



Training on Renewable Energy solutions
and Energy Efficiency in reTROFITting



Наръчник за строителни специалисти

Курс за повишаване на квалификацията по енергийно обновяване на сгради с използване на възобновяема енергия

СЪДЪРЖАНИЕ

Глава I. Изграждане на устойчива енергийно-ефективна среда	- стр. 4
Глава II. Саниране на сградата и енергоспестяване	- стр.25
Глава III. Вертикални и прозрачни сградни елементи	- стр.37
Глава IV. Хоризонтални сградни елементи, интерграция на сградните елементи, пасивно отопление и климатизация	- стр.48
Глава V. Централно отопление, термопомпи и генератори на топлина	- стр.56
Глава VI. Отоплителни инсталации на биомаса, геотермални Инсталации	- стр.70
Глава VII. Соларни колектори	- стр.81
Глава VIII. Фотоволтаици-мрежови и автономни, финансова Обосновка	- стр.90
Глава IX. Ветрови генератори, енергоспестяващо осветление, ефективно електроснабдяване	-стр.107

Въведение

Настоящият **Наръчник** е разработен по проект, финансиран от програма „Интелигентна Енергия Европа” на Европейската комисия. Касае техническите аспекти за подобряване на енергийната ефективност при енергийно обновяване на съществуващите жилищни, търговски и офис сгради с използване на възобновяеми източници на енергия.

Наръчникът е предназначен за следните видове специалисти: строителни, електро и топло- техници.

Предложените указания се основават на най-добрите и най-често срещаните технологии, методи и системи за енергийна ефективност на сградите. Почерпени са както от личния опит на авторите, така и от литературни проучвания на националната, и Европейска практики.

Досега вниманието бе основно насочено към новите сгради. В днешно време фокусът се измества върху подобряване на енергийната ефективност в съществуващия сграден фонд. Статистиката сочи, че сградите ”консумират” до 40% от общото енергийно потребление, а генерират във въздуха около 36% от вредните емисии.

Едно рутинно реновиране на сградата може да повиши енергийната ѝ ефективност с над 45%. С внедряване на източници на възобновяема енергия, сградата може да „се бори” за постигане на енергийна независимост.

В Директивата за енергийните характеристики на сградите (преработена версия от 19 май, 2010) са отразени правилата и инициативите за подобряване на енергийната им ефективност с цел намаляване на потреблението на енергия и вредните емисиите от CO₂ с 20 % , както и увеличаване дела на възобновяема енергия с 20% до 2020 година.

Най-важните фактори за масовото реновиране на сградния фонд са:

- поведението и инициативността на собствениците на сгради (частни и общински);
- начините на финансиране – използване на иновативни финансови инструменти и бизнес модели;
- *обучени строителни специалисти.*

Глава I. Изграждане на устойчива енергийно-ефективна среда

С нарастването на изискванията към характеристиките на жизнения комфорт, нараства и потребността от използването на все по-големи количества енергия, процес който увеличава и нашата зависимост от самите източниците на енергия. От друга страна, завишаването на консумацията на енергия води и до коренни промени в заобикалящия ни свят, като ефектът е едновременно и градусен, и деструктивен.

Градивен, защото се създава нова среда с необходимия жизнен комфорт, променящ се през вековете и отговарящ на все по-нарастващите изисквания за осъществяването на конкретните човешки дейности.

Разрушителен, защото при използването на различните източници на енергия, било то планирано или хаотичното, се очертават някои негативни последствия:

- темпото на усвояването на даден източник на енергия превъзхожда неговия възстановителен период, което води до изчерпването му и пораждаването на поредна енергийна криза;
- консумирането на огромни количества от тези източници на енергия – твърди, течни или газообразни води до неизлечими дълготрайни деформации на земните недра;
- при извличането, пренасянето и оползотворяването на конкретния източник на енергия се получават остатъчни продукти, които в по-голямата си част се оказват вредни замърсители на гео-, хидро- и атмосфера-тата и формират нежелани глобални екологични проблеми.

Постигането на баланс между тези две компоненти (градивната и разрушителната) изисква търсенето на рационални начини и методи, както за формирането на екологична и енергоефективна жизнена среда, така и за разкриване на възможности за използването на екологично чисти и възобновяеми в рамките на продължителността на човешкия живот източници на енергия.

Днес ние познаваме различни решения в тази област: - нормативно изолирани сгради (*"Building with normative thermal insulation"*), ниско енергийни сгради (*"Low Energy Building"*), пасивни сгради (*"Passive Building"*). И в трите решения основен принцип е: с увеличаване дебелината на топлоизолационния слой в сградата (съответни за тези три типа сгради 8-10см., 15см. и 30см.) да се намали топлопреноса през ограждащите й стени.

На практика, ако се стремим да постигнем стойност на U (W/m^2K) около 0,01 ни трябва топлоизолация (минерална вата) с дебелина от порядъка на 3м (виж. Фиг по-долу). Това разбира се е неприемливо тъй като още при дебелина от 15см, възникват два проблема: **първият** е необходимостта от изграждането на специална носеща конструкция за топлоизолацията, **вторият** е че чувствително нараства застроената площ на сградата, с което и градоустройствените показатели започват драстично да се променят .

Възможно ли е тогава човек да намали консумацията на енергия до нула?

Животът на земята е немислим без енергия. Автотрофните (самоизхранващи се) организми усвояват енергията от слънчевата радиация, а хетеротрофните я набавят от автотрофните.

Homo sapiens, като хетеротрофен организъм, развива способности за използване на екстрасоматична енергия (енергия извън тялото), необходима за неговото съществуване и дейност. “Усетил ползата от екстрасоматичната енергия, като възможност за по-голяма сила и мощ, той започва да я усвоява и управлява”. Следователно Homo sapiens не може да се откаже от консумацията на енергия, но може да преразгледа отношението си към използването на определени видове източници на енергия.

Така се стига до идеята за спазването на следните три принципа:

- намаляване на топлозагубите през ограждащите елементи на сградата;
- намаляване на консумацията на енергия от системите генериращи определен комфорт;
- замяната на конвенционалните с възобновяеми източници на енергия.

При така формирания проблем възникват нови решения, каквито са нулево енергийни сгради, енергийно плюс сгради, автономни сгради.

Концепцията на автономни сгради („*Autonomous building*”) представлява проектиране на сгради с пълна независимост от селищната инженерна инфраструктура като електричество, водопровод, канализация, топлофикация и др.

Концепцията на енергийно-плюс сгради („*Energy-plus-house*”) се основава на комбинацията в сградите на микрогенериращите технологии (като ветрови турбини, фотоволтаика, термopомпи и др.) с разумните енергийно ефективни решения (пасивни и активни системи за отопление и охлаждане).

В тази група от решения нулево енергийните сгради (НЕС) са повратен момент в развитието на устойчива енергийно-ефективна среда, тъй като при тях консумацията на енергия от конвенционални източници е нулева.

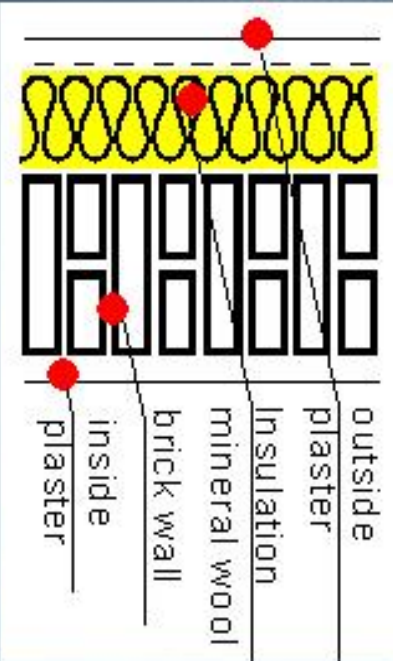
Анализирайки по-подробно тези сгради установяваме, че топлинните загуби през ограждащите елементи на сградата са чувствително намалени не само с повишаване на дебелината на топлоизолационния слой, но и с интегрирането на различни пасивни слънчеви термични системи в сградната обвивка. За намаляването на консумацията на енергия допринасят и използваните решения на пасивния слънчев дизайн. В тези сгради непокрития топлинен товар се осигурява единствено от възобновяемите енергийни източници (фиг.1 по-долу).

Така получената “нулева линия” на пръв поглед е константна, но при положение, че не се използва енергията от конвенционалните фосилни горива тази линия е променлива. Нейното местоположение зависи, както от ефикасността на решенията на енергийно-плюс сгради, така и от финансово изражение на използваните различни енергоефективни мероприятия и средства, съобразени с конкретните климатични условия.

При НЕС все повече се налага промяна на принципа, при който за изграждането на дадена оптимална система се включват само елементи в техните оптимални параметри. *Разумното решение е да се търси балансът между различните елементи в техните най-подходящи технически измерения за получаване на една система в оптимален режим.*

От тази гледна точка НЕС се оказва повратна точка не само в развитието на концепцията за използване на ВЕИ, но и в стремежа към пълна независимост от влиянието на природно климатичните фактори.

Това вероятно е и пътя, който трябва да изминем за да достигнем до изграждането на устойчиви енергийно ефективни системи – виж.фиг. по-долу .



	d	λ	R	1	1	3	4	5	6
$1/\alpha_e$	0	0	0,04						
$1/\alpha_i$	0	0	0,13						
outside plaster	0,025	0,87	0,0287						
inside plaster	0,02	0,7	0,0286						
brick	0,25	0,7	0,3571						
mineral wool	0	0,035	0						
mineral wool	0,06	0,035	1,7143						
mineral wool	0,16	0,035	4,5714						
mineral wool	0,3	0,035	8,5714						
mineral wool	0,5	0,035	14,286						
mineral wool	3	0,035	85,714						
R				0,58	2,30	5,16	9,16	14,87	86,30
U				1,71	0,44	0,19	0,11	0,07	0,01

No insulation

With normative insulation

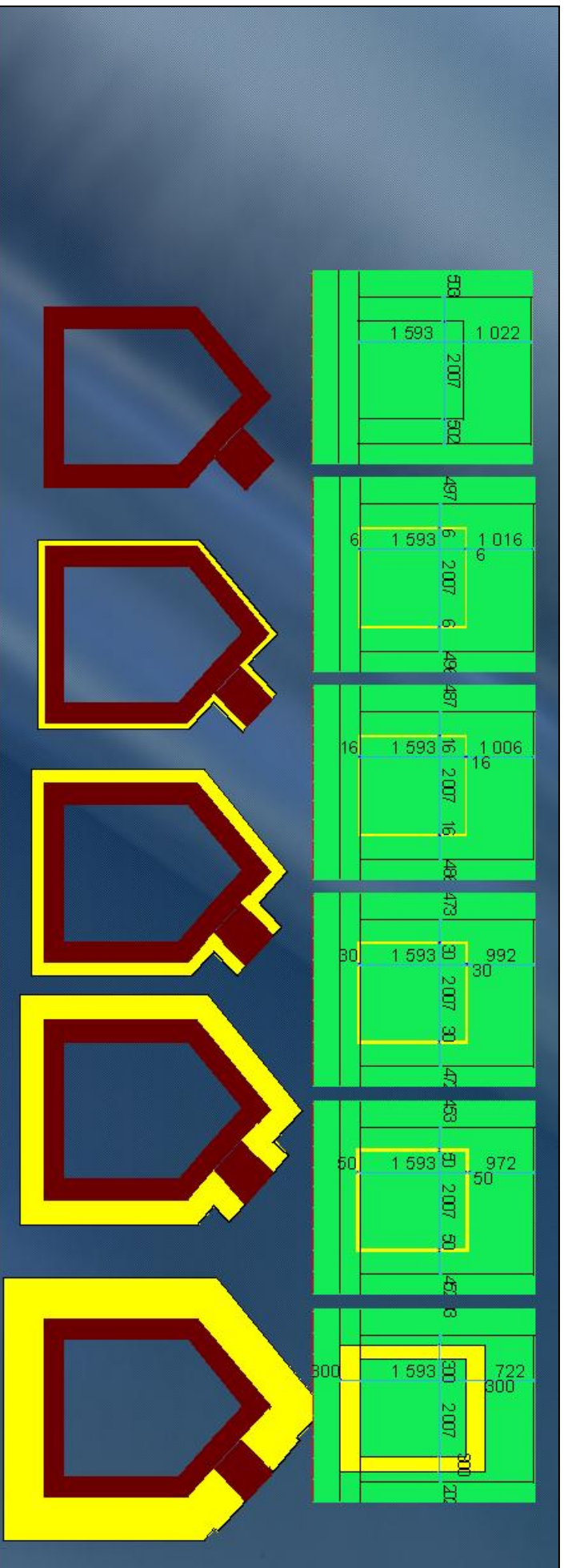
Low Energy

Passive

Zero Energy



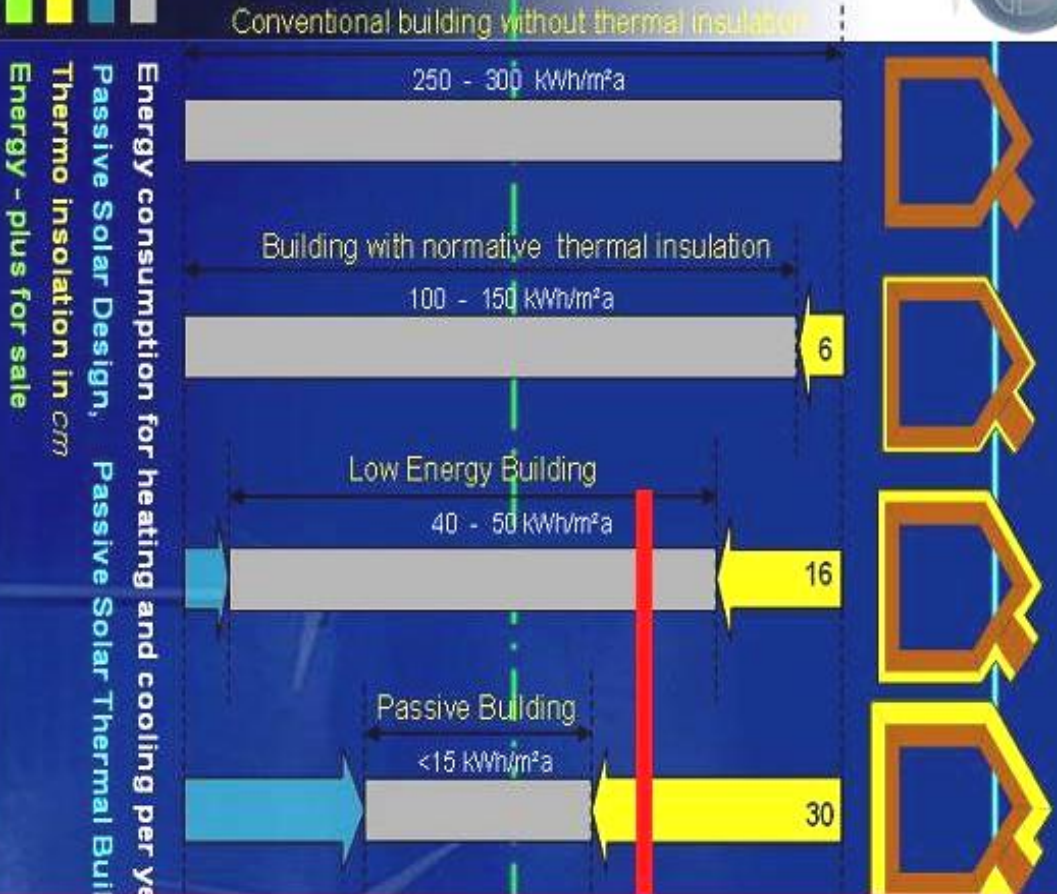
Bq code $U_{wall}=0,50$ ($W/m^2 \cdot K$)



Топлоизолация в см	Традиционна сграда без топлоизолация	Нормативно топлоизолирана сграда	Ниско енергийна сграда	Пасивна сграда	Нулево енергийна сграда
0		6	16	30	>30 (50)
Застроена площ в м ²	1000	1009,4	1025,12	1047,1	1078,5
Разгънатата застроена площ в м ²	5000	5047	5126	5226	5393
Кити	3	3,03	3,07	3,13	3,23
Площ на терцета в м ²	1665	1665	1665	1665	1665



Energy consumption for heating and cooling per year



Energy consumption for heating and cooling per year

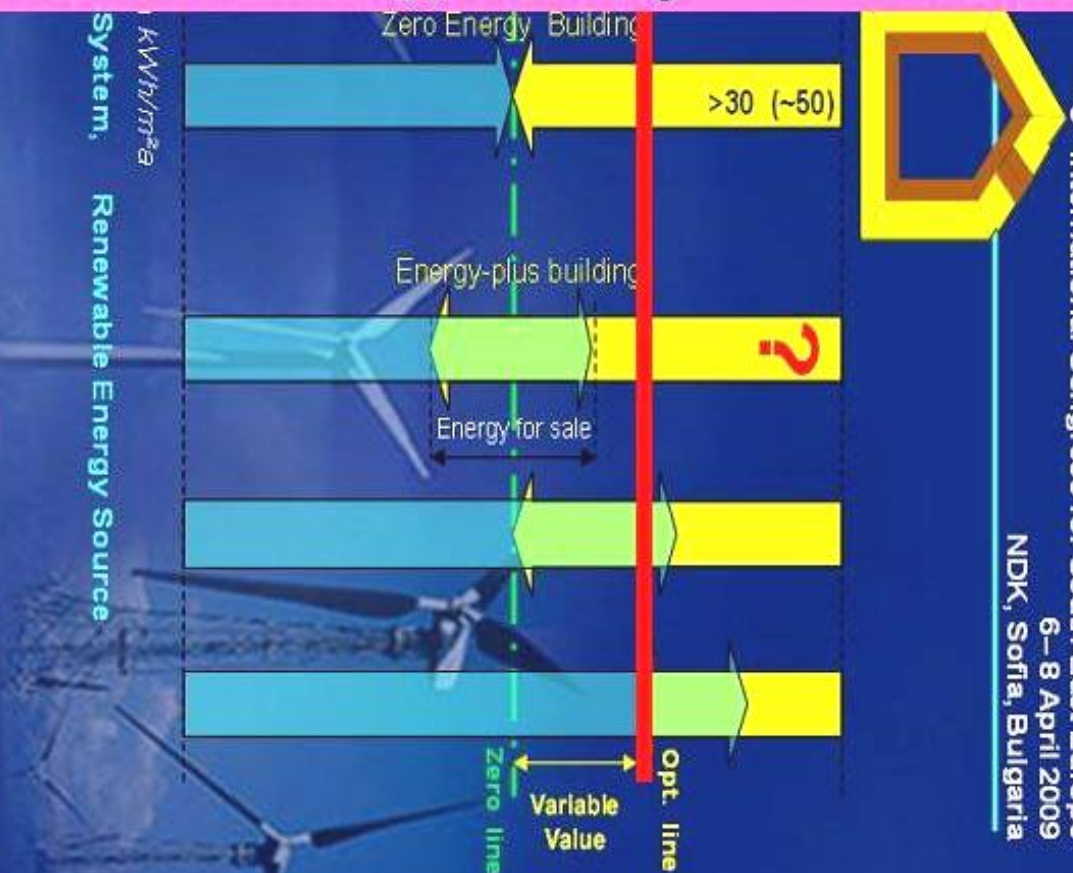
Passive Solar Design, Passive Solar Thermal Building, Thermo insulation in situ

Energy - plus for sale

Енергийната ефективност и ниско-енергийните сгради

Near zero energy building

04 .02. 2011



Renewable Energy Source

System, Renewable Energy Source

kWh/m²a

Доц. д-р арх. Росен Савов

Energy Efficiency /EE/ & Renewable Energy Sources /RES/ 5th International Congress for South-East Europe 6-8 April 2009 NDK, Sofia, Bulgaria

I.1. Изграждане на енергийно-ефективни сгради

Трите основни принципа за постигане на енергийната ефективност в сградите са:

- намаляване на топлозагубите през ограждащите елементи на сградата;
- намаляване на консумацията на енергия от системите генериращи определен комфорт;
- замяната на конвенционалните, с възобновяеми източници на енергия.

Намаляване на топлозагубите през ограждащите елементи на сградата:

Днес, в зависимост от местния климат и локалните енергийни потребности, се прилагат определени архитектурни прийоми, гарантиращи висока енергийна ефективност и висок стандарт на визуален, топлинен и здравословен комфорт в пространствата където се реализират различни човешки дейности.

И така **архитектурата** е тази, която формира човешките пространства, където заедно с постигнатите високи художествено-естетически качества се удовлетворяват и редица утилитарни потребности, а сградната обвивка е граничния елемент, който детерминира архитектурното пространство и изпълнява ролята на бариера, в която се пречупва влиянието на външните климатични условия в посока поддържане на определен оптимален комфорт.

Наред със значимостта на статичните си аспекти като здравина, устойчивост, дълготрайност през последните години се разработиха много нови технологични решения насочени към динамичните ѝ изисквания.

Граничните елементи обезпечени с подходящите технически характеристики формират бариери, зад които влиянието на околната среда се оптимизира.

Предпазване от действието на вятъра и валежите, редуциране на температурните амплитуди, овладяване на слънчевата радиация, ограничаване на шумовия и звуков фон и т.н. са все компоненти, определящи динамичното поведение на сградната обвивка, а именно:

- отразяване на попадналата енергия върху сградната обвивка;
- редуциране стойностите на някои или всички параметри на дадения вид енергия преминаващ през нея;
- акумулиране на попадналата върху нея енергия;
- преобразуване на енергията с оглед използването ѝ веднага или след период от време в същия или в друг модифициран вид.

При изпълнението на цитираните по-горе функции, сградните обвивки могат да се групират в три основни типа съобразно степента на участие на целия граничен елемент или на дадена отделна част или слоеве от него:

- хомогенна – цялата бариера (еднослойна или многослойна) изпълнява едновременно една или повече функции; (известни като Solar-Wall, Double-Skin Facades и др.);
- комбинирана – отделните части от обема на бариерата изпълняват само една, или повече функции, сепарирани в пространството и времето с определено място и вид на действие; (фасада с прозорци със стена на Тромб и с интегрирани в нея PV-системи и т.н.);

- съставна - при някои системи, например елементите за акумулиране като водни, или въздушни резервоари и др. могат да се разполагат извън структурата на бариерата (отделните части изпълняват отделните функции, но не винаги всички те са включени в общия обем на бариерата).

	<i>Хомогенна</i>	<i>Комбинирана</i>	<i>Съставна</i>
<i>Отразяване</i>	Стена с метални и други отразяващи покрития	Отделни части от стената могат да изпълняват отделни функции. Тя може да е комбинация от различните типове хомогенна стена	
<i>Редуциране</i>	Стена с топлоизолация		
<i>Акумулиране</i>	гуклена, бетонова, "Trombe-Walls", "Water-Wall", "Drum Walls" на Ст.Баер, стена на Стритих		въздушни колекторно-акумулиращи стени
<i>Преобразуване</i>	"Morz-Walls", "SolarWalls"		стени с PV

През 1981 г. специалисти от НИСИ, след направени анализи на топлотехническите показатели на съществуващия сграден фонд изграден до 1980 г. установяват, че голяма част от ограждащата конструкция на сградите у нас не отговарят на изискванията дори на действащите тогава топлотехнически норми.

Днес, тези сгради, по отношение на нормативните изисквания от 2009 г., са с "пъти" **енерго неефективни**. Затова огромен интерес представляват панелните сгради.

В таблица 1 е показан техният дял от общия сграден фонд в страната.

В таблица 2 са показани топлотехническата характеристика на ограждащите елементи на панелните сгради, сравнени с нормативните изисквания спрямо Наредбите от 1999 и 2009 г.

В таблици 3 и 4 са дадени стойностите на коефициента на топлопреминаване U (W/m^2K) и съпротивлението на топлопреминаване R_o (m^2K / W) на фасадните, калканните, таванска плоча, подова плоча и еркери на ЕПЖС по различните номенклатури след 1960 г.

Тези стойности са необходими при санирането на тези сгради за да се избере най-подходящата дебелина на топлоизолационния слой, в зависимост от неговите конкретни топлотехнически характеристики.

ТОПЛОТЕХНИЧЕСКА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ФАСАДНИТЕ СТЕНИ НА ПАНЕЛНИТЕ СТРАДИ ПО НОМЕНКЛАТУРИ

27. 10. 2009

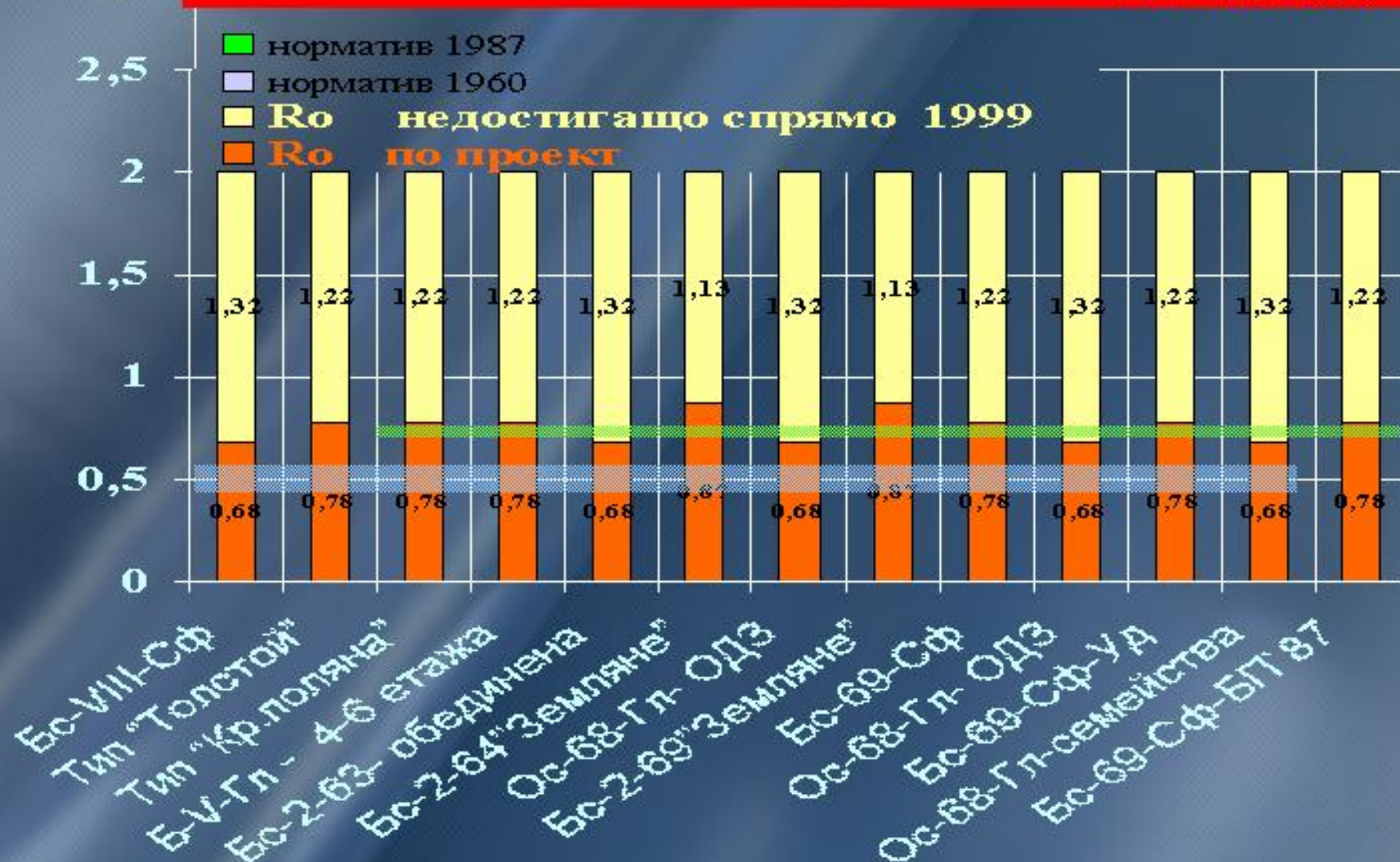
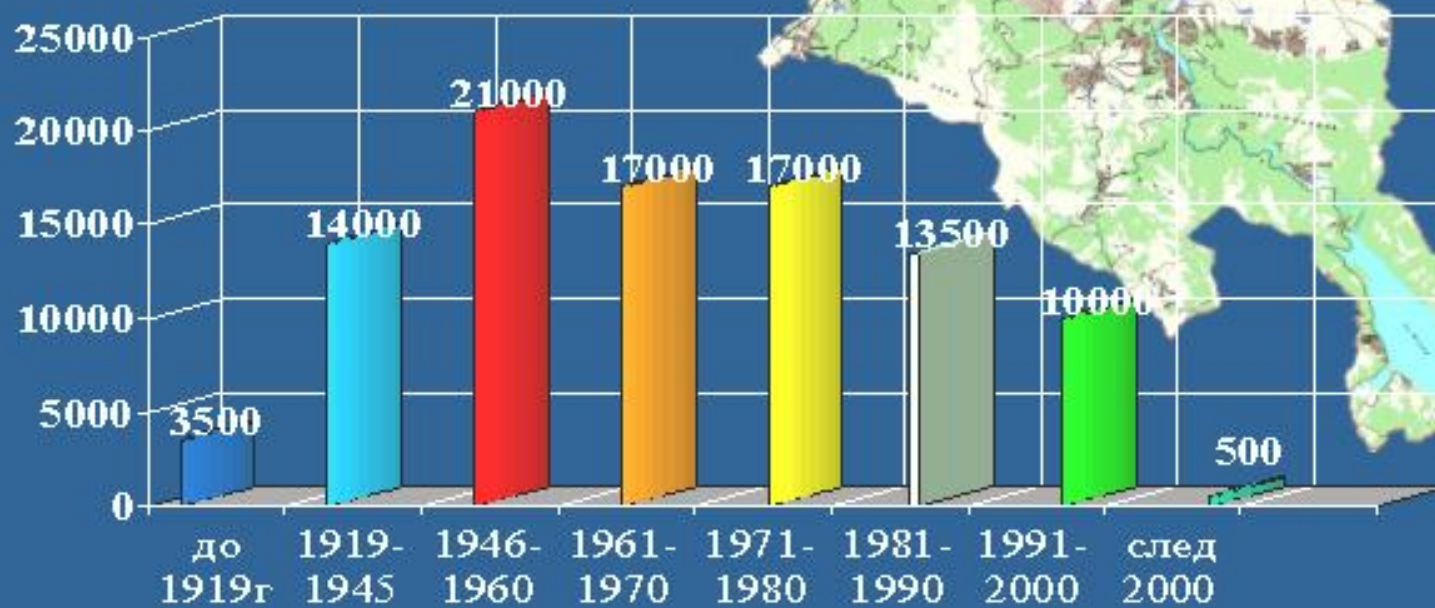


Таблица 2



СТОЙНОСТИ
НА КОЕФИЦИЕНТА НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ U (W/m^2K) И
СЪПРОТИВЛЕНИЕТО НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ R_0 (m^2K/W)
НА ФАСАДНИТЕ И КАЛКАННИТЕ СТЕНИНА ЕПЖС
ПО НОМЕНКЛАТУРИ СЛЕД 1960 Г.

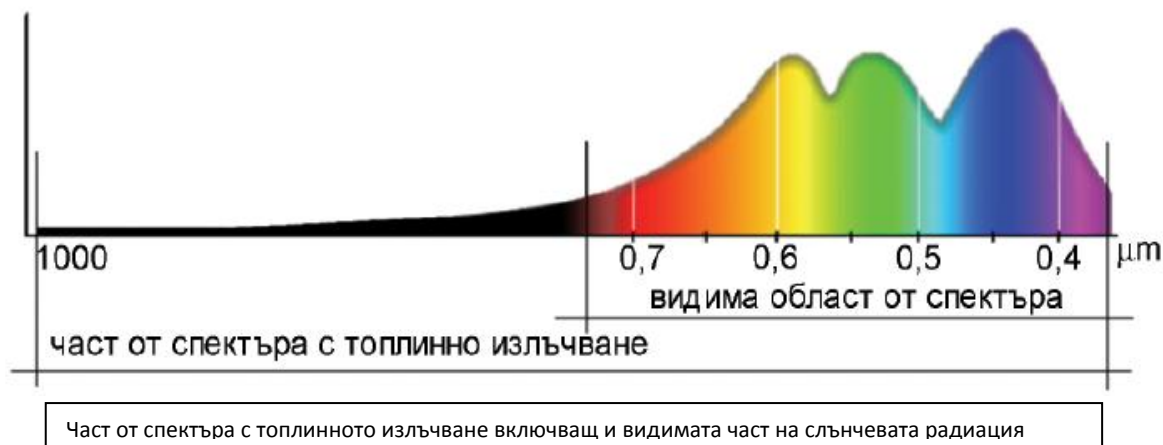
№	Номенклатура	Строителен елемент	U (W/m^2K) по проект	R ₀ (m^2K/W) по проект
1	2	3	4	5
1	Бс-VIII-Сф – до 1970 г.	фасадни и калканни стени-200 мм	1,05	0,95
	Бс-VIII-Сф –1970 г. - 1972 г.	фасадни и калканни стени-200 мм с топлоизолация пенополистирол	0,93	1,08
2	Тип “Толстой” - 4 етажа	фасадни и калканни стени-260 мм	1,33	0,75
3	Тип “Кр.поляна” - 4 етажа	фасадни и калканни стени-260 мм	1,33	0,75
4	Б-V-Гл - 4-6 етажа	фасадни и калканни стени-260 мм	1,33	0,75
5	Бс-2-63 - обединена	фасадни и калканни стени-200 мм	1,05	0,95
6	Бс-2-64 “Земляне”	фасадни и калканни стени-260 мм	1,49	0,67
7	Ос-68-Гл – до 1970 г.	фасадни и калканни стени-200 мм	1,05	0,95
	Ос-68-Гл – 1970 г. - 1972 г.	фасадни и калканни стени-200 мм с топлоизолация пенополистирол	0,93	1,08
8	Бс-2-69 “Земляне”	фасадни и калканни стени-260 мм	1,49	0,67
9	Бс-69 - Сф	фасадни стени-200 мм	1,43	0,70
		фасадни калканни стени-260 мм	1,49	0,67
10	Ос-68-Гл – до 1970 г. усъвършенствувана за ОДЗ	фасадни и калканни стени-200 мм	1,05	0,95
	Ос-68-Гл –1970 г.-1972 г. усъвършенствувана за ОДЗ	фасадни и калканни стени-200 мм с топлоизолация пенополистирол	0,93	1,08
11	Бс-69-Сф-Уд	фасадни стени-200 мм	1,43	0,70
		фасадни калканни стени-260 мм	1,49	0,67
12	Бс-69-Сф-Уд`83	фасадни стени-200 мм	1,43	0,70
		фасадни калканни стени-260 мм	1,49	0,67
13	Ос-68-Гл– до 1970 г. жилища за новобрачни семейства	фасадни и калканни стени-200 мм	1,05	0,95
	Ос-68-Гл –1970 г.-1972 г. жилища за новобрачни семейства	фасадни и калканни стени-200 мм с топлоизолация пенополистирол	0,93	1,08
14	Бс-69-Сф-Уд`85	фасадни стени-200 мм	1,43	0,70
		фасадни калканни стени-260 мм	1,49	0,67
15	Бс-69-Сф-БП`87	фасадни стени-200 мм	1,43	0,70
		фасадни калканни стени-260 мм	1,49	0,67

СТОЙНОСТИ
НА КОЕФИЦИЕНТА НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ U (W/m^2K) И
СЪПРОТИВЛЕНИЕТО НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ R_0 (m^2K/W)
НА ТАВАНСКА ПЛОЧА, ПОДОВА ПЛОЧА И ЕРКЕРИ НА ЕПЖС
ПО НОМЕНКЛАТУРИ СЛЕД 1960 Г.

