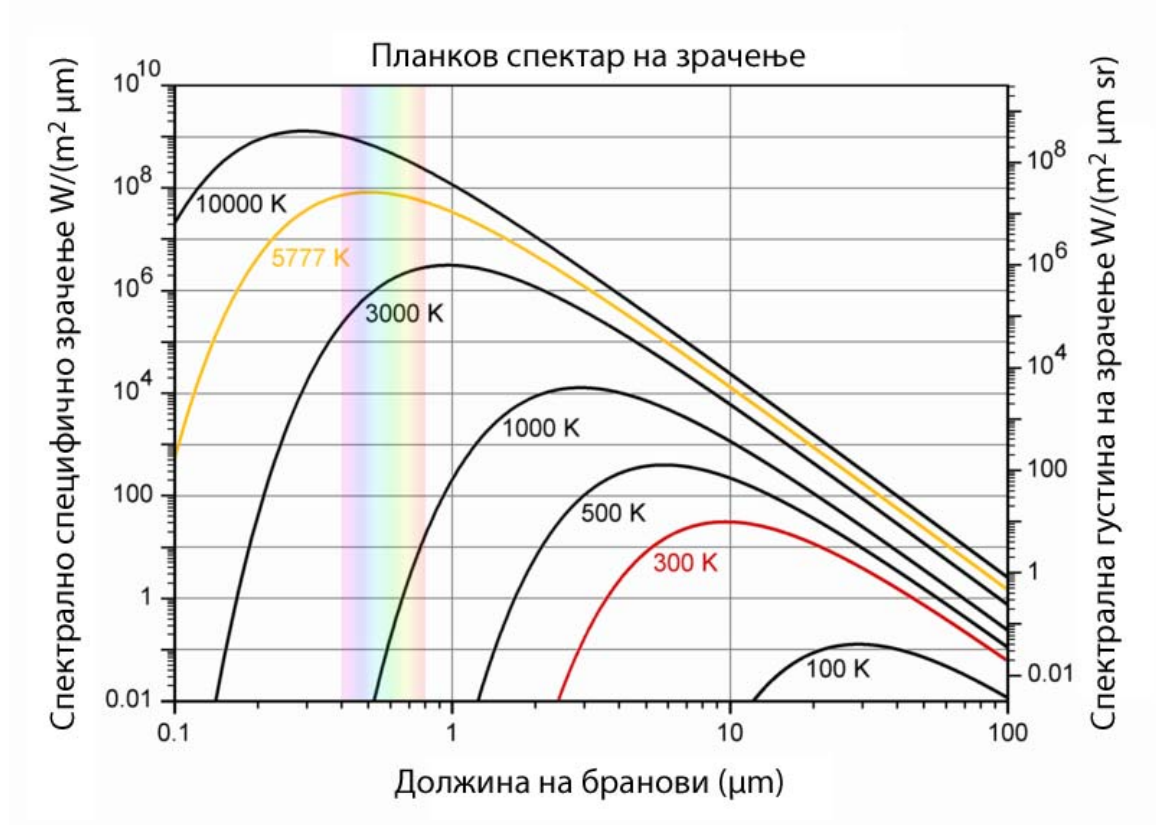
Како топлинско зрачење се означува оној дел од спектарот на електромагнетното зрачење каде што секое тело, зависно од својата температура зрачи нанадвор, се додека ова се разликува од апсолутната нулта температура $0^\circ K$. Како температура на топлинско пренесување таа не е поврзана со материјата и напротив, настапува како топлинска спроводливост и конвекција во вакуум.

Најпознатото топлинско зрачење е сончевото зрачење, коешто се дели на ултравиолетово зрачење, видлива светлина и инфрацрвено зрачење.



Слика 1.4 Топлинско зрачење во електромагнетен спектар

Спектралната поделба на интензитетот на зрачење (Планковиот спектар на зрачење) е зависен од температурата на горната површина на телото на зрачење. Колку е потопла горната површина на телото, толку е повисок максимумот и толку повеќе тој понатаму се поместува во кратки бранови должини.



Слика 1.5 Спектар на зрачење на идеално црно тело

На сликата 1.5 се прикажани идеализираните спектри на таканаречно црно тело. Притоа, како пример се прикажани зрачењето на човечкото тело (300 келвини) и на сонцето (5777 келвини). Идеализацијата на црното тело покажува дека црното тело целосно ќе го емитира спектарот. Сепак, во реалноста има само таканаречени сиви тела, кај кои се зема пред вид само зрачењето со еден фактор ϵ ($0 < \epsilon < 1$). Во секој случај, кај повеќето горни површини во

зградите \dot{U} е близу до 1. Поради тоа, во пракса, не постои разлика помеѓу црното и сивото тело којашто е вредна за споменување.

Многу е важно факторот на зрачење \dot{U} (наречен уште и број на зрачење) да не се замени со ефикасноста на инфрацрвениот емитер. Ова е грешка која често се среќава кај податокот во спецификацијата кај понудените производи на пазарот. Факторот на зрачење го дава ефектот зрачење на инфрацрвениот емитер во однос на идеално црно тело, степенот на делување на зрачењето, влијанието на дадениот ефект на зрачење во однос на доведениот електричен ефект.

(види исто така: Фризе, Х.- Д.: Електрични грејни системи, издание Флаум 1995, 23)

Според Стефан-Болцман, севкупниот интензитет на зрачењето на телото е:

$M = \sigma * T^4$ (Стефан-Болцманов закон) каде $\sigma = 5,67 * 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$ е Стефан-Болцманова константа и T е апсолутна температура на горната површина на телото.

Севкупниот интензитет се покачува со четврти степен по јачина на температурата. Површината на сонцето на еден метар квадратен зрачи околу 400 пати повеќе во споредба со човечкото тело, иако температурата е само малку повеќе од 19 пати повисока.

Исто така кај, Стефан-Болцмановиот закон се оди кон идеализација. Се смета небаре телото е само во универзумот. Во реалноста се среќаваат неброени тела низ обострана размена на зрачење во променливо делување. Притоа, делумно се апсорбира енергијата на зрачење на едно тело на површината на друго и таа делумно се рефлектира. Апсорбираната енергија има ефект на затоплување и предизвикува покачување на зрачењето.

Ако ефектот на зголемено зрачење на едно тело според Стефан-Болцмановиот закон е:

$P = \sigma * A * T^4$, каде A е горната површина на телото,

тогаш произлегува во однос на размената на зрачењето помеѓу две тела дека:

$P_{12} = \sigma * K * (T_1^4 - T_2^4)$, при што K претставува степен на размена на зрачење којшто зависи од големината на взаемно свртени една спрема друга горни површини на телото и факторот на зрачење ϵ_1 и ϵ_2 .

Размената на зрачењето се одржува понатаму помеѓу сите тела и теоретски се завршува кога сите горни површини на телото ќе добијат иста температура.

Во реалноста, како површини на зрачење на еден станбен простор учествуваат горните површини на грејните тела, ѕидовите, таваните, подовите, прозорите, вратите, мебелот, луѓето, животните, итн. Бидејќи грејните тела или грејните површини ја поседуваат највисоката температура, во идеален случај, преку неа понатаму температурата би се покачувала и на сите други горни површини сè додека горната површина во просторијата не ја достигне температурата на грејната површина.

Во техниката на греење, од спектарот на топлинско зрачење игра улога само инфрацрвеното зрачење. Тоа честопати е скратено означено како топлинско зрачење и покрај тоа што инфрацрвеното зрачење е само еден дел од топлинското зрачење.

Според DIN 5031 (германски индустриски стандард) инфрацрвеното зрачење се дели на должина на бранови IR-A (0,78 μm - 1,4 μm), IR-B (1,4 μm - 3,0 μm) и IR-C (3,0 μm - 100 μm).

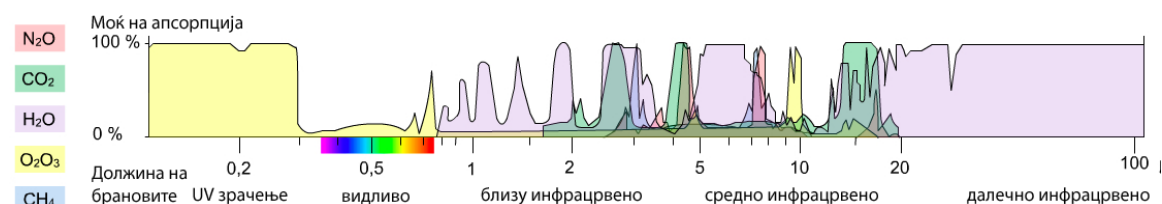
Постои една друга поделба на блиско, средно и далечно инфрацрвено којашто е вообичаена во геонауката (види слика 1.4). Далечното инфрацрвено и IR-C се идентични. Во ова поле на зрачење се наоѓа инфрацрвеното зрачење за којшто станува збор во овој проект.

Апсорпција на топлинското зрачење во воздухот

Покрај енергетските преноси помеѓу телата преку промена на нивното зрачење, исто така има и енергетски преноси од телата во флуидот, преку апсорпција на испратената енергија на зрачење во флуидот.

Во техниката на греење настапува апсорпција на инфрацрвеното зрачење во воздухот, што по правило, сепак има мал удел во енергетскиот пренос од конвекцијата.

На слика 1.6 се покажани апсорпционите степени во зависност од должината на брановите.



Слика 1.6 Спектри на апсорпција на различни материји во воздухот

Јасно е дека поради високата влажност на воздухот можат да бидат апсорбирани големи делови од инфрацрвеното зрачење.

Исто е познато дека помеѓу 7 μ m-13 μ m инфрацрвеното зрачење може да се шири низ воздухот скоро непречено. Означените апсорпциони области за озон, јаглерод и азотни оксиди не играат никаква улога во просторија. Максимумот на инфрацрвеното зрачење се наоѓа токму во овој опсег. Поради границата од 7 μ m не би требало да се пречекори температурата на горната површина на зрачење од околу 120°C. Долната граница на температурата на горната површина се одредува низ односот од уделот на зрачење и уделот на конвекција, која не би требало да пречекори 60°C (види долу).

(http://www.webgeo.de/beispiele/rahmen.php?string=de;1;k_304;1;;;)

(<http://www.ikg.rt.bw.schule.de/Planck/planck1.html>)

(http://de.wikipedia.org/wiki/Plancksches_Strahlungsgesetz)

(http://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer_Körper)

(http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisches_Spektrum)

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Infrarotstrahlung>)

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Warmestrahlung>)

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Strahlungstausch>)

(<http://de.ing-buero-ebel.de/strahlung/Strahlungstausch%20-%20Wikipedia.htm>)

(Баер, Х.Д., Стефан, К.: Топотно и материјално пренесување, четврто издание, Спрингер, Берлин, 2004)

Пријатност

Во техниката на греење и климатизација постои поимот пријатност на температурата во околината во која човекот најдобро се чувствува. Затоа се воведени термините перципирана температура и пријатна температура.

Перципирана температура и пријатна температура

Еден систем за греење нема само цел да нè заштити од ниските надворешни температури, туку исто така треба да придонесе кон една пријатна температура во просторијата. Објективни мерни големини за тоа се таканаречените перципирана температура и пријатна температура, коишто се предмет на стандардите DIN 33403, DIN EN ISO 7730 и DIN 1946. Пријатната температура е подпоим на перципираната температурата и се јавува поради стандардизираните психолошки и индивидуални параметри на студот во просторијата каде што, според DIN EN ISO 7730, околу 90% од присутниот број на лица треба да се задоволни од степенот на температурата во просторијата.

Перципираната температура и пријатната температура зависат од:

- Собната температура на воздухот
- Температурата на зрачење
- Распределбата на воздушната температура
- Струењето на воздухот (провев) и
- Релативната воздушна влажност.
- Подетален приказ за тоа има во:

(Рекнагел, Спренгер, Шрамеќ: Џепна книга за греење и климатизација, Олденбург научно издание 68 (1997/98) страна 50)

Собна температура

Собната температура на воздухот во просторијата е физичка големина којашто ја опишува состојбата на воздухот во просторијата. Таа се прикажува во (°K) келвинови степени или во (°C) целзиусови степени. Во овој извештај се применуваат целзиусови степени. Во келвинови степени се дадени температурните разлики.

Собната температура индиректно ја дава количината на топлинска енергија во воздухот којашто е променлива за просторијата и за предметите и лицата во неа. Ова се случува кај температурните разлики на воздухот преку топлинската спроводливост од потоплата кон поладната страна. Од психолошки аспект, топлинската спроводливост од човечкото тело во воздухот се чувствува како ладење и обратно, како загревање.

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Temperatur>)

Температура на зрачење во околината

Температурата на зрачење во околината е средната горно површинска температура на просторијата односно ограничените поединични површини (сидови, подови, тавани, површини на врати и прозорци, горни површини на грејните тела). Таа е количник на збирот на поединечните површини и нивните температури и збирот на поединечните површини:

$$T_U = (\sum A_i t_i / \sum A_i)$$

каде што:

A_i е вкупна површина од поединечните површини и

t_i е поединечната температурата на секоја површина.

Таа е поврзана со перцепираната температура која луѓето ја чувствуваат во околината.

Асиметрија на температурата на зрачење

Кога сидовите на просторијата имаат различни температури на горните површини, ова може да влијае на пријатноста и покрај тоа што просечната температура на зрачење на околината е во поволна граница. Тогаш се зборува за асиметрија на температурата на зрачење. Од оваа причина не се препорачува да се применуваат грејни површини со температури од над 120°C, бидејќи тогаш јасно се чувствува асиметријата. Со неповолна поставеност на инфрацрвениот емитер, на пример наспроти прозорец, асиметријата веќе на 80°C е вознемирувачка.

Оттука, по можност, инфрацрвените емитери треба да се поставуваат на сидовите од страна на прозорите. При монтажа на таван, растојанието од главата би требало да биде најмалку еден метар. Ова е препорачливо за просториите со високи тавани, како оние во старите градби.

(Многу да се внимава на пријатноста во станбениот простор во поглед на електричните грејни површини, Проф. Д-р инж. Бруно Греф, ноември 2006)

(<http://his-europe.de/wp-content/uploads/2009/03/gutachten-uber-infraheat-vprofgraff-in-pdf-datei.pdf>)

(Истражувачка област В I 5 80 01 97 – 14, Д-р инж. Герхард Хаусладен, Најдобра можна изработка на грејни површини и елементи за вентилација (провев, средна струјна симулација), Универзитетско општо високо училиште Касел, 1999)

Распределба на воздушната температура

Во просторијата е релевантна само вертикалната распределба на воздушната температура или раслојувањето на воздушната температура во однос на перципираните температури.

Хоризонталните или неправилните распределби или не се случуваат или не се достапни заради воздушните струења.

Под распределба на воздушната температура се подразбира температурната крива како функција од височината над подот. Температурната крива зависи од видот на греењето,

изолацијата и густината на воздухот во просторијата во однос на надворешниот воздух. Температурната крива би требало, по можност, да биде константна. Испитувањата (на пример, на Олезен, Б. В. М. Шелер и П. О. Фангер, Внатрешна клима, зб. 561/579 (1979) покажаа дека разликите во температурата од 1°K на метар висина може да пречат.