№	Номенклатура	Строителен елемент	U (W/m^2K) по проект	R_0 (m^2K/W) по проект
1	2	3	4	5
1	Бс-VIII-Сф	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 2,33	1,00 0,41
2	Тип "Толстой" - 4 етажа	таванска плоча-топъл покрив таванска плоча-студен покрив еркери	0,69 2,33 2,63	1,46 0,41 0,38
3	Тип "Кр.поляна" - 4 етажа	таванска плоча-топъл покрив таванска плоча-студен покрив еркери	0,69 2,33 2,63	1,46 0,41 0,38
4	Б-V-Гл - 4-6 етажа	таванска плоча-топъл покрив таванска плоча-студен покрив еркери	0,69 2,33 2,63	1,46 0,41 0,38
5	Бс-2-63 - обединена	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 2,33	1,00 0,41
6	Бс-2-64 "Земляне"	таванска плоча-топъл покрив подова плоча	0,59 2,33	1,70 0,41
7	Ос-68-Гл	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 2,33	1,00 0,41
8	Бс-2-69 "Земляне"	таванска плоча-студен покрив подова плоча	0,82 2,33	1,16 0,41
9	Бс-69-Сф	таванска плоча-студен покрив подова плоча еркери	1,00 0,67 0,78	1,00 1,49 1,28
10	Ос-68-Гл - усъвършенствувана за ОДЗ	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 2,33	1,00 0,41
11	Бс-69-Сф-Уд	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 0,67	1,00 1,49
12	Бс-69-Сф-Уд`83	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 0,67	1,00 1,49
13	Ос-68-Гл - жилища за новобрачни семейства	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 2,33	1,00 0,41
14	Бс-69-Сф-Уд`85	таванска плоча-студен покрив подова плоча	1,00 0,67	1,00 1,49
15	Бс-69-Сф-БП`87	таванска плоча-студен покрив подова плоча еркери	1,00 0,67 0,78	1,00 1,49 1,28

I. 2. Замяна на конвенционалните с възобновяеми източници на енергия.

За следващите пет милиарда години Слънцето може да се счита за неизчерпаем източник на енергия. В резултат на процесите, които протичат в недрата му към пространството, в това число и към Земята, се излъчва енергия под формата на космически лъчи, инфрачервени, ултравиолетови и други лъчи от слънчевия спектър. Човек със своите сетивни органи възприема само малка част от спектъра на слънчевата радиация, която определя като топлинно, а от нея една още по малка част и като светлинно излъчване.



Затова за нас интерес представлява слънчевата радиация в зоната на топлинното излъчване в инфрачервената и ултравиолетовата част на спектъра (от $3,8 \cdot 10^{-7}\text{m}$ до 10^{-3}m), в която се включва и видимата част от спектъра на слънчевата радиация (от $3,8 \cdot 10^{-7}\text{m}$ до $7,6 \cdot 10^{-7}\text{m}$).

Използването на слънчевата радиация с цел изграждане на устойчива и енергийно-ефективна архитектура, включва интегрирането на пасивни системи за отопление, пасивни системи за охлаждане и пасивни системи за акумулиране на слънчевата енергия в сградната обвивка.

Пасивни системи за отопление

В табл.5 са показани основните типове комбинации на трите типа пасивни слънчеви системи и сградните архитектурни елементи, в които тези системи са интегрирани. В съвременната архитектура, голямо приложение намират т.н „слънчеви пространства». Те могат да бъдат, както едно добро средство за осигуряване на пасивно слънчево отопление така и допълнителни пространства и за живеене и за отглеждане на различни растения.

Слънчевото пространство е познато у нас като оранжерия, атриум, зимна градина, солариум, остъклено пространство..

Разнообразието на съставните слънчеви пространства се основава на различния набор от критерии по които те могат да се класифицират.

Таблица 5

Архитектурна Единица		Начин на топлопринос		Директен	Смесен	Индириктен
		Директен	Смесен	Смесен	Индириктен	
Архитектурен елемент	Вътрешен					
	Ограждащ (вертикални, хоризонтални)					
Архитектурно пространство	Съставно					
	Обхващащо					

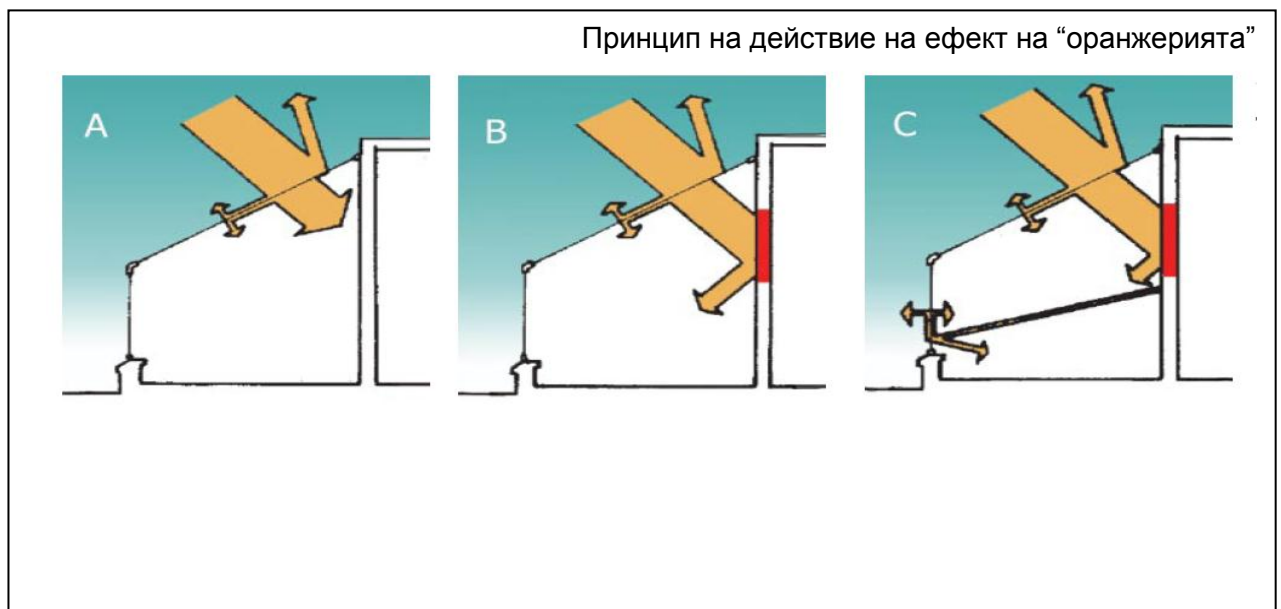
Слънчевото пространство съвместява функциите на обитаемо пространство и пасивни системи за топлопечалби.

Принципът на действие на тези системи е известен като ефект на “оранжерията” (фиг. по-долу). Ефективността им зависи от геометрията, ориентацията, степента на интеграция в архитектурния обект, както и от топлотехническата характеристика на елементите на остъкляването.

С използване на подходящи отвори и клапани върху остъкляването и колекторно-акумулиращата стена могат да се реализират два режима с по два цикъла, които са реверсивни:

- отоплителен – зима ден и зима нощ;
- охладителен – лято ден и лято нощ;

През зимата голямото остъкляване позволява слънчевите лъчи директно да затоплят повърхностите вътре в слънчевото пространство. Тъй като тяхната повърхностната температура нараства, те отдават част от енергията си на въздуха, който, затопляйки се олеква и се издига нагоре изтегляйки студения въздух от вътрешното пространство. Това води периодично топлия въздух от горната част на слънчевото пространство да навлиза във вътрешността на сградата. Този процес продължава през целия ден.



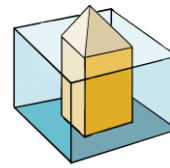
Критерии, по които могат да се класифицират съставните слънчеви пространства



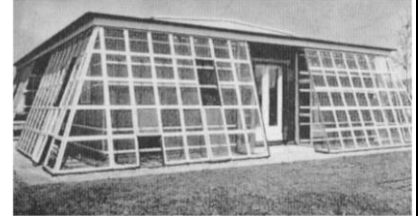
допелени



Офис-сграда - Глайсдорф, Австрия



Около обема



интегрирани в ъгъла



Енергийно-ефективна къща -
Тополовград



интегрирани
коридорно



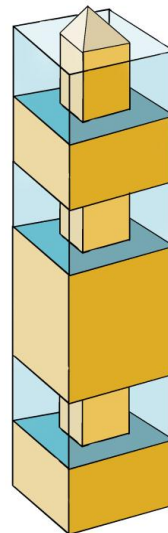
Технически университет в Трондхайм



интегрирани в обема



Енергийно-ефективна къща - София



Интегрирани
във височина

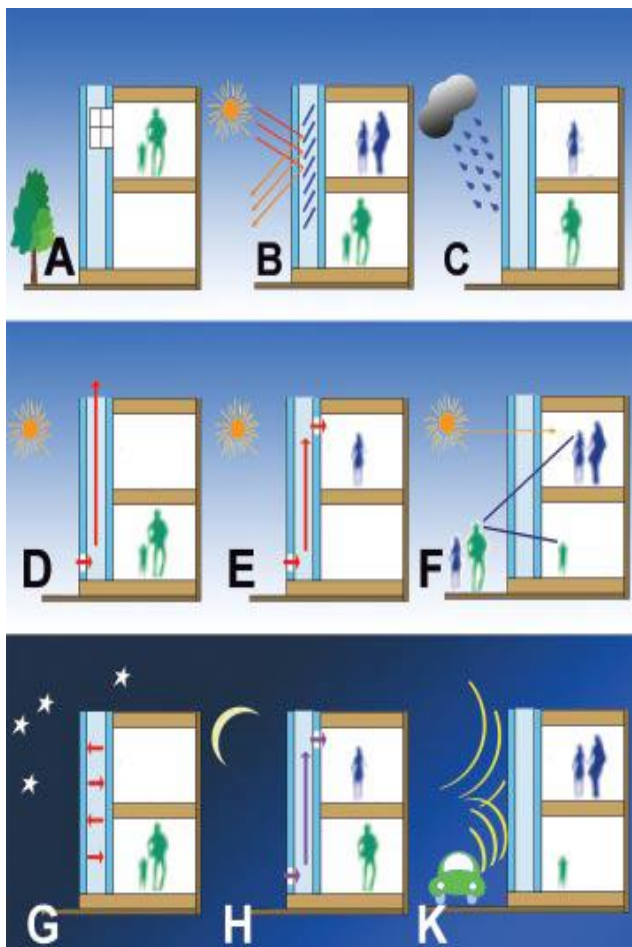


интегрирани в
сърцевината



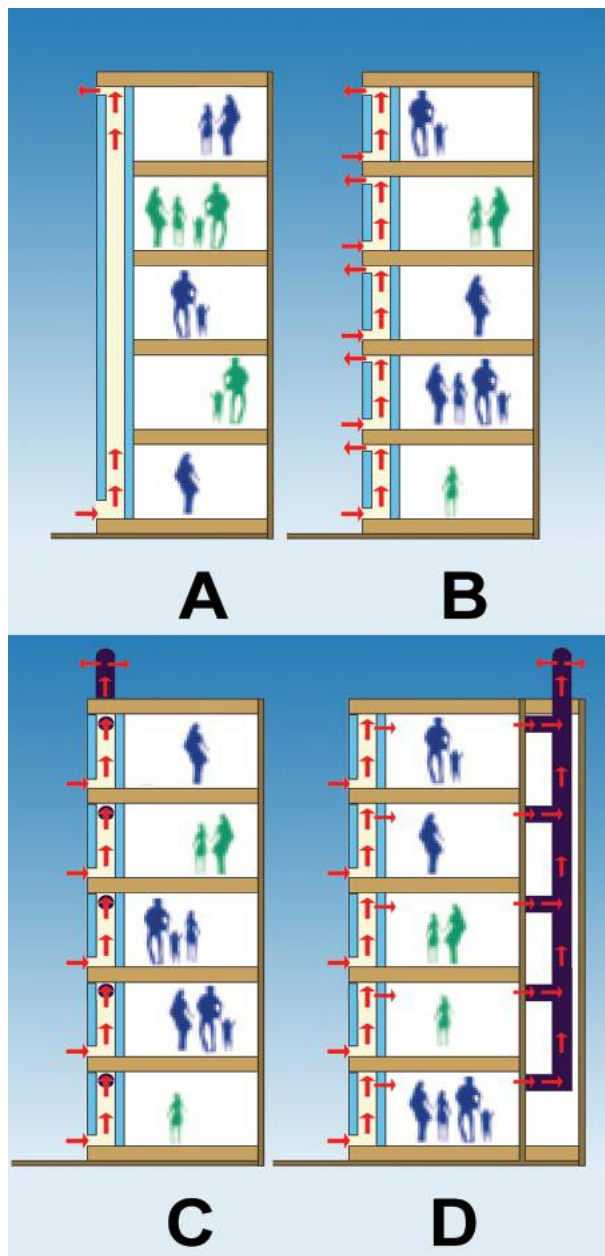
Интериор на Райхстага в Берлин

Двойната фасада (известна още и като окачена фасада) представлява многослоен елемент разделен на две от въздушен слой, чийто дебелина определя различните функции които той може да изпълнява. (вж фигурите)



Характерни свойства на прозрачната двойна фасада

- A - отваряеми прозорци, естествена вентилация;
- B - засенчващи устройства;
- C - предпазване от валежи, вятър и прах;
- D - изнасяне на топлината през лятото;
- E - затопляне на пресния въздух през зимата;
- F - светлина, видимост, прозрачност, изглед;
- G - свеждане до минимум топлозагубите нощем;
- H - охлаждане нощем през лятото;
- K - предпазване от шум



Принципни схеми за решения на прозрачна двойна фасада

- A- непрекъсната;
- B- сепарирана на всеки етаж или за всеки прозорец;
- C- комбинация от прозоречно сепариране и вентилационен комин разположен на фасадата;
- D- комбинация от прозоречно сепариране и вентилационен комин, разположен вътре в сградата.

Прозрачната двойна фасада (ПДФ) известна също като “Double-Skin façade”, “Double-solar façade”, “Solar double-skinned facades”, “double-skinned solar walls” се състои от външно единично или двойно остъкляване с или без регулируеми отвори за вентилация и вътрешна стена цялата, или частично остъклена с единични или двойни отваряеми или неотваряеми прозорци с или без засенчващи системи.

Критериите, по които различните автори предлагат да се направи тяхната класификация са доста разнородни:

- по броя на стъклата и тяхната позиция (Оле Хендриксен и др);
- по принципна схема на действие на естествената вентилация (Кристоф Нолт и др);
- по разположението на многослойни прозрачни фасади, по разположението на вентилируемите отвори в отделните слоеве и по сруктурата на въздушното пространство в двойната фасадна обвивка (Вернер Ланг, Томас Херцог, Герхард Хаусладен и др). и т.н.

За първи път в нашите нормативни документи от 27 октомври 2009 г. - НАРЕДБА № 7 за енергийна ефективност, топлосъхранение и икономия на енергия в сгради, се говори за окачени фасади като завършена прозоречна система, за която са дадени и референтни стойности за $U_w, W/m^2K$

Съгласно Чл. 12. от тази Наредба, Референтните стойности на коефициента на топлопреминаване за прозрачни ограждащи конструкции (прозорци и врати) за жилищни и нежилищни сгради са определени в таблица 6.

Таблица 6		
Референтни стойности на коефициента на топлопреминаване за прозрачни ограждащи конструкции (прозорци и врати) за жилищни и нежилищни сгради		
№ по ред	Вид на сглобения елемент – завършена прозоречна система	$U_w, W/m^2K$
4.	Окачени фасади/ окачени фасади с повишени изисквания	1,9/2,2

I.3. Социално-икономически аспекти на устойчивата и енергийно-ефективна архитектура

Разновидности на собствеността

В нашата страна жилищният фонд е почти изцяло частно притежание на гражданите. Те владеят около 96,5 % от него, а останалата част е държавна, общинска, или собственост на различни други стопански и нестопански субекти. Особеното у нас е това, че тези физически лица – собственици, в изключително висока степен обитават жилищата, които притежават.

В страните от Европейския съюз, макар че в отделните страни членки съществуват значителни различия, едва половината, или в някои от тях най-много до две трети от населението обитава собствени жилища. Вероятно, това е традиционната обвързаност на нашия народ с дома, със собственото му жилище и стремежа в него да се намери сигурност, и спокойствие

Важен проблем е управлението и поддържането на жилищните сгради в режим на етажна собственост. Всеки собственик, съразмерно с дела си в общите части, е длъжен да участва в разносните, необходими за поддържането, или за възстановяването им. В годините на придобиването на панелните жилища, собствениците са били в младежка или зряла възраст, докато днес те са в напреднала възраст и с ограничени финансови възможности.

Функции и роля на общинската администрация

Проблемът със снабдяването и потреблението на енергия е един от важните въпроси за решаване, при прилагането на стратегии за устойчиво развитие на общините. Ето защо, в бъдеще Европейският съюз определя като много важна роля на общините при прилагане на различни програми, които са насочени към структурата на регионите и оттам на общините като организационни единици.

Общината не трябва да бъде само потребител, производител или доставчик на енергия. Тя трябва да бъде институцията, отговорна за регионалното развитие, и да е поддръжник и мотиватор на дейности, свързани с енергоснабдяването: да изгражда информационни центрове, да инициира работни срещи, семинари, форуми и др., да разработва и прилага пилотни проекти.

Днес, когато консумацията на енергия е многократно завишена и светът е коренно променен, ефектът от усвояването на възобновяемите и алтернативните източници на енергия е едновременно и гравитен, и разрушителен за околната среда. Това налага търсенето на рационални начини и методи за енергоефективна намеса при формирането на екологична жизнената среда.

Сградната обвивка като граничен елемент, се явява онази бариера, която със своите топлотехнически качества може да гарантира формирането и поддържането на оптимален комфорт. Следователно, вместо да се инвестира в

допълнително обзавеждане за компенсиране и подобряване на енергийната ефективност на сградата, е необходимо да се подобри топлотехническата характеристика на сградната обвивка.

Стремежът към подобряване на жизнения комфорт в средата за обитаване е естествен. Дейността за енергийно обновяване може да се извърши по следните начини:

Собствени инвестиции

Разумно е, при наличието на финансови и организационни възможности, етажната съсобственост да възприеме самостоятелно саниране на жилищния блок. По този начин, живущите сами ще определят мерките на саниране, без да се нарушават изискванията на действащите нормативни актове; сами ще изберат проектантския колектив, който да разработи проектната част в съответствие с техните насоки, и сами ще си изберат строителната фирма, която да реализира проекта.

Но не винаги “едновременността” при санирането на целия блок се разбира като нещо фундаментално за получаването на бъдещите положителни резултати от приложените енергийно-ефективни мероприятия, поради което, са налице частични реновации на отделните апартаменти по различните етажи, с незадоволителни постижения и пораждаване на нови от съвсем друго естество технически проблеми. Такива отклонения от проекта трябва да се избягват.

Саниране срещу право на собственост

Често финансовите възможности на собствениците в един блок не са равностойни, а необходимостта от енергийното саниране на сградата е наложително. В тези случаи, при активното действие на председателя на етажната собственост и съгласие на всички собственици, е възможно сключване на договори с фирми за извършване на обновяване, срещу условието фирмите да придобият право на собственост върху новопостроените имоти, в резултат на пристрояване или надстрояване или допълващо застрояване при устройствена възможност.

Допълнително се получават приходи от отдаване фасадата за рекламни цели, или отдаване под наем на общи части, или промяна предназначението за ползване на общи части и др.

Еско услуги, или договори с гарантиран резултат

С влизане в сила на Закона за енергийната ефективност (Обн., ДВ, бр. 18 от 5 март 2004 г., в сила от 5 март 2004 г.) се регламентира характерът на енергоефективната дейност за осъществяване на енергоефективни услуги. Фирмите за енергоефективни услуги с гарантиран резултат (известни като ЕСКО фирми) осигуряват със свои собствени средства ЕСКО услугите (проучване, обследване за енергийна ефективност, проектиране) и инвестициите за санирането.

Договори с гарантиран резултат с тези фирми за енергоефективни услуги се сключват срещу условието фирмите да получават за определен период разликата между нивата на заплащане на изразходваната енергия преди и след намесата.



Субсидии от правителствени програми

През 2005г Министерския съвет прие Национална програма за обновяване на жилищни сгради. Бяха предвидени три времеви хоризонта: първа фаза - 11 години (2005 – 2015 г.) - като първа подпрограма; втора фаза - 13 години (2008-2020) – като втора подпрограма; третата фаза се третира като неограничен естествен процес, предизвикан от първите две фази и затова няма времеви параметри.

В съответствие с тази Национална стратегия за Обновяване на жилищните сгради стартира Програма "Демонстрационно обновяване на многофамилни жилищни сгради" в края на 2006 г. иницирана от Министерството на регионалното развитие и благоустройството.

Днес тази програма продължава като Проект BG161PO001-1.2.01-0001 „Енергийно обновяване на българските домове“ по Оперативна програма „Регионално развитие“

В заключение трябва да се заяви, че при внедряването на стандартни мерки за повишаване на енергийната ефективност, енерго-потреблението може да бъде намалено до 50% в панелните жилищни блокове.

Трябва да се отбележи също, че това спестяване е изчислено при положение, че жилищата са нормално отоплявани.

В момента хората с ниски доходи не могат да си позволят разходите за отопление на цялото си жилище.

Следователно през първите години ефекта от енерго-спестяващите мерки няма да бъде значим, но с развитието на икономиката на страната и повишаването на жизнения стандарт на хората той ще се увеличи значително.

Глава II. Саниране на сградата и енергоспестяване

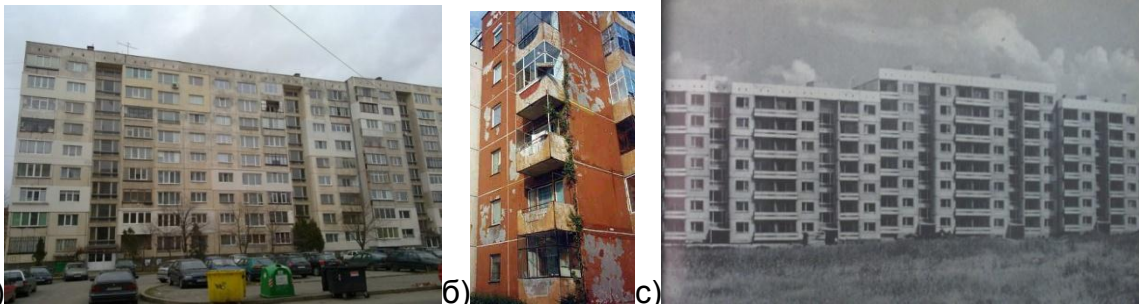
II.1. Анализ на състоянието на съществуващия сграден фонд

Жилищният сектор на национално ниво

Национален жилищен фонд - повече от 3 686 269 жилища, 96,6% притежавани от частни лица, 65% са в градовете, в многофамилни сгради.

1960 – 1995 година - построени 18.900 панелни сгради, 707.441 жилища.

В тези жилища живеят над 2.000.000 души, повече от 25% от населението.



а) и б) Изглед на панелен жилищен блок- необходимост от саниране; с) Изглед на панелен жилищен комплекс.

Определение за панелно жилищно строителство: многоетажна жилищна сграда, построена от сглобяеми, фабрично изготвени стоманобетонни елементи, издигната между 1950 и 1990.

Елементи на панелните сгради:

- външни стени: стомано-бетонни елементи, предварително изработени от леки бетонни конструкции, с или без топлинна изолация;
- покрив: плосък – двоен (“студен”) или единичен (“топъл”);
- носеща конструкция: стени направени от стоманено-бетонни елементи.
- общият коефициент на топлопреминаване (**U**) на най-масивите панелни сгради варира между 1,53 и 1,86, при средна **U**-стойност между 0,95 и 1,40.

Основни типове панелно жилищно строителство и основни конструктивни характеристики:

Таблица 1. на основните видове панелно жилищно строителство.

Вид	Година на строителство	Конструктивни характеристики	Характерно отопление	Годишна консумация на енергия за отопление kWh/m ²
Тип 1	1950 припл. до 1965	Зидана конструкция (тухли), модулна конструкция(панели)	Отопление на печки	припл. от 150 до 180
Тип 2	1962 - 1980	Външни стени изградени от едно-етажни, едно-пластови бетонни панели	Централно отопление, обикновено едно-тръбна система	припл. от 140 до 170
Тип 3	от 1975	Едно-етажни, три-пластови бетонни плочи (сандвич панели) с топло-изолационен слой (приблиз. 5 см)		припл. от 100 до 140
Нови сгради	от 1990	Ст.б. строителство с тухлени външни стени, по-често от сглобяемо жилищно строителство	Централно отопление (дву-тръбна система)	припл. от 75 до 90

II.2. Анализ на консумираната енергия за отопление преди и след строителна намеса

Енергийни загуби в сградите:

- характерни места: тръби за отопление -15%; външни стени -19%; покрив - 11%; сутерен -9%; прозорци -24%; фуги & вентилация- 22%.



Енергийни загуби в сградите

- U-стойности (по- подробно обяснение в част II на ръководството, където се разглеждат характеристиките на топлоизолационните материали) и възможности за ограничаване на консумация на енергия за отопление при панелни сгради:

- по-ниска U-стойност на конструктивен елемент- по-малки топлинни загуби;
- прозорци и външни стени - най-големи загуби на енергия за отопление;
- по-ниски U-стойности се достигнат за външни стени отколкото за прозорци.

- при подмяна на прозорци е важно да се поставят термично покрити двойно-остъквени прозорци със сертифициран U-стойности вариращи от 1.1 до 1.3 W/m²K.

Изискването за затопляне на пресния въздух, необходим за здравословен живот, е около 20 m³ на човек за час. Годишно, това е приблизително 20 kWh за отопление на кв.м. жилищно пространство;

Общите топлинни загуби могат да се намалят до 70%. На практика, се постига спестяване „само“ от около 50% .

Степен на спестяване от разходи за отопление, постигнати чрез различни енерго-спестяващи мерки за сглобяеми жилищни сгради от тип 1 и тип 2.

Таблица 2. Спестяване на разходи за отопление при поставяне на топлоизолация

Топлоизолация на сградната обивка	Функции на предприетата мярка	Спестяване [%]
Изолация на външните стени	Изолационен слой от 8 до 12 cm ($\lambda < 0.04$)	24 % до 28 %
Нови прозорци (двойно-остъквени)	U-стойност 1.3 W/m ² K	23 % до 26 %
Изолация на тавана на последния етаж	Изолационен слой от 12 до 16 cm ($\lambda < 0.04$)	4 % до 5 %
Изолация на тавана на сутерена	Изолационен слой от 4 до 8 cm ($\lambda < 0.04$)	2 % до 3 %
Изолация на тръбите за отопление, които не са в апартаментите		до 2,5 %



Диаграма .Консумация на енергия (по материали на Isover).

Таблица 3. Влияние на разположението на апартаментите върху консумация на енергия за отопление.

Консумацията на енергия за отопление в зависимост от разположението на апартаментите в сградата			
Разположение	Различия според местоположение	Средна стойност на консумация за отопление {100%}	
		ПРЕДИ саниране	СЛЕД саниране
Вътрешни апартаменти	Вградени (само две надлъжни стени, които са външни)	от 80% до 90%	прибл. 90%
Апартаменти в краищата	Разположение, под покрива или над сутерена (в сравнение с вътрешен апартамент има една допълнителна външна стена)	над 120%	прибл. 110%
Ъглови апартаменти	Разположение в ъгъл на сградата (в сравнение с вътрешен апартамент има две допълнителни външни повърхности)	над 180%	прибл. 130%

Определяне на сметките за енергийна консумация, според площта и разположението на апартамента в панелна сграда.

При еднакви стайни температури и еднаква площ, топлинните загуби в домовете и съответно количество консумирана енергия за отопление, са различни. Топлинните загуби за апартамент зависят не само от квадратурата, но и от площта на повърхността на външните, ограждащи стени.

Система за контрол и оценка на енергийните характеристики при енергийно обновяване

На етап **Проектиране**:

- използване на подходящи програми за изчисляване и проектиране, даващи различни алтернативи за енерго-спестяване;
- съгласуване на очакваните ключови стойности за енергийна консумация и заложените технологии;
- цялостно проучване на енергийните характеристики, включително фокусиране върху топлинните мостове, уплътняването, консумацията на електроенергия при експлоатация;

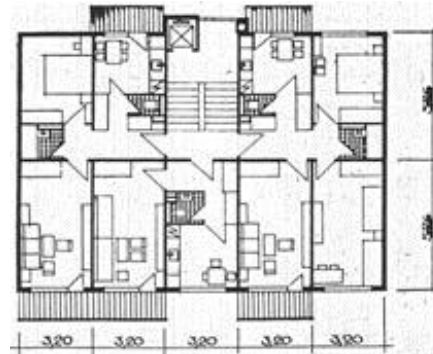
- обяснителна записка за бъдещите енергийни разходи: за отопление, за електричество и обща консумация на енергия.

На етап **Строителство**:

- вентилаторен тест за проверка на уплътняването се прилага на ранен етап в строителния процес, за откриване на пропуски и тяхното отстраняване;
- термоснимки - за проверка на топлинните мостове при отоплена сграда;



Термоснимка на панелна жилищна сграда

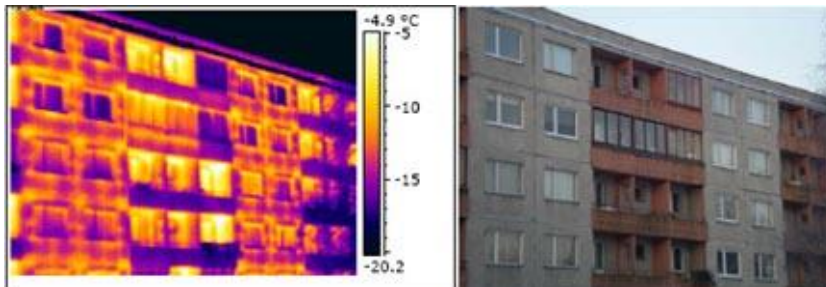


Типово разпределение жилищна секция.

- прецизно определяне на ключовите стойности за енергийна консумация при експлоатация.

Първа година на експлоатация:

- термоснимки и записване на разхода за топлинна енергия;



Термоснимка на панелна жилищна сграда

- регистриране на консумацията на електроенергия за вентилация, помпи, осветление и т.н.;

- измерване на всички енергийни потоци за регистриране на загубите в системата;

- сравняване на предварително изчислените разходи за отопление и електроенергия и реалната обща консумация;

- резултатите от първата година на експлоатация на сградата, могат да се сравнят с проектните и да се отразят в приемателен протокол, което ще определи и окончателното заплащане на строителя за извършената работа.

II.3. Основни принципи за постигане на енергийна ефективност на сградите

Основни принципи на енергийната ефективност

- намаляване на топлозагубите през ограждащите елементи на сградата;
- намаляване на консумацията на енергия от системи, осигуряващи определен комфорт.
- замяната на конвенционалните с възобновяеми източници на енергия.

Мерки, подобряващи енергийната ефективност

- топлоизолация на външните стени, покрива и партера;
- подмяна на старите, енергийно неефективни прозорци и врати с PVC.
- подмяна на старите вътрешни водопроводни системи (изолиране на главната вертикална водоснабдителна система).

Изисквания за енергийно изпълнение на сгради

- новите строителните елементи и материали да са съобразени с последните технически и енергийни стандарти;
- за закононото спазването на този принцип, е създаден чл.6 от “ЕС директива 2002/91/ЕС за енергийно изпълнение на сгради” (EPBD).

Енергийно сертифициране и енергийно обследване според чл. 7 от EPBD

Чл.7, параграф 2 на EPBD дава строги предписания за страните членки на ЕС да възлагат енергийно обследване и издаване на **енергийни сертификати** за всички новопроектирани сгради.

ЕНЕРГИЕН ПАСПОРТ 1

Снимка / компютърна графика на сградата

Клас на енергопотребление: A, B, C, D, E, F, G

ПРОЕКТИВ ЕЛЕМЕНТИ	Годишна енергия				Углерод на енергия	
	с общими на отбелязи	проекти теми енергия възобновяеми	пакетна билансовата разлика	със възобновяеми източници	използван из възобновяеми източници	използван из възобновяеми източници
Специфичен годишен разход на енергия
Общ годишен разход на енергия
Енергия от възобновяеми енергийни източници, kWh/m ² год.

Съставен на _____ Съставен от _____

ЕНЕРГИЕН ПАСПОРТ 2

Ограждащи конструкции и елементи

Наименование	Площ, m ²	Коефициент на топлопреминаване	
		проектен, W/m ² K	референ- цион, W/m ² K
Стени на надземни етажи			
Стени на подземни етажи над нивото на терена			
Стени на подземни етажи под нивото на терена			
Прозорци на фасадите			
Прозорци на покрива			
Покрив			
Под			
Описание:			

Съставен на _____ Съставен от _____

ЕНЕРГИЕН ПАСПОРТ 3

Системи за отопление, вентилация, охлаждане и гореща вода

Система	Енергиен източник	Годишен разход на потребна енергия	
		специфичен, kWh/m ²	общ, kWh
Отопление	1.		
	2.		
	3.		
Вентилация	1.		
	2.		
	3.		
Охлаждане	1.		
	2.		
	3.		
Гореща вода	1.		
	2.		
	3.		
Описание:			

Съставен на _____ Съставен от _____

Енергиен паспорт на сграда.

Енергиен паспорт на сграда. Съдържа информация за:

- данни за сградата (адрес, снимка, РЗП, отопляема площ);
- клас на енергопотребление (от A до G);
- проектни енергийни характеристики;
- годишен разход на енергия;
- енергия от възобновяеми енергийни източници;
- площ и коефициент на топлопреминаване на ограждащи конструкции и елементи;
- годишен разход на потребна енергия и енергиен източник на системите за отопление, вентилация, охлаждане и гореща вода.

Контрол на качеството на техническото изпълнение

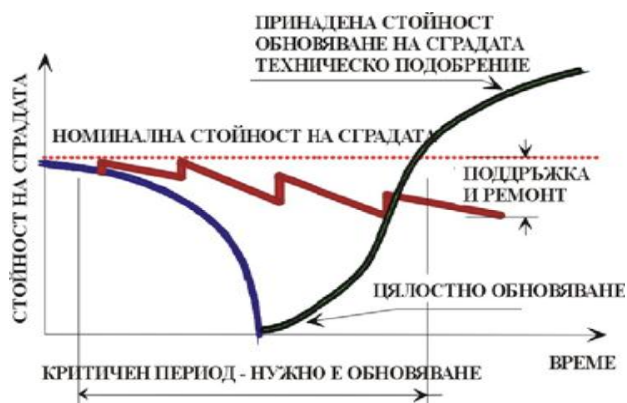
Стъпките, за добра реализация, могат да бъдат описани по следния начин:

- възлагане на проекта за реновация на квалифициран персонал от архитектурни и инженерни бюра и строителни компании;
- възлагане проверка на качеството на проекта и изпълнение на строителните работи от външна независима организация;
- проверка на качеството на строителство, чрез различни тестове.
- осигуряване на квалифицирана работна ръка за качествено строителство;
- издаване на енергиен сертификат.



Поставяне на топлоизолация на фасадна стена.

II.3. Холистичен подход при енергийно обновяване на панелни сгради



Редовната поддръжка и ремонт, и инвестициите в техническото подобряване на елементи на сградата водят до по-висока стойност на сградата.

Редовните поддръжка и ремонт на дадена сграда са гаранция за поддържането на нейната номинална стойност.

Холистичното проучване на мерките за обновяване в ранната фаза на планиране могат да помогнат за намирането на стратегия за обновяване с дългосрочни ползи.

Обновяването на жилищните сгради се възпрепятства от организационни, финансови и технически причини.

Организационните бариери

Анализ на социално- икономическото състояние на съкооператорите:

- начини на придобиване на жилищния имот- приватизиран, закупен, други;
- продължителност на живеене в апартамента- повече от 20 години, по-малко от 2 години;
- разпределение на възрастови групи (години);
- образователно ниво;
- социално състояние- пенсионирани собственици, домакинства с деца;
- икономическо състояние на благосъстоянието на домакинствата;
- средна месечна заплата.

Участие в дейностите на асоциацията на собствениците и предварителна нагласа за ползата от ремонтните работи:

- участие на собствениците на апартаментите в управлението на блока;
- подкрепа от собствениците на апартаментите за план за обновление;
- оценка на собствениците на апартаментите за нуждите от външна финансова подкрепа.

Технически бариери:

- проблеми с непрецизността в извършване на технически работи.
- определяне приоритетите на обновяването.

Съществуват технологии за използване на възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) и за рационално използване на енергията (РИЕ) които, собствениците на сгради трябва да познават, за да могат да провеждат качествени разговори с компетентните експерти на ранен етап от планиране на обновлението.

По-долу е дадена таблица (4)на съществуващия потенциал за възобновяемите енергийни източници – ВЕИ в столична община.

ОЦЕНКА НА ПОТЕНЦИАЛА НА ВЕИ В СТОЛИЧНАТА ОБЩИНА

Вид на ВЕИ	Теоретичен потенциал	Технически патенциал
Слънчева енергия	28242464.4 мВтч г.	22 554.6 мВтч г.
Геотермална енергия	276728.9 мВтч г.	37 561.2 мВтч г.
Водна енергия	-	50.03 x 106 мВтч г.
Вятърна енергия	Витоша, Черни връх	4945.5 мВтч г.
	Плана	2052 мВтч г.
Биомаса	6167 мВтч г.	1500 мВтч г.
Биогаз	Сметище в Суходол	210 140 мВтч г.

По отношение възможностите за енергийноефективно обновяване, при холистичен подход са необходими следните стъпки:

- описване състоянието на сградата и техническа оценка на компонентите ѝ;
- списък на мерките и инвестициите, нужни за спазване на 6 основни изисквания - конструктивна устойчивост, противопожарна безопасност, добра хигиена, здравословен микроклимат и околна среда, безопасна употреба, шумозащита, пестене на енергия, запазване на топлината;
- анализ на разходите за енергия– определяне на потенциала за енергоспестяване;
- енергиен одит, включващ икономическа оценка на мерките за ВЕИ и РИЕ, изследване на рентабилността;
- определяне целта на обновяването на сградата -подобряване на топлинния комфорт, удължаване на живота на сградата, нисък разход на енергия, стандарт за обновяване на пасивна къща, повишена стойност на сградата;

- оценка на очакваните резултати от обновяване- оценка на експлоатационните разходи, оценка на жизнения цикъл, социална приемливост;
- определяне на план за действие – списък на мерките за обновяване и подобряване на енергийната ефективност, други необходими инвестиции за обновяването на сградата.
 - фаза на проектиране
 - тръжна процедура, проучване на финансови инструменти
 - инвестиране
 - възлагане
 - мониторинг и оценка на инвестициите
 - поощряване на добрите резултати

Видове обновяване на сградата- цялостно и частично

Цялостно обновяване на сграда- идеален случай

Предпоставки: неадекватно стопанисване на жилищна сграда от собствениците, влошаване физическото състояние на ограждащата конструкция на сградата (сградната обвивка).

Подход: въведен е подход от дружества за жилищно реновиране- обитателите се изнасят във временни жилища по време на обновяването.

Мерки: обединяване и разделяне на апартаменти; добавяне на балкони, за подобряване условията на живот и увеличаване на жизненото пространство.

Предимства: възможност за топлоизолационни работи на външните стени (външна изолация, подмяна на прозорците), предприемане на строителни мерки, като зонирание на жилищата според слънчевата радиация, стратегии за ползване на слънчева енергия, инсталиране на високо ефективна отоплителна и климатична система, технологии за използване на възобновяеми енергийни източници.

Резултат след реновирането: получаване на добър енергиен стандарт чрез инвестиции в енергийна ефективност.

Финансиране: в много страни се отпускат субсидии в подкрепа на този подход. Частната собственост на жилищните сгради-пречка за прилагане на холистичен подход.



Санирана жилищна секция на панелна жилищна сграда.

Частично обновяване при нов наемател на апартамент

Предпоставки: напр. нов наемател.

Мерки за подобряване на енергийната ефективност: подмяна на прозорците в съответствие с архитектурните изисквания, уплътняване на фуги, изолиране

на топлинни мостове, въвеждане на съвременни уреди за механична вентилация.



Индивидуално предприети ремонти в панелна жилищна сграда.

Обновяване на елементите на сградата в края на техния живот:

Предпоставки: изтичане на жизнения цикъл на строителния елемент или отоплителната и климатичната системи. Подмяната е необходима от гледна точка на функционалността и безопасността.

Подход: инвестицията в енергийно ефективни продукти намалява консумацията на енергия за отопление/охлаждане. Прилагане на систематичен подход за определяне на нуждите от обновяване и за оценяване на сценариите за обновяване.

Мерки за обновяване: включват инвестиране в енергийно ефективни технологии, свързани с мерки за поддръжка на сградата като:

- поставяне на допълнителен слой топлоизолация при необходимост от саниране на външните стени на сградата;
- монтиране на нови прозорци с ниско-емисионно остъкляване;
- основно обновяване и инвестиция в цялата отоплителна система за подобряването на енергийната и ефективност.

II. 4. Механизми и предпоставки за обновяване

Енергиен сертификат при продажба или отдаване под наем

Определение: Енергийният сертификат на сгради е въведен от ДЕЕС за поощряване повишаването на енергийната ефективност в нови и съществуващи сгради. Когато сградите са построени, продадени или отдадени под наем, сертификатът за енергийна ефективност трябва да се представи на собственика, или от собственикът на бъдещия купувач, или наемател.

Характеристики:

- класифицирането на сградата и на нейните апартаменти в категории, според енергийната им ефективност - енергийният сертификат;
- препоръки за рентабилното повишаване на енергийната ефективност;
- бенефициенти на енергийното сертифициране - наематели, асоциации на панелни жилища – получават указанията за планиране на обновяването и на техническото подобряване на техните сгради.

Енергийно счетоводство и енергийни показатели:

- енергийно счетоводство - основа за успешно управление на жилищните блокове и двигателят за бъдещи инвестиции;
- енергийни показатели:

- данни за консумация на енергия - ориентировъчно обозначени с енергийни показатели от предишни години, за да се идентифицират възможни трудности в оперирането на сградата;
- база за сравнение със сходен социален жилищен сектор - за определяне на реалистични цели за енергийна ефективност след обновяване на сградата;
- база за сравнение на енергийните показатели – изготвена, или на ниво сграда, или на ниво апартаменти, за да се идентифицират специфичните особености в поведението на потребителя;
- всички показатели за консумация на енергия - ценна първоначална информация за консултанта, изготвящ енергийния одит, който завършва със списък от препоръки за обновление.

Полза от демонстрационни проекти

- проект „Демонстрационно обновяване на многофамилни жилищни сгради”, изпълняван съвместно от МРРБ и Програмата на ООН за развитие;
- мотивация за по-нататъшно репликиране на успешни проекти за възобновяване на енергията в жилищния сектор;
- сравнението “преди” - “след” влияе най-силно на взимането на решение.



а) Главна фасада преди реконструкция; б),с) Фасади след саниране



вход „Д” на блок 355 в ж.к. „Младост” 3 - обект, успешно реализиран по проект „Демонстрационно обновяване на многофамилни жилищни сгради” в София.

Информационни и учебни дейности

- важни в социалния жилищен сектор за постигане на целите за повишаване на енергийната ефективност;

- изисквания за по-комплексно техническо познание на новите технологии за енергийна ефективност;
- максимално пестене на енергия - добре регулирана система по време на експлоатационната фаза.

Финансиране на мерките за подобряване на енергийната ефективност, внедрени при обновяването на социалните жилища

- програми от стимули, разработени от ЕС - за преодоляването на финансовите бариери и за реализирането на потенциала за енерго-спестяване, както и използване на ВЕИ.

- стимули: държавни субсидии, ниско-лихвени преференциални заеми, частни фондове.

Финансовите субсидии са най-често срещаните стимулиращи мерки за енергийно ефективно обновяване в жилищния сектор.

Изводи

Има няколко критерия, които дават холистичен поглед върху всички аспекти на една сграда и помагат при взимането на решения, оценяване и сравняване на различни сгради.

Съществуват 3 групи критерии, отразяващи:

1. „Социално-икономически” фактори като: цена на инвестицията, финансова ефективност, избор на материали, избор на конкретен енергиен стандарт, контрол на качеството при проектиране и изпълнение и функции на сградата в контекста на обитаване;
2. „Измерими” сградни характеристики като: дебелина на изолацията, U-стойност на прозорците и въздухонепроницаемост;
3. Система за доставяне на енергия за отопление, вентилация и охлаждане, както и използване на възобновяеми източници на енергия.

5. Местни климатични условия

Характеристики на местния климат - при по-подробни данни са по-големи възможностите за извличане на ползи.

Задължително е да има различни решения за топли и студени региони.

Засенчването – оказва голям ефект за намаляване на енергийната консумация, необходима за охлаждане и за излъчвателната способност на прозорците.

За адаптиране към местните климатични условия, се взимат под внимание:

- отоплителни градус дни (HDD);
- охладителни градус дни;
- върхови натоварвания и проектни температури.

Таблица 5. Слънчево нагряване в зависимост от географската ориентация.

Ориентация	Слънчевото нагряване
Югоизток до югозапад	270 kwh/(m2.K)
Северозапад до североизток	100 kwh/(m2.K)
На произволна	155 kwh/(m2.K)
Покривни прозорци с наклон < 30 °	225 kwh/(m2.K)

Консумация на енергия за отопление в зависимост от климата:

- енергията, необходима за отопление се определя от местния климат.
- изчислението, според строителната физика за изискуемата енергия за отопление, изразено чрез индекс за степен на дневно отопление (HDD) обяснява ефекта на климатичните влияния, използвайки следната формула:

HDD индекс = отоплителен период (в дни) x средна температурна разлика между вътрешна и външна температура, измерена в ° C.

Действителната консумация на топлинна енергия на дадена сграда е резултат от действително ползване на отопление и действителни стайни температури.

Стандартите за отоплителни технологии – оказват влияние като се имат в предвид съществуващите климатични разлики.

Методика за изчисляване на нужната топлоизолация:

Определяне на нужната потребна топлина – при температура на вътрешния въздух по-висока от 19°C и относителна влажност на въздуха под 75 %.

Според опростената методика за изчисляване на показателите за годишен разход на енергия се изчисляват пет величини (Виж. Наредба № 7 /15.12.2004г.):

- годишна потребна топлина;
- коефициент на топлинни загуби от топлопреминаване –HT;
- коефициент на топлинни загуби от вентилация;
- слънчеви печалби;
- вътрешни печалби.

Таблица 6. Сумарна пропускливост на слънчева енергия на прозрачните сградни елементи и коефициент за връзка с външния въздух според ограждащия елемент.

Видове прозрачни ограждащи елементи	Коефициент на сумарна пропускливост на слънчева енергия	Вид на ограждащ елемент	Коефициент за връзката с външния въздух
Еднослойно остъкление	0,87	Външна стена, прозорец	1
Двойно остъкление	0,75	Покрив	1
Стъклопакет, двойно остъкление с избрано покритие	От 0,50 до 0,70	Най-горна етажна плоча (таванът е неизползваем)	0,8
Тройно остъкление	От 0,60 до 0,70	Стена на тавански полуэтаж	0,8
Двойно остъкление с две специално избрани покрития	От 0,35 до 0,50	Стена и плоча към неотопляемо помещение	0,5
Слънцезащитно остъкление	От 0,20 до 0,50	Под и стени на отопляем и неотопляем подземен етаж, граничещи със земята	0,6
Прозрачна топлоизолация с дебелина от 100 до 120 мм	От 0,35 до 0,60	Под над неотопляем подземен или полуподземен етаж	0,6
Поглъщащ непрозрачен слой топлоизолация с обикновено стъклено покритие с дебелина 100 мм	~ 0.10		

Забележка:

- по-ниска стойност на коефициента за връзка с външния въздух - по-малки загуби на топлина;
- при определяне на коефициента на топлинни загуби от вентилация, се отчита отопляемия обем на сградата, както и въздухопропускливостта на ограждащите елементи;
- слънчевите печалби се определят в зависимост от ориентацията на сградата, респективно на жилището, от площта на прозорците и от коефициента на сумарна пропускливост на слънчева енергия;
- топлинните печалби зависят от вътрешните топлинни източници, от вида на сградата, нейното предназначение, както и от техническото обзавеждане, броя на обитателите и мощността на наличните съоръжения. Тези печалби в жилищни сгради се съобразяват с продължителността на работа на отделните уреди;
- за определяне на годишната потребна топлина има важно значение местоположението на селището.

Сравнителна таблица 7 на показателите на топлоизолациите според техния вид

Изолации /показатели	EPS / Стиропор/	EPS Swisspor	EPS-F GLASCOPOR	EPS Plastimo	XPS Fibran	XPS ODE ISIPAN	XPS- N- III-PZ-I URSAFOAM.	Минерална вата на платна VUNIZOL® FS	Каменно- минерална вата на плочи Fasrock	
Цена на кв. м. с монтаж при дебелина	2см 4см 5 см	35,40 39,45 41,20	35,42 39,34 41,30	38,20 44,91 48,26	35,32 39,14 41,05	38,10 44,70 48,00	37,70 43,90 47,00	35,80/ 40,11 42,26	38,06 41,55 43,88	37,70/ 43,90 47,00
Годност (години) Гаранция (години)	мин. 20 5-10	мин. 20 5-10	мин. 20 5-10	мин. 20 5-10	мин. 50 5-10	мин. 50 5-10	мин. 50 5-10	мин. 50 5-10	мин. 50 5-10	мин. 50 5-10
Плътност	15-16 kg/m ³	18kg/m ³	15-18 kg/m ³	18-19 kg/m ³	30-35 kg/m ³	30kg/m ³	27-30 kg/m ³	100±12% kg/m ³	100 kg/m ³	
Клас на горимост	B 1	B 1	B 1	HF-1	B 1	B 1	B 1	A 1	A 1	
Коефициент на топлопроводност	0.038 W/mK	0.042 W/mK	0.040 W/mK	0.037 W/mK	0.030 W/mK	0.031 W/mK	0.034 W/mK	0.035 W/mK	0.039 W/mK	
Число на дифузионно съпротивление на водна пара	N/A	40	20-50	76	N/A	100	80-250	N/A	≤ 3	
Диша, не диша	ДА	ДА	ДА	ДА	НЕ	НЕ	НЕ	ДА	ДА	
Устойчивост на температурни	-20°C до +80°C	-20°C до +80°C	-20°C до +80°C	-20°C до +80°C	-20°C до +80°C	-50°C до +80°C	-20°C до +80°C	-50°C до +80°C	-50°C до +80°C	
Сезонна икономия от отопление	2см 4см 5 см	15% 30% 35%	15% 30% 35%	15% 30% 35%	15% 30% 35%	30% 40% 45%	30% 40% 45%	30% 40% 45%	32% 42% 48%	32% 42% 48%
Възвращаемост на инвестиция- та в отопли- телни сезони	2см 4см 5 см	10,49 5,84 5,23	10,49 5,83 5,24	11,32 6,65 6,13	10,47 5,80 5,21	5,64 4,97 4,74	5,59 4,88 4,64	5,30 4,46 4,17	5,29 4,40 4,06	5,24 4,65 4,35

Глава III. Вертикални и прозрачни сградни елементи

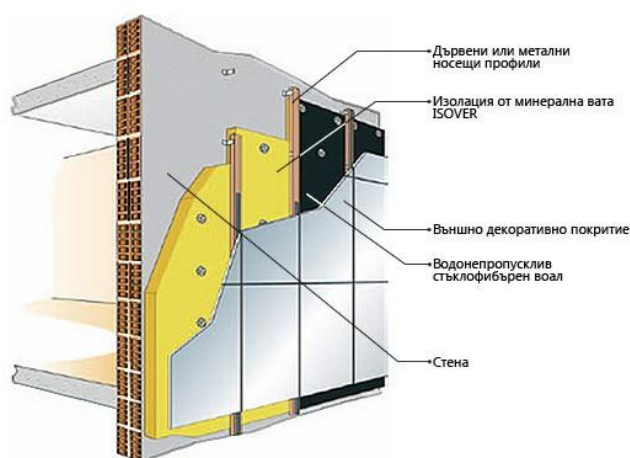
III.1. Вертикални елементи:

Вентилируеми стени - Най-често използваният вид топлоизолационна система на фасадни стени, прилагани основно при саниране на едропанелни сгради е от вентилируем тип, които имат следната структура:

- топлоизолационен слой от меки и полутвърди плочи, механично закрепени към фасадните стени;
- вентилируемо пространство с дебелина на въздушния слой от 15-20см.;
- керамични плочи, чрез които се предпазва топлоизолационния слой от намокряне, а също се постига архитектурен ефект.



Вентилируема фасадна стена - модел



Вентилируема фасадна стена–модел на „ИзOVER”



Вентилируема фасадна стена-разрез.

Топлоизолации

Най-ефективната стратегия за енергоспестяване е оптимизиране на топлоизолацията.

В жилищното строителство в България основно разпространена е невентилируемият тип топлоизолационна система на фасадните стени. Представлява топлоизолационен слой от твърди плочи, захванати механично към фасадните стени. Върху топлоизолацията се полага стъклофибърна или друга мрежа, а повърхностния слой е мазилка- силикатна, полимерна и др.

Топлоизолационните материали имат следните **важни характеристики**:

- **топлопроводимост (λ)** - характеризира качеството на даден материал като проводник на топлина. λ е стойност, независима от дебелината и начина на прилагането на материала. Коефициентът за топлопреминаване е W/mK и посочва какво количество топлина (W) провежда елемент от $1 m^2$ с дебелина $1 m$. при температурна разлика от $1 Kelvin (K)$. Колкото по-ниска е топлопроводимостта на даден материал, толкова по-добър изолатор е той.
- **топлопреминаване (U-стойност)**- количествените топлинни загуби през елемента се определят от коефициента на топлопреминаване, стойността U (U -value). Описва количеството топлина, преминаващо през $1m^2$ от даден елемент, когато температурната разлика между вътрешната и външната повърхност е $1 K$. Единицата е W/m^2K .

Предимства при поставяне на топлоизолация:

- повече комфорт през летните и зимните месеци;
- по-ниски енергийни сметки;
- равномерно разпределение на температурата;
- подобрена акустика и намаляване на шумовете отвън;
- подобряване на контрола на влагата;
- увеличаване на стойността на имота;
- намаляване на вредните емисии за околната среда.

Видове топлоизолация

В зависимост от съставните вещества и технологията на производство, могат да се дефинирани **пет групи** топлоизолационни материали:

- **екструдирани пенополистирол (XPS)** – технологията на производство дава затворена структура на решетката при по-дребни частици, определящи по-добрите механични свойства на изолационните плочи:

- среден живот - 50 години;
- висока якост - подходящ за изолиране на фундаменти, под сутеренни плочи, за тежки или използвани обърнати покриви, за гредоскари на скатни покриви;
- водо- и паронепропускливост - водонепропускливостта на XPS е основно предимство при изпълнение на топлоизолации под кота нула на фундаменти, сутеренни стени, мокри помещения и индустриални подове;
- недостатък - сравнително висока себестойност на материала;
- дебелина на изолацията - зависи от материала на ограждащите стени, като най-често използваните в жилищното строителство са дебелини между 40мм и 60мм. За покриви - може да достигне 100мм-120мм.

- **експандирани пенополистирол (EPS)** – изкуствен полимер с отворена структура на решетката от пълни с въздух гранули (95% от обема):

- среден живот - около 10 години;
- топлоизолационни качества - много добри, при добра здравина, минимална деформативност, ограничена паропропускливост, огнеустойчивост (клас В1);
- недостатъци – самогасим, но запалим, неустойчив на слънчева радиация, трудно се обработва с режещи машини, нападат го гризачи и е силно водонаситен;
- приложение: лепена външна фасадна топлоизолация, при вентилируеми окачени фасади, като среден слой в двойни стени, за прави, обърнати и скатни покриви.

- **каменна вата** – процесът на производство е същият, но се използват базалтови скали, като вулканичният произход на двата вида минерали обуславя практически еднакви им свойства;

- **минерална вата от стъклени влакна** – разтопени при около 1500°C кварцови скали се изтеглят в нишки, от които чрез внимателна подредба се получава тримерна мрежеста структура. Екологично чиста (естествен скален материал):

- звукоизолация – най-добра при правилно ориентиране на влакната;
- недостатък - слаба якост на натиск;
- асортимент - твърди плочи (за фасадна топлоизолация), меки дюшеци (в междугредовите пространства на скатни покриви, междинен топлоизолационен слой в двойни външни стени), рула от мека вата (вътрешна топлоизолация под покритие фазер или гипсокартон), цилиндрични профили за

тръби. Среца се с кашировка от алуминиево фолио, стъклофибърна мрежа и други хидроизолационни, шумопоглъщащи или адхезивни покрития;

- запазва механичните си размери. Плочите са с ширина от 30см. до 120см. и дължина до 250 см. при дебелина от 2см. до 15см.;
- материалът не старее и е паропропусклив.

Алтернативни материали, подобряващи топлоизолационните и антирадиационните свойства на облицовачия слой.

- **графитът** - един от новите алтернативни материали:

- графитните частици отразяват излъчването, намалявайки чувствително топлинното поглъщане на материала;
- графитени плочи – използват се за топлоизолиране на фасади, подове, покриви, вътрешни и външни стени, сутеренни и подземни помещения, хладилни камери и др.

Табл.8. Характеристики и цени на изолационните материали

изолационен материал	топло-проводност [W/(m·K)]	плътност [kg/m³]	дебелина за постигане на U=0.15 W/(m²K) [cm]	производствена енергия		Клас	цена на м², лв Януари 2011
				[kWh/m³ изолационен материал]	[kWh/m² външна стена]		
Експандиран полистирол (EPS)	0.035-0.040	15	21-24	600	130...145	B1	11-13.75
Екструдирани пенополистирол (XPS)	0.035-0.040	20-60	30	–	–	B1	48
стъклена вата	0.035-0.040	120	21-24	700-1200	145-290	A1	24
каменна вата	0.035-0.040	150	21-24	530-680	110-140	A1-B2	36

Забележка: посочените цени са контролни, без ДДС. Няма упълномощена държавна или обществена институция, която да определя цени или разходни норми. Те са обект на договаряне.

Поставяне на топлоизолация:

- минимум изолация от 10 см. е препоръчителна, до 14 см. е приета в някои национални стандарти, около 24 см. се изисква за нискоенергийни сгради, 35 см. - за пасивни сгради при умерен централноевропейски климат.
- топлоизолация може да се постави от външната или от вътрешната страна на стената.

Външната изолация променя изгледа на фасадата на сградата, а вътрешната изолация намалява полезната площ. Специалистите съветват към втория начин да не се прибегва, поради възможни негативни последици.

Материалите в технологията за поставяне на външна топлоизолация са:

- лепилен слой между топлоизолационния лист и стената;
- дюбели за закрепване на топлоизолационния лист към стената;
- топлоизолационен материал;
- лепилен слой и оребвяваща мрежа против напуквания;
- повърхностен хидроизолационен слой;
- ламаринен надвес, предпазващ горната фуга и повърхностната мазилка на изолацията.

Технологията на топлоизолацията включва следните операции:

- лепене на топлоизолационния лист към стената - подредбата на топлоизолационните листи е по строго определен ред (да не се получават вертикални фуги от край до край на стената);
- дюбелиране на топлоизолационния лист към стената;
- измазване на топлоизолационния лист с лепило и армираща решетка;
- нанасяне на завършващ слой от хидроизолационна мазилка;
- поставяне на ламаринен надвес над топлоизолационните платна.

Слоеве преди обновление:

Външни стени (см)

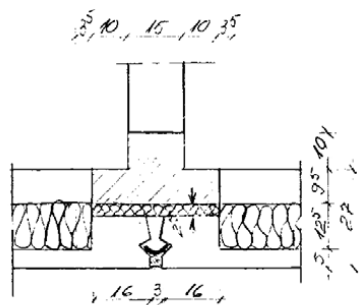
Стоманобетон - 5
Топлоизолация- 12,5
Стоманобетон - 9,5

Слоеве след обновление:

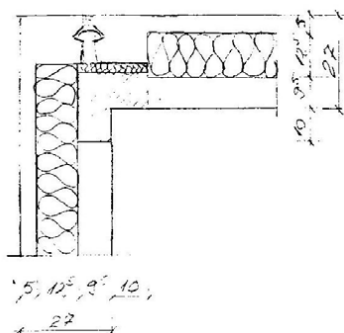
Външни стени (см)

Циментова шпакловка- 0,5
Полистирол - 10
Стоманобетон- 5
Топлоизолация- 12,5
Стоманобетон - 9,5

Детайл разклонение



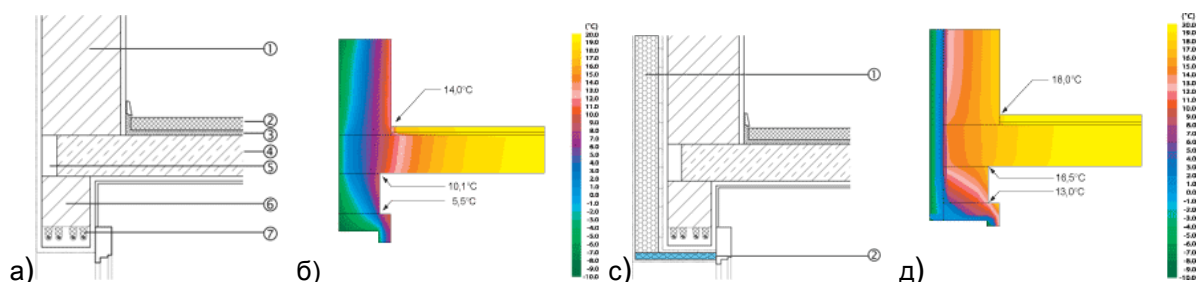
Детайл- Ъгъл



Отстраняване на топлинните мостове и въздухонепроницаемост (инфилтарция + ексфилтрация)

Топлинен мост

Образува се, когато материали, които са лоши изолатори, контактуват с въздуха и позволяват на въздушния поток да премине през създадената „пътечка“. „Мостовете“ трябва да се отстранят чрез профили с намалено напречно сечение, с материали, които имат по-добри изолационни свойства или с поставяне на допълнителен изолационен елемент.

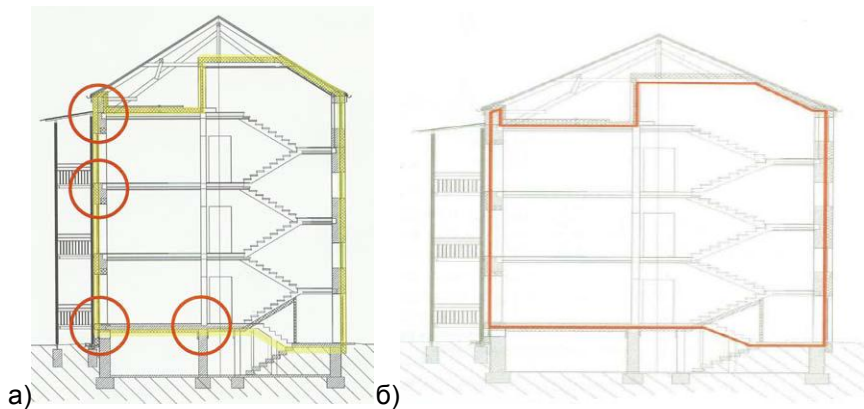


Топлинен мост при неизолирана външна стена:

- а) Неизолирана външна стена 1. Стена - дебелина 30 см; 2. Циментова замазка; 3. Звукоизолация; 4. Стоманобетонна плоча; 5. Външна мазилка; 6. Стена - дебелина 18 см; 7. Еркер
- б) Изотерми при неизолирана външна стена - условия за конденз и развитие на плесени. Отстраняване на топлинен мост на външна стена чрез поставяне на допълнителен изолационен слой:
- с) Изолирана външна стена 1.Топлоизолация; 2.Топлоизолация по фасадни стени с платна SHAPEMATE GREC
- д) Изотерми при изолирана външна стена - няма условия за конденз и развитие на плесени.

Усилена топлоизолация в района на топлинни мостове

- изпълнява се в района на “топлинните мостове” в ограждащата конструкция, като стоманобетонните греди и колони по фасадата, ъгъл, среща на надлъжна и напречна стена, плочи;
- усилената топлоизолация може да се изпълни по два начина:
 - със същия материал като основната, но с увеличена дебелина;
 - със същата дебелина като основната, но от материал с по-ниска топлопроводност.
- подходящ е екструдирания пенополистирол (XPS).



- а) Схематичен разрез – характерни зони на «топлинни мостове» в ограждаща конструкция на сграда.
- б) Уплътняващ слой (в червено) от 1м² опаковач ограждащата конструкция на сграда (CENERGIA).

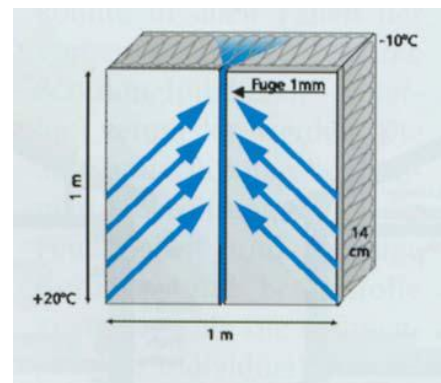
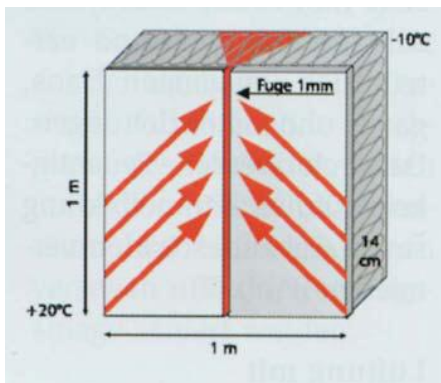
Въздухонепроницаемост на конструкциите:

- сградата е въздухонепроницаема, ако няма пролуки;
- цел - избягване загуби, получаващи се при свързването на елементите на сградата (връзките на стените с покрива и с подовете, всички прозорци и врати, кабели, тръби и други);
- Топлинните загуби през пукнатини в сградната обвивка могат да достигнат 10%.
- минималната въздухонепроницаемост за нови сгради е препоръчително да бъде по-малка отколкото нормата за обмен на въздуха от 3 пъти за час: $\leq 3h^{-1}$;
- препоръчителна стойност - по-малко от $1h^{-1}$ (за пасивни сгради $>0,6 h^{-1}$).