Струење на воздухот

Струењето на воздухот е предизвикано од разликата на воздушниот притисок, односно умереното движење на севкупните воздушни честички на одредено место во просторијата. Тоа е прикажано како средна брзина на воздушните честички во метри на секунда (m/s). Тоа се јавува во случај кога воздушните честички се поладни од воздухот во просторија кој не опкружува и движењето во тој правец има големо влијание на пријатноста и комодитетот. Тогаш се зборува за провев. Според ISO 7730 и VDI 2083, воздушните струења под 0,1m/s (метри во секунда) не пречат и немаат влијание на пријатноста.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Luftzug>

Воздушна влажност

Воздушната влажност го опишува уделот на водената пареа во воздухот. Бидејќи способноста за примањето на воздухот на водени молекули зависи од температурата, тогаш се разликуваат апсолутни и релативни воздушни влажности. Колку воздухот е потопол, толку е поголемо примањето на водената количина. Апсолутната воздушна влажност е дадена во количината на водата во волуменот на просторија (g/m³).

Релативната воздушна влажност е односот од актуелната количина на водата во воздухот во однос на максималната можна водена количина на дадена воздушна температура и е изразена во проценти. Од релативната воздушна влажност зависи јачината на испарувањето на водата од кожата. Со испарувањето настанува ладење на кожата. Пријатната температура ја означуваат воздушната температура од 20°C и релативната воздушна влажност од под 30% или над 70% (DIN 1946).

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Luftfeuchte>)

Работна температура

Во пракса, пријатноста на прво место зависи од температурата на воздухот во просторијата, а потоа и од температурата на зрачењето на околината и евентуално уште од појавата на провев. Поради тоа, според DIN EN ISO 7730, ова исто така се дефинира и како поим работна температура, којашто ги опфаќа токму овие величини.

(Рекнагел, Спренгер, Шрамек: Џепна книга за греење и климатизација, Олденбург научно издание 68 (1997/98) страна 50)

(Истражувачка област В I 5 80 01 97 – 14, Д-р инж. Герхард Хаусладен, Најдобра можна изработка на грејни површини и елементи за вентилација (провев, средна струјна симулација, Универзитетско општо високо училиште Касел, 1999)

Во наједноставен случај, без провев работната температура T_o е средна вредност од температурата на воздухот во просторијата T_r и средна вредност од температурата на зрачење во средината T_u :

$$T_o = (T_r + T_u) / 2$$

Оптималната работна температура тогаш зависи во суштина уште и од активноста и облеката на луѓето. Кај дејности при седење и полесна облека, оптималната работна температура е $21,5^{\circ}\text{C}$.

При изборот и димензионирањето на еден систем на греење, заедно со техниката на регулирање е доволно да се задоволи потребата од определена работна температура. Кај клима уредите барањата се повисоки и мора да бидат исполнети сите барања за достигнување на перципираната температура, значи, на пример, да се регулира и воздушната влажност.

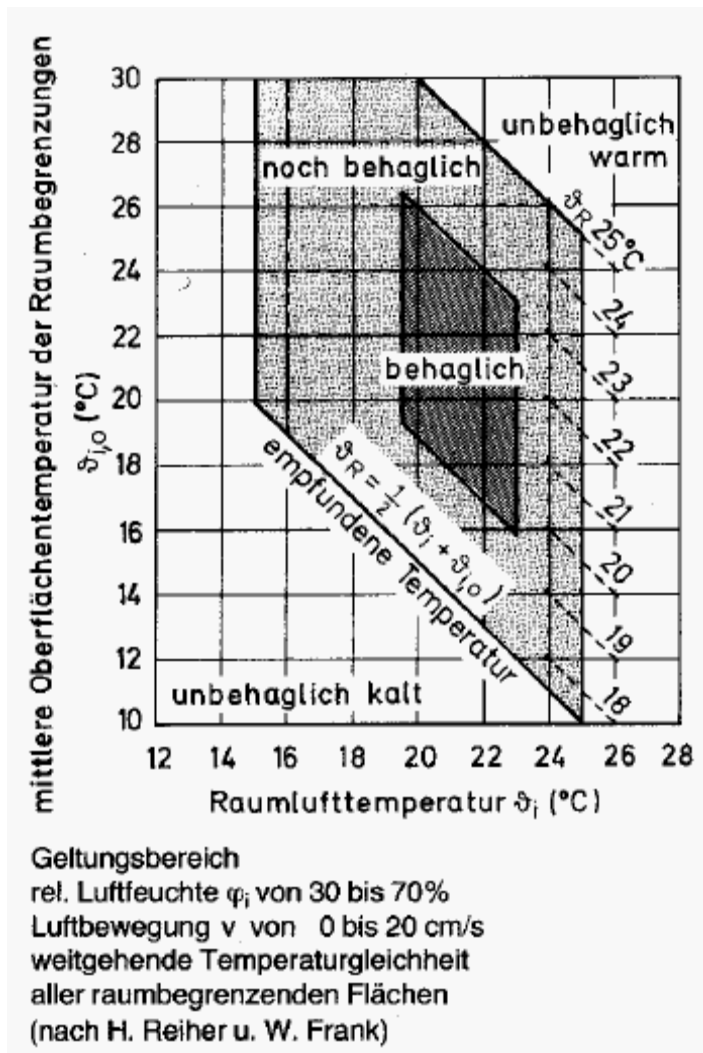
Работната температура се прикажува во форма од полиња на пријатност на дијаграмот на температурата на зрачење и температурата на провев (види слика 1.7).

Повисоките температури на зрачење, наспроти високите температури на провев, се сметаат како попријатни. Еден систем на греење, поради пријатноста, мора да ги преферира повисоките температури на зрачење на штета на температурите на провев.

Релативна воздушна влажност ϕ_i ; од 30% до 70%

Движење на воздухот од 0-20 cm/s (центиметри во секунда)

Понатамошно ширење на температурната еднаквост на сите просторно ограничени површини (Спорд Х. Рајхер и В. Френк)



Слика 1.7 Дијаграм на температурата на зрачење и температурата на провев

- 1 Средна температура на горната површина во просторни ограничувања
- 2 Температура на провев во просторијата
- 3 Сеуште пријатно
- 4 Непријатно топло
- 5 Пријатно
- 6 Најдена температура
- 7 Важечка граница

1.2.3. Медицински аспекти

Луѓе со алергии и астма

Од техниката на греење најпрво се погодени луѓето алергични на домашната прашина. Како алергија на домашна прашина се означува чувствителност и алергична реакција на изметот од микробите во домашната прашина, којшто може да предизвика течење на носот (ринитис), чешање и алергиска астма. Оваа реакција на имуниот систем не е директно предизвикана од домашната прашина, туку од изметот на микроорганизмите коишто живеат во прашината. Овој измет се држи за прашината во куќата и се крева со секоја форма на конвекција. Колку е понизок уделот на конвекција, толку е подобро за алергичните луѓе. Во основа, најнизок удел на конвекција има инфрацрвеното греење.

(Вилфрид Дибшлаг, Брунхилде Дибшлаг: Алергии од домашна прашина, Здравствени и хигиенски аспекти, второ издание, Херберт Уц, издаваштво, Минхен 2000)

Медицинско лечење со топлина

Медицинскиот третман со инфрацрвено зрачење спаѓа во областа на физикална терапија или физиотерапија. Тука е опфатен медицинскиот третман заснован на физички принципи, како топлина, електрична струја, инфрацрвено и ултравиолетово зрачење, примена на вода и механички третман како масажа.

Примената на инфрацрвеното зрачење е особено добро испитано и познато кај сауните со инфрацрвено зрачење, кај терапиите за намалување на болки, кај преоптоварувањето на подвижниот апарат и кај кардиоваскуларните третмани.

Значи, загревањето со инфрацрвено зрачење има позитивен медицинско-терапевтски ефект. Освен тоа, оваа компонента на зрачење постојано нè опкружува во секојдневието, бидејќи повеќе или помалку, предметите зрачат.

(Рихтер В., Шмит В.: Мека од целосно тело - хипертермија со инфрацрвено-зрачење. Онкол 34 (2002) 49-58)

(Шмит В., Хајнрих Х., Волфрам Г: Детоксификација и имуна стимулација со инфрацрвено зрачење. Биол. Мед. 33 (2004) 66-68)

1.2.4. Основни енергетски текови кај системите за греење: примарна енергија, секундарна енергија, крајна енергија, корисна енергија

Како примарна енергија се означува енергијата во стопанството која стои на располагање во природата од познатите енергетски извори како слободни или поврзани енергетски форми. Овде припаѓаат горе наведените енергии од енергетскиот спектар:

- Обновливата енергија, како биомасата, водената сила, сончевата енергија, топлината на земјата (геотермија) и енергијата на ветерот,
- енергијата од фосили, како кафеав јаглен, камен јаглен, земен гас и мазут и
- атомската енергија (уран).

Секундарните носители на енергија настануваат преку процеси на трансформација, како што се согорување, цепење на јадрото или рафинирање. Носители на енергија се, на пример, гасот, електричната енергија, бензинот, керозинот или топлината од топланите.

Онаа енергија која понатаму настанува по пат на трансформација и пристигнува до потрошувачите се означува како крајна енергија.

Корисната енергија е, конечно, онаа енергија којашто на крајниот потрошувач преку директна примена му стои на располагање како завршна енергија. Во корисна енергија припаѓаат топлината, студот, светлото, механичката работа или звучните бранови. По правило, корисната енергија е помала од завршната енергија, бидејќи при трансформацијата дел од енергијата се губи. Една сијалица произведува, на пример, не само светлост, туку и топлина како резултат на завршната енергија. Сепак, топлината од сијалицата не се користи за таа намена.

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Primärenergie>)

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Sekundärenergie>)

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Endenergie>)

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Nutzenergie>)

1.2.5. Поделба на сисемите за греење според енергетски извори

Од еколошки аспект, логично е сисемите за греење да се делат според потеклото на енергетските извори и нивната трансформација во топлина. Според физичката поделба, има четири форми на енергија:

- хемиска енергија: цврсто горечки материи, нафта, гас
- електрична енергија
- сончева енергија
- топлина на околината.

Енергијата на сончевите зраци и топлината на околината се од обновлива енергетска форма. Кај хемиската и електричната енергија се доаѓа до постоечки енергетски извори, без разлика дали тие се обновливи или не. Честопати, нивното потекло е мешано. Така, обновливиот удел во снабдувањето со струја изнесува отприлика 15% и тука е вклучен и земниот гас, но со незначителен удел во снабдувањето со енергија.

Цврстите горечки материи и нафтата (мазутот) можат да се произведуваат целосно од биомасите и така произведени да се испорачуваат на потрошувачите. Бидејќи преодот кон обновливи енергии во снабдувањето со енергија е релативно бавен процес кој може да трае со децении, тогаш би требало при изборот на систем на греење, по можност, да се одбере обновлива енергија.

1.2.6. Поделба на системите за греење според видот на топлина

Посебно греење по простории

Како посебно греење по простории се означува греењето кај кое крајната топлина се произведува преку посебни енергетски трансформации во поединечните простории и тоа со гас, нафта, дрво, јаглен или струја.

Значи, изворот на топлина се наоѓа во секоја поединечна просторија и ја има за цел само директната средина, која е независна од другите простории. Распределбата на топлина се одвива во истата просторија. Во поединечните форми на греење спаѓаат: отворениот камин, затворениот камин, калиевата сидана печка, традиционалната печка, трајно-горечката печка со затворен нафтен резервоар и гасната печка со приклучок за гас, греалки на струја како калорифери, електрични радијатори, инфрацрвени емитери, електрично подно греење или електрично акумулационо греење.

Централно греење

Кај централното греење, крајната енергија претворена во топлина се пренесува од централниот извор на топлина до зградата или комплексот згради. Топлинската енергија мора прво да се распредели низ соодветни медиуми, како вода, водена пареа или прегреана пареа, за потоа да се распредели во поединечните простории и преку грејните тела или грејните површини да се доведе во просториите.

Најраспространето централно греење во Германија е гасното централно греење, каде топлата вода е транспортен медиум, коешто исто така е наречено греење со топла вода. Понатаму, уште се користи централното греење со нафта, различни видови на греење со топлински пумпи и греење со топчиња - таканаречена пелетизација. Во оваа студија се споредува централното греење на гас со децентрализираниот систем на греење со поединечно инфрацрвено греење.

Принцип на пренесување топлина во просторијата: греење по пат на конвекција и греење со зрачење

Во овј извештај се зборува за греењето со зрачење кога ефективноста од грејните тела или грејните површини во просторијата преку нивното зрачење изнесува преку 50%. Ова во пракса во секој случај не се постигнува (види долу).

Соодветно на тоа, се зборува и за греењето по пат на конвекција, кога низ конвекција преку грејните тела или грејните површини во просторијата има ефективност од 50%. Кај скоро сите постоечки видови на греење на пазарот се работи за греење по пат на конвекција.

Посебна забелешка:

Секое грејно тело или грејна површина дава топлинска енергија со зрачење и конвекција и во незначителен дел, преку топлинска спроводливост. Одлучувачки фактор е нивниот однос. Преку погрешно или лошо прикажување во проспектите, на интернет страниците и во другите публикации, целта е да се создаде впечаток небаре во просториите би се создало идеално чисто греење со зрачење или конвекција. Ова е приближно достигну само кај експериментите по физика, кои претставуваат огромен трошок. Во праксата на техниката на греење тоа ни оддалеку не е случај.

Ефективноста на греење со конвекција и греење со зрачење кај различни грејни тела и грејни површини

Во начело, поделбата на ефективноста од греењето со зрачење и со конвекција зависи од температурата на горните површини, состојбата и квалитетот на површините и формата на грејното тело.

Кај наједноставните конструкциски форми на исправено грејно тело со една плоча, со фактор на зрачење од околу 1 и со вообичаена големина од околу $1/2$ до 1m^2 , ефективноста кај двата вида греење е иста, од 60°C до 70°C . Кај пониската површинска температура преовладува ефективноста на конвекција, а кај повисоката површинска температура и ефективноста на зрачење. Кај посложените конструкциски форми на верижни грејни тела, радијатори со цевки за зрачење, радијатори на ламели, тела со плочи за греење од повеќе плочи и конвекторски панели, расте ефикасноста на конвекција преку ефектот на камин и може сам преку високи почетни температури и површински температури од 90°C да изнесува преку 90% . Напротив, кај едноставните грејни површини, зрачењето се зголемува со зголемувањето на површината. Кај површина поголема од 10m^2 поради тоа се достигнува еднаквост на температурата на конвекција и температурата на зрачење на околу 45°C до 50°C површинска температура.

(Рекнагел, Спренгер, Шрамек: Џепна книга за греење и климатизација, Олденбург научно издание 68 (1997/98) страна 435, 938 и 836)

1.2.7. Посебни конструкциски форми на грејни тела и грејни површини

Калиева печка и камин

Калиевите печки и камини без провевни канали се слични во нивното однесување кога зрачат со едноставните плочести тела, при што горната површина, поради формата на квадар, по правило е поголема. Бидејќи површинските температури се околу 80°C , тоа претставува класично греење со зрачење. Кај калиевите печки и камините со провевни канали, сепак, преовладува ефикасноста на конвекција, преку силниот ефект на камин.

Грејна панел плоча

Грејната панел плоча, односно греењето со панел плоча, е една посебна форма на конвекциско грејно тело. Панел плочата стои на внатрешната страна од надворешните

сидови, цврсто над подот. Грејните елементи на грејната панел плоча се состојат од цевка со топла вода со вградени ламели. Со ламелите се добива ефект на камин. Грејните панел плочи создаваат топлотна воздушна завеса долж сидовите или стаклените површини на прозорците и на тој начин се затоплуваат сидните и прозорските горни површини. Така се поставува саканата пријатна температура. Бидејќи топлата воздушна завеса е многу тенка во споредба со воздушните струења на другите конвекциски греења и бидејќи внатрешниот воздух многу полека се движи, просторијата многу полека се затоплува и останува под ефектот на топла воздушна завеса. Грејната панел плоча со тоа претставува високо оптимална форма на конвекциско греење. За таа да може да биде греење со зрачење, температурите на сидот или стаклените површини на прозорот би морале да имаат најмалку 45°C, што сепак не е случај.

Греење на големи површини (таванско греење, сидно греење и подно греење)

Греењето на големи површини најчесто се изведува со поставување флексибилни грејни цевки под кошулицата на подовите, на таваните и сидовите. Тогаш се зборува за таванско, сидно или подно греење. Преку топлинска спроводливост се загреваат грејните горни површини, со што се добива една пријатна средна температура на зрачење. Воздухот се загрева претежно преку бавна конвекција. Истото важи кога место со вода се применуваат грејни цевки на струја, грејни кабли или грејни фолии.

Грејните панел плочи и греењето на големи површини по грешка се означуваат како греење со зрачење и покрај тоа што тие даваат по правило помалку од 50% топлинска енергија или електрична енергија во форма на зрачење во просторот. Со ова означување се мисли на нејзината предност, бидејќи таа се грижи за една висока средна температура на зрачење, поради тоа што површинската температура на просторот се загрева делумно директно, преку ефективноста на зрачењето и делумно преку загревањето од ефектот на воздушна завеса. Би било идеално кај греењето на големи површини кога севкупните просторно ограничени површини би се задржале на ниски температури од околу 20°C - 25°C. Кога помеѓу просторните горни површини и облеченото човечко тело нема никаква размена на зрачење, тоа значи дека температурите на горните површини се приближно исти, што човекот го смета за пријатно.

Ваквиот топлински ефект се одвива претежно преку конвекција и преку апсорпција на зрачењето во воздухот. Предностите се слични како кај самото греење со зрачење:

- нема потреба од место за грејните тела во просторот за престој
- нема собирање на прашина на грејното тело
- нема температурна градација во однос на висината на просторијата
- има пониска воздушна температура отколку кај класичното конвекциско греење; оттука се добива едно психолошки поповолно затоплување на човекот
- нема никаков или само мал слој од влага што го спречува создавањето мувла.

1.2.8. Улогата на акумулационата маса на топлинската енергија во системот на греење

Не само кај поединечното, туку и кај централното греење, непосредно пред понатамошното ширење во просторот, топлинската енергија се акумулира во системот на греење. Зависно од системот на греење, овие акумулации (или мемории) се со различна големина во зависност од нивната маса. Општо важи: колку е поголема масата, толку е поголема и акумулацијата на топлина. Такви акумулациони маси се водата во грејното тело и самото грејно тело, шамотните плочи во печките, камините и електричното греење или цементната кошулица кај подното греење.

Порано, кога беа стандардни печките што согоруват цврст материјал и кога греењето не беше усовершено, ваква голема акумулациона маса беше многу посакувана. Печката се полнеше еднаш или два пати во денот и акумулационата маса се грижеше за едно рамномерно оддавање на топлината во просторијата, дури и кога огнот во печката ќе згаснеше. Ова беше случај исто така и подоцна кај распространетото греење на нафта и гас без регулација и со едноставни вентили на грејните тела.

Кога предавањето на топлина во просторот е приближно исто со производството на топлина, големината на акумулационата маса не игра никаква улога. Тоа не е случај кај модерните грејни системи со регулација на просторната температура и кај куќите со незначителна потреба од грејна енергија. Зголеменото сончево зрачење во текот на денот, користењето на дополнителни топлински извори (на пример, рерна) или отворањето на прозорецот прават брза реакција на грејното тело тоа да го регулира. Но, реглерот на прекинувачот може само да го сопре доводот на топлина, а не и да го спречи понатамошното предавање на топлинската енергија од акумулационата маса. Во случај да треба просторијата многу бргу да се затопи, кај големите акумулациони маси постои временско пролонгирање. Кај подното греење, кое како акумулациона маса треба да ја загрее целата цементна кошулица, ова пролонгирање може да изнесува и неколку часа. Во обратен случај, кога има дополнително греење во просторијата, на пример, преку загревање на просторијата од зимското сонце кое влегува од прозорот на јужната страна, доводот на топлина треба да се прекине, бидејќи доаѓа до прегревање од акумулираната топла вода во грејните тела и не е потребна дополнителна потрошувачка на енергија. Техничкиот термин за ова е регулаторска тромост или инерција. Наспроти вообичаеното мислење, едно енергетски штедливо греење со регулатор, би требало, по можност, да има мала акумулациона маса во грејните тела или грејните површини. Одбојникот или буферот за изедначување на централното греење во просторијата поради тоа останува неангажиран, бидејќи оддавањето на топлина во просторијата се наоѓа под контрола на регулаторот.

Една голема акумулациона маса кај инфрацрвените емитери води кон тоа тие да зрачат долго време по секое вклучување и исклучување помеѓу температурата на воздухот и температурата од 60 °C, што значи дека регулирањето треба да се направи со долго загревање и време на ладење во време не помалку од 5 минути, наместо времето од 1 минута во идеален случај. Во ова време инфрацрвениот емитер дејствува како конвекциско греење. Предностите на инфрацрвениот емитер толку повеќе се намалуваат, колку што е поголема акумулационата маса. Многу такви инфрацрвени емитери се поради тоа конвекциски начини на греење со зголемено зрачење. Ова исто така важи за ѕидната површина околу вградените електрични грејни фолии кои го имаат комплетниот ѕид како повратна акумулациона маса, наспроти класичните површински видови на греења, каде што се достигнуваат големи горно површински температури. Сепак, тие оддаваат помалку од 50% од доведената електрична

енергија како инфрацрвено зрачење. По правило, поради високата површинска конвекција кај подното греење, настанува една воздушна завеса слична како кај грејните панели.

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Heizungsregler>)

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Uberschwingen>)

(Ото Фелингер: Техника на регулирање, Бутик издание)

(Луц и Вент: Џепна книга за техниката на регулирање , издание Хари Дојч)

(Фресе: Електрични системи на греење, Флаум издание 1995)

1.2.9. Класификација на инфрацрвеното греење

Како инфрацрвени греења се означуваат греењата според следнава дефиниција. Тоа се:

- поединечни или засебни греења,
- греења со зрачење, т.е. повеќе од 50% ефикасност на оддавање топлинска енергија и
- максимумот на зрачење се наоѓа во инфрацрвената област (исто така кај греењето каде што жарењето е видливо)

Инфрацрвеното зрачење одговара на природното инфрацрвено зрачење во сончевата светлина, но е под видливиот опсег за човекот.

Инфрацрвено греење на гас

Инфрацрвеното греење на гас и таканаречените топлински емитери се употребуваат во индустријата и кај кампувањето со горечки гас, најчесто со течен гас и кај стационарните апликации, но ретко со земен гас. Притоа, пламенот од гасот загрева едно жаречко тело. Грејните емитери во индустријата можат да се применуваат само за греење на сали. При употребата на гасни емитери, мора особено да се почитуваат безбедносните прописи. Сепак, тие не се соодветни за домашна употреба. Во последниве години сè повеќе се користат терасните или дворните емитери (т.н. грејни печурки) во надворешните простори, како што се уличните кафулиња. Овие исто така не се соодветни за користење дома.

Кај гасното инфрацрвено греење се користат емитери со високи температури, кај кои енергијата за греење произведува високи температури (повеќе стотици до над 1000°C). Овие грејни форми се применуваат со поставување на повисоко и поголемо растојание, за да произведуваат енергија во поголем обем. Високите температури може да доведат до пожар, кој се совладува со доследно следење на безбедносните мерки.

Електрично инфрацрвено греење

Електричен греачки емитер, емитер со кварцно греење и светлински емитер

Електричните греачки емитери припаѓаат во групата на емитери со високи температури и во принцип, функционираат како една сијалица каде на еден носач од керамика е завиткана отпорничка жица, која со електричната енергија се доведува до жарење. Кај повеќето греачки емитери, зрачечкиот максимум се наоѓа во инфрацрвената В област, односно, тие жарат со темноцрвена светлина.

Посебно место зазема таканаречениот кварцен емитер. Неговиот зрачечки максимум е во инфрацрвената А област, која е жаречко светлоцрвена, каде што жаречката спирала е завиткана или обложена со кварц на стаклена цевка, со цел зрачењето да може добро да се спроведе. Кварцните емитери имаат над 90% висока зрачечка ефикасност меѓу сите инфрацрвени емитери. Инфрацрвените емитери чиј зрачечки максимум се наоѓа во инфрацрвената А или инфрацрвената В област, се означени и како светлински емитери, бидејќи тие жарат видливо.

Темни емитери

Инфрацрвениот емитер чијшто зрачечки максимум се наоѓа во инфрацрвената-С област, се означува како темен емитер, бидејќи нема никаква видливост. Темните емитери функционираат не само на гас, туку и на струја.

Една посебна конструкција на темните емитери, кои се ставаат во погон со електрична струја, е инфрацрвеното површинско греење. Неговите температури на горните површини најчесто се наоѓаат под 150°C. Двете најчести конструкции се оние од плочи со интегрирана грејна спирала низ која тече струја и од карбонската фолија кои се закачени на рамка.

Таквото површинско инфрацрвено греење е предмет на ова испитување.

Степен и ефикасност на зрачење

Покрај Директивата за гасни апарати (90/396/EIO EWG), за гасното инфрацрвено греење важат и стандардите DIN EN 416-2 и DIN EN 419-2, каде што е опфатена ефикасноста на зрачењето. Тие се мерила за рационална енергетска употреба и штедливост, при што се тежнее ефикасноста на зрачење (на делот на инфрацрвеното зрачење) да биде поголема од 50%.

Кај инфрацрвеното греење со струја мора аналогно да се утврди ефикасноста на зрачење, како однос помеѓу ефектот на инфрацрвеното зрачење и снабдувањето со електрична енергија, за што се уште нема поставена норма.

2. Сродни работи

Научна стручна литература за примена на инфрацрвеното греење во станбениот простор во пракса не е остварена и се уште не постои, бидејќи примената на ова греење како главно не е вообичаена.

Типични случаи за примена на инфрацрвено греење досега беа големите наменски згради или полуотворени згради, како: монтажни хали, складишни хали, изложбени згради, згради за претстави, перални, спортски сали, јавачки хали како затворени хиподроми, хангари, потоа во областа на аграрот штали или стакленици, цркви и фудбалски стадиони. Главна причина за примена беше потребата да се добие целосно затоплување на воздухот во просториите на работното место, а тоа да не биде скапо.

Навистина има многубројни интерни обиди во фирми за примена на инфрацрвеното греење на гас, како и соодветни обиди за испитувања на истите од страна на професионални здруженија. Резултатите на овие делумно многу детализирани истражувања се сепак, во голем дел условени од станбената област, бидејќи овде важи еден потполно поинаков начин на користење.

Пред сè, не е дозволен пристапот до основните податоци за енергетската потрошувачка. Освен тоа, во станбениот простор се применуваат темни емитери на електричен погон како главно греење.

Заедничко за двете области на примена е избегнувањето на греењето на воздухот, каде што можат да се очекуваат слични енергетски загуби и кај станбените и кај наменските згради.

Од понудувачите на инфрацрвено греење во станбената област постојат интерни испитувања за енергетската потрошувачка пред и после инсталирањето на инфрацрвените греачи. Во секој случај, по правило, се споредува само потрошувачката на применетата енергија, што има смисла само во директната споредба со другите електрични греења. Тука станува збор за заштеда на електрична потрошувачка од 70%. Недостатокот на овие испитувања, од една страна, е што мора да се претпостави изборот на објекти, а од друга страна, вредностите при споредбата можат да бидат погрешни, поради промените во однесувањето на станарите и различните временски прилики.

Сепак, не се познати претходни испитувања каде што истовремено се мерат исти места со слично однесување на станарите во слични објекти, како што е случај во оваа студија, со што овие недостатоци би се избегнале.

3. Аналитичко испитување

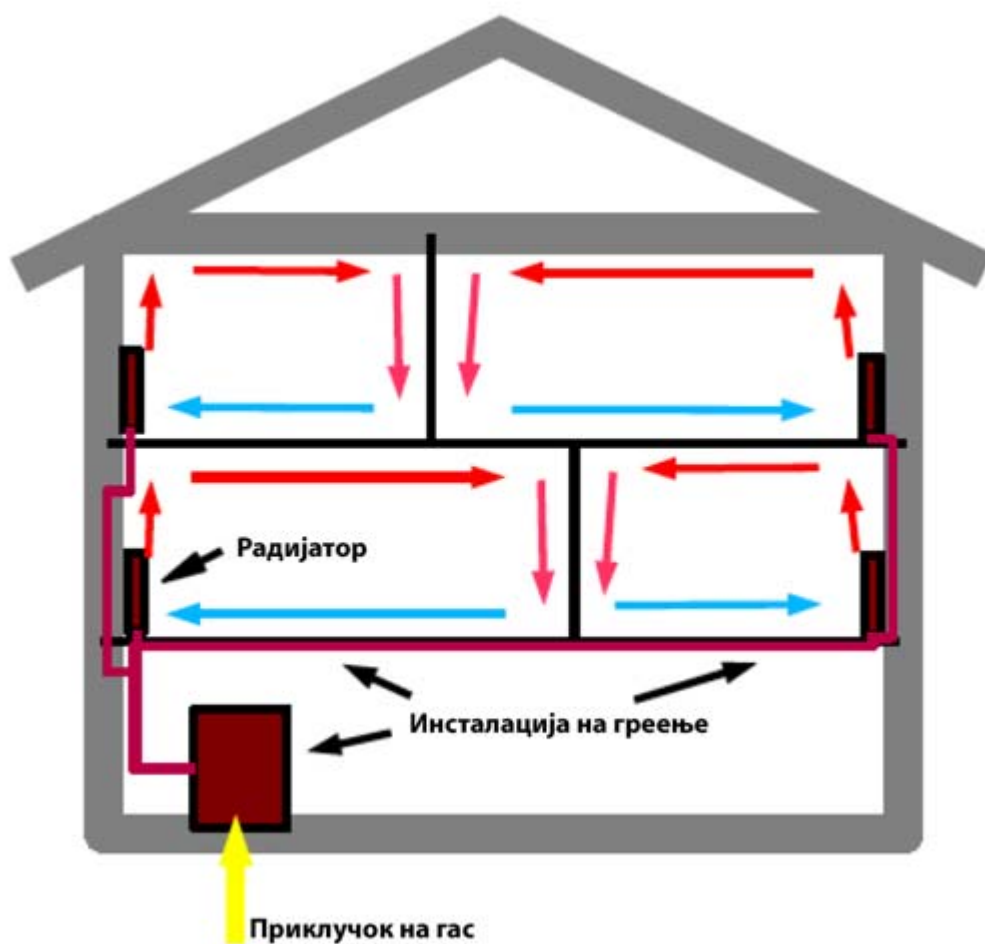
За да се одговорот горенаведените прашања, прво се утврдува една апстрактна равенка за утврдените станбени објекти на испитување. Притоа, се работи за системи на греење на гас (централно греење со топла вода) и инфрацрвено греење.