Причини за уплътняване на външната обвивка на сградата:

- намаляване на топлинните загуби;
- избягване на инфилтрация;

- предотвратяване на увреждания на конструкцията чрез полагане на пароизолации с цел предотвратяване образуването на конденз в конструкцията или топлоизолацията;
- потвърждение на въздухонепроницаема конструкция - посредством вентилаторен тест. Стойността n50 показва въздухообмена на час за дадено помещение, наблюдавано при +/- 50 Pa (налягане, измерено в паскали). Ако се прилага вентилационна система, тази стойност трябва да е по-малка отколкото ако се прилага естествена вентилация чрез прозореца.



Схеми, илюстриращи въздухонепроницаемост, образувана от пролука с 1 мм.

Практическо изпълнение:

- вътрешната страна на външни конструкции се уплътнява с помощта на пароизолационен слой (алуминиево фолио или пластмасово покритие);
- от външната страна се осигурява ветрова изолация за предпазване на конструкцията от лоши атмосферни условия. При запечатани фуги между различните външни конструкции се постига добър резултат с малки разходи;
- според немският „Пасив хаус институт“ за постигането на добро уплътнение се запечатва цялата сграда с уплътняващ слой;
- фугите се уплътняват само в сухо време;
- запечатващият субстракт и страните на фугата - да бъдат сухи и обезпрашени;
- местата на свързване на адхезивни ленти и порести материали – предварително третиран с грунд;
- уплътняващите ленти да са водоустойчиви - по конструктивни причини.

Таблица 9 на стойностите за въздухообмен на час (ac/h)

Въздухоомен за час (ac/h)	
Национален стандарт	0,5
Обикновени сгради	0,25-0,4
Нискоенергийни сгради	0,05-0,1
Пасивни сгради	0,6
Забележка: дадените стойности са за 0 pa. Когато се изпитва въздухонепроницаемост с тест- blowerdoor всяка стойност трябва да се умножи с фактор 20.	

III. 2. Прозрачни елементи - Типология на стъклата (троен стъклопакет, нискоемисионно, слънцезащитно остъкляване)

Остъкляване

Квадратурата на дограмата е около 25% от площта на жилището . Ако тези 25% се покрият с енергийно ефективни прозорци, температурата в жилището може да се повиши с (4-5)°C, а нивото на шума- да се понижи с около 40 dB.

Прозорците оказват голямо влияние на топлинните загубите в жилището.

Площта на стъклото представлява между 70% и 90% от тази на прозореца и неговите характеристики оказват значително влияние върху цялостните топлотехнически показатели на прозорците.

Покритието на стъклото е от съществено значение. Нискоемисионното (K стъкло) съдържа специално микроскопично, фактически невидимо покритие, което намалява коефициента на топлопреминаване (U) и редуцира загубите на топлина през прозореца до 20%. Това улеснява поддържането на помещенията по-топли през зимата и по-прохладни през лятото.

Поставянето на газ с ниска топлопроводимост в херметически изолирани стъклопакети намалява топлинните загуби през стъклото до 10%. Най - често използваният от производителя газ е аргон. Други използвани газове са въглероден диоксид (CO₂), криптон (Kr), смес от аргон и криптон.

Основни показатели, от гледна точка на енергийните характеристики на прозорците:

- коефициент на топлопреминаване (U);
- коефициент на пропускливост на слънчевата енергия (g);
- инфилтрация на въздуха.

Топлината, която преминава през 1 м² от повърхността на прозореца, се характеризира със стойността U, докато количеството слънчева енергия, която преминава през 1м², се представя от g.

Колкото по-ниска е стойността на U, толкова повече слънчева енергия преминава през него.

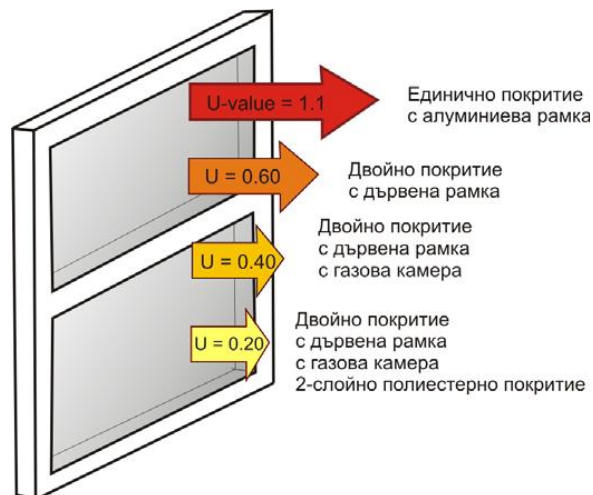
Характеристики:

- стойностите на светлинната пропускливост, общата слънчева енергийна пропускливост (g-стойност) и U-стойността зависят от вида и дебелината на стъклото;

- слънчевото засенчване и емисионността влияят на топло- предавателната способност на стъклото.

Енергийно ефективни прозорци

- изолирането на прозорците има голямо влияние за запазването на топлината в сградата. Прозорците имат най-ниско ниво на изолация от всички външни елементи на сградите;
- намаляване на топлопредаването на прозорците може да се достигне като се подобрят термичните характеристики на остъкляването, имащо най-голямо влияние по отношение на топлозагубите.



Класификация на прозорците: Стойности на параметъра U за различни видове прозорци

Видове остъкляване :

- **единично остъкляване** (U-стойности до $5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) вече се прилага много рядко. Среща се при стари сгради и там би било ефективно да се монтират „втори“, махащи се прозорци, т.н „наречените двойни прозорци“, или „зимни прозорци“ – от вътрешната страна.

- **енергоефективно остъкляване** - състои се от две или три стъкла, отделени едно от друго с въздушен слой. Загубите на топлина от преминаване са намалени наполовина от тези, при единично остъкляване.

- **високо-енергийноефективно остъкляване** - U-стойностите са между $0,4$ и $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ с изолационни качества 50 – 60 % по-добри от тези при ефективно остъкляване:

- върху вътрешния пласт има много тънко метално покритие, което намалява топлопреминаването като отразява дългите вълни на слънчевите лъчи обратно в стаята и позволява на лъчите с къси вълни да преминат през стъклото;
- пространството в стъклопакета е запълнено с разреден газ, който е с по-ниска топлопроводимост. В повечето случаи е аргон.

- **тройно високо ефективно остъкляване** - тройно остъкляване с метално покритие в двата вътрешни пласта. Теплозагубите през тройно високо-ефективно остъкляване е една осма от стойността на единичното остъкляване

Най-добра топлоизолация може да се постигне чрез изолиращ, разреден газ криптон или ксенон, вместо аргон.

Видове дограма:

- дървена дограма

- отлични изолационни характеристики;
- сред най-добрите материали за запазване на уюта в дома;
- най-евтиният вариант - дограма от иглолистно дърво (бял бор или смърч). От широколистните дървесини най-използваните са дъб и ясен;

- дървена стъклопакетна дограма - двойно уплътнена, осигурява два пъти по-добра звуко и топлоизолация, в сравнение с традиционната дървена дограма и не създава опасност от конденз. Произвежда се от трислойни ламели и това я предпазва от измятане, свиване и напукване;

- алуминиева дограма - гарантира дълготрайност и сигурност, поддръжката е лесна и евтина, и не се нуждае от периодично боядисване. Като материал, алуминият е отличен проводник на топлината и затова топлинните загуби при този вид прозорци са по-големи. Качествените алуминиеви прозорци изискват термоизолиращи мостове в профилите, което води до тяхното оскъпяване;

- пластмасова (PVC) дограма - с много добри топло- и шумоизолиращи качества. Поддръжката ѝ е лесна. Материалът е устойчив на студ, горещина, химикали. По-здрава и с по-добри енергийни показатели е дограмата с повече на брой вътрешните камери;

- комбинирана дограма- най-скъпият вариант е дограма, съчетаваща алуминий с дърво. Дървото е предпазено от атмосферни влияния с външна алуминиева облицовка на профила. Най-добрите качества на двата материала се съчетават в естетическо и функционално отношение.

Прозорци, балконски врати, горно осветление

- приблизително 1/3 от загубите на топлина и охлаждане се дължат на тях;
- начин за употреба на пасивна слънчева топлина - остъклени балкони, като така се удължава периодът на експлоатация. Важно е да се инструктират обитателите как да ползват остъклените балкони, тъй като могат да доведат до голяма загуба на топлина, ако се отопляват през зимата.

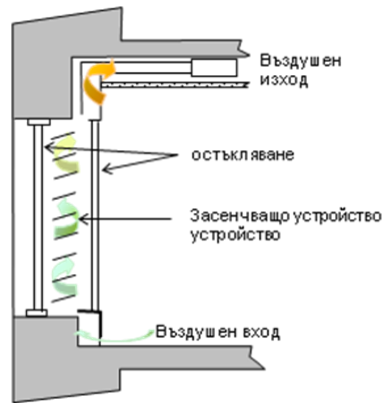
Двойно остъклени фасади

Определение - двуслойната вентилируема фасада представлява единична фасада, дублирана отвътре или отвън от втора, главно, стъклена фасада. Всяка от тях се нарича „слой” и те са разделени от въздушен коридор. Широчината на въздушното пространство между слоевете стъкло може да варира от няколко см. до няколко м., в зависимост от климатичните условия, ползването, разположението, работните часове на сградата и ОВИ стратегията. Функционира като изолация срещу екстремални температури, вятър и шум. Автоматизирано оборудване, като слънце- защитните устройства, моторизирани отвори или вентилатори, често са разположени между двата слоя.

Вентилацията в кухнята може да бъде естествена, поддържана с вентилатори или механична.

Характеристики на двойно-остъклените фасади:

- изискват внимателна експлоатация. Климатичните условия и месторазположението на сградата съставляват основните параметри за ползване на такава фасада;
- обикновено се планират с подходяща ширина, за да се включат „пътеки“ (за поддръжка), които също така допринасят за нуждите от засенчване на вътрешната фасада. При някои сгради, вътрешната въздушна междина е вентилируема (естествено или механично), за да се избегне прегряване.



Двойно остъклена фасада.

Приложение:

Най-често при офис сгради.

Междинното въздушно пространство може да е отопляемо и така придобива качеството на изолация, предотвратяваща усещането за сух студ до прозореца. В зависимост от ориентацията, двойно остъклената фасада има различни предимства: топлозащита за северните фасади със създаване на буферно пространство, топлозащита на западните фасади с отстраняване на затвореният топъл въздух и - производство на топлинна енергия за южните и източните фасади.

Засенчващи устройства

Външно слънце-засенчване:

- намаляване на разходите за охлаждане и повишаване на топлинния комфорт;
- елементи за максимизиране на енерго- спестяващия потенциал на слънце-засенчващите устройства:
 - по-ниския - g-стойност (коефициент на сумарна пропускливост на слънчева енергия);
 - изпълнение на автоматичната контролна система, която може да действа така, че да минимизира прекомерните слънчеви печалби през лятото, независимо дали жителите се намират в жилищата.

Видове засенчващи устройства, според формата и материала:

- външни или междинни - варират като материал и вид;
- най-често срещаните са щорите (ръчно задвижвани, или чрез сензори) и полупрозрачните мембрани;
- летвообразен вид щори (венециански и жалузи);
- надиплени щори;
- ролетни щори и екрани;

- широко-приложими разсейващи устройства (разсейващи стъкла и разсейващи устройства).



Външна ролетна щора на прозорец.

Важни изводи !

- за прозорците - g-стойностите имат по-голям ефект за намаляване на разхода за охлаждане, отколкото техните U – стойности;
- за изолацията- възможно е изолацията да увеличи разхода за охлаждане като резултат от топлинните печалби, задържани в сградата;
- допълнителният ефект на изолацията върху намаляването на разхода за охлаждане в дадена климатична зона е най-добър, там където топлинните запаси са минимизирани (например през външно слънце-засенчващо устройство, ефективни приложения и ефективна вентилация);
- с изключение на покрива или последния етаж, допълнителният ефект на изолацията за намаляване разхода за охлаждане е незначителен за страните при умерен климат.

Глава IV. Хоризонтални сградни елементи, интеграция на сградните елементи, пасивно отопление и климатизация

III.1 Хоризонтални сградни елементи

Топлоизолиране на покрив:

Покривните площи - около 20% от общите топлозагуби на многоетажна сграда;

Високите панелни сгради имат скатни или плоски покриви;

Най-разпространена е външната топлоизолация;

По-малко популярни възможности: построяване на скатен покрив с изолация на подпокривното пространство (по-голяма инвестиция, но по-малка поддръжка), построяване на допълнителен етаж с нови апартаменти и скатен покрив. Последното може, да генерира допълнителна възвръщаемост на инвестициите чрез продажба или даване под наем на новите жилища.

На изолирането на покривите трябва да се отдели специално внимание, тъй като топлият въздух се издига във височина и се реализират значителни топлозагуби.

Изолиране на **скатен покрив** - може да се изпълни по два начина:

- изолиране на тавана на последният етаж, при неотопляемо подпокривно пространство;
- изолиране на покривната конструкция, в случай на отопляемо подпокривно пространство.

Разграничават се пет конструктивни принципа: изолиране между покривните наклонени греди; над тях; между и над тях; между и под гредите; изолация, поставена от външната страна.

Дебелина на топлоизолационен слой: минимална - 10 см. е препоръчителна, независимо от климатичните условия. До 20 см. отговаря на някои национални стандарти. До 30 см. - за нискоенергийни сгради, 40 см - за пасивни сгради в умерен централно-европейски климат.

Топлоизолиране на подовете (етажите):

Топлозагубите от приземния етаж могат да достигнат 10%.

Има две основни възможности за изолация:

- ако няма сутерен или партерът е над отопляем сутерен - чрез използването на композитна (съставена от различни материали) изолация (ПДЧ)- това може да доведе до допълнителни разходи, свързани с изрязване на вратите и поставяне на повдигнати прагове;
- ако партерът е над неотопляем сутерен, най-добрият подход е да се изолира тавана на сутерена.

Топлоизолиране на сутерен:

Изолиращият материал може да бъде положен, или над сутеренната плоча, или под нея. Често допълнителна изолация се използва и за шумоизолация.

Типичните стойности на топлопроводимост на изолационните материали за подове достига от ламбда $\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$ при специални видове изкуствена пяна, над $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ при минерални влакна, до $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$ при естествени материали от стъклена пяна.

Най-новият материал **VIP- вакуум изолационен панел** (vacuum isolation panel) има стойности около $\lambda = 0,005 \text{ W/mK}$. Въпреки високата цена се увеличава ползването му на места, където свързването е трудно, за избягване на топлинни мостове, за по- сложни като архитектура елементи, и често за изолация на тавани на сутерени на отопляеми партери.

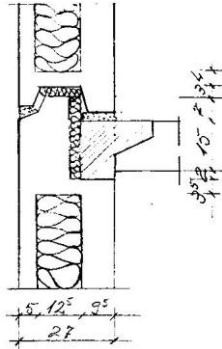
За изчисления се приема $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

Дебелина на топлоизолационния слой: минималната е 4 см. До 8 см отговаря на някои национални стандарти. До 16 см е нужно за нискоенергийни сгради, 30 см за пасивни сгради в умерено централноевропейски климат, и повече от 30 см - по-високи стандарти.

Изолация- топлоизолационни слоеве.

Често блоковете с апартаменти имат неизползваем покрив: изолацията на горните тавани от слой от 12,5 см топлоизолация е препоръчителна.

Сутереният етаж следва да бъде изолиран по същия начин.



Монтажен детайл: Плоча между отделни нива

Постигане на акустичен комфорт:

- до магистрала или шумно производство - двойната фасада е като ефективен звуков заглушител и създава уютен вътрешен климат. Изборът на вид фасада зависи от климатичните условия на региона.

Европейският стандарт за акустика EN 12354 (2000) предлага възможност за фасадна изолация и изолация между пространствата свързани помежду си с кухня. Доказано е, че двойната остъклената фасада може да има фасадна акустична изолация, която е по-добра (до 10 dB) от тази на традиционните фасади (офисни сгради). Видът вентилация и „дублирането“ на фасадата имат важна роля.

- сравнение с традиционни фасади - според измерване, акустичната изолация на двойни фасади постига звукоизолиране над 43 dBA. Това съответства на акустично изпълнение на 14 см от тухли (180 кг/м²).

Клас	музикален	комфортен	подобрен*	стандартен
Изолация срещу въздушен шум между апартаменти; DnT,w + C (dB)	≥ 68 (C50-3150)	≥ 63	≥ 58	≥ 53
Изолация срещу въздушен шум между стаите в един апартамент (без врати), също и еднофамилни къщи; DnT,w + C (dB)	≥ 48	≥ 45	≥ 40	≥ 35**
Изолация срещу ударен шум между апартаменти L'nT,w + C1,50-2500 ****) (dB)	≤ 40	≤ 40	≤ 45	≤ 50
Изолация срещу ударен шум между стаите в един апартамент, също и еднофамилни къщи ; L'nT,w + C1,50-2500 ****) (dB)	≤ 45	≤ 50	≤ 55	≤ 60
*) Минимални изисквания при долепени една за друга къщи **) Ако е поискано; ***) За преходен период L'nT,w + C1, стойности под 2 dB. Материалът е на ISOVER				

Интеграция на различните строителни системи и елементи

Консумацията от всички уреди за един дом представлява около 55% от цялата консумация на електроенергия.



Консумация на електричество

Начини за използване на слънчева енергия:

- фотоволтаична енергия: директно преобразуване на слънчевата енергия в електрическа. Такава система се нуждае единствено от дневна светлина, а не само от директно излагане на слънчевите лъчи;
- пасивна топлина: използване на естествената топлина получена от слънцето. Прилага се при сгради, изискващи по-малко допълнително отопление.
- слънчево отопление: преобразуване на слънчевата енергия в топлинна за затопяване на вода, басейни или просто за отопление.

Фотоволтаици - фотоволтаични плочи, интегрирани фотоволтаични панели. Фотоволтаичните (PV) системи могат да работят и при отсъствие на ярка слънчева светлина.

PV инсталации са дългосрочна и относително скъпа инвестиция. За да се проектира фотоволтаична инсталация, се изисква точна информация на широк обхват от параметри, като данни за климата, характеристики за PV модули, конфигурация на PV панели, монтаж на PV панели, натоварване на PV панели, текущи данни за инвертора, желаното годишно производство на електричество.

Разположение на фотоволтаична система в контекста на сграда, селище

- основен фактор, оказващ влияние - местоположение. Необходимо е да се вземат предвид следните особености:

- годишно количество слънчева радиация и брой слънчеви часове;
 - правилното разположение и наклон на слънчевите модули;
 - технологията, използвана за направата на модулите.
- при монтирането трябва да се имат предвид следните три аспекта:
- ориентация: системите за слънчева енергия трябва да са ориентирани възможно по-на юг (ако се намират в северната земна полусфера);
 - наклон (ъгъл): PV модулите трябва да имат наклон, който да осигури перпендикулярно слънце греене по обяд. Този ъгъл зависи от географското положение. В южните райони слънцето се движи дълго време перпендикулярно на земната повърхност и ако модулите се монтират почти хоризонтално ще получават повече енергия. На север слънцето има по-ниска траектория и модулите трябва да са под по-голям ъгъл, за да получават по-дълго време слънчево облъчване. Същото важи и за сезоните –слънцето е по-високо през лятото и по-ниско през зимата;
 - сенки: получаването на сянка, падаща върху слънчевите системи, трябва да се избягва. Такива са сенките, предизвикани от сгради, от

планини, дървета. Влияе върху производството на енергия, като го намалява съществено.

Пасивно/ активно слънчево отопление/ охлаждане

Отопление

Промените в климата, замърсяването на атмосферата и цялостното критично състояние на околната среда са следствие от използване на изкопаеми горива като източник на енергия. Това налага разработването на нови алтернативи за производство на електрическа енергия- възобновяеми източници на енергия. Енергията от тези източници е безплатна, неизчерпаема и може да се използва по различни начини. Важен възобновяем източник на енергия е слънцето.

Пасивно слънчево отопление

Всяка сграда е пасивна топлотехническа система спрямо слънцето;
В пасивните системи се реализира абсорбция, акумулация и пренос на топлина между елементите на сградата без инженерни съоръжения за целта;
Основната цел на направление “слънчева архитектура”- намаляване на енергийните разходи за отопление чрез специфични решения на планировката на сградите;
За климатичните условия на България - възможно е да се постигне 25-35% намаляване на топлинното потребление;

Активни системи за слънчево отопление:

Загрива се вода или въздух, постъпващ в отоплителната инсталация на сградата;

Основни елементи: колекторно поле, акумулатори на топлина, помпи при водно и вентилатори при въздушно отопление, допълнителен източник на енергия, отоплителна инсталация, автоматично регулиране;

Особености - за географските условия на Европа слънчевото отопление е възможно само в комбинация с конвенционални източници на енергия. Сградата трябва да бъде с много добра топлинна изолация.

Слънчеви стени и въздушни колектори:

- въздушен колектор - пести енергия чрез слънчева стена с въздушен слой. Слънцето затопля вентилирания въздух. При тази система са сведени до минимум загубите при преноса на топлина;

- други видове въздушни слънчеви колектори се основават на принципа на “Стената на Тромб” и се състоят от прозрачна плоскост, обикновено от един пласт стъкло, абсорбатор и изолация.

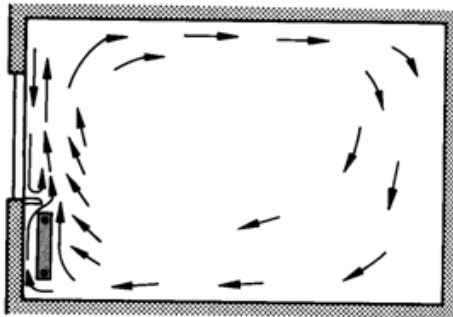
Нагревни елементи:

Определение: основната задача на нагревните елементи е да осигурят топлинен комфорт за вътрешните помещения. Количеството на топлината може да се регулира посредством вида, размера и начина на инсталиране на тези елементи;

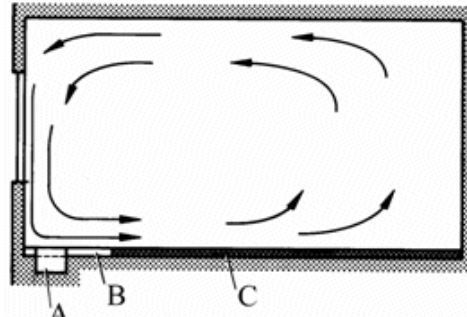
Местоположение на нагревните елементи (радиатори или отдушници):

- в най-студената част на стаята. Обикновено в непосредствена близост до прозореца, за да се намали появата на конденз и да се избегнат некомфортни студени зони;

- нагревни елементи, монтирани в пода (подово отопление) - студеният въздух от прозорците пада на пода и образува неприятно студено течение със скорост 0,3-0,5 m/s. За да се избегне това неудобство може да се изгради участък в близост до прозореца с по- интензивно отопление.



Радиатори под прозореца



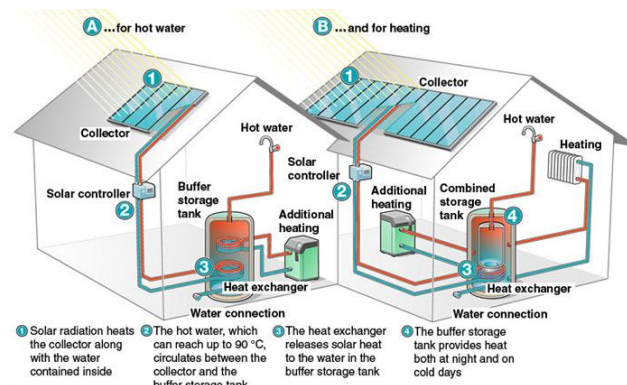
Нагреватели в пода

Слънчеви системи за гореща битова вода - могат успешно да бъдат инсталирани във всички географски ширини. Действието на една слънчева система е резултат от два фактора: качеството на нейните компоненти (колектори, резервоар, контролни уреди) и качеството на проекта и монтирането на системата.

Предимства на слънчевите системи:

- осигуряват 50-70% от годишното потребление на топла вода;
- 20-30 годишен работен цикъл;
- намаляване на сметките за топла вода почти на половина;
- осигурява около 100% от топлата вода през лятото;
- работи дори при лека облачност;
- лесно планиране и монтаж.

Система за отопление и охлаждане - 25% от общото енергийно потребление на сградата.



Слънчева колекторни инсталация за осигуряване на гореща битова вода.

Охлаждане

Охладителните системи позволяват поддържането на приятни температури в сградите по време на топлите сезони.

Препоръки и съвети за използване на охлаждащи системи

Използването на климатик през летните месеци може да доведе до значително увеличаване на разходите за ел. енергия – с около 50%.

При обновление на високи сгради - да се намалява потреблението на енергия за охлаждане чрез намаляване нуждата от активни охлаждащи системи.

Пасивно охлаждане, начини чрез:

- използване на засенчващи устройства, включително сенници с интегрирани ФВ системи;
- използване на сянката на дървета, подходящо разположени около сградата.
- използване на цветове във външната повърхност на сградната ограда конструкция за подпомагане на пасивното охлаждане през лятото;
- прилагане на озеленени покриви- ефектът на земната маса и процесът евапотранспирация на растенията.

Система за оползотворяване на отпадна топлина и вентилация.

Има напредък в развитието на системи за оползотворяване на отпадната топлина с механична вентилация, където отходния (отработения) въздух се използва за притопяне на входящ въздух;

Подобрява се качеството на вътрешния въздух - облага за наемателите и защита от повреди в сградата, причинени от влагата.

Възобновяеми източници

Термопомпи - термопомпата е електрическо устройство, което преобразува топлинната енергия на вода, почва и въздух с по-ниска температура в топлина с по-висока температура, която може да се използва за отопление;

Термопомпите заемат значителни териториални пространства. За да могат да бъдат ревизирани не е препоръчително над тях да е разположена висока дървесна растителност.

Осветление

Осветлението може да използва както изкуствени източници като лампи, така и естествени – дневната светлина.

Дневна светлина

- източник - директни слънчеви лъчи или слънчева светлина, разсеяна от небето.

- интензивност и цвят – различават се в различните части на деня и годината, оказва въздействие върху физичното и психично състояние на човека.

Характеристики на светлината - отнасят се за количествата (светлинния поток и нивата на светлина) и качествата (яркост и цвят) на светлината - яркост на светлината - ако се контролира може да доведе до нива на блясък, които да нарушат нормалното протичане на човешката дейност.

Коректното регулиране се постига по различни начини и се избират тези, които отговарят на конкретни потребности и финанси:

- устойчива защита на прозорците – обикновено се поставя от външната страна на прозореца (навеси, сенници и капаци);

- подвижна защита (щори, завеси, външни подвижни щори) –регулират притока на светлина и могат да бъдат външни и вътрешни. Външно монтираните приспособления помагат и срещу нежелано затопляне.

Изкуствено осветление

Когато не може да се осигури дневна светлина се използват изкуствени източници. Съвременните източници на изкуствено осветление могат да осигурят светлина с качества сходни до тези на естествената дневна светлина.

Източници на изкуствено осветление

- основни групи източници – топлинни и луминесцентни.
- качеството и количеството на светлината от изкуствените източници се определят от редица параметри: напрежение (V); мощност (W); излъчване (lm); излъчване за ват (lm/W); температура (K).

В домакинствата между 20-50% от цялата консумирана енергия се пада на осветлението. В някои сгради 90% от консумираната енергия за осветление се дължи на прекомерно осветление.

Вентилация

Инсталирането на подходяща вентилационна система намалява енергоспестяващия потенциал на други мерки, но е наложително за защита на здравето и благосъстоянието на обитателите.

Естествените вентилационни системи могат да осигурят доставяне на пресен въздух с нулево енергийно значение докато намаляват разхода за охлаждане. Подходящи са за високи сгради, защото вентилационни комини с приемни устройства на ниски или партерни нива и отходни отвори в най-горната част на сградата увеличават ефективността.

Естествената вентилация - добро решение от гледна точка на околната среда, безопасността на работата и микроклимата в сградите. Анализите показват, че естествената вентилация може да е достатъчна в много случаи при редово застрояване и двуфамилни къщи, ако планът и функцията на сградите са интегрирани по начин, оптимизиращ естествената вентилация;

Ограничение на естествените вентилационни системи - трудно включване при обновлението на съществуващи високи сгради.

Проблеми на въздухообмен в стаите се появяват след подмяна на прозорци и изолиране на стените. Стаите стават по-топли, но влажността се увеличава и може да се почувства задух. Понякога по стените и таваните над прозорците се появява мухъл. Причините са недостатъчна вентилация.

Приложими решения:

- отваряне на прозорците за кратко време - най-ефективния немеханизиран метод.
- механична вентилация - най-лесните методи са единични вентилатори.
- вентилационни устройства поставени на прозорците – работят при промяна на нивото на влажност на въздуха.
- централна вентилационна система - ефективност почти до 100%.
- вентилационна система с контролирано доставяне на пресен въздух и отвеждане на отработен.
- вентилационна система с допълнителна енерговъзстановяваща система е енергийно ефективно решение.

Най-ефективните и задължителни за пасивни и нискоенергийни или нулево-емисионни сгради са вентилационни системи с топлинноенергийно възстановяване с ефективност най-малко 80%.

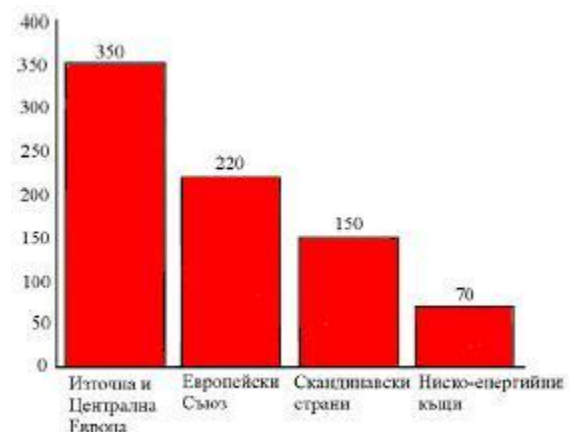
Ползи от естествената вентилация :

- осигурява ефективна вентилация в цялата къща;
- намалени емисии на CO₂ и по-ниски сметки за енергия;
- по-ефективна срещу поява на влага и плесени;
- подобрени акустични качества, < 25dBA, в сравнение с механичната вентилация;
- лесна за монтаж;
- ненатрапчива;
- минимална поддръжка.

Глава V. Централно отопление, термопомпи и генератори на топлина.

V. 1 Централно отопление

Консумацията на енергия за отоплителни цели в Източна Европа достига до 240÷450kWh/m² годишно. Тази стойност е 2÷3 пъти по-висока от тази за сгради в Западна Европа, които имат енергопотребление 150÷230 kWh/m². В скандинавските страни, които имат добре изолирани сгради, енергопотреблението е от порядъка на 120÷150 kWh/m².



Класификация на отоплителните инсталации:

- местоположение на добив и оползотворяване на топлината:
 - топлофикационна система (ТЕЦ/ОЦ) – характерна за големите градове;
 - централно отопление – общ топлинен източник и топлопроводна система за транспортиране на топлоносителя до отделните помещения на сграда (група от сгради);
 - локално отопление:
 - топлинен източник и малък на брой консуматори - камини и печки с водна риза, на твърдо гориво; апартаментни газови котли за отопление и БГВ – в градове с централна газоснабдителна система;
 - отоплението се осъществява чрез съоръжения, монтирани в отопляваните помещения - електрически отоплителни тела за помещенията във всяко жилище; използване на климатизатори “сплит” система.
- според начина на топлоотдаване:
 - конвективни – радиатори, конвектори;
 - лъчисти - подово- лъчисто отопление;
 - топловъздушни;
 - комбинирани;
- според вида на енергоносителя:
 - твърдо гориво – дърва за огрев, въглища, кокс;
 - течено гориво – нефта, мазут, газьол;
 - газообразно гориво – природен газ, пропан-бутан;

- електрическа енергия;
- биомаса;
- слънчева енергия;
- въздух, вода, енергия от почвата – при термопомпена инсталация

Отоплението е услугата с най-голямо потребление на енергия. Преди за се пристъпи към избор на подходяща отоплителна инсталация, е необходимо да се вземат мерки за намаляване на топлинните загуби / печалби на сградата (жилището):

За съществуваща сграда:

- подобряване на изолацията / полагане на топлоизолация на: външни стени; покрив; под; плоча към неотопляем етаж (сутерен и т.н);
- подмяна на съществуваща стара дограма, с нова дървена, PVC или Al с прекъснат термичен мост. Съществено внимание трябва да се обърне на параметрите на стъклата, от които е изграден съответния стъклопакет.
- подобряване на отоплителната инсталация – премахване на течове, подмяна на тръби (при необходимост), подмяна на топлоизолация, профилактика на отоплителните тела, монтаж на съоръжения за регулиране на отоплителната инсталация;
- използване на пасивна и активна слънчева енергия:
 - активна: соларна инсталация за затопляне на вода за битови нужди (БГВ), както и фотоволтаици за производство на ел.енергия;
 - пасивна - увеличава ползата от слънцето, чрез стандартни строителни елементи използвайки понякога в много малка степен механично задвижване или посредством естественото движение на топлината и въздуха да поддържат комфорт в помещението;
- използване на възобновяеми източници за електроенергия: ветрогенератори, горивни клетки;
- използване на възобновяеми източници за отопление / охлаждане и загряване на вода за битови нужди: термопомпени инсталации, отоплителни системи на биомаса, когенерация (тригенерация);
- използване на вентилационни системи с утилизация на топлина.

За нова сграда, съответните мерки се взимат на етап проект:

- ориентация на сградата (съблюдаване на озеленяването около сградата). Растителността не бива да ограничава достъпа на слънчевите лъчи до сградата;
- ориентация на преобладаващото остъкляване на сградата – по-големите прозорци да са ориентирани към юг, за да позволяват през зимата помещенията да се затоплят от слънчевото лъчение. При остъкляване 60% на сграда с южно изложение, в зависимост от използваната топлоизолация е възможно да се постигнат икономии през зимния период в размер на 15÷40%. Неудобството е, че през летния период се изискват 50% енергия за охлаждане. Затова на остъклените елементи, трябва да се предвиди подходяща защита през летните месеци – сенници, щори. За предпочитане е разполагането им от външната страна. Въвеждането на споменатите мерки не само ще намали нуждата от енергия за отопление и охлаждане (в някои случаи до 70%), но и ще допринесе до намаляване на отделените емисии CO₂.