3.1. Системи кои се предмет на испитување

Систем на греење со гас:

Како основа е земен вообичаениот распоред во една зграда со централно греење на гас, централен горилник во незагреана подрумска просторија, струење на топлата вода кон радијаторите во поединечните простории и самите радијатори регулирани со вентили. Во принцип, резултатите исто така може да важат и за истото греење на нафта.

Основниот извор на енергија е земниот гас, а крајната енергија се доведува до куќата преку цевовод. Загубите од гас при транспортниот пат до почетокот на куќата се занемарени. Корисната енергија е онаа топлинска енергија на воздухот во просториите добиена преку конвекција (види слика 3.1). Поради настанатото воздушно струење се произведува една голема температурна разлика меѓу горниот и долниот воздушен слој во просторијата.



Слика 3.1 Основна структура на централно греење на гас со топла вода

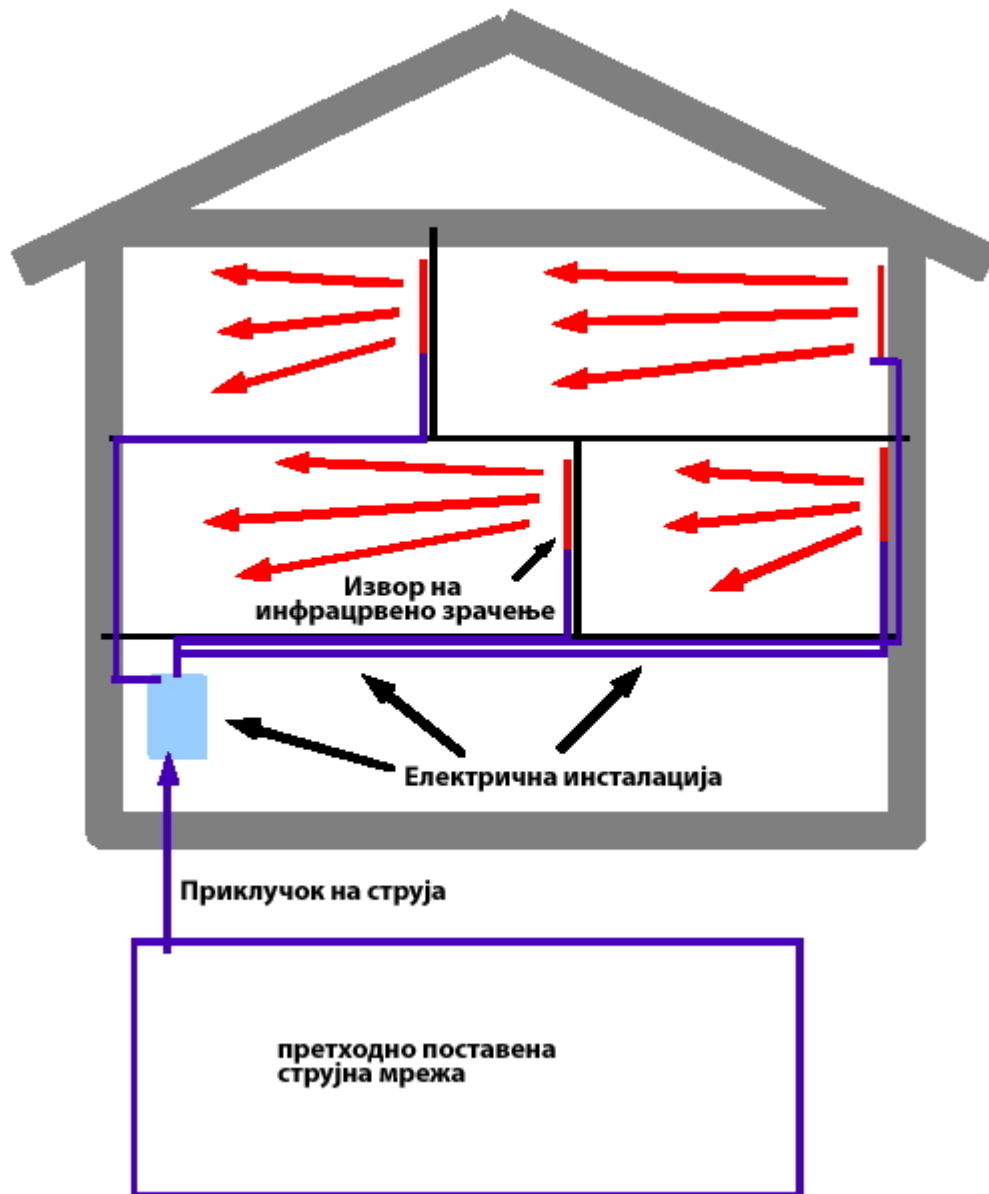
Систем на инфрацрвено греење:

Слично како кај закачените слики на ѕидовите во просториите, така се прицврстуваат плочестите рамни инфрацрвен емитери и се приклучуваат преку електричната инсталација.

Алтернативно е можно, како кај спуштените инсталации за светло, да се постави слична монтажа, но не на самиот таван. Кон овој систем е делумно вклучена постојната струјна мрежа (види слика 3.2).

Основниот извор на енергија е вообичаениот сооднос од основните извори на енергија за снабдување со струја во мрежата.

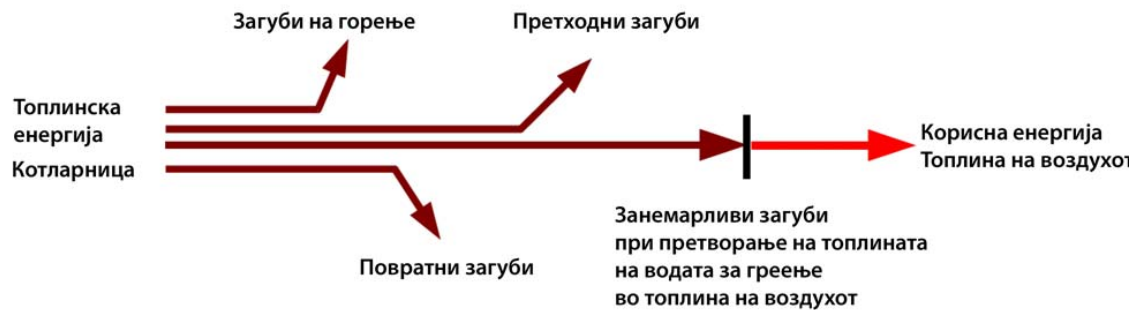
Корисната енергија е инфрацрвената енергија на зрачење во просторијата.



Слика 3.2 Основна структура на инфрацрвено греење

3.2. Споредба на енергетски текови

Енергетскиот тек кај системот на греење со гас е прикажан на слика 3.3



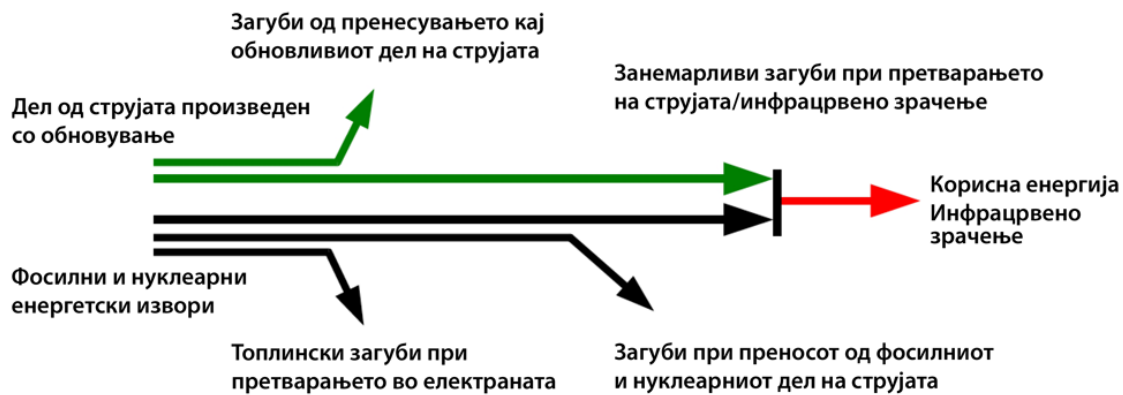
Слика 3.3 Енергетски тек на греењето со гас

Примарниот извор на земен гас веднаш се испорачува во домот и се претвора во корисна енергија со неговото согорување во горилникот со околу 10 kWh топлинска енергија на метар кубен гас. Еден дел доаѓа преку размена на енергијата во разменувачите на топлина, низ кои циркулира загреаната вода, а остатокот ќе се изгуби како загуби во горилникот преку подрумскиот простор или како надворешни загуби преку оџакот.

Водата во разводните цевки кружи од горилникот до радијаторите и назад, а цевките се повеќе или помалку изолирани во ѕидовите и таваните и однатре ги топлат просториите. Така, еден помал дел од топлинската енергија директно доаѓа преку ѕидовите, таваните и подовите во просторијата. Сепак, поголемиот дел се губи преку надворешните ѕидови, бидејќи во зима температурната разлика кон надвор е најголема. Освен тоа, кај старите градби постојат таканаречени топлински мостови за надворешно ладење. Топлинските загуби на загреаната вода настануваат не само во протокот до просториите, туку и во протокот од просториите назад. Од радијаторите се оддава преостанатата топлинска енергија како конечна енергија во воздухот во просторијата. Топлинското зрачење (инфрацрвено зрачење) кое истовремено се оддава од радијаторите се занемарува, бидејќи тоа претставува само мал процент од севкупно оддадената топлинска енергија, но и тоа, исто така, го загрева воздухот во просторијата.

Преку конвекцијата на воздухот во просторијата се загреваат предметите во просторијата и граничните површини (ѕидовите, таваните и подовите). По правило, температурата на воздухот во просторијата е повисока од горно површинските температури. Во старите градби, особено во оние со многу стари горилници, поради лошата изолација може да настанат толку високи загуби, што преостанува помалку од половина од примарната енергија како корисна енергија во воздухот во просторијата.

Енергетскиот тек во системот на греење со инфрацрвени зраци е прикажан на слика 3.4



Слика 3.4 Енергетски тек на инфрацрвено греење

Примарната енергија во струјната мрежа се дели на струја произведена со обновување и струја од фосилен или нуклеарен енергетски извор. Понатамошната поделба на различни обновливи енергии изостанува, бидејќи таа не игра никаква улога. Од фосилните и нуклеарните енергетски извори се добива електрична енергија и топлинска енергија, при што, по правило, топлинската енергија се оддава како неискористена топлина во околината.

Помеѓу електраните и куќниот приклучок настануваат загуби во пренесувањето, просечно околу 10% од произведената електрична енергија.

Во домот, пристигнатата електрична енергија во инфрацрвените емитери се претвора во топлинска енергија (инфрацрвено зрачење) како корисна енергија и таа зрачи директно во просториите. Директното загревање на воздухот како кај радијаторите е занемарливо. Во споредба со нив, настанува релативно мала конвекција. Инфрацрвеното зрачење претежно директно ги грее горните површини на ѕидовите, таваните и подовите, како и предметите во просторијата. Мал дел од инфрацрвеното зрачење се апсорбира во воздухот и директно ги затоплува. Инаку, воздухот најмногу се загрева индиректно, преку загреаните горни површини и притоа има исклучително слаба конвекција. Оттаму, по правило, горните површини во просторијата се потопли од воздухот.

3.3. Испитување на дадената хипотеза

Главната разлика кај двата енергетски тека се состои во тоа што кај инфрацрвеното греење, од куќниот приклучок до корисната енергија не настануваат никакви понатамошни загуби. Покрај тоа, инфрацрвеното зрачење е подобро отколку загреаниот воздух за постигнување на пријатна температура во просторијата (од клучно значење за работната температура).

Трошокот за испорачаната корисна енергија паѓа кај куќниот приклучок. Се претпоставува дека за да се постигне пријатна температура во просторијата, во случајов, преку инфрацрвеното греење, потребна е помала количина на енергија измерена во киловат/часови во споредба со греењето со гас. Ова води кон фактот дека, при моменталниот раст на цените, инфрацрвеното греење бара пониски трошоци за работа отколку греењето на гас. Истовремено, покрај загубите во електраните и струјните мрежи, инфрацрвеното греење би можело да го намали или спречи билансот на јаглерод диоксид.

Овие мислења се испитани и проверени преку примери во дадениот проект. Притоа, целта на проектот беше со мал напор и трошок за експериментот, да се одговори на општите прашања (види под мотивација), при што нема да се земат предвид деталните прашања, како што се прашањето за влијанието на различните конструкциски форми на инфрацрвените емитери, итн.

Според апстрактен систем на утврдување, можат да се споредат двата системи на едно место со исти станари и иста градежна структура. Со овие барања можат однапред да се минимизираат многу немерливи фактори на влијание, како временскиот фактор, различното однесување на станарите и влијанието на разликите во градежната структура (сидање, изолација, меморија, итн.) и последиците од нив.

3.4. Објект на мерење

Објектот на мерење е една два и пол катна куќа за две фамилии, типична стара градба од 1930 година, градена од песочен камен, надградена во 1955 година и со доградба на кат во 1967 година со иста јачина на сидови, со неизолиран подрумски кат и неизолирана подна површина.

Било спроведено делумно реновирање во 1990 година на дрвена кровна изолација (12 см минерална волна, алуминиумско каширање), со што се добила една соба во поткровјето (со висина од околу 40 см) и се извела монтажа на изолирани стаклени прозорци во целата куќа. Становите се поврзани со затворен скалишен дел.

Од 1993 година, зградата е опремена со ниско температурно гасно греење со соодветни грејни тела во вид на радијатори, изолирани цевки за греење и посебни грејни кола за секој стан.

Пресметката за топлинска потреба дава исти вредности на метар квадратен за двата стана. Топлинската потрошувачка се мери со топлински бројач.