Избор на ефективна отоплителна инсталация – основни критерии:

- ниска себестойност за единица получена енергия;
- достъпност на енергоносител;
- система за контрол и регулиране на отоплителната инсталация

Най-добрият начин, е **цялостна система** за отопление на една сграда. В градовете, които са с централно топлоснабдяване е твърде трудно да се премине към друг източник за отопление.

За съществуващи еднофамилни сгради, които до момента са се отоплявали на твърдо гориво (дърва за огрев, въглища и др.) е възможно да се премине към котел на пелети. Предимствата са: запалването и подаването на гориво е напълно автоматизирано (няма нужда от човешка намеса); по-гъвкаво регулиране на отоплителната инсталация и в частност, количеството подавано гориво; по-високо к.п.д. на самия отоплителен котел спрямо този на твърдо гориво (92% спрямо 70%); по-малко количество отделена пепел при изгарянето на пелети спрямо дърва за огрев и въглища; по-малко количество отделени емисии CO₂ при пелетите спрямо употребата на въглища.

При изграждане на нова сграда разликата в цената между двата типа инсталации, се явява единствено в себестойността на котела и съответната комплектовка (шнеково устройство и бункер за пелети).

Върху разхода на енергия за отопление влияние оказват редица фактори, които най-общо могат да се разделят на 3 групи: сградна обвивка, навици на обитатели, системна специфика.

- сградна обвивка:

- качество на топлинната изолация и строителното изпълнение;
- акумулационната способност на ограждащите елементи на сградата;
- дял на топлинните печалби (пасивно слънчево отопление и вътрешни топлинни източници) спрямо топлинните загуби от топлопреминаване и вентилация;

- навици на обитателите:

- поведение, индивидуални изисквания към комфорта (по-високи температури, отопление през преходните сезони, режим на експлоатация);
- качество на обслужването и поддръжка на системите;
- продължителност на прекъсване и/или намаляване на мощността на отоплението в неприсъствен режим или през нощта;

- системна специфика:

- топлинни загуби при производството, разпределението и акумулацията на топлинната енергия;

- хидравлично балансиране на отоплителната система;
- качество на регулирането на централното топлопроизводство и на децентрализираното топлоотдаване;
- вид и калоричност на горивото;

Топлинни загуби в отоплителна система

- топлинни загуби при отоплителните котли:
 - загуби с изходящите газове (основни загуби);
 - загуби от непълно горене;
 - през обвивката на котела – 0,5÷2%. По-ниските стойности се отнасят за кондензационните котли.
- загуби на енергия в разпределителната мрежа

Преносът и разпределението на топлина до потребителите, следва да се постигне при минимални топлинни загуби. Регулирането на този процес зависи от два фактора:

- топлоизолационни свойства на тези участъци и тяхната дължина;
- температура на топлоносителя;

Загубите на топлина в разпределителните участъци се променят в границите $q=3\div 12\text{kWh/m}^2\text{у}$. Големината им зависи съществено от дължината на тръбната мрежа. При по-старите сгради загубите се очаква да са по-високи поради нарушената топлоизолация по тръбната мрежа, както и чрез работа с по-висока температура на топлоносителя (липсващо или лошо регулиране на температурата)

- загуби на енергия при консуматорите.

Дължат се на технически обусловени загуби на топлина при предаване на топлинната енергия в отопляваните помещения. Пример за това може да бъде повишаването на температурата в помещенията в помещенията при липса на термостатични вентили на отоплителните тела. Прегряването на помещенията е предпоставка на разхода на енергия за отопление.

За ограничаване на загубите на енергия е необходимо правилно определяне на изчислителните вътрешни температури в зависимост от функционалното предназначение на помещенията. Понижаването на температурата с 1°C , гарантира икономия на енергия 6% ($3\div 6\%$).

Структурно регулиране на отоплителни инсталации

При централизирано топлоснабдяване, регулирането се осъществява на 4 степени:

- 1–ва: централно регулиране – извършва се при топлоизточника и бива качествено, количествено и смесено;
- 2–ра: местно регулиране – извършва се в котелното/абонатното помещение на дадена сграда. Регулира се топлоподаването към група консуматори.
- 3–та: зоново регулиране – прилага се при по-големи системи:
 - пофасадно регулиране на част от отоплителна инсталация – север/юг
 - отопление при различни по вид отоплителни тела – подово-лъчисто отопление; радиатори; вентилаторни конвектори;
 - различни функционално предназначение и период на експлоатация на различни части от сградата;
- 4-то: индивидуално регулиране – към всяко отоплително тяло.

При централно отопление на сграда, регулирането се осъществява на 2 степени. Липсват централно и/или зоново регулиране.

Чрез зоново регулиране възможността за спестяване на енергия е до 30%.

Потребителят може да намали значително разходите на енергия без да прави компромиси с комфорта. Всяко отоплително тяло, във всяка стая, може да бъде управлявано самостоятелно. Всяка зона може да бъде контролирана индивидуално в съответствие с ежедневната ѝ употреба.

Основни предимства на зоновия контрол са: бързото му изплащане, ниската инвестиция и размера на постигнатите енергийни икономии.

Стратегиите за модернизация на системите за регулиране на сгради са:

- избор на подходящо централно управляващо устройство, реализиращо следните две функции:

- регулиране в зависимост от външната температура по твърдо заложена функционална зависимост „температура на топлоносител – външна температура“;

- програмно управление на температурата на топлоносителя – напр. понижаване през нощта;

- избор на подходящо регулиращо въздействие:

- за абонатни станции регулиращите въздействия се реализират чрез регулиращ вентил и/или чрез честотно регулиране на циркуляционната помпа;

- за локален топлоизточник (котел) регулиращото въздействие може да се реализира чрез трипътен смесителен вентил или чрез управление разхода на гориво към горелката.

- поставяне на термостатични вентили или вентили с предварителна настройка към всяко отоплително тяло

Индивидуален контрол:

- термостатичен радиаторен вентил – влияе върху разхода на топлоносител през отоплителното тяло за поддържане на определена температура в съответното помещение, спестява до 20% при централна отоплителна система (ТЕЦ);

Принцип на действие:

Ръкохватката на термостата съдържа флуид, който се разширява, когато температурата в помещението се повиши. Когато температурата спадне, флуидът се свива. Когато флуидът в термостатичния сензор се разширява, стеблото на вентила постепенно бива избутвано затваряйки потока гореща вода в радиатора. А когато изстине, флуидът се свива и потокът на водата за отопление се увеличава – просто, автоматично и без използване на енергия за регулирането.



Най-съществената причина за постигане на значителна икономия на енергия с радиаторните термостати е фактът, че радиаторният термостат използва само количеството енергия, което е необходимо за поддържане на желаната температура.

- вентил с предварителна настройка:

- при еднотръбна инсталация. Такива инсталации не се проектират при ново строителство, но се срещат в старите сгради. Вентила дава възможност за голям поток вода през вентила. При система с една тръба се прави байпас покрай радиаторите, така част от горещата вода протича директно към следващите радиатори на отоплителната система.



- при двутръбна инсталация. При такива системи се монтират вентили с вградено устройство за предварителна настройка. Тази настройка регулира водния поток през всеки радиатор, така че да се подава само толкова топлоносител, колкото е необходимо за поддържане на температурата в помещението така се гарантира подаването на топлоносител към крайните точки на отоплителната система.

На база “Енергиен одит”, възложителят /собственикът на дадена сграда има възможност да избира между различни възможности за икономия на енергия, да се запознае с ефекта на всяка индивидуална мярка от пакета мерки, както и със сроковете на изплащане на всяка съответна мярка, както и общ срок – за целия пакет от мерки. Енергийният одит може да помогне при получаване на държавна дотация.

Енергиен одит:

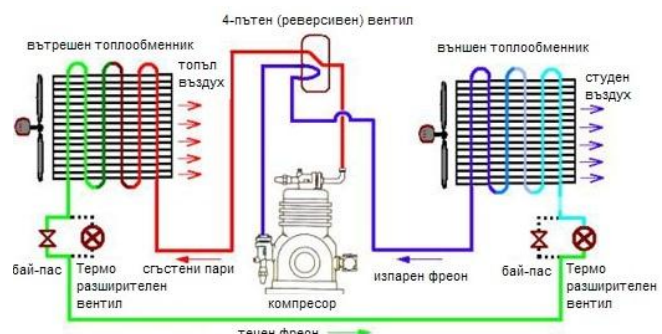
Определя качествено и количествено потреблението на енергия.

Съдържание на енергиен одит:

- оценка на съществуващото положение;
- разработка на варианти за оптимизиране разхода на енергия – топлинна и електрическа;
- икономическа оценка на вариантите – всеки по отделно, както и заедно, като пакет от мерки. Определяне на икономията на енергия изразена в парични средства. Определяне срока на възвращаемост на вложените инвестиции;
- избор на вариант и препоръки за енергоспестяващи мерки (ЕСМ).

На база “Енергиен одит”, възложителят /собственикът на дадена сграда има възможност да избира между различни възможности за икономия на енергия, да се запознае с ефекта на всяка индивидуална мярка от пакета мерки, както и със сроковете на изплащане на всяка съответна мярка, както и общ срок – за целия пакет от мерки. Енергийният одит може да помогне при получаване на държавна дотация.

V.2 Термопомпи: принцип на действие на компресорна термопомпа: изпарителят на термопомпата „фреонът” постъпва в компресора, където от газообразно състояние и ниска температура, се довежда до високо налягане и се загрява,



поглъщайки определено количество топлина. След това преминава в кондензатора, където се охлажда, отдавайки топлина и преминава от газообразно в течно състояние. Преминавайки през разширителния вентил, течният "фреон" се охлажда и частично се трансформира в газообразно състояние, попадайки отново в изпарителя, като затваря циркуляционния кръг. В изпарителя "фреонът" поглъща топлина от външния циркуляционен кръг и се изпарява напълно, след което цикълът се повтаря. Четирипътният вентил служи за обръщане на режима от отопление в охлаждане и обратно като сменя местата на изпарителя и кондензатора.

Ефективността на всяка термopомпа се характеризира основно с два коефициента, които представляват отношение на получената топлинна/студова енергия (отдадена мощност) към вложената електрическа енергия при съответния температурен режим на работа:

- за режим отопление – COP (Coefficient Of Performance);
- за режим охлаждане – EER (Energy Efficiency Ratio);

Енергийна ефективност в режим ОХЛАЖДАНЕ		Енергийна ефективност в режим ОТОПЛЕНИЕ	
A	$3.20 < EER$	A	$3.60 < COP$
B	$3.20 \geq EER > 3.00$	B	$3.60 \geq COP > 3.40$
C	$3.00 \geq EER > 2.80$	C	$3.40 \geq COP > 3.20$
D	$2.80 \geq EER > 2.60$	D	$3.20 \geq COP > 2.80$
E	$2.60 \geq EER > 2.40$	E	$2.80 \geq COP > 2.60$
F	$2.40 \geq EER > 2.20$	F	$2.60 \geq COP > 2.40$
G	$2.20 \geq EER$	G	$2.40 \geq COP$

По-обективният коефициент е SCOP (Seasonal Coefficient Of Performance), респективно SEER - показва енергийната ефективност за целия отоплителен сезон, като се вземат предвид частичните натоварвания, циклите на обезскрежаване и др. Според вида на използвания енергоизточник, най-общо се наблюдават следните видове инсталации – въздух, вода, земя.

Източник „въздух“:

- въздух- въздух: термopомпена система, която извлича топлина от външния въздух и я отдава в помещението посредством хладилен агент – фреон. COP / EER (3,6 / 3,2).
- въздух–вода: инсталацията представлява термopомпена система, която извлича топлина от външния въздух и я отдава на течен флуид (вода или разтвор), който циркулира във вътрешната инсталация. Осигуряват както отопление и охлаждане, така и гореща вода за БГВ нужди:
- моноенергетична система – системата се оразмерява да поема около (60÷95%) от топлозагубите на сградата през най-студения ден. Пиковите натоварвания се поемат от поддържащ електрически нагревател.
- моновалентна – системата се оразмеря да поема максималните топлинни загуби на сградата;
- бивалентна – системата се комбинира за работа с отоплителен котел.

Съществуват две схеми на свързване на термopомпата и котела:

- последователно – котелът е оразмерен така, че да покрива само пиковите мощности;
- паралелно свързване – котела покрива цялата мощност през най-студените дни. Термopомпата се оразмерява на 50% от необходимата топлинна мощност, като по този начин осигурява около 2/3 от необходимата топлина и работи 80% в годината. За останалите 20%, топлинната мощност се поема от върхов отоплителен котел.

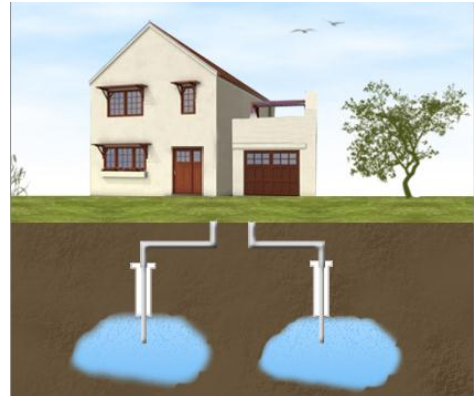
Изисквания: Правилно определяне (изчисляване) на необходимата отоплителна/охладителна мощност. Целесъобразно е през летния период термопомпата да се използва за охлаждане.

Недостатък: Системите въздух/вода са подходящи предимно при нискотемпературни отоплителни инсталации; ефективността на тези термопомпи силно зависи от параметрите на външния въздух

Източник „вода“:

Инсталацията представлява термопомпена система, която извлича топлина от земята посредством сондажна вода и я отдава на течен флуид (вода или разтвор), който циркулира във вътрешната инсталация. Използват се за отопление, охлаждане, вода за БГВ.

Изисква изграждането на два кладенеца – сондажен и попивен. Необходима е съответна регистрация и разрешителни от Басейнова дирекция. Независима от външните климатични условия система



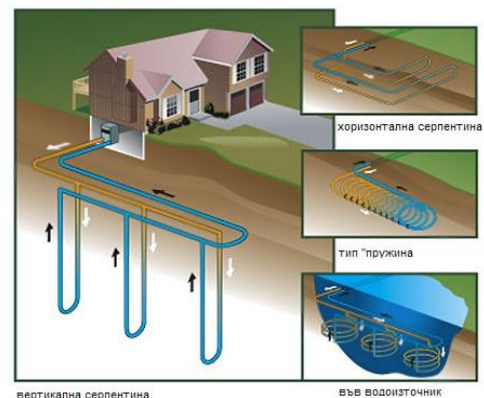
Изисквания:

- независима от външните климатични условия система.
- сондажната вода трябва да е с гарантиран дебит и химически състав (неутрален - $pH=7,0 \div 7,6$)

Източник „земя“:

Инсталацията представлява термопомпена система, която извлича топлина от земята посредством земни серпентини или геосондажи и я отдава на течен флуид (вода или разтвор), който циркулира във вътрешната инсталация. Серпентините (най-често хоризонтално разположени), са тръби предимно от мед или полиетилен, положени на дълбочина 1,5-2,0m. Геосондажите представляват сухи сондажи, в които е поместен специален комплект тръби.

Недостатък: при хоризонтално разположение на серпентината се губи площ, върху която не може да се застроява, да се садят дървета и т.н.



Предимства при използване на термопомпени инсталации:

- ниско ниво на шум;
- не заемат много място;
- няма горивни процеси (опасност от пожар);
- ниска цена за единица получена енергия

Коефициент на трансформация, за различните видове термопомпи:

- въздух / въздух – $3,0 \div 4,2$;
- въздух / вода – $2,6 \div 3,6$;

- земя / вода - 4,2 ÷ 5,0;
- вода / вода – 4,4 ÷ 6,5 (отнесено към термopомпения кръг)

Средногодишен коефициент на трансформация:

- въздух – 3;
- със земен колектор – 4;
- с геотермален сондаж – 4,5;
- с подпочвени води – 4,5;

V.3. Генератори на топлина – отоплителни котли, коогенератори - По своята същност, отоплителните котли са съоръжения за добиване на топлина, която се използва за отоплителни нужди, а също така във вентилацията и климатизацията.

Отоплителните котли **се класифицират** според характеристиките им:

- налягане в горивната камера:
 - подналягане (естествена тяга);
 - надналягане (от горелка с вентилатор);
- конструкция на теплообменните повърхности:
 - пламъчнотръбен – с голям воден обем;
 - водотръбен – малък воден обем;
 - комбинирани – котли с плоски горивни камери и водотръбни или димогарни тръби;
- движение на пламъка и димните газове
 - с и без рецикулация на димните газове
 - дву- триходови;
 - комбинирани.
- вид на горивото:
 - твърдо гориво (със и без вентилатор);
 - течно и газово гориво (горелки с и без вентилатор);
 - нискотемпературни (горелки с и без вентилатор);
 - кондензационни (горелки с и без вентилатор).

Топлина на изгаряне – количеството топлина, отделено при изгаряне на единица гориво (1kg твърдо или течно вещество или 1m³ за газообразно гориво):

- долна топлина на изгаряне – количеството топлина отделено при изгаряне на дадено гориво, без да се включва топлината получена при кондензация на водните пари получени от влагата и изгарянето на водорода на горивото;
- горна топлина на изгаряне – количеството топлина отделено при изгаряне на дадено гориво и отделената при кондензацията на водната пара топлина;

В практиката се работи с “долна топлина на изгаряне”.

Коефициент на излишък на въздуха (α) – отношение на действителното количество въздух, необходимо за горивния процес към теоретично необходимото. По-голям коефициент $\alpha \Rightarrow$ по-големи загуби.

Топлинни загуби при отоплителните котли:

- загуби с изходящите газове (основни загуби);

- загуби от непълно горене; През обвивката на котела – 0,5÷2%. По-ниските стойности се отнасят за кондензационните котли.

Източници на топлина: стандартни, нискотемпературни, кондензационни

- конвенционален (стандартен) котел – работещ с твърдо, течно или газообразно гориво:

- котел на твърдо гориво - използвано гориво: въглища, дърва за огрев, пиролизни, биогорива (брикети, пелети, дървени стърготини и др.)

Коефициент на полезно действие на котлите е 60÷80%. (за котли на пиролиза – до 85%; за биомаса – до 92%).

Недостатък:

Като общ недостатък на котлите на твърдо гориво е по-трудното регулиране на мощността на котела в зависимост от топлинното натоварване на системата (изключение правят котлите на пелети), особено за тези котли, без вентилатор. При тях регулирането се основава на подаденото количество въздух за горене.

При котлите на твърдо гориво е необходимо да се контролира температурата на връщащата от инсталацията вода, а също така и да се предпазва котела от недопустимо повишаване на водата, която се подава към инсталацията. Някои котли имат предпазваща водна серпентина, през която в случай на нужда (прекомерно повишаване на подаваната към инсталацията вода) преминава вода от водопровода и отнемайки част от топлината, се изхвърля в канализационната система.

Като общ недостатък на котлите на твърдо гориво е по-трудното регулиране на мощността на котела в зависимост от топлинното натоварване на системата (изключение правят котлите на пелети), особено за тези котли, без вентилатор. При тях регулирането се основава на подаденото количество въздух за горене.

- пиролизен котел - повече информация - т. II.
- котел на течно или газово гориво – не се различават конструктивно един от друг. Единствената е разликата в горелката. При котли работещи до момента с течно гориво е лесно да се заменят с газова горелка с вентилатор. Изработват се от чугун или стомана. Предимно работят с надналягане в горивната камера.

Предимства:

Гъвкава промяна на мощността на котела в зависимост от необходимите нужди за отопление; възможност за програмно управление; обслужват се лесно. Котли работещи с надналягане в горивната камера са с по-добри параметри спрямо тези с естествена тяга - стабилно горене; независимост от създадения гравитационен напор в комина.

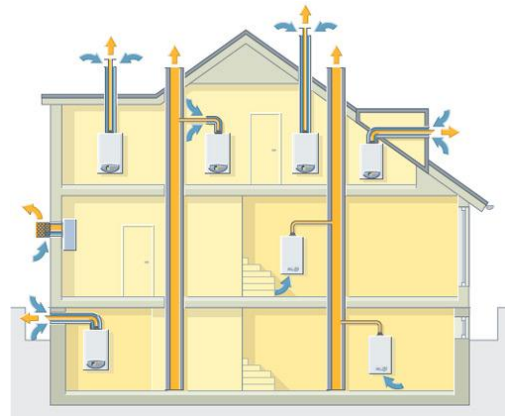
Недостатък:

Повишена консумация на ел. енергия от вентилатора; по-шумни по време на работа; необходимост от поддържане температура на входящата от отоплителната инсталация вода, над температурата на кондензация на водните пари в димните газове.

Възможност за разположение на „стенен“ газов котел в жилищна сграда:

Газовите уреди, в зависимост от начина на отвеждане на димните газове и захранване с въздух за горене, се класифицират, като:

- тип "А" – газови уреди без инсталация за отвеждане на димните газове, при които въздуха за горене се засмуква от помещението;
- тип "В" – газови уреди с инсталация за отвеждане на димните газове, засмукващи въздуха за горене от работното помещение;
- тип "С" – газови горивни инсталации за отвеждане на димните газове, засмукващи въздуха за горене чрез затворена система отвън (газови горивни инсталации, незасмукващи въздух от работното помещение).



- нискотемпературен котел - Предназначен предимно за изгаряне на нефта и газ. Температурата на загряваната вода е в границите $40\div 75^{\circ}\text{C}$ при безстепенно регулиране на температурата ѝ в зависимост от външните климатични условия. Температурата на изходящите газове по-ниска, но няма кондензация на водна пара

Предимства:

По-ниска температура на загряваната вода, което води до намаляване на загубите с изходящите димни газове; к.п.д $90\div 95\%$ (при котли с модулиращи горелки), плавно регулиране на температурата на топлоносителя, в зависимост от режима на работа на отоплителната инсталация или външната температура.

Недостатък:

Влагоустойчив комин (не се препоръчва употребата на зидани комини), подходящи са за инсталации с максимална температура на топлоносителя 75°C ;

- кондензационни котли:

Принцип на работа - въздухът за горене чрез вентилатор, се засмуква от помещението или отвън (външен въздух) в зависимост от вида на котела. В горелката се образува горивната смес, където се запалва. Топлинната енергия се предава посредством топлообменните повърхности на водата към отоплителната инсталация. Температурата на стените на повърхностите трябва да е под 50°C , за да се предизвика процеса „кондензация”. При изгаряне на 1m^3 природен газ се отделят под формата на водна пара, около 1 литър вода. При контакт с топлообменните повърхности водните пари кондензират и се дренират. В процеса на кондензация се отделя топлинна енергия. По този начин кондензационните котли са в състояние на оползотворяват т. нар. „горна топлина на изгаряне” на горивото.

Кондензните котли притежават повишена ефективност поради ниската температура на димните газове и усвояването на топлината на кондензация на водните пари в димните газове. Използват се предимно за газово гориво, тъй като при кондензация на водните пари в димните газове не се образува серниста киселина по нагревните повърхности.

Горелките, с които са оборудвани кондензните котли, са модулиращи, което позволява изменение на мощността, в диапазона $20\div 100\%$. Отделените вредни емисии са минимални. Количествата CO са под 15mg/kWh , а NOx са по-малко от 20mg/kWh (количества около 3 пъти по ниски от допустимите за Европа).

Горивните газове са с температура от около $5\div 15^{\circ}\text{C}$, по-висока от температурата на връщащата от инсталацията вода.

Правилно избран според конкретния случай, кондензният котел, през по-голямата си част от експлоатация, работи в кондензен режим, при което е възможно димоотвеждащата система да се изработи от по-евтини материали.

Голямо е разнообразието на българския пазар на т. нар. "стенни" котли, които са с изключително компактни размери, което позволява да бъдат монтирани в ниши, килери и дори интегрирани в обзавеждането на помещението - вградени в шкафове, непосредствено до външна стена. Тези котли съдържат всички необходими елементи са нормалното функциониране на една отоплителна инсталация: циркуляционна помпа, контролно-спирателна арматура, предпазна арматура, разширителен съд. Биват едно- и двуконтурни (разделно загряване на вода за отоплителната инсталация и вода за битово-горещо водоснабдяване). Относно кръга за БГВ, той може да е изграден от проточен топлообменник или чрез топлообменник и вграден малък акумулиращ съд. Някои производители предлагат кондензни котли "стенен" тип с голяма топлинна мощност - до 115kW .

Кондензационният котел може да осигурява температура на топлоносителя с параметри $80/60^{\circ}\text{C}$ (радиатори), а кондензационната му част да загрява вода за БГВ.

Предимства: постига се икономия на енергия ($12\div 20\%$) в сравнение с обикновен газов котел.

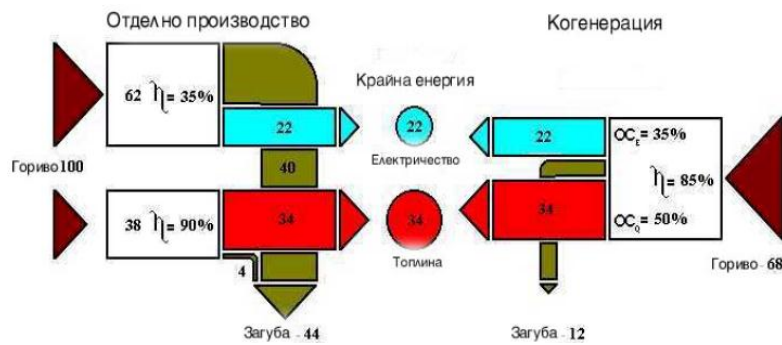
Недостатък: необходим е влагоустойчив комин;

За еднофамилни къщи е изключително подходяща комбинация от газов кондензен котел, с отоплителна нискотемпературна инсталация (напр. подово-лъчисто отопление, вентилаторни конвектори) в комбинация с инсталация слънчеви колектори за загряване на водата за битово нужди (БГВ). През летния период необходимата вода за БГВ нужди ще се осигурява от соларните колектори. Котелът ще се включва при недостатъчна топлина.

Помещенията за отоплителните котли, трябва да са съобразени с „Наредба № Из-1971 за Строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар”.

V.4. Ко- и тригенеративни системи

Когенерация: процес на комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия от един и същ първичен източник на енергия. В сравнение с разделното производство на топлинна и електроенергия, при комбинирания метод се реализира печалба на гориво в размер до 40%.



Елементи на когенераторен агрегат:

- двигател – може да бъде: двигател с вътрешно горене, газова турбина, парна турбина, микротурбина, водородни горивни клетки;
- електрогенератор – синхронен (работи паралелно с мрежата, както и в автономен режим), асинхронен (работи само паралелно с мрежата);
- топлообменник за утилизация на отделената топлина – предават топлината от отработените горещи газове от двигателя на съответен топлоносител (вода, гликол), след което се изхвърлят в атмосферата вече охладени. За повишаване производителността на топлината част от когенератора, топлообменника се допълва с икономайзер, чрез който се загрява топлоносителя преди да постъпи в топлообменника;
- система за контрол и управление- мониторинг на параметрите свързани с нормалната работа на когенераторната инсталация; регулира работата на двигателя;

Видове когенератори

- с двигател с вътрешно горене – к.п.д. 70÷92%. За системи 5,0÷10 000kW.

Биват два вида:

- с искрово запалване, работещи с природен газ;
- със запалване чрез компресия – дизелово гориво или природен газ (в добавка 5% дизелово гориво за запалване на сместа);

- с газова турбина - общ к.п.д.на системата – до 90%. За системи с мощност над 5MW. Много добри екологични параметри (емисиите NOx - 25ppm), високо шумово ниво;

- с парна турбина – общ кпд на системата – до 84%;

- с микротурбина - гориво: дизелово гориво или природен газ. За системи с мощност под 1MW. Емисии NOx - 10÷25ppm. Общ кпд на системата – до 85%;

- с водородни горивни клетки - общ кпд на системата – 80÷85%.

За когенерационна система с по-голяма гъвкавост, се избира такъв със синхронен генератор (при авария в мрежата, асинхронния спира работа).

Предимства на когенераторите:

- ефективно производство на топлинна, електрическа и охладителна енергия от един първичен източник на енергия;
- редуциране на емисиите CO₂;

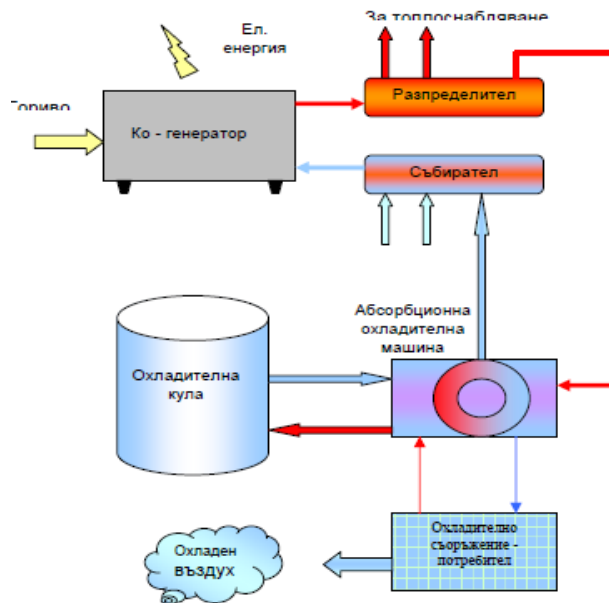
- по-ниска себестойност на получената енергия (топлинна, електрическа и охладителна) в сравнения с разделното им производство;

Предпоставки за избор на когенерационна система:

- съвпадане по време на отоплителен и електрически товар;
- номиналната мощност се избира според необходимия топлинен товар;
- когенератора да покрива успешно нуждите от топлинна енергия през годината 40-50% (50-70%). Останалата част се покрива от върхови котли;
- минималната продължителност на натоварване на системата (при съвпадане на топлинен и електрически товар) да е над 4000÷4500 часа годишно;
- вид използвано гориво – за предпочитане природен газ (ниски емисии CO₂);

Тригенерация:

Производството на топлинна, електрическа и студова енергия чрез присъединяване на абсорбционна хладилна машина. Задвижването на хладилната машина се осъществява чрез топла вода и пара, регенерирани от когенерационния агрегат.



Абсорбционна машина – принцип на работа.

Функционирането на абсорбционните хладилни машини се основава на прилагането на бинерна система. Използват се две вещества, намиращи се в термично равновесие - хладилен агент (работно тяло) и абсорбент.

Действието на абсорбционната хладилна машина се базира на принципа, че при понижаване на абсолютното налягане намалява и температурата на кипене на водата. Основни елементи на една абсорбционна хладилна машина са: генератор, кондензатор, абсорбер и изпарител, помпа и блок за управление. В генератора се намира бинерният разтвор. При подаване на топлинна енергия към него се изпарява част от хладилния агент. Полученият концентриран разтвор литиев бромид се стича в абсорбера. От генератора парите на хладилния агент постъпват в кондезатор, където се охлаждат и кондензират. Процесът е протича с отделяне на топлина. От кондензатора течният хладилен агент попада в изпарителя, където се изпарява при ниско налягане и в условия на подвеждане на топлина от охладаната вода или друга работна среда. Цикълът се затваря с абсорбиране на парите на хладилния агент от бинерния разтвор в абсорбера. Разределеният разтвор на литиев бромид се изпомпва отново в генератора.

В абсорбера и изпарителя се поддържат ниско налягане и температура, докато в генератора и кондензатора - съответно високо налягане и висока температура. За повишаване ефективността на топлообмена в изпарителя и абсорбера тръбите се оросяват, съответно с вода и концентриран разтвор на литиев бромид.

При абсорбционното охлаждане се разграничават **три контура**:

- първи - контур на отоплителната вода ($90 \div 135^{\circ}\text{C}$), която действа в качеството на носител на вътрешния топлообмен. Включен е към източника на топлина – когенератора.
- втори - на студената вода ($7 \div 15^{\circ}\text{C}$), е включен директно в охладителния контур, по аналогичен начин на централното отопление. Вместо с гореща вода, той е пълнен със студена, която е предназначена за охлаждане на въздуха в помещенията и за отвеждане на топлината.
- трети - на охлаждащата вода ($20 \div 45^{\circ}\text{C}$). Предназначена е за охлаждане на топлата вода. Често охлаждането се осъществява чрез охладителна кула.

Предимства при използването на тригенерационните системи:

- оползотворява се топлинната енергия, която се отделя през летния сезон, за производството на студ;
- безшумна и екологично чиста работа на абсорбционната машина;
- ниски експлоатационни разходи;

VI. Отопителни инсталации на биомаса, геотермални инсталации

VI.1.Отопителни инсталации на биомаса

Основни разлики между възобновяема и невъзобновяема енергия:

Възобновяема:

- не се получават отпадъци вследствие на трудната преработка
- в по-голямата си част са неограничени;
- не отделят емисии CO_2 ;
- производството на енергия от възобновяеми източници се подкрепя от българското и европейското законодателство;

Невъзобновяема:

Изкопаемите горива са ограничени и при изгаряне се отделят вредни емисии;

Вид биомаса:

Енергийни култури:

- маслодайни култури за производство на течно биогориво – рапица, слънчоглед, др.;
- бързорастящи дървета – топови, върбови и др.

Индустриални отпадъци:

- течни – хранително-вкусова промишленост;
- твърди – хартия, стърготини от дървопреработвателна промишленост, производство на мебели, на дограма, др.

Градски отпадъци:

- течни – отпадни води;
- твърди – отпадъци от домакинство и търговия.

Селскостопански отпадъци:

- течни – животински и др.;

- твърди – царевични стъбла, слънчогледови стъбла, слама, рапична слама, остатъци от пасища и ливади, остатъци от поддръжка на зелени площи и др.

Утайки от пречиствателни станции;

Дървесина - отпадна дървесина от горскостопанска работа (санитарна сеч), горски стопанства, дърва за отопление, отпадъци от дървопреработка

Според начина на оползотворяване на биомасата:

- индиректно изгаряне:

- след преработка в течни биогорива – биоетанол, биометанол, биодизел, сурово растително масло;
- био-алкохолите са подходящи източници на енергия за бензиновите двигатели. Използването на етанол в автомобилите вместо бензин, води до изразходването на 7 пъти по-малко горивна течност. Отделените газове съдържат 60 пъти по-малко CO. Използва се и т. нар. газохол - смес от бензин и етанол в съотношение 9:1. Био-дизела се използва без конструктивни изменения в дизеловите двигатели. Биодизел се произвежда от рапица, соево, слънчогледово и други растителни масла;
- след преработка в газообразни биогорива – сметищен газ, канализационен газ, биогаз. Биогазът се състои от метан ~70% и въглероден двуокис ~30%. Калоричността му се определя в зависимост от количеството на метан е от 5600 (± 1300 kcal/m³). 1 m³ биогаз е приблизително равен на 6,5 kWh. Сметищния газ се генерира при разлагане на отпадъците в сметищата. Характеризира се с по-малка концентрация на метан – до 55%. Канализационния газ се получава при анаеробна преработка на канализационните утайки. Твърдят остатък е до 5%;
- след термохимично разлагане – пиролиза.

- директно изгаряне

- без преработка – дърва за отопление – за отопление;
- след надробяване – дървесни кори, трески, дървесен чипс – за отопление и комбинирано производство;
- след механично пресоване – дървесни пелети, брикети (дървесни, въглищни) – за отопление.

Качествата на биогоривата зависят от няколко параметъра: съдържание на влага, на пепел, механична устойчивост, чистота на суровината от която е произведено съответното гориво. Тези качества са от особена важност за безпроблемна, ефективна и дълготрайна работа на съоръжението изгарящо съответното биогориво

Предимства на биомасата:

- унищожават се отпадъци от дърводобива и дървопреработването, които водят до замърсяване на водите и почвата, до пожари в горите, запълване на сметищата и депата за битови отпадъци;
- преработката на дървесните отпадъци във вид на брикети, или пелети ще реши проблема с отоплението на частни, или общински сгради, които до момента използват по-скъп енергоносител;

- икономия на хиляди кубични метри дървесина, чрез оползотворяване на отпадъчна биомаса;
- намалява се количеството на отделени вредни емисии във въздуха;
- биоразграждането (способността за бързо разлагане в природни условия) на биодизеловите горива е четири пъти по-голямо от това на дизеловите горива.

Чистите **биодизелови горива** се разграждат от 80% до 85% във вода за 28 дни. Употребата на биодизелови горива, като добавка към дизеловите, увеличава скоростта на тяхното разграждане.

- биодизеловите горива са безопасни и не са токсични. Средната стойност на пламната им температура е около два пъти по-висока от тази на дизеловите горива, което ги прави по-безопасни при складиране и транспортиране;
- цената на енергията получена от биомаса се влияе в по-малка степен от световните цените на горивата, като получената по този начин енергия запазва своята конкурентност;
- отпадните продукти от изгарянето на биомаса се използват за наторяване, с което се намалява количеството на използваните изкуствени торове, а оттам се намалява замърсяването на почвата.

В България най-популярно е директното изгаряне на плътна дървесина (дърва за огрев) за битово отопление. Разпространено е предимно в селските райони, градове без газоснабдителна или топлофикационна мрежа.

При еднофамилните къщи, все по-широко започват да се използват, като средство за отопление пелети (отоплителни инсталации с котел на пелети или пелетна камина), както и брикети.

От дървесните отпадъци, България може да произвежда 13,5 милиона MWh топлинна енергия годишно.

Най-често, за битова употреба се използват:

- дърва за огрев – директно изгаряне или чрез пиролизни котли;
- дървесните пелети;
- брикети.

Пиролизен котел – принцип на действие:

Получаването на енергия от дървесината е чрез процес на суха дестилация на дървесината – пиролиза. В среда с ограничено съдържание на кислород, дървесината термично се разлага на неорганични и органични вещества - окиси на водорода и въглерода, въглероден диоксид, азот, ацетон и пепел (~2%).

Най-общо протичане на процеса:

1). В камерата за зареждане дървесината е подложена на сушене и газоотделяне. Дървесината тлее при херметично затворена горивна камера, затворена клапа на комина, в среда с малко количество въздух, регулиран от вентилатор. Отделения газ се насочва към дюза, намираща се под камерата за зареждане. Към дюзата се подава вторичен въздух, който се смесва с дървесния газ в оптимално съотношение, за да се осигури пълно изгаряне на продуктите от пиролизата.

2). Изгаряне на дървесния газ в долната камера при температура 1000÷1200°C.

3). Догаряне на дървесния газ и топлообмен.

Предимство: високо к.п.д – 85%.

Недостатък: необходимо е дървесината да е с влажност 20% и да е с определен размер.

Дървесните пелети - направени от изсушени и смлени отпадъци, пресовани под високо налягане и при висока температура, във форма на малки цилиндри. Не съдържат слепващи субстанции. Лигнинът, който се съдържа в тъканите на растенията, при температура над 100°C, омеква и позволява на материала да придобие съответната форма, както същевременно се явява, като естествено лепило, поддържащ формата на пелетите.



Основни параметри на дървесните пелети:

- съдържание на пепел: поради факта, че са с естествен произход, в биомасата има определено количество негорима минерална маса, която е естествено абсорбирана или механично попаднала в крайния продукт. Дървесните пелети се произвеждат от сърцевината на дървесината. При попадане на кора в тях се увеличава пепелното съдържание и се намалява качеството им. Съдържанието на пепел при дървесната биомаса е в по-малко количество от това при житните култури;
- съдържание на влага: Съдържанието на влага е предимно 8 ±10%, при което се гарантира механична здравина на горивото;
- механична устойчивост. Този параметър характеризира тяхната устойчивост срещу раздробяване при транспорт. Високата степен на механична здравина на пелетите гарантира по-ниска степен на раздробяване на пелетите и безпроблемна работа на подаващите устройства на пелетните механизми. За различните съоръжения изискванията за механична устойчивост са различни и трябва да се вземат предвид при закупуване на горивото.

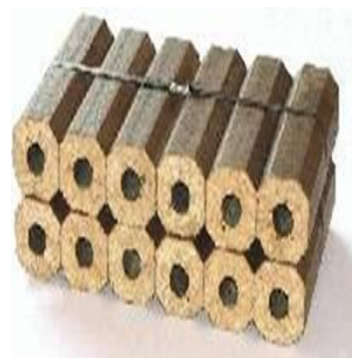
През 2010 г. в ЕС се приема нов стандарт за дървесни пелети EN14961-2 и се въвеждат нови сертификати за пелети - ENplus за пелети използвани в готли за битови нужди и EN-B за пелети използвани в промишлени котли.

ENplus има два класа за качество: A1 и A2.

Стандарт	Сертификат	Диаметър, mm	Съдържание на пепел, %	Механична якост, %
EN14961-2	ENplus – A1	6 (±1) 8 (±1)	≤ 0,7	≥ 97,5
EN14961-2	ENplus – A2	6 (±1) 8 (±1)	≤ 1,5	≥ 97,5
EN14961-2	ENplus – B	6 (±1) 8 (±1)	≤ 3,5	≥ 96,5

Дървесните брикети - продукт, подобен на пелетите (добиват се идентично на дървесните пелети), но с по-голям диаметър (Ø 40-80 mm). За производството им може да бъде използвана различна изходна суровина. В зависимост от това, брикетите могат да бъдат от широколистна дървесина (дъб), или от иглолистна дървесина (бор) и т.н.

Както при при пелетите, производственият процес на дървесни брикети включва няколко етапа: дробене на суровината, сушене и пресоване. Пепелно съдържание <1,5%. Калоричност ~4500kcal/kg



Енергиен потенциал на дървесината:

Наименование	Енергиен потенциал	Влагосъдържание	Съдържание на пепел
-	Wh / kg	%	%
Дърва за огрев	3 600 ÷ 4100	20	3 ÷ 5
Дървесни пелети	4 500	8 ÷ 10	< 1
Дървесни брикети	5 000	5 ÷ 10	< 1
Дървесен чипс	4 000 ⁽¹⁾ ÷ 4 100 ⁽²⁾	20 ÷ 60	3 ÷ 5
Дървесна кора	2 500	20	10

Енергийна мощност при 15% влажност:

Широколистни		Иглолистни	
Клен	4 500 Wh / kg	Лиственица	4 800 Wh / kg
Елша	4 600 Wh / kg	Ела	5 000 Wh / kg
Ясен	4 600 Wh / kg	Смърч	4 900 ÷ 5 200 Wh / kg
Дъб	4 800 Wh / kg	Бор	5 200 ÷ 5 500 Wh / kg
Бреза	4 900 ÷ 5 000 Wh / kg		
Бук	4 600 ÷ 5 800 Wh / kg		

Средна стойност за широколистни видове: 4 600 Wh / kg

Средна стойност за иглолистни видове: 5 100 Wh / kg

Горивната мощност на дървесината е обратнопропорционална на влажността ѝ. При току-що отсечена дървесина е влажността е около 55%, а при отпадъци от дървообработване е около 10%.

Горивна мощност на дървесина при определено влагосъдържание:

при 0% 4 800 ÷ 5 300 Wh / kg

при 15-20% 4 000 ÷ 4 400 Wh / kg

при 50% 2 100 ÷ 2 300 Wh / kg

Слама - след прибиране на реколтата в страната остават общо около 5 милиона тона слама, от която може да се произведе още 10 милиона MWh.

Сламата се приема като биогориво, със сравнително голям потенциал за производство на топлина. Предимства ѝ като гориво са: широкото ѝ разпространение и лесната достъпност в селскостопанските райони; неутралността по отношение на отделяните въглеродни окиси, поради което тя се счита за екологично чист източник на енергия;

Отделяните летливи вещества при изгарянето на сламата са около 70%, което налага специални изисквания към разпределението и смесването на въздуха, постъпващ в зоната на горене, а така също към конструкцията на горивната камера. Допустимият диапазон, в който може да варира влажността на сламата, е около 10 - 25%, като обикновено за оптимална се счита влажността от порядъка на 15÷18%. Калоричността на сламата при 10% влажност е около 3500kcal/kg, с пепелно съдържание около 5-6 %.

VI.2. Геотермални инсталации

Какво представлява геотермалната енергия?

Земята съхранява огромно количество енергия. Това е единствената възобновяема енергия и източник земя, и носи наименованието – геотермална енергия. Геотермалната енергия е възобновяем източник на енергия, който е в състояние да осигурява топлина 24 часа в денонощието целогодишно, независимо от атмосферните условия и сезоните.

Това, което прави тази енергия използвана, е наличието на много области върху земната повърхност с повишен топлинен поток (геотермични аномалии).

България е богата на геотермални ресурси, които са общинска или публична държавна собственост. У нас има проучени над 840 находища, от които около 140 са с температура до 103°C.

Приблизителният теоретичен потенциал за системи за директно ползване на геотермална енергия за проучени източници е около 4000 GWh/годишно, а техническият потенциал е не по-малко от 3000 GWh/годишно. Като напълно чист източник на енергия и при това безплатен, геотермалната енергия е подходяща възможност за отопление и битово-горещо водоснабдяване, както и за получаване на електроенергия (геотермални електроцентрали).

Средното увеличение на температурата в дълбочина е от около 3°C на всеки 100 м (с изключение на термалните зони).

Видове геотермални ресурси:

- скални пластове на горещи сухи породи – топлина акумулирана в скални масиви. Тези ресурси са с нисък топлинен потенциал и неравномерно разпространение;

- хидротермални ресурси – топлинна енергия се пренася чрез топлоносител вода, чрез естествено или принудително водочерпене. Геотермалните сондажи с температура на водата >+22°C се смятат за енергийни източници на геотермална енергия;

- нископотенциална геотермална енергия – температурата на земните пластове не е висока, но може да се използва от някои консуматори посредством термотрансформация.

Най-често използвания геотермален източник, са нископотенциалните ресурси.

Принцип на работа:

Геотермалната термопомпа набавя топлина по два начина:

- чрез геотермия – посредством топлообменници се използва топлината на земния слой;
- чрез директно използване на подземните води. В горния си слой (дълбочина под 10m), земята има приблизително постоянна температура $10\div 16^{\circ}\text{C}$, която през лятото е по-ниска от външната температура и по-висока – през зимата. Термопомпата не създава енергия, а само я премества от точка с по-висока температура към точка с по-ниска.

Видове геотермални инсталации:

- земя-вода – този вид термопомпа извлича топлината на земните пластове, без да нарушава (изменя) другите баланси – организми, вода, химичен състав и др.;
- вода-вода - тези термопомпи на с най-добър коефициент на трансформация (ефективност). При тях се изискват голямо количество вода, което да е на малка дълбочина и с подходящ химичен състав. Препоръчително е да не се използва вода с температура $<7^{\circ}\text{C}$;

Областта на прилагане на хидротермалните ресурси зависи от много фактори: дебит и температура на термалната вода, съдържание на агресивни компоненти, химически състав и др. Най-ефективно е използването на хидротермалната вода за: отопление, БГВ, загряване на вода за технологични нужди.

Инсталациите за оползотворяване на геотермална вода съдържат:

- вододобивна система – сондажни съоръжения, помпи, тръбопроводна мрежа, резервоари, разпределителна и управляваща апаратура и др.;
- отоплителен център – топлотехнически съоръжения, чрез които се предава и пренася топлинната енергия към консуматорите – топлообменници, термопомпен агрегат, помпи, водопроводна система, автоматика и др.;
- върхова котелна (електроотоплителна) инсталация – използва се за покриване на върхови натоварвания на консуматорите.

Елементи на геотермална инсталация:

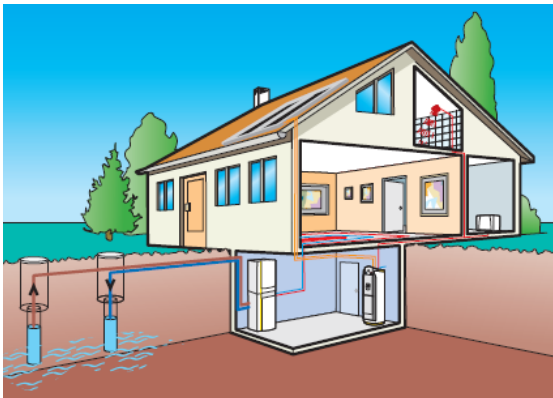
- топлообменник разположен в земята – състои се от вкопани в земята медни или полиетиленови тръби, разположени хоризонтално или вертикален сондаж;
- термопомпа – базирана на компресорно-кондензационен цикъл;
- сградна отоплителна инсталация;

Съществуват следните системи за оползотворяване на нископотенциална геотермална енергия:

Система с директно подаване на подпочвена вода:

Тази система се състои от два кладенеца – водочерпен (сондажен) и попивен. Потопяема помпа, подава подпочвена вода с постоянна температура ($+8\div +15^{\circ}\text{C}$), към изпарителя на термопомпата. При топлообмена между водата и фреона, последния се изпарява. Охладената след изпарителя вода до температури около $+4\div +8^{\circ}\text{C}$, се връща обратно в земята чрез попивния кладенец.

Тази система е с най-висок коефициент на преобразуване на енергия. Препоръчително е да се използва при наличие на подпочвени води с необходимия дебит.



Изисквания:

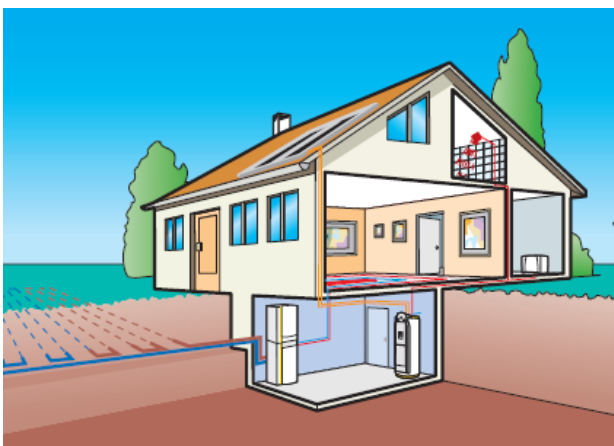
Сондажната вода трябва да е с гарантиран дебит и химически състав (неутрален - $pH=7,0\div 7,6$);

Система с хоризонтална серпентина:

При тази система изпарителя на термopомпата представлява серпентина от полиетиленова тръба (най-често $\varnothing 32$), която се полага на дълбочина около $1,5\div 2,0m$. Чрез серпентината топлоносителя усвоява топлината от повърхностния почвен слой и я предава на вътрешния отоплителен кръг. Сградната отоплителна инсталация най-често е нискотемпературна (чрез конвектори, лъчисто отопление – подово, стенно). С тази система е възможно и подгръване на вода за битови нужди (БГВ).

Препоръчителна дължина на серпентина – max 100m

Системата се характеризира със значителна необходима площ за разполагане на серпентината – около $1,5\div 2,5$ пъти спрямо площта за отопление.



При втори вид термopомпи, хладилния агент циркулира в медни тръби и директно се изпарява от топлината на почвата.

Изискване:

Разполагане на подаващият и връщащият колектор на по-високо ниво, с оглед по-добро обезвъздушаване на системата

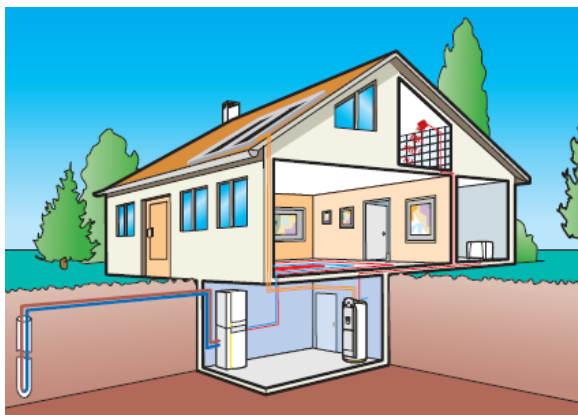
Недостатък:

При хоризонтално разположение на серпентината се губи площ, върху която не може да се застроява, да се садят дървета и т.н.

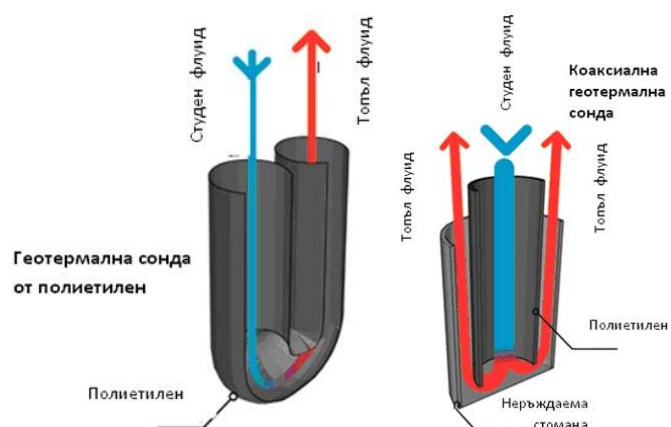
Система със сондаж:

Тази система се използва когато няма налични на водоизточник осигуряващ почвена вода необходимите характеристики или е невъзможно разполагане на хоризонтална серпентина поради липса на достатъчно площ за това. Системата представлява дълбок сондаж (или група сондажи), в който се полагат вертикални U-образни топлообменници (най-често полиетиленови тръби $\varnothing 32$ или $\varnothing 40$), изпълнени с топлоносител (фреон, CO_2 , др.), или солови разтвори.

Когато се използват разтвори, към системата се добавя междинен топлообменник.



За терени с високо съдържание на вода, особено подходяща е сонда състояща се от коаксиална тръба. Вътрешната е полиетиленова, а външната – от метал. През вътрешната, се изпомпва циркулиращия флуид, който се изкачва през междутръбното пространство като по този начин осъществява топлообмен със земята.



Оразмеряване на отоплителната система:

Ефективността на работа на геотермална система зависи от натоварването на консуматорите през отоплителния сезон и през цялата година. Някои консуматори са с почти постоянен товат през годината (напр. БГВ), други зависят от външните условия (отопление).

Ако една геотермална инсталация се оразмери да покрива целия товар за отоплителни нужди, тогава тя ще бъде напълно натоварена за малък интервал от време, когато външната температура при зимни условия е достатъчно ниска. По този начин, в по-голямата част от експлоатацията си, системата ще работи с непълен товар и част от геотермалната енергия няма да се оползотвори (ще бъде изхвърлена). Този начин на работа е икономически нецелесъобразен, тъй

като преобладаващо система ще работи с намалена мощност. Поради това, геотермалната система се оразмерява да покрива част от топлините нужди на консуматорите. Недостигът на енергия ще е за малък интервал от време (през най-студените дни), когато ще се включи допълнителен източник на енергия (върхова котелна централа или електроотопление).

Най-често геотермалната енергия се оразмерява на 70% от максималните топлинни нужди на консуматорите.

За пълноценно оползотворяване на хидротермалните ресурси, е важно наличието на консуматори с нискотемпературен топлоносител (вентилаторни конвектори; подово-лъчисто отопление).

Термопомпите тип вода/вода, могат да използват енергията на морска вода, езеро, кладенец и др.

При работа е незамръзваща течност (разтвор на антифриз или друга течност) може да работят при температура на водата -8°C . Този тип системи се използват цялгодишно за отопление и охлаждане.

Определяне на необходимата площ A_e , за изграждане на хоризонтална термопомпена инсталация, при повърхностен земен слой:

$$A_e = Q \cdot f_e (\varphi - 1) / q_e \cdot \varphi, \text{ m}^2$$

където:

Q – отоплителна мощност при изчислителни условия, W ;

φ – коефициент на трансформация на термопомпата;

f_e – коефициент на покриване на отоплителната мощност ($f_e=0,75 \div 1,0$).

За моновалентни инсталации $f_e=1,0$

При използване на бивалентна схема на термопомпена инсталация, необходимата площ A_e , може да бъде намалена.

Пример 1: Да се определи необходимата площ за полагане на хоризонтална серпентина, при следните параметри: необходима топлинна мощност за сградата $Q=10000W$; средно специфично топлоотделяне от почвата $q_e=30W/m^2$; коефициент на трансформация на термопомпата за осигуряване на необходимата при изчислителни условия топлинна мощност $\varphi=2,8$; коефициент на покриване на отоплителната мощност $f_e=1,0$ (моновалентна инсталация):

$$A_e = 10\,000 \cdot 1,0 (2,8 - 1) / 30 \cdot 2,8 = 214,3 \text{ m}^2,$$

$$\text{При бивалентна схема } f_e=0,8 \Rightarrow A_e = 10\,000 \cdot 0,8 \cdot (2,8 - 1) / 30 \cdot 2,8 = 171,4 \text{ m}^2,$$

Определяне на необходимия дебит на подпочвена вода:

$$m=3,6 \cdot Q \cdot (\varphi - 1) / c \cdot \Delta t \cdot \varphi, \text{ kg/s}$$

където:

Q – отоплителна мощност при изчислителни условия, kW ;

φ – коефициент на трансформация на термопомпата;

c – специфичен топлинен капацитет на водата, kJ/kgK ;

Δt – охлаждане на подпочвените води, K (обикновено $\Delta t=4K$)

Ориентировъчна мощност на геотермална сонда, в зависимост от земните пластове:

Вид почва	W / m сондаж
Чакъл, пясък - мокри	55÷80 W/m
Гранит, гнайс	55÷85 W/m

Чакъл, пясък - сух	20÷25 W/m
Глина чернозем - мокри	30÷50 W/m
Пясъчник	55÷65 W/m
Глина, кал	25÷40 W/m
Варовик	45÷70 W/m

Пример 2: необходима мощност от геотермална енергия – 10kW. Извличана енергия в зависимост от вида на почвата - 50 W / m.

Необходима дълбочина – $10\,000\text{ W} / 50\text{ W/m} = 200\text{m}$

Един сондаж от 200m или 2 сондажа по 100 (с еднакви дълбочини за хидравлично равновесие) или 4 по 50m.

Предимства при употребата на геотермална термопомпена инсталация.

- цената за единица отоплителна мощност с такъв тип система, е 4-5 пъти по-малка в сравнение с цената при конвенционално електроотопление и около 2-3 пъти в сравнение с използването на други горива;
- не се използват горива за отопление – няма зависимост от цената на съответните горива;
- не се влияе от атмосферните условия;
- липса на отделяне на вредни емисии;
- енергийният източник е винаги наличен;
- лесна поддръжка и експлоатация;

Изисквания преди монтажа на съответната геотермална термопомпа.

Проучвания преди монтажа на съответния тип инсталация:

- необходим дебит вода - 24 часово пробно изпомпване от кладенците;
- температура на водата – на дълбочина 20m, температурата е около 10°C. Значителни отклонения от тази стойност са признак за просмукани повърхностни води в подпочвените;
- физикохимичен състав на водата – анализ в оторизирана лаборатория;
- определяне на необходимия брой кладенци и тяхното разположение, за обезпечаване на необходимия воден дебит.

VII. Соларни колектори

VII. 1. Слънчева радиация, принципи на работа на соларни панели

Ежегодно Земята получава от Слънцето 1015 MWh енергия, която е пъти повече от необходимата на човечеството.

Максималната стойност на интензитета на слънчево облъчване на външната страна на атмосферата е около 1360W/m^2 . Тази стойност се нарича „слънчева константа“.

При преминаването през атмосферата голяма част от лъчението се поглъща от газове, прах, влага и др. 40% от падащото лъчение е във видимия спектър, 10% - ултравиолетово лъчение и останалата част – инфрачервени лъчи.

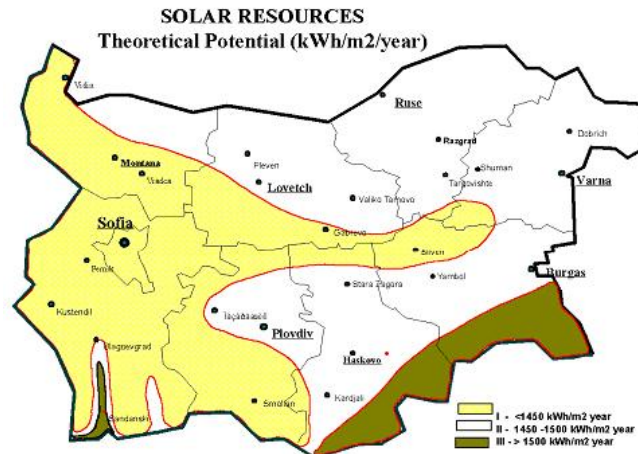
Количеството попаднала енергия върху дадена повърхност зависи от ъгъла, под който преминават (падат) лъчите през атмосферата и от наклона на повърхността спрямо тези лъчи. По този начин малката височина и

отслабването на слънчевия лъч, изминаващ по-дълъг път през атмосферата, води до намаляване на притока на слънчево лъчение през зимата.

Освен прякото лъчение, върху повърхността попада и дифузно лъчение. То възниква в резултат на различни видове отражения на слънчевите лъчи от атмосферата и повърхността на земята и обкръжаващата среда.

Например, през облачен зимен ден интензитетът на дифузното лъчение е 50-100W/m². Сумата от прякото, отразеното и дифузното лъчение е енергията, която попада върху дадена повърхност. Средната стойност на тази енергия при благоприятни условия е 900÷1000 W/m². През зимата дифузното лъчение представлява около 65% от общото лъчение, като неговата интензивност на територията на страната е равномерно разпределено.

Сумарната радиация попадаща върху дадена повърхност се формира при действието на пряката и дифузната радиация. Съотношението между пряката и дифузна радиация е променливо. При ясен ден частта на дифузната радиация е около 15%, докато при облачен зимен ден пряката радиация има приблизително нулева стойност.



Централен – източен регион – заема 40% от територията на страната и 30% от населението. Средна годишна продължителност на слънчевото греене:
За периода 31.03. - 31.10. – 1640 h ; За периода 31.10. - 31.03.– до 400 h;
Ресурс на слънчевата енергия – 4kWh/m²/дневно или 1450kWh/m²/ годишно

Североизточен регион – заема 50% от територията на страната и 60% от населението. Средна годишна продължителност на слънчевото греене:
За периода 31.03. - 31.10. до 1750 h ; За периода 31.10. - 31.03. 400 – 500 h
Ресурс на слънчевата енергия – 4,25 kWh/m²/дневно или 1450-1500 kWh/m²/ годишно

Югоизточен и Югозападен – заема 10% от територията на страната и 10% от населението. Средна годишна продължителност на слънчевото греене:
За периода 31.03. - 31.10. над 1750h ; За периода 31.10. - 31.03. над 500h
Ресурс на слънчевата енергия – повече от 4,25 kWh/m²/дневно или 1550 kWh/m²/ годишно

Видове слънчеви колектори:

Според начина на преобразуване на слънчевата енергия:

- термосистеми – за затопляне на вода за БГВ; за затопляне на вода за БГВ и подпомагане на отоплението; за загряване на вода за басейн;
- Фотоволтаични - производство на електрическа енергия

Термосистеми, в зависимост от начина на циркулация на флуида през колектора:

- пасивни (термосифонни) – циркулация под действие на разликата в плътността на флуида;
- активни – принудително движение на топлоносителя;

Според температурата на топлоносителя:

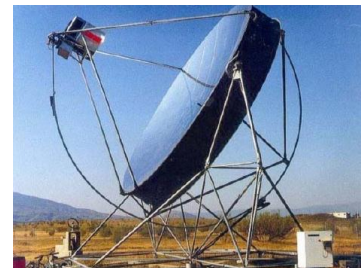
- нискотемпературни – $t_t < 80^{\circ}\text{C}$;
- среднотемпературни – $80 \leq t_t < 150^{\circ}\text{C}$;
- високотемпературни - $t_t \geq 150^{\circ}\text{C}$

Слънчеви колектори за производство на топла вода:

Съоръжения, които улавят и трансформират в топлина пряката и дифузната слънчева радиация.

В зависимост от въздействието на елементите на колекторите, основно се разделят на два вида – обикновени и концентриращи.

Използваните най-често в бита обикновени слънчеви колектори са два вида: плоски и вакуумно-тръбни.



Плоски слънчеви колектори:

Основни елементи на слънчев колектор (СК):

- корпус – кутия, изработена от метални профили, обикновено алуминиеви, стоманени или от цинкувана ламарина. В него се полагат абсорберът, изолацията, покритието и тръбните връзки. Основно изискване към корпуса е да осигурява необходимата якост за безпроблемно транспортиране и монтаж на колектора, лесна поддръжка и сервиз, както и достатъчна плътност;

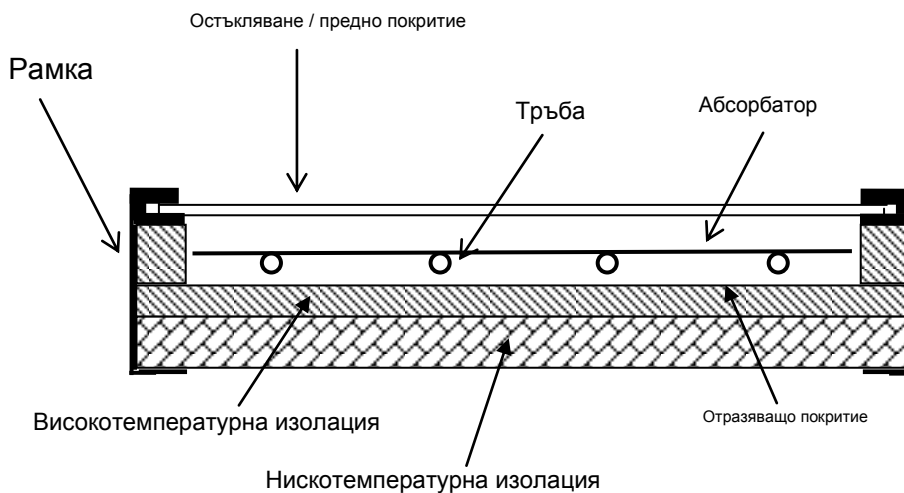
- прозрачно покритие - изработва се от стъкло или от поликарбонатна пластина, която е все по-предпочитана поради по-малкия коефициент на отражение. Материалите, използвани за покритието е необходимо да притежават висока светлопропускаемост, да бъдат термоустойчиви, да притежават достатъчна якост и да са устойчиви на атмосферни влияния. Покритията могат да бъдат еднослойни и двуслойни, обикновено се препоръчват двуслойните поради по-малките загуби от топлопреминаване. Срещат се също и комбинирани покрития от два различни материала;

- абсорбер – използват се топлопроводими, корозионноустойчиви материали като мед, стомана и др. Препоръчително е да е със селективно покритие, което осигурява по-добра поглъщателна способност;

- изолация – предназначението ѝ е да ограничи топлинните загуби от долната и страничните повърхнини на абсорбера. Между прозрачното покритие и корпуса се поставя уплътнение от термоустойчив каучук или тефлон;

- рефлектор – алуминиево фолио, положено върху топлоизолацията. Отразява топлинните лъчи от вътрешната част на абсорбера обратно към него.