Станот на приземје опфаќа 102,6 m² и заедно со површината над приземниот кат со поткровјето и скалите изнесува 160,7 m² грејна станбена површина. Приземјето и горните катови имаат ист распоред и ист број и големина на прозорци (види подолу).

Двата стана се користени од иста фамилија. За време на проектот редовно беа присутни три лица.

3.5. Поставување за експериментот: инсталации и мерни уреди

Во приземниот стан се инсталираше едно комплетно инфрацрвено греење од следните компоненти:

Различно инфрацрвено површинско греење (Fa. Knebel, www.infrarot-flachheizung.de). Планот види го подолу. Притоа, се работи за непрекината употреба на темен емитер на електричен погон, со горно површински температури помеѓу 70°C и 110°C.

По соба:

Безжичен термостат FS20 STR2 (Fa. ELV, www.elv.com) и шалтер дозна FS20 ST2 (Fa. ELV, www.elv.com).

Мерни уреди за потрошувачка на струја:

ENERGY CONTROL 3000 USB (Fa. VOLT CRAFT, www.conrad.de),

ENERGY SENSOR ES-1 (Fa. VOLT CRAFT, www.conrad.de).

Се инсталираа површински инфрацрвени емитери на база од отпорна фолија, закачени како слики во просториите и се приклучија на поставените електрични приклучоци во инсталацијата во куќата. При тоа се внимаваше на оптовареноста на поединечните струјни кола и по потреба беа инсталирани нови струјни водови.

Помеѓу инфрацрвениот емитер и дозната се инсталира прекинувач со безжично управување (FS 20 ST 2), што се управува преку безжичен термостат (FS 20 STR 2). Оддаденото инфрацрвено зрачење е во долгодбранова област C (види горе), без видлив дел. Топлинскиот акумулационен капацитет на рамноповршинскиот емитер е толку мал, што кај краткотрајното допирање не постои опасност од горење. За да се избегнат проблемите од типот на топлински застој, тие не смеат да бидат покриени или поставени зад завеси.

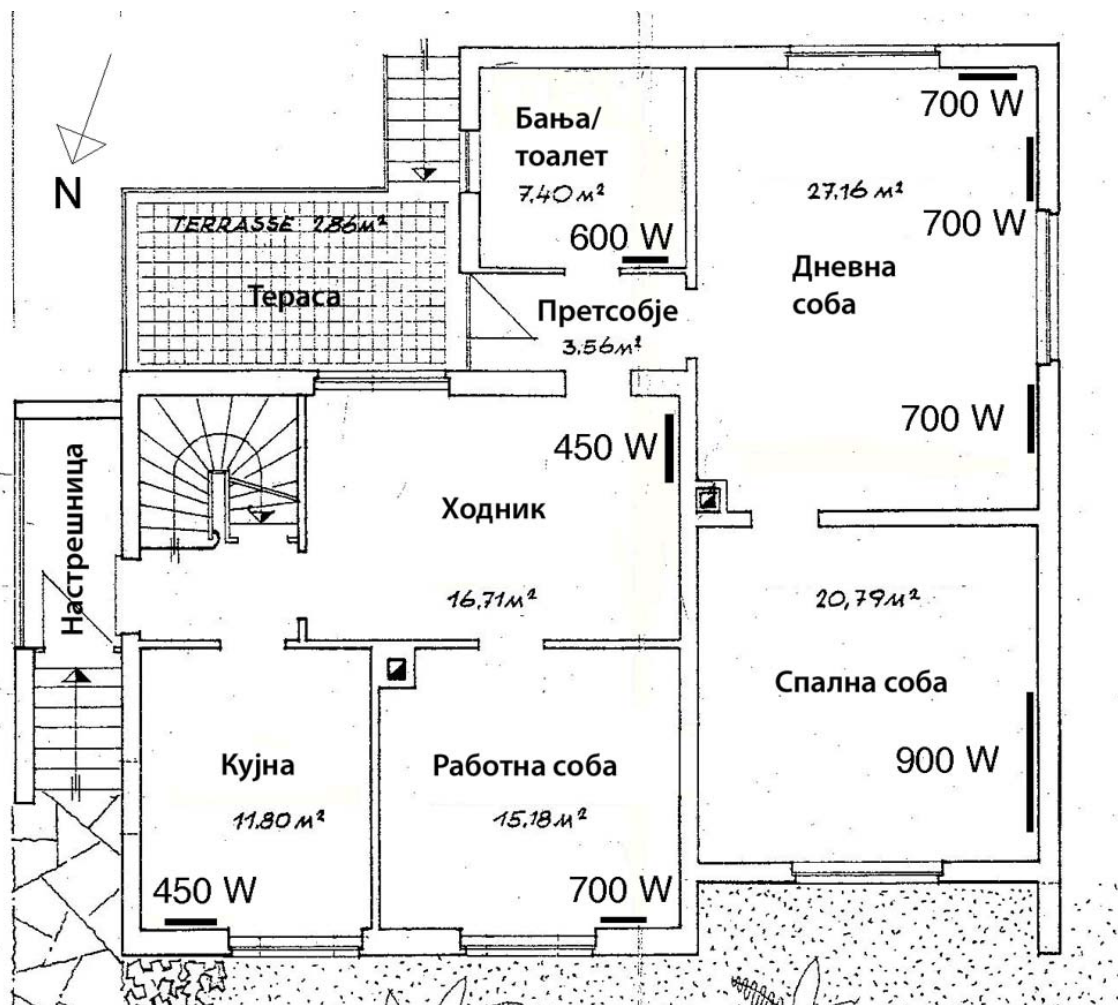
Поставувањето на рамноповршинските инфрацрвени емитери со соодветно приклучување и капацитет на снабдување е скицирано на слика 3.5. Поставувањето е бирано на тој начин да може истовремено:

- рамномерно да ја осветлува просторијата
- да ја избегне асиметријата на зрачење
- да ја компензира релативно незначителната температура на зрачење на прозорската површина
- да се избегне директното зрачење на прозорската површина (највисока загуба на топлина)

Прозорското стакло е транспарентно за видливата светлина и за кратко брановите инфрацрвени зраци. За долгодбрановата инфрацрвена должина (областа на топлинско зрачење кое се користи кај применетите инфрацрвени емитети) тоа е скоро непропустливо (слично на црна стаклена површина во видлива област). Оваа зависност од должината на брановите е одлучувачка за таканаречениот ефект на стаклена градина (каде прозорското стакло е речиси непропустливо за ултравиолетовата светлина и не игра никаква улога во овој контакт).

Сепак, инфрацрвеното зрачење не ја напушта просторијата низ прозорецот, но голем дел од топлинското зрачење се апсорбира по прозорските стакла (како и по сидовите) и ги загрева. Остатокот од неапсорбираното инфрацрвено зрачење се рефлектира во просторијата. Тогаш настанува топлинска загуба кај сидовите, преку трансмисија и зрачење од надворешната страна на надворешното стакло (кога има двојно застаклување), што се должи на слабата изолација во споредба со надворешните сидови, кај кои површинската изолација е поголема.

Бидејќи апсорпцијата расте со аголот под кој паѓаат зраците (вертикално е најголем), би требало да се избегне директното зрачење на прозорските површини.



Слика 3.5 План на приземјето на мерниот објект

Приложените слики се наоѓаат во Додатокот.

Безжичните термостати се поставени така што инфрацрвените емитери директно ги зрачат (воспоставен е видлив контакт), со што работат како глобален термометар со кој се мери работната температура.

Мерните уреди за потрошувачка на струја се двојно инсталирани, за да се избегне загубата на податоци.

За мерење се опфатени инсталираните инфрацрвени емитери за четири просторни групи:

Група 1: бања

Група 2: кујна/ходник

Група 3: работна соба/спална соба

Група 4: дневна соба

Мерните вредности од ова групирање се наведени подолу.

Дополнително беа спроведени мерења (најмалку периодично неделно во определени денови во однос на потрошувачката на гас) на воздушната температура и температурата на сидните горни површини со мобилни уреди за мерење (уред за мерење на температура, уред за

мерење на влажноста AZ 8703 и инфрацрвен термометар модел ST 8838 Fa. ELV), за да се провери дали во затоплените соби со инфрацрвено зрачење просечните сидно површински температури се повисоки од воздушните температури. Во станот на горниот кат над приземјето, принципот на техничка инсталација не беше изменет. Непосредно пред почетокот на проектот, беше инсталирана само нова циркуларна пумпа со изедначен проток на вода. Греењето на долниот подрумски кат беше прекинато. Затоплувањето на водата за пиење и туширање во двата стана се вршеше со греењето со гас.

3.6. Пробна работа

Инсталирањето се изврши по планот во месец октомври 2008 година и беа додадени мерните операции. На почетокот, пробната работа беше да се одржува иста температура во двата стана. Ова не успеа поради различната субјективна перцепција за пријатност на истата температура на воздухот. Кога измерените воздушни температури беа исти, субјективно, ќе беше претопол или станот загреан со инфрацрвено греење при пријатни температури достигнати со гасно греење, или пак, станот загреан со гас ќе беше премногу студен, при пријатни температури во станот загреан со инфрацрвено зрачење.

Причината лежи во различниот принцип на греење, каде пријатноста е истовремено зависна од воздушната температура и просечната сидна горно прозорска температура (види горе). Поради тоа, во пробната работа до средината на ноември 2008 година, местењето на температурата долго се менуваше, сè додека во одредено време во двата стана не беше постигната иста пријатна температура. Бидејќи двата стана ги користеа сите членови на иста фамилија, немаше разлика во однесувањето на станарите.

Кај иста субјективна пријатност, температурата на воздухот во просториите загреани со инфрацрвено зрачење можеа да се наместат 1-2°C пониско отколку во истите простории во станот загреан со гас.

Резултати и анализа

После пробната работа се утврди почетокот на времето на мерење за 16.11.2008 година. Резервниот мерен систем за инфрацрвено зрачење се вклучи на 26.11.2008 година за удвоено да се запишат сите мерни вредности, заради сигурност.

Снимените мерни податоци за инфрацрвеното зрачење беа поврзани со соодветен софтвер со база на податоци на два одделни лаптопа, за да од нив се направат сигурносни копии.

Бидејќи инфрацрвеното греење беше приклучено на постојниот штекер од струјното коло, за контрола се читаше домашниот саат за струја во текот на неделата. Истовремено се читаше и бројчаникот за гас и овие вредности се читаа на топлотниот бројач на горниот кат, заради контрола. Во секој случај, овие бројачи не можеа да се баждарат и служеа само како еден груб водич за грешки.

Времето на мерење заврши на 30.04.2009 година. Потоа започна обработката на податоци и нивната анализа.

При обработката на податоците, се испитуваа потрошувачките вредности на двете состојби на податоци, односно потрошувачките вредности за инфрацрвеното греење и потрошувачките вредности за струјата во домаќинството, за да бидат меродавни.

Се постапуваше според исчитаните вредности на потрошувачка на количина на топлина и вредностите кај бројачот за гас.

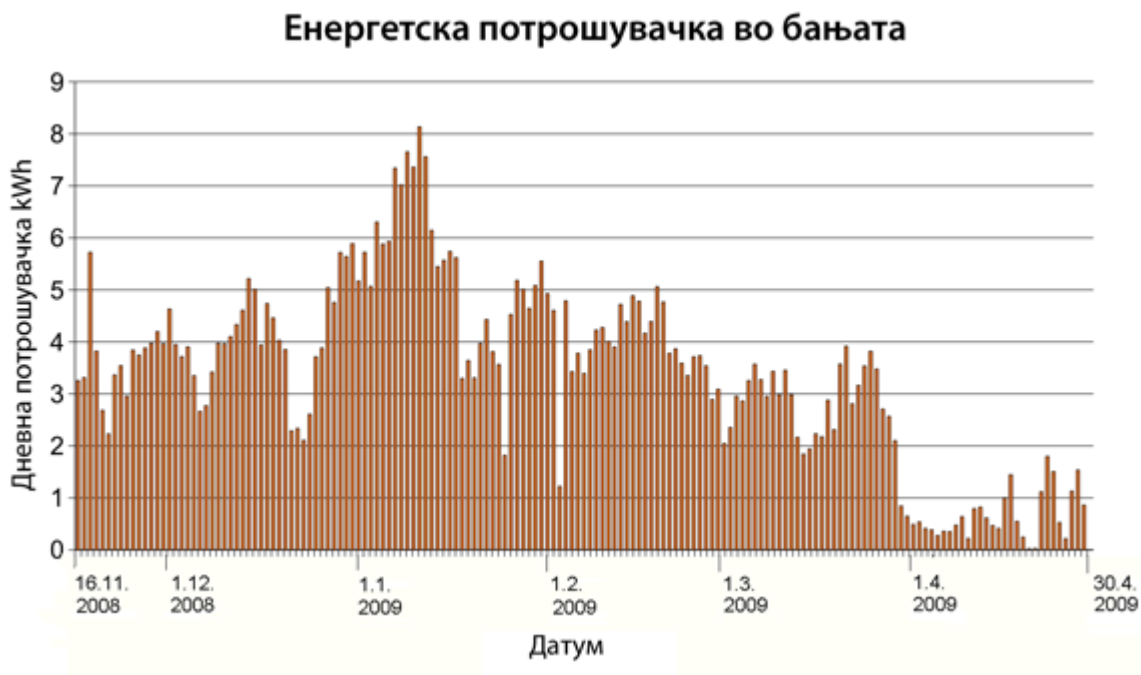
Сите вредности на мерења кои беа на располагање на крајот се пренесуваа за понатамошна обработка во една програма со табеларен калкулатор.

3.7. Мерни резултати

Следниве се графички преработени мерни резултати за потрошувачката во текот на целиот период. Приложени се деталните температурни вредности.