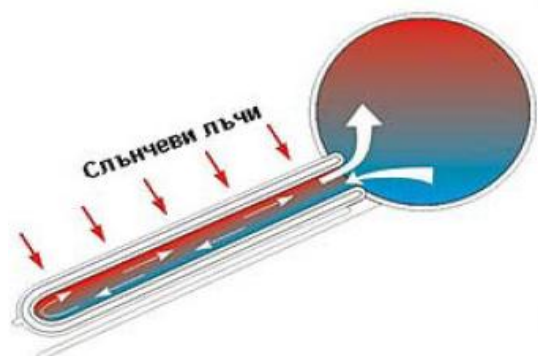
Плосък слънчев колектор – принцип на действие: “Парников ефект” - голяма част от слънчевите лъчи преминават през прозрачното покритие и достигат до повърхността на колектора. Там една част се отразяват, а друга се поглъщат от черната повърхност и повишават температурата ѝ. Започва излъчване на инфрачервени лъчи от двете страни на черната повърхност, които лъчи в голяма степен се отразяват от стъкленото покритие на колектора обратно към черната повърхност, като я загряват допълнително. След това течността, която служи за провеждане на топлината (вода или вода с антифриз) и се намира в тръбите на абсорбатора, също се загрява и предава енергията на водата в резервоара



Вакуумно-тръбен колектор - принцип на работа:

- вакуумно-тръбен колектор с директно загряване на топлоносителя (пряко загряване на работния флуид във вакуумната тръба):

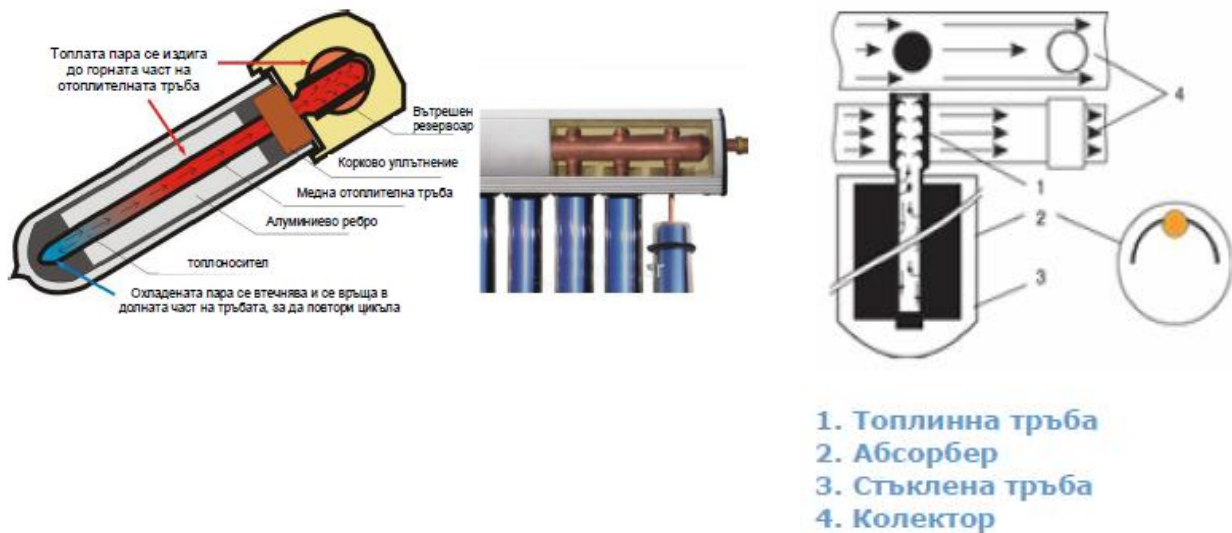
Състои се от две стъклени тръби от боросиликатно стъкло, слепени в горната си част и въздуха между тях е изтеглен. Така образувания вакуум осъществява отлична изолация на вакуумната тръба. Външната тръба е прозрачна и позволява



преминаване на слънчевите лъчи. Вътрешната тръба, която е покрита със селективно покритие, изпълнява функцията на абсорбер и поглъща слънчевата радиация. Загряването на водата става на принципа на “термосифонният ефект”. Загретият топлоносител се изкачва в горната част на тръбата.

- вакуумно-тръбен колектор с топлинна тръба (**непряко загряване**):

Съставен е от стъклена тръба, в която е поставена по-малка тръба пълна с бързоизпаряваща се течност. Пространството между двете тръби е вакуум, който възпрепятства излъчването на топлина в пространството. Около вътрешната тръба се намира абсорбер. При загряване на вътрешната тръба, флуида се изпарява, излиза от вакуумната среда и постъпва в кондензатора (без да напуска вътрешната тръба). Там се обтича от течността, втечнява се и по естествен път постъпва отново на дъното на тръбата. Вътрешността на вътрешната тръба е вакуум, с оглед по-бързо кипене на течността при по-ниска температура.



Видове системи според начина на монтаж:

- директно, върху скатен покрив – 1;
- интегрирани във скатен покрив (колектора в част от покрива) – 2;
- върху стойка (при плосък покрив, терен) – 3;
- на стена – 4;



1



2



3



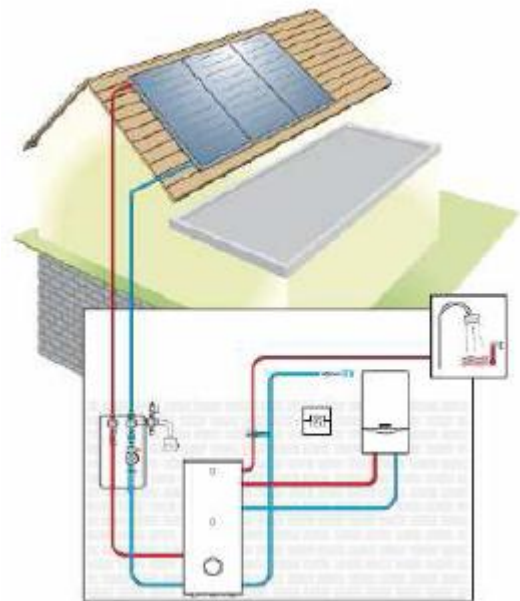
4

Определяне / оразмеряване на соларните системи:

- само за загряване на вода за битови нужди (БГВ):

Основни компоненти на слънчевите системи за производство на топла вода:

1. Слънчеви колектори;
2. Управление, контролиращо и управляващо работата на системата, с дисплей за визуализиране на функциите;
3. Соларна станция , състояща се от помпа, спирателни кранове, термометър, дебитомер, манометър, предпазен клапан и др;
4. Серпентинен бойлер /едно серпентинен или двусерпентинен/



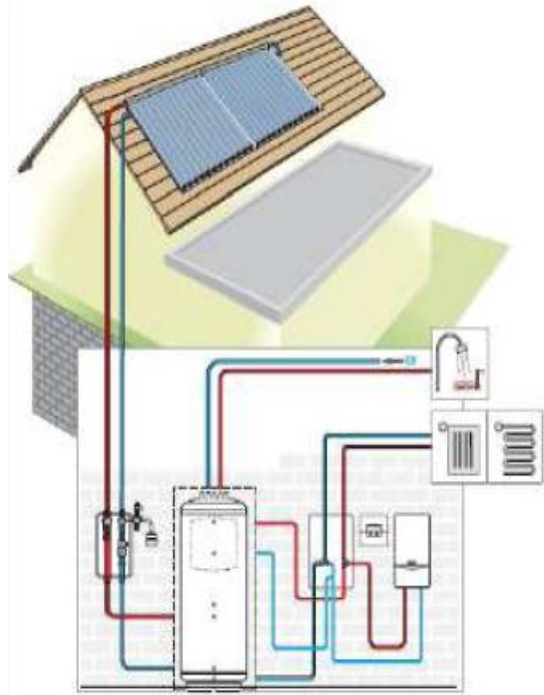
Условия за ефективно загряване на вода за БГВ чрез слънчеви колектори:

- добре изчислена и оразмерена слънчева система с правилно разположение на слънчевите колектори, в зависимост от периода на експлоатация (сезонно / целогодишно);
- ориентировъчни параметри на системата - $(50 \div 100l) \approx 70l$ вода в буферен съд на всеки $1m^2$ слънчев колектор

Загряване на вода за битови нужди и подпомагане на отопление:

Основни компоненти на системата:

1. Слънчеви колектори
2. Управление, контролиращо и управляващо работата на системата – производството на топла вода и регулиране на отоплението с дисплей за визуализиране на функциите.
3. Соларна станция, състояща се от помпа, спирателни кранове, термометър, дебитомер, манометър, предпазен клапан и др.
4. Комбиниран серпантинен бойлер или бивалентен буферен слънчев водонагревател.
5. Хидравличен блок, състоящ се от 2 трипътни вентила с моторно задвижване, 2 спирателни крана, 2 възвратни клапана и 2 термометъра.



Условия за ефективно отопление чрез слънчеви колектори:

- минимални топлинни загуби – добра изолация и качествена дограма;
- нискотемпературно отопление – подово-лъчисто, вентилаторни конвектори;
- добре регулирано отопление;
- добре изчислена и оразмерена слънчева система с правилно разположение на слънчевите колектори.

При изпълнени горните условия, слънчевата система може да подsigури до 30% от енергията за отопление на географската ширина, която се намира и България. Ориентировъчни параметри на системата:

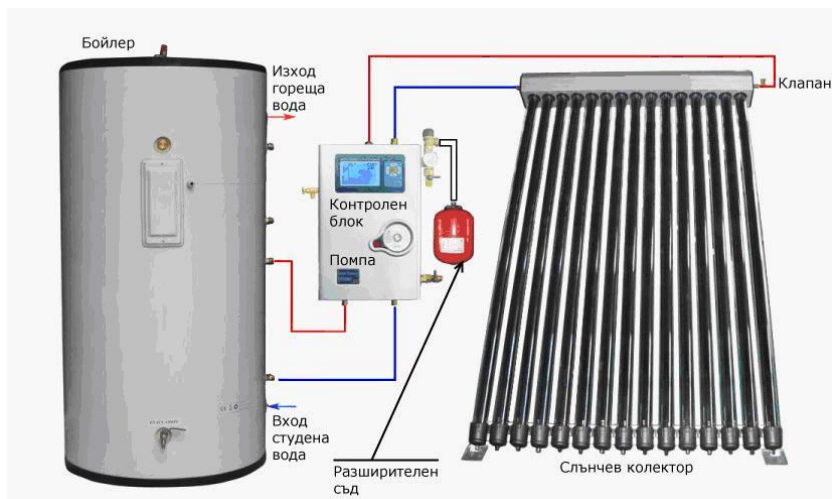
- ⇒ $0,8 \div 1,1 \text{ m}^2$ колекторна площ на всеки 10 m^2 отопляема жилищна площ;
- ⇒ $50 \div 70 \text{ l}$ вода в буферен съд на всеки 1 m^2 слънчев колектор

Загряване на вода за басейн:

Ориентировъчни параметри на системата - приблизително 1 m^2 колекторно поле за всеки m^2 площ на басейна

Основни елементи на соларна инсталация:

- соларен колектор – плосък, вакуумно-тръбен;
- акумулиращ съд – бойлер, най-често за загряване на вода за БГВ нужди;
- контролен блок с помпена група – осигурява циркулацията на работния флуид и управлявана работата на соларната инсталация;
- разширителен съд – поема термичните разширения на работния флуид



Разтвори за слънчеви колектори

За слънчеви колектори за целогодишна употреба се използват антифризни разтвори, при използване на етиленгликол или пропиленгликол. Разтворите на етиленгликол са токсични и поради това се използват при отоплителни системи. Пропиленгликола не е токсичен и е безвреден за здравето на хората

Характерни особености на соларните колектори:

Плосък колектор:

- по-голямо съпротивление при вятър (плътна повърхност);
- по-ниска ефективност за m^2 в сравнение с вакуумно-тръбните колектори;
- по-високи топлозагуби през колектора, който се явяват положително качество през зимата, защото разтопяват снега и колектора продължава да функционира.

Вакуумно-тръбен колектор:

- по-малко съпротивление при вятър;
- по-висока ефективност при облачно, или лошо време в сравнение с плосък колектор, поради факта, че улавя ултравиолетовите и инфрачервените лъчи;
- висока изолация на топлините вследствие на вакуума, който не позволява на абсорбираната топлина да се излъчи обратно в атмосферата, на влошава ефективността на колектора през зимата (тръбата задържа скреж и сняг);
- колекторът е издръжлив при почти всякакви атмосферни условия;
- възможност за работа при повреда (счупване) на някои от тръбите. Повредената тръба просто се отстранява, отворът на мястото на тръбата се затапва и колектора продължава своята работа.

Информация за монтаж на соларни колектори:

Предпочитано място за монтаж на соларните колектори е покрива на сградата.

Ориентация на соларните колектори:

Оптималното положение на слънчевите колектори – юг (югозапад или югоизток);

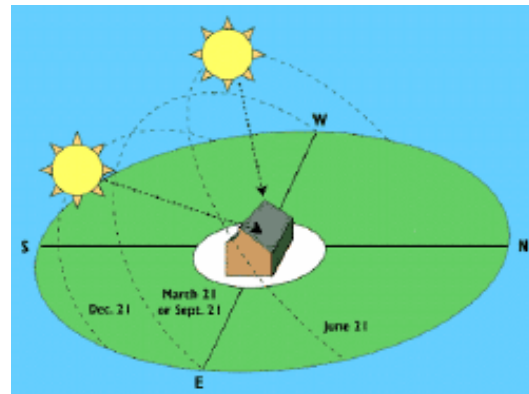
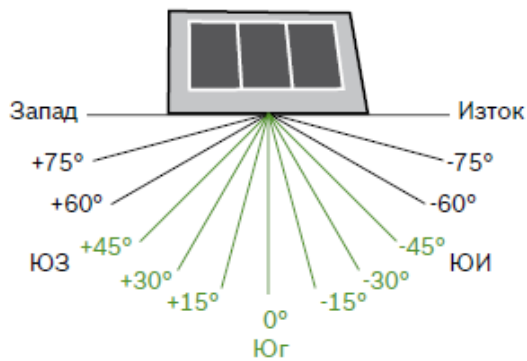
Наклон:

20° – 35° – при преобладаваща лятна експлоатация (април-октомври);

42° (45°) – при целогодишна експлоатация;

Мощността на колектора са намалява с:

- 5-8% при наклон около 20° и 60° ;
- 5-10% - при ориентация на колектора ЮИ и ЮЗ.

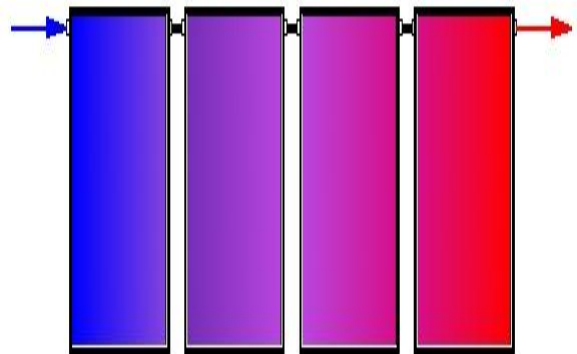


Схеми на свързване на соларните колектори:

Последователно:

Характерни особености:

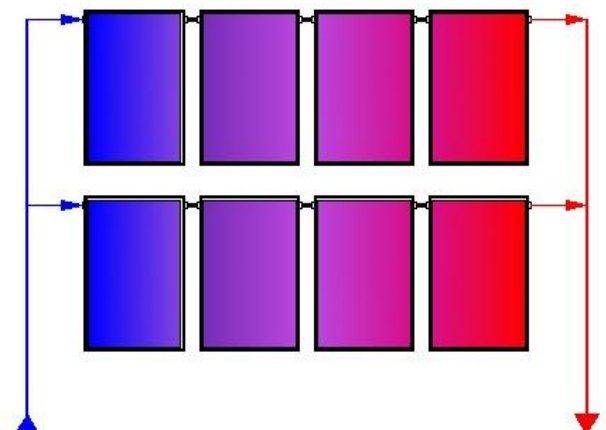
- по-бързо повишаване на температурата на водата при необходимост;
- максимален брой свързани колектори – 5 бр.
- по-високо хидравлично съпротивление на системата;
- лесен контрол на състоянието на колекторите;



Паралелно:

Характерни особености:

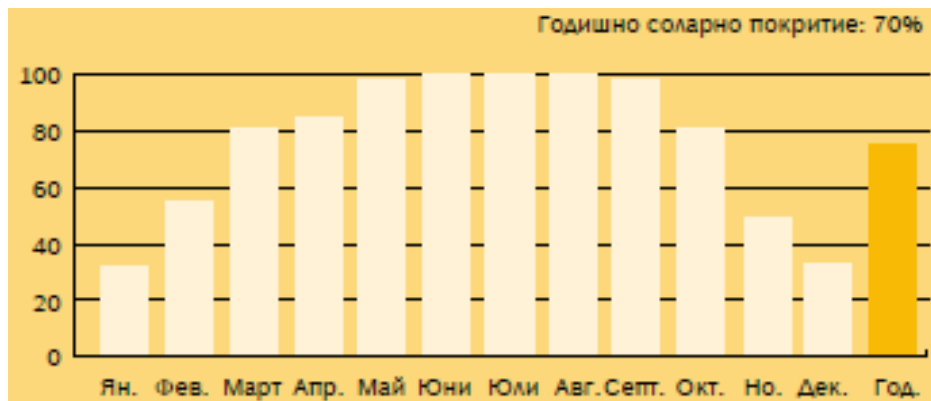
- еднаква температура при всички колектори от системата;
- ниско хидравлично съпротивление на системата – възможност за изграждане на система с естествена циркулация;
- възможност за лесно източване на системата;



- по-трудно установяване на повреден или запушен колектор;

Предимства на соларните системи:

- намаляване на сметките за топла вода почти с 50%;
- осигуряване нуждите от топла вода през летния период на 100%;
- осигуряват 40-70% от годишното потребление на топла вода;
- възможност за работа при облачно време;
- лесно планиране за монтаж.



VIII. Фотоволтаици–мрежови и автономни, финансова обосновка

Фотоволтаици

Фотоволтаиците /PV/ са активна технология, която произвежда електричество от слънчева светлина чрез *соларни клетки*, монтирани в панели, наречени фотоволтаични модули. Те използват светлината от слънцето, *не топлината*.

Изложена на слънчева светлина, соларната клетка генерира постоянен ток. Основа на фотоелектричното преобразуване е директното въздействие на слънчевата радиация¹ върху електроните на твърдите тела. Всяко твърдо тяло

¹ Слънчевата енергия, достигаща до Земята, преобразувана на 100% в електрическа, би дала годишно количество ток, надхвърлящо 10 хил. пъти настоящето електропотребление!

По изчисления на Института по енергетика към ЕС, само 0,3% от слънчевата енергия, облъчваща Сахара и близкоизточните пустини, е достатъчна да задоволи енергийните нужди на цяла Европа.

Сумарна слънчева радиация (ССР) е количеството радиация (Wh/m^2), постъпваща върху хоризонтална повърхност за определен период. **Годишната ССР (kWh/m^2)** в някои български градове е: Лом – 1506, Плевен – 1494, Варна – 1445, София – 1413, Благоевград – 1595, Гоце Делчев – 1558, Пловдив – 1595, Ямбол – 1468, Кърджали – 1578, Бургас – 1516

Слънчевата радиация има сложен **спектр**: приблизително 7% се падат на ултравиолетовата радиация, 48% на инфрачервената, и 45% на видимата част. Най-голям принос за фотоволтаичната енергетика има **видимата част** /особено жълтата светлина/. Има две компоненти: **директна**- падаща върху повърхността без изменение на посоката, $900-1000 W/m^2$ и **дифузна**- разсеяната в атмосферата, и отразената от почвата и околните предмети, $50-100 W/m^2$. Наличието на облаци води до отслабване на *директната* и увеличаване на *дифузната* радиация, която през зимата е около 65% от общото лъчение.

притежава определен брой носители на електричен заряд под формата на свободни електрони и положителни дупки. Концентрацията им е различна според вида на материала: при изолаторите е приблизително $10^{16} - 10^{18}$ в m^3 , при класическите полупроводници е от 10^{21} до 10^{22} , при проводниците превишава 10^{28} .

На практика фотоволтаиците са *полупроводници*.

Чистите полупроводници са кристали с правилна структура и нямат свободни електрони/ токоносители/ – напр. чистия силиций Si. В полупроводниците има 3 зони – проводима, валентна и забранена. За един полупроводник е важна забранената зона. Тя се намира между валентната и проводимата зона. Разстоянието между двете, изразено в енергия, се нарича **широчина** на забранената зона $W=W_p+W_v$ =около 2eV (електрон-волта). Преминаването на електрони от валентната в свободната зона, може да стане под влиянието на всякакъв вид енергия – топлинна, светлинна или друга.

Създаването на токоносители в полупроводника под действието на светлинната енергия се нарича **вътрешен фотоволтаичен ефект**, а проводимостта - **фотопроводимост**. Вътрешния фотоефект е възможен само тогава, когато енергията, падаща на повърхността на полупроводника, е толкова голяма, че е съизмерима /и по- голяма/ с широчината на забранената зона W . Основните причини за появата на фотоелектродвижещото напрежение са: фотогенерацията на двойката токоносители (електрони и дупки. Движението на токоносители под действието на полето обуславя електрически ток I_f - фототок.

VIII.1. Фотоволтаични (соларни) клетки – видове и технология на производство.

Соларните клетки могат да бъдат изработени от около дузина различни материали. До момента най-значимият от тях е кристалният силиций.

Клетки от монокристален силиций

Изработват се от единичен кристал от стопен силиций с висока чистота, с цилиндрична форма, който се нарязва на тънки пластини с дебелина 0,2-0,3 мм. Получават се кръгли пластини на които, с цел ефективност ползване на пространството, краищата се изрязват и се оформя във вид на осмоъгълник.



Най-разпространеният размер клетка е 100 мм. Масово произведените монокристални клетки имат ефективност около 23%, а на модула 13- 17 %. Това са най- скъпите и най- енергоемки за момента клетки.

Клетки от поликристален (мулти кристален) силиций

Изработват се чрез леене, охлаждат се в калъп и, при втвърдяване, образуват неправилни поли (мулти) кристални структури. Повърхността им е блестяща с характерен син цвят. Синият цвят има най- добри оптични свойства: отразява най-

малко и поглъща най- голямо количество светлина. Квадратният силициев блок се нарязва на пластини с дебелина 0,3 мм.



Ефективността на клетката е около 17%, а на модула 11- 15 %. Квадратните клетки обикновено са с размер 100x100 мм. Имат по- голям пазарен дял.

Тънкослойни клетки – тънкослойните технологии с покрития от от медно-индиев селенид и кадмиев телурит – са обещаваща алтернатива на силиция. Имат по- ниска ефективност, но са устойчиви на високи температури и засенченост, и дават възможност за по- ниски производствени разходи.



При тях има възможност за производство на гъвкави клетки и модули. Ефективността се увеличава (до 25-30%), с увеличаване броя на слоевете, т.н. „**тандемни**” клетки. Всеки слой е чувствителен към различни дължини на вълната от светлинния спектър: най-горният – към ултравиолетовата, средният – към видимата, долният - към инфрачервената.

Клетки от аморфен силиций (a-Si). За производството им се използват по-малко суровини, слойт аморфен силиций се нанася под формата на газ върху повърхност от стъкло, алуминий или пластмаса. Клетки от този материал се използват за джобни калкулатори. Имат некристална структура, дебелина на слоя 0,5-2 микрона, ефективност на клетката около 12%, а на модула- 6-8 % - ефективността бързо намалява с течение на времето.

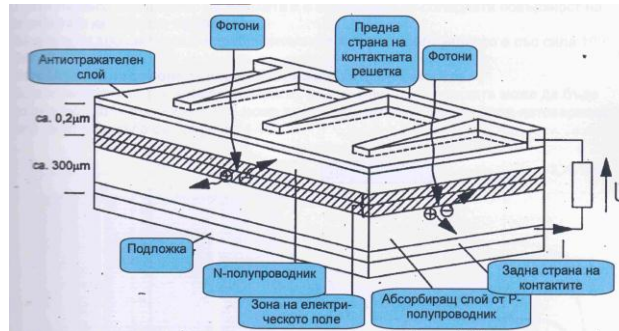
Други – от галиев арсенид, галиев антимионид (GaAs), мед- индиев дисулфид/ CIS/, мед- индий галиев диселенид (CIGS), кадмиев телурит (CdTe); органични фотосоларни клетки- все още само на експериментално ниво и ниска ефективност на клетката- около 5- 8%

Принцип на работа на соларни клетки, параметри

Най-често използваните в практиката клетки са изработени от кристален силиций с висока чистота /както за полупроводниците в електронната промишленост/. Суровият материал е кварцов пясък (SiO_2). По време на производството клетките се обогатяват с други атоми (бор или фосфор), за да се образуват два слоя силиций с различни електрически характеристики: (p-слой) с положително заредени частици, и (n-слой) с отрицателно заредени частици. От горната и долната страна се прикрепва токоотнемащата мрежа и всичко се покрива с

антирефлексен слой. На границата между двата слоя (PN прехода) се образува електрическо поле.

Когато клетката е изложена на светлина, фотоните проникват през тънкия n-слой, избиват външни електрони от силициевите атоми, зарядите се разделят- това създава напрежение около 0,5 V между електрическите контакти. До голяма степен процесът не зависи от силата на светлината.



Принцип на работа на соларната клетка

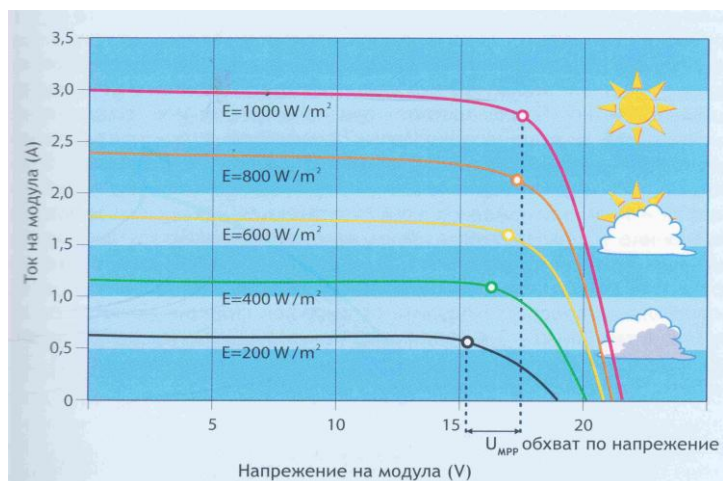
Пикова мощност

Максималното количество енергия, което може да произведе една клетка (модул), се нарича **пикова/върхова/ мощност (W_p)**.

По принцип, количеството произведена електрическа енергия е пропорционална на количеството попадаща върху нея светлина: най-голяма е при директна радиация - силна слънчева светлина без облаци.

Пиковата мощност се дефинира при стандартни тестови условия: 1000 W/m^2 слънчево греење и температура на клетките 25°C .

Клетка с повърхност $100 \text{ cm}^2 / 10 \times 10 \text{ cm.}$ и ефективност 15 %, би произвела при тези условия 1,5 вата.



Произведените ток и мощност са пропорционални на големината на радиацията, а напрежението почти не се влияе от нея.

Необходимата площ за генериране на 1 kWp за различните видове клетки е както следва: монокристал- $7-9 \text{ m}^2$, поликристал- $8-9 \text{ m}^2$, тънкослоен медно-индиев диселенид- $11-13 \text{ m}^2$, аморфен силиций- $16-20 \text{ m}^2$.

Влияние на температурата върху производителността на клетките

Ефективността на клетките намалява с повишаване на температурата. Производството на енергия намалява с 0,5 % на всеки градус Целзий повишение на температурата. При 30 °С, то намалява с 15 %.

Кристалните клетки са по-чувствителни от тънкослойните. При аморфния силиций производителността намалява с 0,2% на всеки градус температурно повишение. През лятото температурата на модула може да достигне 40- 70 °С. Поради това модулите трябва да се поддържат възможно най-хладни!

Много важно е охлаждането! Всъщност, в слънчев зимен ден, производственият пик може да бъде по-голям отколкото в топъл летен ден!

Други фактори, влияещи на ефективността на клетките

- загуби от отражение-част от радиацията се отразява от повърхността на клетките- намалява се с антирефлексно покритие;
- радиацията не се поглъща-част от радиацията не разполага с достатъчно енергия да предизвика отделяне на електрони от атомите;.
- лъчението е твърде силно-ако радиацията има повече енергия за откъсване на електроните, излишната енергия се губи-клетките се загряват;.
- температура, засенчване, преждевременна рекомбинация преди достигане на P/N прехода, електрически загуби.

Избор на соларни клетки

Моно и поли-кристалните клетки се инсталират на еднофамилни къщи и на постройки, обитавани от много семейства. Често изборът зависи от най-лесно достъпното приложение.

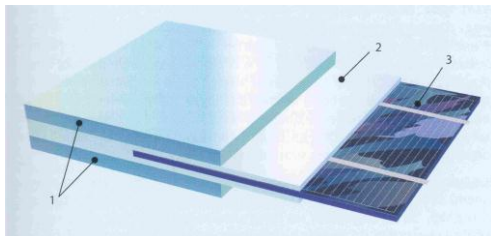
Монокристалните клетки имат малко по-висока ефективност от поликристалните т.е. нуждаят се от по-малко площ.

Поликристалните модули са малко по-евтини.

Няма никакви доводи против използването на клетки с аморфен силиций, или други тънкослойни такива, освен че се нуждаят от значително повече покривна площ и опитът с тях не много голям.

VIII.2. Фотоволтаични модули

Модулът се състои от взаимосвързани фотоволтаични клетки, капсулирани между покритие за предпазване от въздействията на околната среда (обикновено стъкло) и - задна подложка (пласмасов ламинат).



1-предна и задна плоскости от стъкло, 2-пластмасова покритие /от етилвинилацетат/, 3- кристални соларни клетки

*Клетки, свързани последователно в модула се наричат **стрингове**.*

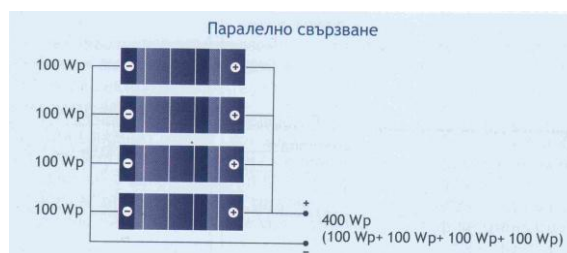
Конфигурации на фотоволтаичните модули

Последователно свързване на модулите- характеризира се с бърз и лесен монтаж. Това свързване се използва когато *няма засенчване*. В този случай, токът на групата е равен на този на отделния модул, напрежението – на сумата от напреженията на всички модули. Общата мощност = сумата от мощностите на отделните модули в стринга $W = I \times U$.

По-високото напрежение изисква кабели с по-малко сечение и с по-малко съпротивление (особено когато кабелът е по- дълъг) при една и съща мощност.



Паралелно свързване на модулите - използва се когато част от групата е засенчена, или има несъответствия в стринговете, т.е.значителни различия в електрическите характеристики на модулите. В този случай, общото изходно напрежение остава същото, а общия ток е равен на сумата от токовете на модулите. Мощността на групата е равна на сумата от мощностите на отделните модули.



Избор на модули:

Първа група критерии:

- качество;
- производител;
- дали ще се включва към електрическата мрежа, или ще работи автономно;
- 20-25 години гаранция.

Втора група критерии:

- да се гарантира стабилна работа на инсталацията;
- да са подходящи за средата, в която ще работят и да имат дълъг проектен живот;
- да покриват необходимите технически изисквания.

Фотооволтаичните модули, свързани заедно се наричат фотоволтаична група, или соларна група, или соларен генератор. Цялата конфигурация е известна като фотоволтаична система.

VIII.3. Фотоволтаични системи – биват:

- фотоволтаични паркове- за големи мощности, свързани към обществената токопреносна мрежа

- мрежово свързани домашни системи:
 - с пълно отдаване на соларната енергия;
 - с използване на соларната енергия и за вътрешни нужди- само излишната енергия се доставя към мрежата;
 - резервна захранваща система.
- автономни системи, несвързани към обществената токопреносна мрежа.

Предмет на настоящия Наръчник са *мрежово свързаните и автономни домашни системи.*

VIII.4 Основни компоненти на мрежово свързаните домашни PV системи:

Мрежови инвертор - предназначение и технически изисквания:

Инверторът представлява техническо съоръжение, което преобразува постояннотоковата електроенергия от PV в променлива и я подава към мрежата, или към консуматорите в жилището, при стандартни напрежение и честота; Той максимизира производителността на PV при променливите условия на слънчевата радиация и осигурява безопасно функциониране на системата, в т.ч. автоматично самоизключване от мрежата, ако от нея отпадне захранващото напрежение, или параметрите на мрежата се отклонят от строго определени напрежения.

Ако мрежата е изключена от основното захранване, а инверторът продължава да генерира напрежение т.н „режим на самостоятелна работа„- този режим е **недопустим**, тъй като представлява опасност за работещите по мрежата в това време. Затова мрежовите инвертори са много чувствителни към промените в напрежението, честотата и съпротивлението на мрежата и работят само в определен обхват, извън него автоматично изключват.

Технически изисквания:

- способност за генериране на чисто синусоидално напрежение, синхронизирано с това на мрежата;
- висока ефективност при пълно или частично натоварване;
- надеждна работа при високи и ниски температури.

Мощността на входа на инвертора се определя на база W_p - пикова мощност на PV групата, към която е свързан.

В този случай максималното напрежение на една група модули трябва да бъде по- ниско от максимално допустимото входящо напрежение на инвертора.

Видове инвертори:

Инверторите могат да бъдат категоризирани в няколко типа:

- централни инвертори, които обслужват цяла инсталация с мощност по-голяма от 5 kW;
- стрингови инвертори – *еднострингови* инвертори, които са свързани към един стринг (група) модули и *мултистрингови* инвертори, които са свързани към два или повече стрингове (групи) модули (0.3 kW – 15 kW).
- инвертори за отделен модул – понякога интегрирани в сами модул (0.1kW - 0.7 kW).

Централни инвертори за:

- по- високи напрежения на PV група - всички модули в групата са свързани към един инвертор.

Основни предимства :

- възможност за висока производителност от група- до MW;
- солидна конструкция;
- свързването на всички постояннотокови кабели в PV съединителната кутия е относително просто;
- централизиран монтаж;
- използва се при последователно свързване на модулите, но има и комбинация от последователно- паралелно свързване.

В домашните системи обикновено се използва един инвертор, но ако PV група е по-голяма, или ако има частично засенчване, или различни наклони на покрива, може да се използват няколко инвертора.

Подходящи: ако PV групата е обект на равномерна слънчева радиация и модулите имат еднакви електрически характеристики

Неподходящи- при засенчване, части от групата са ориентирани в различни посоки, имат различни наклони.

- по- ниски напрежения на PV групата - групата се състои от по- малък брой модули; токовете са по-големи и изискват по-големи сечения на кабелите. Входящото напрежение на инвертора е по- ниско

Основни предимства:

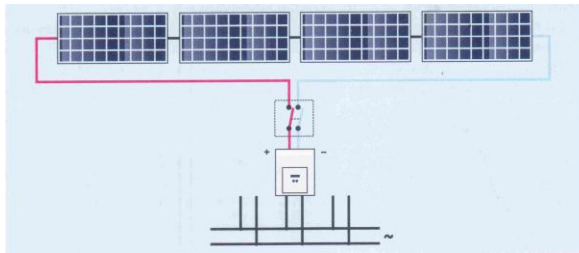
- действа добре, ако има засенчване;
- по- подходящ за модули с по- големи мощностни толеранси;
- по- малки опасни напрежения /по- малко от 120 постоянен ток/.