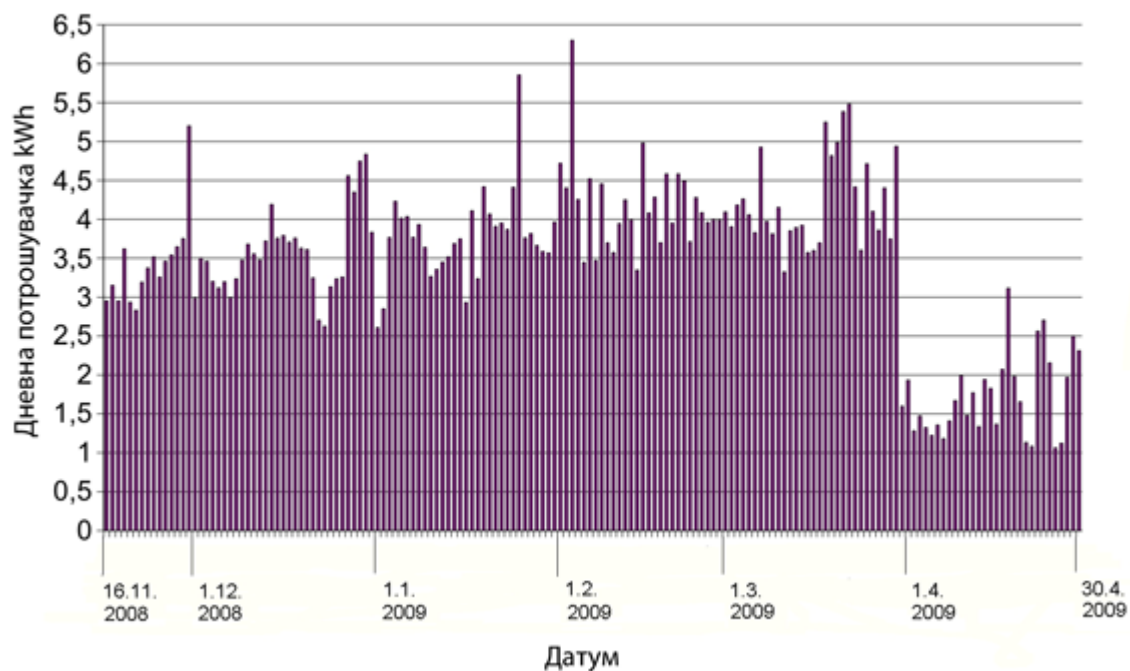
Енергетска потрошувачка на инфрацрвено греење

Следниве графикони ни ја предочуваат потрошувачката во поодделните просторни групи.



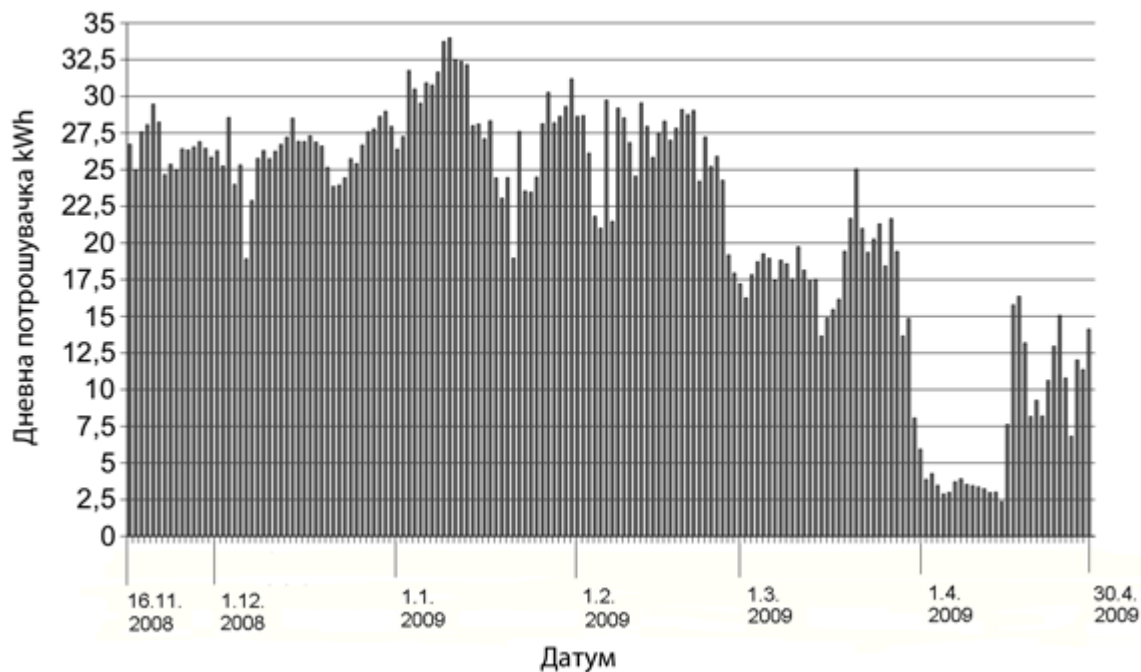
Слика 4.1 Потрошувачка на група 1 (бања)

Енергетска потрошувачка во кујна / ходник



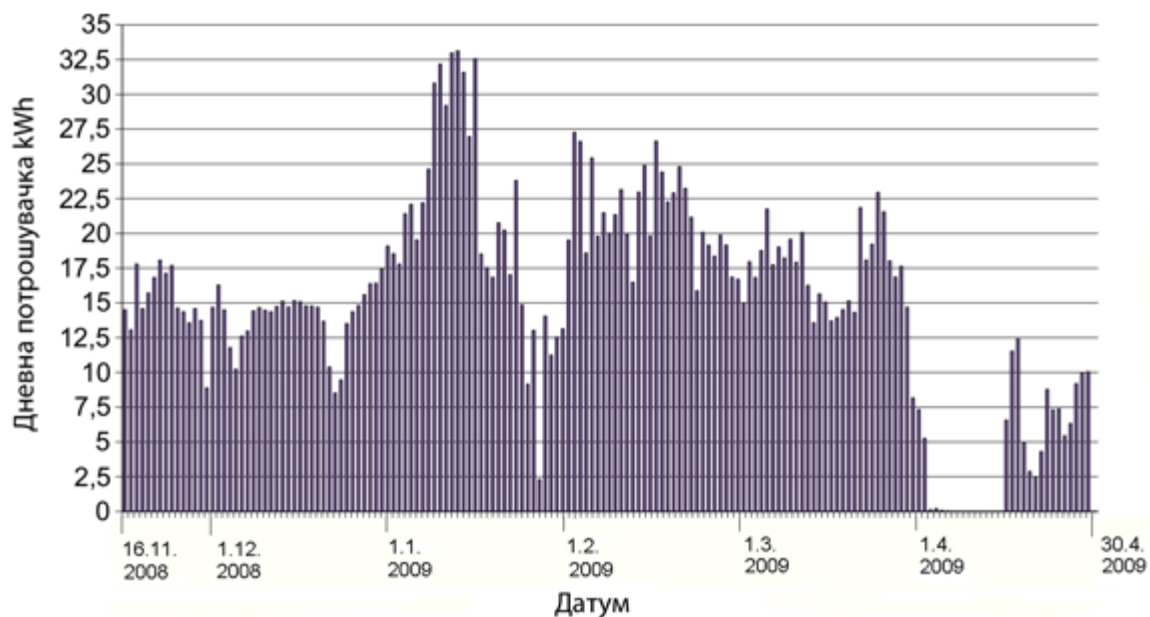
Слика 4.2 Потрошувачка на група 2 (кујна / ходник)

Енергетска потрошувачка во работна соба / спална соба



Слика 4.3 Потрошувачка на група 3 (работна соба / спална соба)

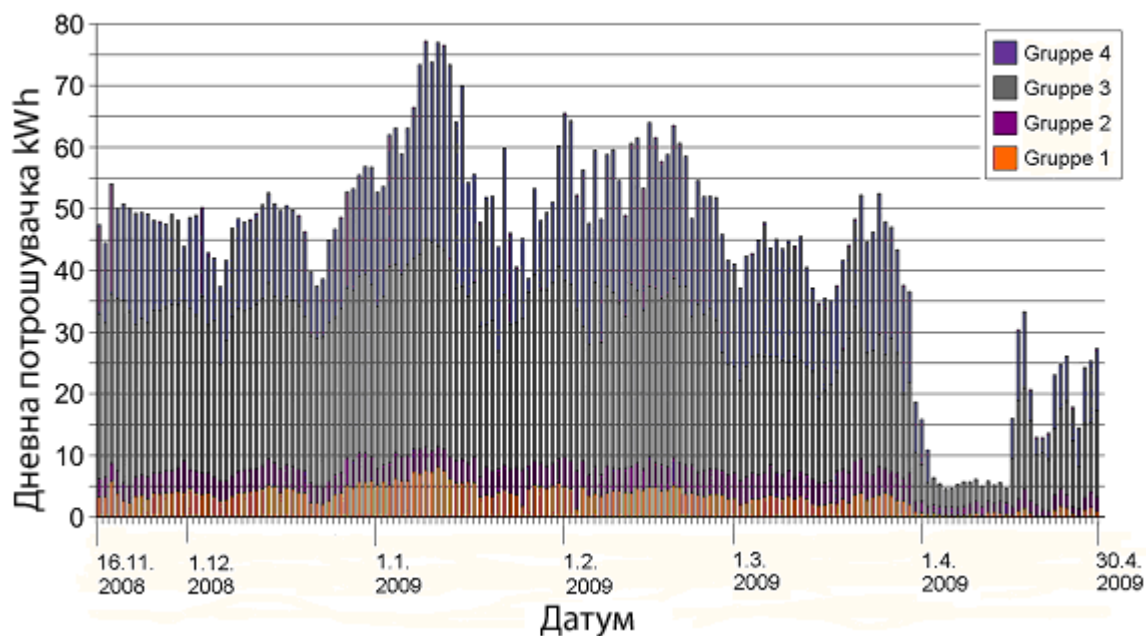
Енергетска потрошувачка во дневна соба



Слика 4.4 Потрошувачка на група 4 (дневна соба)

На слика 4.5 се покажани потрошувачките групи според нивните дневни износи.

Енергетска потрошувачка во дневна соба



Слика 4.5 Вкупна дневна потрошувачка на сите групи

Вкупната потрошувачка на инфрацрвено греење за целото време на мерење изнесува 7305, 92 kWh.

Енергетска потрошувачка на греењето со гас

Потрошувачката на греењето со гас преку бројачот за гас беше внесувано на неделен период. Потрошената количина на гас добиена од локалните снабдувачи се пресметуваше во фактори на енергија. Ова е прикажано на слика 4.6.



Слика 4.6 Неделна енергетска потрошувачка на греењето со гас

За споредба, енергетската потрошувачка на греењето со инфрацрвени зраци на неделна основа е прикажана на слика 4.7.



Слика 4.7 Неделна енергетска потрошувачка на инфрацрвено греење

Вкупната потрошувачка на греењето со гас за целиот временски период беше **34742,33 kWh**.

Посебното мерење на енергетската количина на греењето на водата ќе предизвикаше значителен напор и трошок кај инсталациите и поради тоа беше изоставено. Бидејќи топлата вода за туширање е неопходна, беше земена една паушална вредност од 400 kWh по лице за период на мерење од 5,5 месеци (вообичаените стандардни вредности ја вклучуваат водата за капење помеѓу 800 и 1000 kWh по лице годишно). Значи, од тоа произлегува потрошувачка од 1200 kWh за редовно присутните станари.

Оттаму **вкупната коригирана потрошувачка на гасно греење** во мерниот период беше **33542,33 kWh**.

За да се овозможи споредба со моменталната состојба во однос на техниката на вреднување, коригираната вкупна потрошувачка на гас понатаму се намали за 10%. Тоа одговара на потрошувачките вредности какви што би биле постигнати во мерен објект со греење на гас.

По пресметката, **вкупната потрошувачка на греењето со гас**, според техниката на вреднување, за време на мерењето беше **30188,1 kWh**.

3.8. Споредба на вкупните вредности на енергетските потрошувачки за време на експериментот

За да се има основа за споредба на енергетските потрошувачки, тие се ставаат во односна станбена површина.

Со тоа се добива:

Вкупната енергетска потрошувачка на инфрацрвеното греење во зададеното време на мерење на определената станбена површина беше $7305,92 \text{ kWh}/102,6 \text{ m}^2 = 71,21 \text{ kWh/m}^2$.

Во определената станбена површина, коригираната вкупна потрошувачка на греење на гас во времето на мерење со тоа беше $33542,33 \text{ kWh}/160,7 \text{ m}^2 = 208,73 \text{ kWh/m}^2$.

Вкупната пресметана потрошувачка на греењето на гас, според техниката на вреднување, во определената станбена површина за време на мерењето со тоа изнесуваше **$30188,1 \text{ kWh}/160,7 \text{ m}^2 = 187,85 \text{ kWh/m}^2$** .

Во определената станбена површина вредностите на потрошувачка се прикажани на слика 4.8.



Слика 4.8 Споредба на потрошувачка на енергија во определена станбена површина

Во однос на ниската температура на греењето со гас, потрошувачката на применетата енергија со инфрацрвено греење изнесува само 34,1%, а со греењето на гас само 37,9%. Тоа значи, дека потрошувачката на корисната енергија на греењето со гас изнесува повеќе од 2,5 пати од инфрацрвеното греење.

4. Интерпретација на резултатите

4.1. Интерпретација во поглед на енергетската потрошувачката

И покрај информациите коишто претходно се тенденциозно претставени од определени производители и нивните интерни обиди за истражување, од каде што произлегоа некои хипотези, паѓа в очи разликата во потрошувачката на корисната енергија.

Бидејќи преку изборот на објектот и редот на мерење систематските грешки практично беа исклучени и поради тоа што станарите беа ангажирани според договорот (без промена на нивното однесување за време на мерењето), мерните резултати можат да се прифатат како типични за старата градба. Разликите се утврдуваат во следните точки:

- а) Преносливи загуби помеѓу горилникот и грејното тело; загубите при спроводливоста во електричната инсталација се занемарливи;
- б) Надоместување на загуби (поради инерција) со регулирање на греењето со гас и акумулационата маса на грејното тело. Додека на грејното тело кај греењето со гас му треба околу 10 минути од отворањето на вентилите да загрее и после рачното одвртување најмалку

уште 30 минути, до загревање (на најмалку 60°C), на инфрацрвениот емитер за загревање му требаат помалку од 4 минути и за ладење (од 60°C на под 30°C) помалку од 7 минути. При тоа, одлучувачки фактор беше што времето во коешто инфрацрвените емитери функционираат како конвекциско греење беше многу кратко. Освен тоа, концептот на регулирање на инфрацрвеното греење за секоја поединечна соба е многу пофлексибилен во однос на сензорот за гас за мерење на надворешната температура. Од суштествено значење е големата брзина на регулирање на енергетската потрошувачка, особено кај ниските температури на јужно ориентираните соби во ладните и свежи, но претежно сончеви денови на крајот на месец јануари и преодниот период на почетокот на април.

Избегнувањето на загубите при регулацијата е исто така уште една од главните предности, наспроти сите други греења на големи површини, каде што инерцијата е уште поголема отколку кај радијаторите. Заштедите на енергија кај ова греење, и покрај ниските претходни температури, многу веројатно не се постигнуваат.

с) Различни загуби при проветрување поради различни собни температури. Во двата стана беше проветрувано дисциплинирано, на ист начин, во точно определено време.

д) Топлотни загуби поради пропустливост или трансмисија (сув/влажен сид): загубите на топлина поради пропустливоста во праксата се големи поради влажноста. Ниските температури од внатрешните страни на надворешните сидови кај екстремно ниските надворешни температури се главно условени од неизолираните сидови, заради нивниот намален капацитет за изолација од накиснатост и влажност. Пробните мерења кај станот загреван со гас, на горно површинските температури на внатрешната страна на надворешните сидови од горе до долу изнесуваше околу 14°C. Сидните горни површини загреани со инфрацрвено греење се одржуваа на најмалку 19°C и беа просечно секогаш повисоки од температурите на воздухот. Освен тоа, поради високите горно површински температури примањето на водената пареа низ сидовите беше спречено. За да биде јасна разликата за одржувањето на сидовите суви зборуваат исто така и спроведените мерења во куќите на другите проекти, каде беа нанесени премази за изолација од вода и пареа на внатрешните страни на надворешните сидови. Температурата на горните површини од сидовите притоа останаа околу 1°K под температурата на воздухот.

(vgl. www.hygrosan.de)

Наспроти сувиот, влажниот сид има драстично намалени сидни вредности на изолација.

Влага од 4% ја намалува изолацијата за околу 50%. Со одржувањето на надворешните сидови со инфрацрвеното греење суви (сушењето на зградите е класична примена на инфрацрвените емитери), изолацијата беше толку многу зголемена, што загубите поради пропустливост преку повисоката температурна разлика помеѓу внатрешната и надворешната горна површина на надворешните сидови беа компензирани.

(Ернст Вил: Причини - Причини, взаемна зависност, решенија, издание на Ернст Вил, Зауерлах, 2002)

4.2. Интерпретација во поглед на трошоците

Трошок за струја

За споредба беа разгледани понудите на стандардните енергетски компании EnBW, EON, RWE, Vattenfall и четирите еко снабдувачи на зелена енергија EWS, Greenpeace Energy, Naturstrom, Lichtblick со сертификат за користење на електрична енергија од обновливи извори. На прв поглед и грубо гледано, во зависност од услугите на располагање, бројките се разликуваа од горе до долу. Најниската стандардна тарифа (со работна цена од 4000 киловат часа за состојбата за лето 2009) беше 19,50 центи за киловат час, а највисоката беше 23,80 центи за киловат час. Бидејќи основната цена кај сите осум понудувачи беше скоро иста и имаше незначителни разлики кај работната цена, трошоците не беа земени предвид за споредба.

Трошок за гас

Бидејќи четирите големи снабдувачи на струја EnBW, EON, RWE, Vattenfall исто така се јавуваат како понудувачи на гас на пазарот, тие беа избрани како основа за споредување. На прв поглед и грубо гледано, во зависност од услугите на располагање, бројките се разликуваа од горе до долу. Најниската стандардна тарифа (со работна цена од 20 000 киловат часа за состојбата за лето 2009) беше 5,0 центи за киловат час, а највисоката беше 5,9 центи за киловат час. Бидејќи основната цена кај сите осум понудувачи беше скоро иста и имаше незначителни разлики кај работната цена, трошоците не беа земени во обзир за споредба.

Развој на цените на струја и гас

Од либеризацијата на пазарот па наваму, во последните десет години цените на струјата се покачувале во просек за околу 2,25% годишно, а цените на гас за околу 7,1% годишно. Изедначувањето на цените на гас и нафта во догледно време ќе остане во тој тренд, бидејќи и двата фосилни материјали за горење постојано се намалуваат. Цените на струјата беа за 40% зголемени после пресметаните државни даноци, но појавата на обновливите производи на струја доведе до намалување на цените. Многу веројатно е дека овој спротивен развој на цените ќе продолжи и понатаму. Тоа значи дека цената на гасот ќе се качува во иднина побрзо од цената на струјата.

Под овие претпоставки е сразмерно прикажан развојот на горе споменатите стапки на покачување на слика 5.1.

Сините криви го покажуваат развојот на цената на гасот. Зелените криви го покажуваат развојот на цената на струјата во определено време за годините од 2009 натаму.

Бидејќи потрошувачката на гас кај греењето на гас во киловат часови е најмалку 2,5 пати поголемо од потрошувачката на струја кај инфрацрвеното греење, мора да важи коригираната цена на гас. Ова е прикажано со црвените криви.

Оценка на споредените трошоци помеѓу инфрацрвеното греење и греењето со гас

Сликата 5.1 покажува дека долните криви на цени на гас и горните криви на цени на струја за околу 14 години ќе се пресечат, односно дека најдоцна дотогаш потрошувачката на инфрацрвено греење ќе е поповолна од онаа на греењето со гас. Бидејќи инвестициските трошоци за инфрацрвеното греење по првата груба пресметка изнесуваат околу само половина од оние за греењето на гас, во корист на инфрацрвеното греење, за да се стекне предност од суштествено значење е да се интервенира што поскоро, евентуално веднаш. Полето на преклопување во кое трошоците на потрошувачката на гас може да бидат повисоки од трошоците на потрошувачката на струја е засенчено.

Регионално има одредени понудувачи со поефтини тарифи за така наречената струја за директно греење. Со тоа трошоците за потрошувачката на инфрацрвено греење се поповолни од оние за греењето на гас.

Дури и во случај развојот од сликата 5.1 на претпоставениот спектар да отстапи, и понатаму веројатноста останува висока за сличен развој на состојбите.

(www.verivox.de)



Слика 5.1: Претпоставен развој на струја наспроти гас

4.3. Интерпретација во поглед на одржливоста/екологијата

Емисија на јаглерод диоксид

Во Германијаво во 2007 година, просечната вредност на емисијата на јаглерод диоксид изнесуваше 541 g/kWh од производството на струја (извор BDEW). Бидејќи новите податоци се уште не се објавени, оваа вредност се зема како основна. Поради тоа што делот на обновливите енергии во односот на видот на користени енергии постојано расте, актуелната вредност на CO₂ е пониска.

За споредба на емисијата на CO₂, како основа свесно беше земен целогодишниот однос на видот на различна струја и покрај тоа што делот на струјата од термоелектраните на јаглен и со тоа делот на CO₂ во зимското полугодие е поголем отколку во лето. Сепак, истото важи и за електраните на ветер, чиј што капацитет постојано се зголемува. Во прва линија се рабети за да се добие една груба основа за пресметка. За да бидат пресметани моменталните различни емисии на јаглерод диоксид, покрај временските, мора да се земат предвид и просторните флукуации на консеквентен начин. Ова детално набљудување како резултат на исходот ќе нè отргне од трендот на искористување и ќе нè сврти кон што е можно поскоро префрлање на обновливите енергии. Препораката за користење на фосилните горечки материјали поради нивната краткорочна пониска емисија на CO₂ е исто така контрапродуктивна на овој тренд, бидејќи користењето се утврдува за најмалку 20 години.

Како споредбена големина за греењето со гас, според техниката на вреднување, се применува стандардната вредност од 249 g/kWh (IWU 2006), иако во објектот за мерење е инсталирано пониско греење кај греењето на гас. Затоа, за споредба се зема коригираната пресметана вредност за потрошувачка на гас, според техниката на вреднување за греењето на гас. При потрошувачката на енергија, измерената изложеноста на станбената површина на емисијата на јаглерод диоксид беше:

Изложеност на станбената површина со **емисија на CO₂ кај инфрацрвеното греење:**

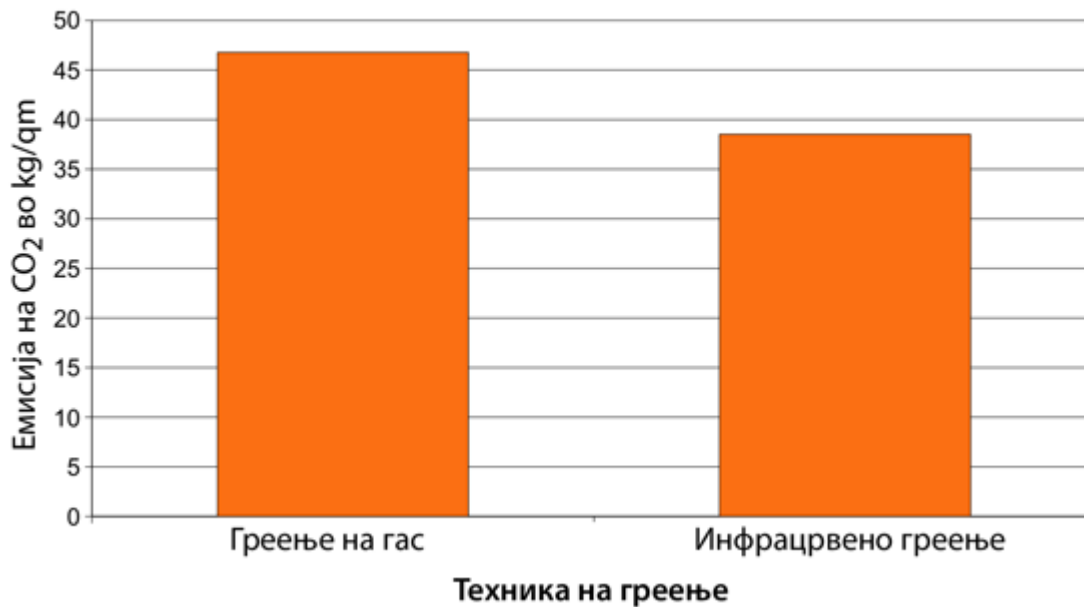
$$541 \text{ g/kWh} * 71,21 \text{ kWh/m}^2 = 38,52 \text{ kg/m}^2.$$

Изложеност на станбената површина со **емисија на CO₂ кај греењето на гас:**

$$249 \text{ g/kWh} * 187,85 \text{ kWh/m}^2 = 46,77 \text{ kg/m}^2.$$

Вредностите се илустрирани на слика 5.2.

Изложеност на станбената површина со емисија на CO₂



Слика 5.2: Споредба на емисијата на CO₂

Разликата помеѓу двете вредности е доволно голема да го потврди општиот исказ дека инфрацрвено греење е подобро од греењето на гас, што се однесува до емисиите на CO₂. Ова најмногу важи кај целосната примена на обновлива струја.

Дискусија за квалитетот на енергија

Во дискусијата за примената на електричната енергија за цели на греење сè почесто се применува поимот ехеџу, кој претставува претворената енергијата која фактички се користи и е мерка за оној дел од енергијата кој максимално може да се примени. Колку е повисок ехеџу, толку е повисок физичкиот квалитет на енергетската форма. Електричната енергија има суштествено повисок квалитет од топлинската енергија. Поради оваа дефиниција на квалитет често е застапено мислењето дека електричната енергија е „многу штетна“ за греење.

Оваа оценка, сепак, не ја зема предвид одржливоста. Како во воведните информации за темата форми на енергија, така и за одржливоста каде што е исцрпно прикажана, најважно е да се утврди дали енергијата е од обновливи извори. Тоа го одлучува еколошкиот квалитет на формата на енергија. Токму најпотенцираните обновливи енергетски извори, како сонцето и ветерот, се одредени како лесни начини за добивање електрична енергија. Применетата енергија во форма на електрична струја од обновливи извори мора поради тоа да има највисок приоритет.

Една 100% произведена електрична струја од обновливи извори за работа на инфрацрвеното греење е една од најодржливите греења воопшто. Сега, кога трошоците за 100% обновлива струја во домаќинствата е опфатена во конвенционалните понуди, веќе не постои економска

причина за пречка за да се одбере обновливата струја, наместо класичниот однос од повеќе видови струја (види горе).

4.4. Интерпретација во поглед на медицинскиот и здравствениот аспект

И покрај тоа што не беа направени експлицитни медицински и здравствени испитувања, беа дадени интересни субјективни оценки од станарите и посетителите на овој мерен објект. Типичните искази беа:

- Нема мирис на прашина/греење, оваа забелешка беше посебно истакната од лицата погодени од астма, а истото го забележаа и голем дел од останатите
- Топли стопала (спротивно на конвекциското греење)
- Свеж (пријатен) воздух
- Пријатна топлина.

Во мерниот објект не се сретнавме со акутниот проблем на создавање мувла. Сепак, може општо да се каже дека создавањето мувла на сидовите носи здравствени проблеми, наспроти сувите чисти сидови.

4.5. Критички забелешки за содржината на интернет страниците и рекламните содржини во проспектите на производителите

За време на проектот се одвиваа многу разговори со посетителите на објектот на мерење. Исто така, имаше многу прашања за проектот, како од стручни, така и од нестручни лица, кои претходно внимателно ги имаа разгледано веб страниците на проектот. Низ овие разговори се јавија многу прашања за интернет страниците и проспектите на производителите на греење.

Од честите грешки во тамошните рекламни искази беше разбрано:

- Перпетуум мобиле и прекрасна ефикасност на зрачење.

Преку погрешната примена на равенката за зрачење во физиката, можеби се тврди дека од инфрацрвените емитери се добива поголем ефект на зрачење отколку од ефектот на стандардната форма на електрична енергија. Инфрацрвениот емитер тогаш би бил еден перпетуум мобиле, односно тоа е една погрешна теза за принципот на акумулирање енергија, која се коси со физиката. Таквите искази се бесмислени и несериозни.

Исто така се несериозни и екстремните податоци за ефикасноста на зрачење. Вредностите од над 90% за темните емитери е технички невозможно да се постигнат. Податоците од 98% до 100% се однесуваат на вкупната ефикасност на претворањето на електричната енергија во топлинска енергија, значи инфрацрвеното зрачење и конвекцијата заедно, а не само инфрацрвеното зрачење. Сепак, од рекламите се добива впечаток дека се работи за ефикасноста на инфрацрвеното зрачење.

- Инфрацрвено греење кое не е такво

Од одредени понудувачи на пазарот се нуди класично електрично греење (подно, таванско и сидно греење со вградени грејни форми и радијатори на електричен погон) како инфрацрвено

греење. Сепак, се работи за конвенционалното конвекциско греење со нешто повисока компонента на зрачење. Дури и да се тоа врвни инфрацрвени емитери со највисоки постигнати заштеди, не може да се постигне толку голема веројатност.

Истото важи и за електричните слободно поставени површински видови греења, чишто горно површински температури се под 60°C (обично од 30°C до 50°C) и за оние кај кои заради нивната конструкција настанува силна конвекција (камин ефект). И кај нив е доминантна конвекцијата.

Исто така, овие видови греења се китат со епитетот дека се греење со инфрацрвени зраци, и покрај тоа што, според горните дефиниции, тие тоа не се.

5. Заклучоци и перспективи

Во оваа студија се покажа дека инфрацрвеното греење претставува осмислена алтернатива за конвенционалното греење.

Досега тоа во нормите (на пример, ефикасноста на зрачењето кај електричните површински греења) и во прописите (на пример, EnEV) не е доволно земено во предвид. Во EnEV прописот тоа се изедначува со вообичаените конвенционални начини на греење, и покрај тоа што принципот на греење со зрачење, наспроти вообичаеното електрично греење со конвекција, води до очекувани значајни заштеди.

Кај горе споменатите интерни обиди во фирмите за споредба на електричното подно греење и ноќното акумулационо греење, кажано е дека инфрацрвеното греење типично заштедува околу 50%. Овие искази индиректно се потврдуваат во овој проект, бидејќи интерните споредби во фирмите на греењето со гас и инфрацрвеното греење тоа директно го потврдуваат.

Сосема соодветна би била замената на ноќното акумулационо греење и електричното подно греење поради едноставната примена (мала или никаква дополнителна електрична инсталација, само монтажа на инфрацрвен емитер), особено малите инвестиции (половина или помалку во однос на греењето на гас) и лесно спроводливата мерка за ефикасност.

Други критериуми за квалитет кои зборуваат во полза на инфрацрвеното греење се:

- Незначителни инвестициски трошоци
- Никакви дополнителни трошоци (на пример, чистење оџаци)
- Нема потреба од одржување
- Работи на 100% обновлива енергија.

И покрај тоа што не се направени споредбени испитувања за овој производ, според општите особини за инфрацрвените емитери (темни емитери), од проектот произлегува дека во станбениот простор може да се постават:

- Горно надворешно површински температури помеѓу 60°C и 120°C
- Безакумулациона маса и
- По можност, едноставни површински монтажи за да се минимизира конвекцијата.

Во понатамошните испитувања, резултатите од новите примери би требало да се постават во една поширока база на податоци. За тоа, треба да се оформат критериуми за избор и димензионирање на инфрацрвените системи на греење, не само во санирањето кај постојните

стари градби, туку и кај новоизградените објекти. Овде е особено интересна замената на ноќната акумулациона греалка.

Освен тоа, можат да се развијат дополнителни осмислени алтернативи, коишто ќе бидат одржливи, трајни, ефикасни и делотворни начини на загревање на водата во споредба со сегашните традиционални методи.

6. Библиографија

Овде се наведени само основните учебници како информации и податоци. За подобар увид, користената литература е наведена директно во извештајот, во соодветните поглавја (во загради).

Киблер, Томас: Инфрацрвена техника на греење на големи простории, Вулкан издание 2001

Хервиг Хајнц: Пренесување на топлина од А-Ш: Систематски и опширни објаснувања на важни големини и концепти, Спрингер, Берлин; 1 издание 2000

Полифке, Волфганг; Копиц, Јан: Пренос на топлина: Основи, аналитички и нумерички методи, Софтвер пакет Scilab на CD-ROM: Пирсон Студиум 2005

Хер, Хорст: Наука за топлината. Техничка физика 3, Европско-средство за учење, 4. издание 2006

Константин, Панос: Книга за практична работа: Енергетика, транспорт и јавни набавки на либерализираниот Пазар; Спрингер, Берлин; 2. издание 2009

Петерман, Јурген (издавач): Сигурна енергија во 21 век; Хофман и Кампе, 2008

7. Додатоци

Додаток А: Табели

Табела 1: Дневни вредности на мерење на потрошувачката на струја кај инфрацрвеното греење по групи на мерење

Датум	Група 1 [kWh]	Група 2 [kWh]	Група 3[kWh]	Група 4[kWh]
16.11.08	3,257	2,953	26,739	14,517
17.11.08	3,315	3,153	24,995	13,064
18.11.08	5,724	2,953	27,581	17,812
19.11.08	3,824	3,623	28,052	14,595
20.11.08	2,687	2,937	29,465	15,728
21.11.08	2,233	2,834	28,239	16,828
22.11.08	3,369	3,194	24,664	18,079
23.11.08	3,543	3,375	25,364	17,131
24.11.08	2,957	3,520	24,997	17,697
25.11.08	3,842	3,261	26,415	14,635
26.11.08	3,750	3,465	26,348	14,369
27.11.08	3,885	3,544	26,546	13,572
28.11.08	3,975	3,648	26,901	14,598
29.11.08	4,199	3,757	26,448	13,738
30.11.08	3,967	5,202	25,856	8,896
01.12.08	4,636	2,990	26,293	14,686
02.12.08	3,949	3,502	25,245	16,293
03.12.08	3,719	3,465	28,555	14,503
04.12.08	3,907	3,204	23,987	11,793
05.12.08	3,354	3,120	25,323	10,242
06.12.08	2,664	3,199	18,922	12,618
07.12.08	2,775	2,996	22,896	12,983
08.12.08	3,419	3,238	25,765	14,439
09.12.08	3,976	3,476	26,298	14,675
10.12.08	3,968	3,681	25,748	14,480

Датум	Група 1 [kWh]	Група 2 [kWh]	Група 3[kWh]	Група 4[kWh]
11.12.08	4,103	3,558	26,260	14,363
12.12.08	4,336	3,479	26,707	14,752
13.12.08	4,609	3,723	27,223	15,136
14.12.08	5,218	4,193	28,501	14,713
15.12.08	5,015	3,759	26,927	15,165
16.12.08	3,941	3,791	26,914	15,092
17.12.08	4,740	3,709	27,309	14,795
18.12.08	4,463	3,761	26,870	14,788
19.12.08	4,031	3,630	26,618	14,694
20.12.08	3,855	3,615	25,165	13,680
21.12.08	2,291	3,251	23,854	10,399
22.12.08	2,340	2,707	23,950	8,533
23.12.08	2,110	2,628	24,445	9,465
24.12.08	2,611	3,134	25,748	13,507
25.12.08	3,716	3,238	25,415	14,370
26.12.08	3,886	3,260	26,679	14,820
27.12.08	5,044	4,560	27,586	15,593
28.12.08	4,760	4,351	27,773	16,391
29.12.08	5,722	4,748	28,633	16,421
30.12.08	5,643	4,837	28,976	17,438
31.12.08	5,892	3,835	27,954	19,099
01.01.09	5,173	2,612	26,402	18,545
02.01.09	5,724	2,852	27,263	17,806
03.01.09	5,071	3,769	31,755	21,423
04.01.09	6,304	4,233	30,499	22,104
05.01.09	5,882	4,016	29,528	19,537
06.01.09	5,936	4,036	30,918	22,210
07.01.09	7,344	3,770	30,765	24,626
08.01.09	7,023	3,933	31,659	30,812
09.01.09	7,655	3,643	33,737	32,188
10.01.09	7,362	3,268	33,983	29,199

Датум	Група 1 [kWh]	Група 2 [kWh]	Група 3[kWh]	Група 4[kWh]
11.01.09	8,136	3,359	32,511	32,990
12.01.09	7,562	3,453	32,379	33,142
13.01.09	6,148	3,519	32,154	31,586
14.01.09	5,450	3,689	28,003	26,967
15.01.09	5,571	3,749	28,112	32,583
16.01.09	5,744	2,933	27,107	18,532
17.01.09	5,622	4,112	28,329	17,541
18.01.09	3,299	3,240	24,440	16,852
19.01.09	3,645	4,419	23,062	20,770
20.01.09	3,310	4,070	24,458	20,234
21.01.09	3,973	3,911	18,963	17,031
22.01.09	4,432	3,952	27,609	23,820
23.01.09	3,813	3,871	23,546	14,870
24.01.09	3,567	4,413	23,461	9,166
25.01.09	1,823	5,856	24,489	13,040
26.01.09	4,529	3,765	28,138	2,297
27.01.09	5,185	3,818	30,266	14,056
28.01.09	5,014	3,667	28,195	11,254
29.01.09	4,645	3,589	28,635	12,546
30.01.09	5,084	3,570	29,308	13,144
31.01.09	5,553	3,966	31,194	19,531
01.02.09	4,930	4,721	28,633	27,281
02.02.09	4,607	4,404	28,691	26,619
03.02.09	1,224	6,303	26,122	18,594
04.02.09	4,791	4,255	21,824	25,427
05.02.09	3,430	3,448	21,013	19,808
06.02.09	3,782	4,522	29,739	21,493
07.02.09	3,396	3,472	21,479	20,036
08.02.09	3,848	4,458	29,194	21,354
09.02.09	4,229	3,699	28,536	23,153
10.02.09	4,278	3,577	26,842	19,947

Датум	Група 1 [kWh]	Група 2 [kWh]	Група 3[kWh]	Група 4[kWh]
11.02.09	4,009	3,947	24,553	16,496
12.02.09	3,907	4,251	29,557	22,971
13.02.09	4,722	3,996	27,953	24,881
14.02.09	4,391	3,350	25,838	19,825
15.02.09	4,889	4,982	27,507	26,652
16.02.09	4,781	4,084	28,306	24,415
17.02.09	4,168	4,286	27,003	22,272
18.02.09	4,393	3,702	27,832	22,926
19.02.09	5,065	4,584	29,100	24,810
20.02.09	4,766	3,951	28,746	23,244
21.02.09	3,782	4,584	29,031	21,172
22.02.09	3,871	4,496	24,213	15,884
23.02.09	3,591	3,715	27,230	20,091
24.02.09	3,356	4,281	25,220	19,151
25.02.09	3,716	4,087	25,905	18,361
26.02.09	3,738	3,962	24,267	19,888
27.02.09	3,540	3,998	19,185	19,160
28.02.09	2,894	3,995	17,952	16,868
01.03.09	3,090	4,096	17,229	16,700
02.03.09	2,050	3,907	16,260	15,014
03.03.09	2,358	4,185	17,847	17,972
04.03.09	2,957	4,263	18,720	16,841
05.03.09	2,867	4,062	19,257	18,774
06.03.09	3,258	3,831	18,943	21,765
07.03.09	3,570	4,930	17,441	17,737
08.03.09	3,279	3,974	18,832	19,031
09.03.09	2,951	3,815	18,573	18,240
10.03.09	3,435	4,154	17,554	19,585
11.03.09	2,991	3,325	19,751	17,929
12.03.09	3,456	3,855	18,147	20,075
13.03.09	2,984	3,895	17,417	16,260

Датум	Група 1 [kWh]	Група 2 [kWh]	Група 3[kWh]	Група 4[kWh]
14.03.09	2,166	3,924	17,529	13,583
15.03.09	1,842	3,576	13,657	15,652
16.03.09	1,943	3,602	14,878	15,071
17.03.09	2,238	3,700	15,465	13,715
18.03.09	2,178	5,250	16,167	13,959
19.03.09	2,880	4,819	19,433	14,531
20.03.09	2,314	4,991	21,673	15,157
21.03.09	3,574	5,387	25,056	14,318
22.03.09	3,920	5,482	20,987	21,867
23.03.09	2,814	4,418	19,357	18,095
24.03.09	3,166	3,606	20,257	19,235
25.03.09	3,539	4,714	21,300	22,963
26.03.09	3,823	4,104	18,433	21,561
27.03.09	3,481	3,862	21,665	18,040
28.03.09	2,709	4,405	19,428	16,872
29.03.09	2,571	3,750	13,665	17,649
30.03.09	2,103	4,942	14,862	14,692
31.03.09	0,846	1,601	8,069	8,177
01.04.09	0,649	1,935	5,934	7,328
02.04.09	0,491	1,284	3,871	5,274
03.04.09	0,538	1,474	4,277	0,117
04.04.09	0,416	1,327	3,475	0,225
05.04.09	0,387	1,225	2,884	0,093
06.04.09	0,279	1,359	2,993	0,051
07.04.09	0,361	1,184	3,714	0,025
08.04.09	0,355	1,411	3,922	0,018
09.04.09	0,478	1,672	3,543	0,015
10.04.09	0,642	1,992	3,454	0,016
11.04.09	0,222	1,482	3,369	0,012
12.04.09	0,797	1,773	3,233	0,018
13.04.09	0,827	1,338	2,980	0,015

Датум	Група 1 [kWh]	Група 2 [kWh]	Група 3[kWh]	Група 4[kWh]
14.04.09	0,616	1,944	3,009	0,018
15.04.09	0,472	1,829	2,352	0,018
16.04.09	0,416	1,369	7,621	6,589
17.04.09	1,000	2,073	15,782	11,536
18.04.09	1,449	3,116	16,361	12,410
19.04.09	0,552	1,982	13,189	4,954
20.04.09	0,248	1,657	8,172	2,887
21.04.09	0,024	1,135	9,271	2,478
22.04.09	0,030	1,086	8,201	4,318
23.04.09	1,123	2,564	10,630	8,778
24.04.09	1,803	2,706	12,957	7,309
25.04.09	1,507	2,158	15,070	7,377
26.04.09	0,530	1,066	10,792	5,457
27.04.09	0,220	1,125	6,825	6,334
28.04.09	1,135	1,972	12,020	9,188
29.04.09	1,537	2,501	11,367	9,939
30.04.09	0,864	2,313	14,122	10,055

Табела 2: Неделни мерни вредности на потрошувачката на струја кај инфрацрвеното греење по групи на мерење

Календарски недели 2008/2009	Неделни вредности за Група 1 [kWh]	Неделни вредности за Група 2 [kWh]	Неделни вредности за Група 3 [kWh]	Неделни вредности за Група 4 [kWh]
47	27,95	25,02	215,1	127,75
48	26,58	26,4	183,51	97,51
49	25	22,48	171,22	93,12
50	29,63	25,35	186,5	102,56
51	28,34	25,52	183,66	98,61
52	24,47	23,88	181,6	92,68
1	39,53	23,88	201,48	132,84
2	49,34	26,03	223,1	191,56
3	39,4	24,7	200,52	177,2
4	24,56	30,49	165,59	118,93
5	34,94	27,1	204,37	100,11
6	25,08	30,86	178,06	153,33
7	30,43	27,8	190,79	153,93
8	30,83	29,69	194,23	154,72
9	23,93	28,13	156,99	130,22
10	20,34	29,15	127,3	127,13
11	19,83	29,15	122,63	121,32
12	19,05	33,23	133,66	108,62
13	22,1	28,86	134,11	134,42
14	5,43	13,79	43,37	35,91
15	3,13	10,87	24,23	0,16
16	5,33	13,65	61,29	35,54
17	5,27	12,37	75,09	38,6

Табела 3: Неделни мерни вредности на потрошувачката на струја кај греењето на гас по групи на мерење

Датум	Гас	Календарски недели 2008/2009	Неделна потрошувачка на гас [мз]	Неделна потрошувачка на гас [kWh]
16.11.08	61766			
23.11.08	61901	47	135	1408,05
30.11.08	62075	48	174	1814,82
07.12.08	62233	49	158	1647,94
14.12.08	62404	50	171	1783,53
21.12.08	62568	51	164	1710,52
28.12.08	62720	52	152	1585,36
04.01.09	62925	1	205	2138,15
11.01.09	63153	2	228	2378,04
18.01.09	63357	3	204	2127,72
25.01.09	63525	4	168	1752,24
01.02.09	63713	5	188	1960,84
08.02.09	63882	6	169	1762,67
15.02.09	64052	7	170	1773,1
22.02.09	64220	8	168	1752,24
01.03.09	64359	9	139	1449,77
08.03.09	64489	10	130	1355,9
15.03.09	64611	11	122	1272,46
22.03.09	64734	12	123	1282,89
29.03.09	64826	13	92	959,56
05.04.09	64929	14	103	1074,29
12.04.09	64959	15	30	312,9
19.04.09	65017	16	58	604,94
26.04.09	65064	17	47	490,21
30.04.09	65097		33	344,19

Додаток Б: Слики



Слика Б1: Спална соба



Слика Б2: Дневна соба

Истражувачки проект за споредбени мерења меѓу греење со инфрацрвени зраци и греење со гас,
Д-р инж. Петер Косак, Технички унуверзитет Кајзерслаутерн



Слика Бз: Бања



Слика Б4: Кујна



Слика Б5: Ходник



Слика Б6: Работна соба