Еднострингови инвертори:

- захранват се от един стринг (група)от последователно свързани модули. Варира от 0,7 до 15 kW. Всеки инвертор получава максимума от модулите, към които е свързан; приемливи са някои отклонения като: различна ориентация, наклон, затъмнявания, но всеки стринг трябва да се състои от модули с приблизително еднакви характеристики, мощностни толеранси и да бъде изложен на приблизително еднаква радиация. Използват се при по- големи инсталации

Основни предимства:

- следи се MPP (точка на максимална мощност) от волт-амперната характеристика на модула;
- оптимален избор, когато има частично засенчване на група и/ или стринговете са с различно разположение/наклон;
- няма нужда от разпределителни кутии;
- могат да бъдат близо до стринговете- намалява се дължината на кабелите.



За всеки стринг от последователно свързани модули- отделен инвертор

Многострингови инвертори:

- комбинация от еднострингов и централен инвертор. Използват се когато няма единна ориентация и наклон на PV групата, или се състои от различни видове модули, или от стрингове с различен брой модули; или има засенчване

Основни **предимства**:

- един инвертор се използва с различни стрингове;
- работата на всеки стринг е оптимизирана чрез отделно MPP проследяване и се получава по- висока обща производителност на групата.



Двете групи модули са с различни наклони и различни видове- отделен инвертор за всяка част от групата или мултистрингов инвертор

Инвертори за отделен модул- използват се в по- малки инсталации. Всеки модул, или двойка модули имат свой собствен инвертор, който е съвместим с неговите характеристики. Може да бъде фабрично монтиран в свързващата кутия на модула или прикрепен към него.

Предимства:

- няма нужда от проводници на страна постоянен ток;
- засенчването на модул или повреда в инвертора няма да се отрази на останалата част на PV групата;
- използва се основно, когато има модули с различни мощностни толеранси.

Взаимосвързани инвертори – включват се само при намалено натоварване (изгрев, залез). Те са по- малко ефективни, тъй като не работят на максимална мощност. Когато се повиши слънчевата радиация, се включва следващия инвертор и т.н. Необходима е скъпа автоматика за превключване работата на инверторите.

Инверторите имат по- кратък срок на живот от модулите, по- неустойчиви са на топлина. Ако интегриран в модула инвертор се повреди- модульът също се заменя!

Съвместимост между инвертора и PV групата:

- мощността на инвертора (W) се избира да бъде по- голяма от 90% от пиковата мощност (W_p) на PV групата;

- мощността на инверторите не трябва да бъде по-малка с повече от 10% в системата, в която PV групата е ориентирана оптимално;
- максималното напрежение и ток на PV групата не трябва да превишава допустимите нива на входни напрежения и ток на инвертора. Когато е претоварен намалява своята мощност.
- при температура над 70°C инверторът започва да намалява производителността на PV групата с цел собствена защита. Необходимо е допълнително охлаждане.

Пример: При номинална мощност на модула = 200 Wp и $V_0 = 72\text{ V}$ / напрежение при температура -10°C / и инвертор с максимално входно напрежение - 600 V, да се конфигурира 1,6 kWp група.

1,6 kWp се получават от 8 модула по 200 Wp, свързани последователно. Съответно и напрежението при последователно свързване е $8 \times 72\text{ V} = 576\text{ V}$ постоянно напрежение на изхода на групата, което е под максимално приемливото входно напрежение /600 V/ на инвертора и тази конфигурация на групата е приемлива.

Проводници и кабели

Проводниците за постоянно-токовото окабеляване следва да имат допълнителни характеристики в сравнение с тези, използвани при нормални променливотокови инсталации, като например:

- двойна изолация;
- устойчивост на UV светлина и водоустойчивост;
- възможност за работа в широк температурен диапазон от -40 до $+120^{\circ}\text{C}$
- по- високи нива на напрежение $\geq 2\text{ kW}$;

Обикновено се използват многожилни и пожароустойчиви кабели.

Съединителни кутии

Ако една PV група се състои от няколко модула, то е необходима съединителна кутия за свързване на всички кабели, които трябва да се присъединят към инвертора т.е. предназначението на съединителната кутия е да свързва заедно в паралел кабели, идващи от групите модули.

В кутиите се монтират предпазители на отделните групи, които предотвратяват протичането на недопустимо висок ток, в случай на дефект в групата.

В нея се монтира и защита от пренапрежение - против индуцирани напрежения, напр. от мълния.

Кутиите са двойно изолирани, с отделно свързване на положителните и отрицателни проводници. Такава кутия е предвидена за всеки инвертор. В нея може да се монтира главния разединител за променлив и постоянен ток. .

Мълниезащитни устройства и такива за защита от пренапрежение

Инсталирането на PV група не увеличава риска от гръмотевичен удар. Ако е налице система за мълниезащита на сградата, електроинсталацията ще трябва да се свърже с нея, но дългата сянка на мълнеприемния прът може да предизвика засенченост и да намали производителността на PV групата.

При мълния може да се получат следните поражения:

- директен удар- ако няма система за мълниезащита, гръмотевицата ще унищожи напълно системата;
- индиректен удар- протичат токове по кабелите на инсталацията и мрежата;

- удар от разстояние по-голямо от 1 км.- получават се опасни капацитивни ефекти.

Съществуват **два вида защитни устройства**, обезопасяващи сградата и PV инсталацията:

- външни: защитават от директни удари чрез един или няколко мълниеприемника, привличащи светкавиците и отвеждащи ги към земята чрез защитни проводници;

- вътрешни: намаляват риска от пренапрежения, индуцирани в инсталацията.

VIII.5. Проектиране на свързани към мрежата PV системи:

При проектирането се вземат под внимание:

- разположението, ориентацията, ъгъла и площта на покрива;
- други свободни площи- навеси, фасади, дворове;
- отсъствие на сянка
- технически спецификации, вид и брой на модулите; характеристиките на инвертора;
- географско местоположение, средна годишна температура;
- изисквания и финансови възможности на собственика.

Размерите на избраната повърхност и началните инвестиции определят размера на системата!

Пример за проектиране на фотоволтаична система за **Семейна къща без засенчване:**

Стъпка 1- Първоначална оценка на размера на системата

Условия:

- определена е сумата за инвестиране;
- известни са размерите и площта на покрива, ориентацията и ъгъла на наклона на покрива;
- по покрива няма никакво засенчване;
- приблизителната нетна стойност на инсталацията е 5,500 евро/ kWp;
- избира се типа на модула- монокристал, поликристал или др.;
- известни са температурните диапазони в района ;
- очаквана температура на работа на модула- от -10 до +70 °C

Първоначална оценка:

Наличният бюджет се разделя на нетната стойност на инсталацията и полученият резултат се сравнява с площта на покрива, разделен с необходимата площ за получаване на 1 kWp (след като сме избрали типа на модула): получава се т.н. **пикова мощност на групата**

Стъпка 2- Първоначален избор на необходимия брой модули:

За определяне **броя на модулите**, се разделя пиковата мощност на групата на пиковата мощност на модула (от техническата спецификация на избрания тип модул).

Проверява се дали определеният брой модули ще се поберат на покрива и как ще бъдат разположени- хоризонтално или вертикално (портретно).

Трябва да се вземе предвид и разстоянията между модулите и до ръбовете на покрива. По груби изчисления, една **група от 1 kWp изисква следните площи:**

- за монокристал- 6- 9 м²;
- поликристал- 7- 10 м²

- тънкослойна- 15- 20 м²

Стъпка 3- Проверка на напрежението на модулите

Най- високо напрежение се постига през зимата, най- ниско- през лятото.

В техническата спецификация на избрания модул има данни за стойностите на температурните коефициенти на ток, напрежение и мощност при зададения температурен интервал от -10 до +70 °С на работата на модула.

Използвайки температурния коефициент на напрежението, може да се установи с колко се покачва напрежението за всеки градус намаление на температурата и с колко спада напрежението за всеки градус повишение на околната температура.

Така се установяват стойностите на напрежението: V_0 – напрежение на празен ход при -10 °С. V_{mpp} - напрежение в точката на максимална мощност при -10 °С и при максимална мощност +70 °С.

Стъпка 4- Избор на инвертор

Избор на **броя** инвертори: при инсталации с пикова мощност - 5-6 kWp, покрив с еднаква ориентация и наклон, и няма засенчване, се използва един инвертор.

При по- големи инсталации рискът от изключване на цялата инсталация се намалява с използване на повече инвертори.

Избор на **мощността**: определя се от пиковата мощност на PV групата.

На практика мощността на инвертора може да бъде 5-10 % по- нисък от пиковата мощност на PV групата.

Ако PV групата се инсталира на покрив с източно или западно изложение, или на вертикални фасади, тогава инверторът може да бъде и с 10 % по- малък.

Избор на **вида** на инвертора:

В раздел „Централни, многострингови“ този вариант е разгледан подробно (без засенчване).

В дадения пример се препоръчва централен инвертор- модулите се свързват в групи, групите се свързват паралелно в съединителната кутия към входа на инвертора. Когато има засенчване-виж „Решения при засенчване“

Стъпка 5- Проверка на обхвата на напрежението и конфигурацията на модулите:

Какъв брой модули трябва да се свържат в една група ?

Напрежението на групата трябва да бъде между горната и долната граница на V_{mpp} напрежението на инвертора, т.е. обхватът напрежение, при което инверторът ще проследява точката на максималната мощност на групата. Трябва да се провери и **напрежението на празен ход на групата** като то следва да бъде **под** максимално входящото напрежение на инвертора.

Обикновено модулите са последователно свързани в групи - по една за всеки постоянно токов вход на инвертора. Обхватът на входящото постоянно токово напрежение на инвертора ще определи броя на модулите, които ще могат да бъдат свързани заедно в група.

Максимално напрежение на входа на инвертора ще се получи при -10 °С, слънчево време.

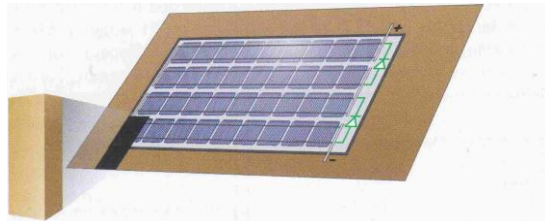
Стъпка 6- Конфигуриране на PV групата- съвместимост с инвертора:

Трябва да се провери дали общият брой първоначално избрани модули може да се раздели на групи с равен брой модули в тях. Групите трябва да се състоят от еднакъв брой модули, тъй като използваме централен инвертор.

За предпочитане е конфигурация с по- високото напрежение, което обуславя по- малки загуби на енергия в кабелите. Освен това свързването на модулите последователно е по- бързо и по- просто.

Засенчване- проблеми:

В идеалния случай не трябва да има засенчване върху южно изложена група модули между 10.00 и 15.00 часа (деня на зимното слънцестоене - 21 декември, т.е. когато слънцето е най-ниско в небето). Всички направени калкулации и анализи за сянката трябва да се базират на данните за този ден.



Сенките трябва да се избягват- те са основна причина за ниска производителност

Изместването на сенките (също както на слънцето) е предвидимо. Ако засенчването е неизбежно, то трябва да се предвиди при проектирането и начина на монтаж на модулите, както и при конфигурацията на групите.

Ефект от засенчването:

Когато една соларна клетка е засенчена, тя не може да произвежда ток. В този момент тя функционира като блокиращ диод и не позволява протичане на ел. ток във всички останали последователно свързани клетки. Върху нея е приложено напрежение, равно на сумата от напреженията от всички останали последователно свързани клетки и когато това напрежение стане по- голямо от пробивното напрежение, тя се разрушава. Това е така наречения ефект на „гореща точка“.

Когато соларните клетки са свързани последователно, производеният от тази серия ток се определя от най- малкия ток, произведен от която и да е от клетките. Тъй като токът на клетката зависи от силата на попадналата върху нея слънчева светлина, то засенчването на дори една от клетките ще доведе до намаляване на производителността на всички клетки в серията.

Същото важи и за модулите- модул с най- малък ток определя тока на цялата група.

Следователно, засенчването дори и само на една клетка ще намали производителността на модулите и на цялата PV група.

Видове засенчване:

- случайно засенчване: от листа или други замърсявания. Дъждът почиства ефикасно при 15 и повече градуса наклон. Понякога се налага и нарочно почистване с вода;

- повтарящо се засенчване от: части от сгради, елементи на покрива, комини, сателитни чинии, дървета, мълнеприемници и др.

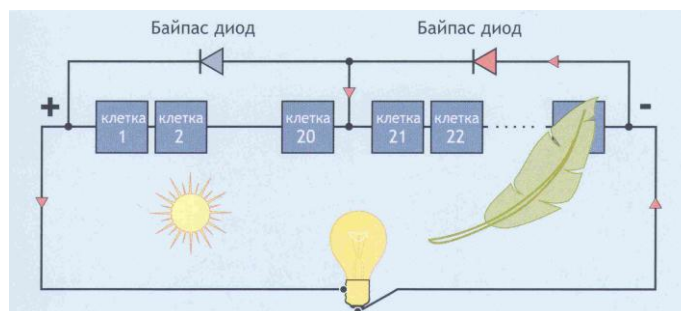


Комините хвърлят сянка върху модулите

Решения за избягване на отрицателния ефект от засенчване

Ако не могат да се премахнат източниците на засенчване, системата се проектира и инсталира така, че влиянието на сянката да бъде сведено до минимум.

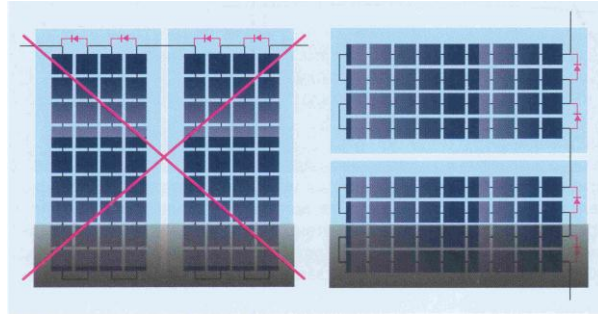
- поставяне на байпас-диод: те са свързани паралелно с групите, като диодът позволява на тока да заобикаля засегнатите клетки. В модулите, които се предлагат на пазара, един байпас-диод защитава максимум 24 клетки. Диодите, предпазващи клетките, се инсталират в свързващата кутия на модула. Диодите, предпазващи цяла група, обикновено се монтират в съединителната кутия на PV група. Също така, байпас-диодите позволяват разположение на модулите, така че да се намали влиянието на сянката.



Байпас диоди- шунтира се засегнатата зона и токът я заобикаля

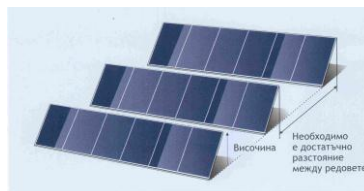
- оптимален избор на инвертори- при наличие на частично засенчване на група, използването на централен инвертор не е удачно, тъй като инверторът ще обработва производството едновременно на засенчените и на незасенчените модули, и ще се появи загуба от несъответствия на електрическите характеристики на модулите.

Инверторът намира точката на максимална мощност, която е различна от оптималната. Затова в тези случаи е препоръчително използване на няколко еднострингови, или един многострингов инвертор. Оптимално разположение на модулите-когато не могат да се избегнат засенчванията, се използва подходяща конфигурация на стринговете и употреба на многострингови инвертори.



На дясната снимка само долното половина е засенчена- производителността е намалена с 25%, а на лявата- всички клетки са засенчани, производителността е намалена 100%.

- поставяне на монтажни конструкции на определено разстояние.
Изведена е практическа формула: $A = 2,7 \times L$, където A е разстоянието между отделните редове, а L - височината на модула.



Разстоянието между редовете на модулите е такова, че да не се засенчват помежду си

VIII.6. Проектиране на автономна система

Първоначална оценка –на база годишната консумация на електрическа енергия за нормалния живот на едно семейство.

Уредите с по-голям разход на енергия трябва да се използват по време на максимална слънчева радиация, т.е. по обяд².

Проектирането на системата се прави за пролетно- есенния сезон като ще се добави уред, който показва какво количество запасена енергия има в батериите.

² Пералнята ще използва вода, затоплена от слънчевия колектор, така че няма да се използва пълната мощност на нагревателите и. Осветлението в сградата ще се изпълнява от енергоспестяващи лампи.

Хладилникът е с консумация 0,82 kWh/24h, телевизорът е с мощност 36 W. За 6 часа консумацията му е 0,2 kWh., пералнята е с консумация 0,79 kWh., прахосмукачка с мощност 1200 W, ютия с мощност 1400 W ще се използват в обедните часове. Радио с мощност 8 W, касетофона 12 W. Целодневната им консумация не превишава 150Wh. Помпите за слънчевия колектор – 2бр. и една за парното са с максимална мощност 50 W, като само тази за парното ще работи постоянно, но само през студените месеци. Общия разход на енергия за трите помпи е не повече от 1 kWh.

Чрез този метод, живущите в къщата могат да преценят кой от уредите не им е нужен в момента и да спестят енергия, като не го използват.

Стъпка 1- определяне на средна дневна радиация

В България средната слънчева енергия, попадаща на 1m^2 **годишно**, е 1000-1500 kWh- с 30 % над средната за Европа (за Германия средната е 1000 kWh) През зимните месеци дневната радиация е 3,2kWh, през есента- 4,5kWh, а през лятото стига до 6,2kWh.

Въвежда се коефициент на температурната корекция-Кт.к.=0,82. Този коефициент се приема, защото температурата на PV клетките е с 25°C по-висока от средната температура за деня или сезона. Вследствие на високата температура к.п.д. на системата намалява.

Стъпка 2- определяне на пиковата мощност на системата- P_{max} (kWp)

Определя се от средната дневна консумация, разделена на средната дневна радиация и коефициента на температурна корекция.

Стъпка 3- определяне на типа и броя на използваните фотоволтаични модули:

Избираме тип модул по техническа спецификация, а необходимият брой модули - по пиковата мощност на системата P_{max} (kWp), разделена на мощността на един модул.

Тъй като напрежението на регулатора и на акумулаторните батерии е 12 V, то модулите ще бъдат свързани **паралелно**.

Стъпка 4- избор на акумулатори:

Те трябва да акумулират електрическа енергия за 4-5 последователни дни (ако няма слънце), т.е. мощността им се определя от броя на дните, умножен по средната дневна консумация, а капацитетът на акумулатора се изчислява като се раздели получената мощност на напрежението = 12 V.

Обикновено това са специални акумулатори за фотоволтаици, които са с гел вместо електролит, с по-големи капацитет и мощност. Напр. - за едно семейство такъв акумулатор трябва да осигури 4-5 дни по 4-5 kW мощност.

VIII. 7. Нови видове фотоволтаици:

За да станат достъпни масово фотоволтаичните панели, очакванията на потребителите са насочени в две посоки: намаляване на цените и повишаване на тяхната ефективност.

Концентриращи фотоволтаици

Снижаване цената на електричеството, добивано от слънцето, става чрез намаляване обема на скъпите полупроводникови материали, използвани в конвенционалните фотоволтаици.

Принципът на превръщане на слънчевата енергия в електрическа е същият както при обикновените фотоволтаици, но е добавена оптична система, която фокусира слънчевата светлина върху малка площ PV клетки. Нивото на концентрация може да бъде различно, в резултат на което, има три основни класа:

- с ниска концентрация – х 10 пъти;
- средна концентрация – от х10 до х100 пъти;
- висока концентрация – над х100 до х1000 пъти. Панелите се монтират на двуосни тракери- слънцеследящи системи.

Предимства на използването на оптична система: на 1cm² от PV клетки се насочва светлината от 500 cm² енергия и оттук цената на самата PV клетка ще има 500 по-малка тежест в цената на единица енергия.

Принципно нови соларни концентратори- това са специфични органични багрила, които, нанесени върху стъклена основа, ефикасно концентрират слънчевата светлина. В този случай, слънчевата светлина се филтрира и максимално се извлича енергията, характерна за UV- частта на спектъра. Нанасят се едностранно върху стъклото и, подобно на фиброоптиката, провеждат светлината, попаднала върху тях до краищата, където са монтирани соларните клетки, които я конвертират в електроенергия. Степента на концентрация зависи от съотношението на площта на стъклото и площта на соларните клетки в краищата му.

Цилиндрични (комбинирани) PV модули

Нова концепция за по- пълното използване на PV клетките. Разположени са върху цилиндър като фото чувствителна е цялата му повърхност. Съставът на полупроводниковите клетки е съединение на медно-индиево-галиев диселенид - така „се улавя” по-ефективно светлината (отразена и дифузна), което е невъзможно при плоските колектори.

Цилиндърът е затворен херметически. Така оформени, цилиндричните панели се групират на покривите, като между тях се остави разстояние с цел по-ефективна работа на системата.

Предимства: по-високата ефективност, по-лесен монтаж и демонтаж (монтират се хоризонтално на покрива), по-висока устойчивост на вятър (могат да се използват при скорост на вятъра до 208 км/час), по-добро охлаждане на елементите. Ако във вътрешността на цилиндрите се поставят и топлинни тръбички, в които да циркулира флуид, се получава комбиниран панел-фотоволтаичен и отоплителен.

Устройства за преобразуване целия спектър на слънчевата светлина.

Установено е, че чрез корекция на съдържанието на индий и галий в една и съща сплав, при различни комбинации, се получава различен полупроводник, който преобразува различни вълни на светлината. Чрез подреждане на няколко кристални слоя се създава фотоволтаично устройство, което е чувствително към пълния спектър на светлината.

Тази технология все още е твърде скъпа за производство.

Нови видове антирефлексно покритие

Типичните силициеви фотоволтаици абсорбират около 2/3 от попадналата върху тях светлина и отразяват останалата 1/3. С помощта на специално антирефлексно покритие може да се достигне абсорбция на светлината от 96 %.

Обикновените антирефлексни покрития пропускат светлина с една определена дължина на вълната. Ако се **комбинират 7 отделни слоя един върху друг**, всеки от тях ще повишава ефективността на долния слой, т.е. всеки слой не само пропуска светлина, но и „връща” обратно светлината, която е отразена от

долните слоеве. Антирефлексното покритие спестява необходимостта от „следене“ на слънцето, т.е. превръща тракерите и съответния софтуер за управлението им излишни.

Абсорбцията на слънчевите лъчи е толкова по-голяма, колкото ъгълът, под който те попадат върху панелите, е по-близък до 90 градуса. Антирефлексното покритие, обаче, прави панелите ефективни, независимо от ъгъла на огряване. Това означава, че всеки стационарно монтиран фотоволтаичен панел ще абсорбира максимално слънчевата светлина, независимо от позицията на слънцето спрямо него, т.е. имаме понижаване цената на фотоволтаичните системи и повишаването на тяхната ефективност. Това е от особено значение за малките фотоволтаични системи, които ще бъдат много по-ефективни като същевременно монтирането и поддържането им ще бъдат значително по-евтини.

Напълно интегрирани (сградно-интегрирани) фотоволтаици (BIPV).

При тях фотоволтаичните панели се използват като строителни елементи: покриви, прозорци, фасади, сенници. Напр. при покривите фотоволтаичните панели органически се сливат с керемидите и не променят архитектурата на сградата. Разработени са и прозрачни или полу-прозрачни PV панели, които могат да се използват като заместители на стъклото, или във вид на ламинати

VIII.7. Финансова обосновка и стимули

- съгласно действащото законодателство, преференциалните цени за изкупуване на произведената електрическа енергия от фотоволтаични системи са:

- мощност до 5 kWp, са: 0,782 лв. без ДДС за kWh ;
- мощности надвишаващи 5 kWp: 0,718 лв. без ДДС за kWh.

Срокът за изкупуване на електроенергията по преференциалните цени по закон е 25 г.

- цените на модулите непрекъснато намаляват - в момента са под 1 евро/ W;
- за цялата PV система цените са вече между 3500 и 4500 евро/ монтиран kW;
- по оперативна програма „ Регионално развитие” на МРРБ изграждането на инсталации за оползотворяване на ВЕИ - слънчеви панели, осигуряващи енергия за собствени (битови) нужди, които не генерират приходи в процеса на експлоатация на съоръжението, се финансират до 50%;
- по Програма REECL за интегрирани в сградата фотоволтаични системи се получава безвъзмездна финансова помощ до 20% от стойността на съоръжението, но не повече от 1800 евро;
- по Фонд „ Енергийна ефективност и възобновяеми източници -ФЕЕВИ се отпускат кредити с годишна лихва 6-10%, срок на погасяване до 5 год.

Данъчни облекчения: Закон за местните данъци и такси, чл. 24. (1): «Освобождават се от данък б) за срок 5 години считано от годината, следваща годината на издаване на сертификата, ако прилагат и мерки за оползотворяване на възобновяеми енергийни източници за производство на енергия за задоволяване нуждите на сградата», в зависимост от класа ѝ на енергийна ефективност.

IX. Ветрови генератори, енергоспестяващо осветление, ефективно електроснабдяване

IX.1. Ветрови генератори

Вятърна енергия, перспективи за развитие

Вятърът е един от постоянно действащите енергийни източници заедно със слънчевата енергия. Предизвиква се от различно нагряване на земната атмосфера.

Може да се използва и въздушното течение (движение на въздуха) в самите улици и между сградите на големите мегаполиси.

Вятърните електроцентрали са най-бързо развиващият се отрасъл в световната енергетика през последните години.

По данни на Световната асоциация за ветрена енергия този енергиен сектор ще расте средно с над 21% годишно, като инсталираната мощност през 2010 г. е вече 160 GW.

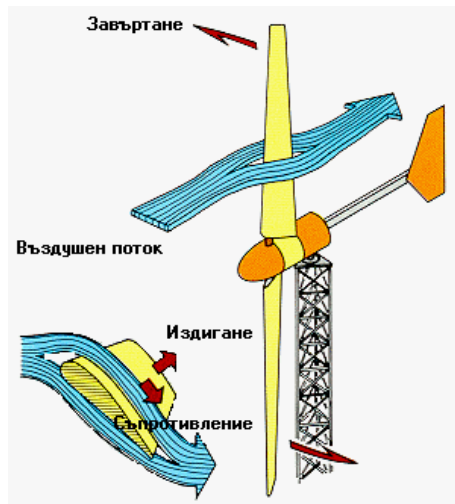
Проблемът с високата цена на енергията също е на път да бъде преодолян. Американската федерална агенция докладва, че през 2006 г. цената на произведената в САЩ ветрена енергия е достигнала паритет с цената на тока, произвеждан от въглища и природен газ.

Принцип на действие на ветровите генератори (турбини) и основни параметри

Вятърната турбина се състои от: перки, кула, акумулаторна батерия, която съхранява електричество за времето, когато няма вятър; контролер и инвертор за преобразуване на постоянно-токов електрически ток в променлив. Вятърните генератори могат да са за самостоятелно захранване (OFF-Grid), за включване към електроразпределителната мрежа (ON-Grid) и за смесено захранване.

Вятърните генератори, поставени на върха на високи кули, улавят вятърната енергия с две или три перки, монтирани на ротора на електрически генератор. Когато вятърът духа, се образува „джоб“ от въздух с ниско налягане на част от перката, той издърпва перката към себе си, принуждавайки ротора да се завърти т.н. „повдигане“. Силата на повдигане е много по-голяма от силата на вятъра, действащ на предната част на перката, т.н. „дърпане“. Комбинацията от „повдигане“ и „дърпане“ привежда роторът във въртеливо движение и генераторът произвежда ток.

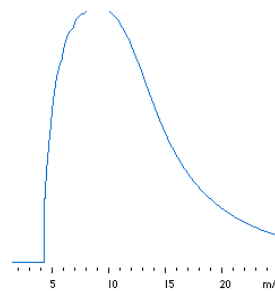
Енергията, произвеждана от турбините се оценява при стандартни условия на температура и атмосферно налягане и се определя от средната скорост на вятъра при височината на турбината 10 м. над земната повърхност. Скоростта на вятъра при височината на турбината обикновено е много по-висока от скоростта на вятъра, измерена при височината на измервателния уред.



Кинетична енергия на вятъра- зависи от скоростта на трета степен, т.е. ако скоростта на вятъра се удвои, то енергията нараства 8 пъти.

Коефициент на полезно действие

Коефициентът на полезно действие показва каква част от кинетичната енергия на вятъра се преобразува в полезна механична енергия. Средната ефективност на турбините е около 20%. Ефективността на вятърните турбини се изменя в големи граници, като най-голяма ефективност (около 44%) се реализира в скоростния диапазон на вятъра около 9 m/s.



Класификация на ветрогенераторите:

Пропелерен тип – вятърни турбини с **хоризонтална ос**. Използва се реактивен принцип на обтичане на лопатките на турбината. Турбините са с две или три лопатки - има и турбини само с една лопатка. Така се реализират минимални хидравлични загуби. **Коефициентът на бързоходност** (отношение на периферната скорост на колелото към скоростта на вятъра) заема стойности от 6 до 10. Стартовият въртящ момент е малък, затова този тип турбини работят само при скорости на вятъра над 5 m/s.

Най-често се поставят на високи кули, за да се използва по-силният вятър на височина 30 и повече м. Могат да бъдат използвани самостоятелно, да бъдат свързвани към електрическата мрежа, или да се комбинират със слънчеви колектори.

За да генерират по-голямо количество енергия, често биват поставяни в близост една до друга като по този начин улавят по-голяма част от въздушните потоци и образуват т.н. „ветрови паркове”.

Вятърна турбина с **вертикална ос**:



Това е реактивен тип вятърна турбина. Коефициентът на бързоходност е от 5 до 6. Имат сравнително нисък стартов въртящ момент. Те са подходящи за малки производства, офис-сгради, ферми, оранжерии, радио системи за авиацията и комуникациите, вили, домове и други сравнително малки консуматори. Капацитетът им обикновено е около 50 kWh на месец. Основен отличителен белег при тях е, че са с вертикално разположена спрямо земната повърхност ос на въртене. Като всички останали вятърни генератори и те преобразуват кинетичната енергия на вятъра в електрическа.

Когато обектът е на голямо разстояние от електропреносната мрежа, малкият вятърен генератор с вертикална ос и със самостоятелно захранване е добро решение.

Другите два типа - ON-Grid и за смесено захранване, разчитат и на конвенционална енергия, но все пак при тях винаги приоритетно е ползването на енергията от възобновяемия източник.

Едно от основните им предимства е, че са **независими от посоката на вятъра**. Затова нямат нужда от стабилизатор за следене на посоката на вятъра и ориентиране на перките спрямо нея, за разлика от генераторите с хоризонтална ос.

Тук силата на действие върху работното тяло е постоянна, без значение каква е посоката на вятъра. За инициране на работата е необходим нисък праг на скорост на вятъра: 1.5 м/сек. Освен това работата продължава и при турбуленция на въздуха.

Много често това е единствено решение за отдалечени от електроразпределителната мрежа консуматори.

Голямо **предимство** е и липсата на шум и вибрации, поради което, тези генератори могат да се монтират и върху покриви на сгради. Поддръжката е лесна и евтина.

Тези турбини могат да работят при бурни ветрове и екстремни метеорологични условия. При нужда могат да се включат в хибридна система, подобрявайки ефективността ѝ

Микро (малки) вятърни турбини: за домакинства, ферми, механични дейности; мини-домашни системи за собствени нужди, зареждане на акумулатори и за продаване на енергия. Малките вятърни турбини могат безпроблемно да бъдат инсталирани върху сградите.

Американска компания продава средно 2200 турбини за домакинства на месец на единична цена от 10 до 12 хил. долара /цената включва монтаж/.



Турбини със спираловидна форма: позволяват да бъдат задвижвани от въздушни потоци, идващи от всички страни, включително и вертикални. Това означава по-нисък монтаж. Съответно се намаляват разходите за инсталация и се избягват някои екологични ограничения. Турбините се предлагат по 2 и 5 kW, работят оптимално при скорост на вятъра над 10 м/сек.

Малки градски вятърни турбини – произведени са еднокиловатови мини-вятърни турбини, които при наличие на добър вятър, могат да генерират най-малко 1 500 kWh на година. Тези малки турбини с вертикална ос могат да се монтират на покрива на домаќ или на носещ пилон в двора на къщата.

Малките градски турбини се монтират изключително лесно и представляват естетично допълнение към архитектурния облик на сградите. Инсталирането им не води до структурно натоварване на сградите. Всеки модул тежи около 90 килограма и има височина и ширина от 1,20 м. Турбините са нискоскоростни и имат допълнително монтиран предпазител за птици.



Безшумни и красиви градски ветрогенератори - изграждането на вятърни турбини в градски условия е възпрепятствано от високите цени на инвестицията, както и от градоустройствените планове.

Съществуват фирми, които предлагат малки модулни вятърни турбини, които са изключително безшумни, наречени „Architectural Wind”. Системите отлично се интегрират в градската среда и се възползват от ускорените въздушни течения, възникващи вследствие на обтекаемостта на сградите.



Хибридни вятърно-соларни системи - Вятърно-соларна система: съдържа слънчев и вятърен генератор, акумулаторна батерия, контролер и инвертор. За съхранение на енергията обикновено се използват оловни, никелово-кадмиеви, или никелово-железни акумулиращи батерии. Капацитетът на акумулатора трябва да е достатъчно голям, за да доставя електроенергия по всяко време.

Обикновено са с капацитет, осигуряващ електрически ток за от 1 до 3 дни. Контролерът следи за зареждането на акумулаторните батерии с постоянен ток, а инверторът преобразува постоянния ток от акумулаторните батерии в променлив ток (220V, 50Hz).

- за самостоятелно захранване. Те не са свързани към системата за разпределение на електрическа енергия. За времето, когато, нито вятърните генератори, нито фотоволтаиците произвеждат енергия (например в тиха нощ), повечето хибридни системи осигуряват електрическа енергия чрез акумулаторни батерии и/или генератор с конвенционално гориво за презареждане на акумулатора, което прави системата по-комплексна и независима. В същото време най-модерните варианти на системи от този род включват електронни контролери за автоматична работа на системата.

Вятърно-соларните хибридни системи също така позволят използването на по-малки и по-евтини компоненти, отколкото биха били необходими, ако системата зависи само от един източник на захранване.

- за смесено захранване- при тях отново, приоритетно, се ползва енергията от възобновяеми източници, но когато по една или друга причина енергията в акумулаторните батерии се изчерпи, системата се превключва към захранване от електроразпределителната мрежа.

Управлението става чрез контролери, които следят за разряда на акумулатора до минимум 10,8 V изключват акумулатора от инвертора и превключват на захранване от мрежата.

Хибридизацията гарантира, че ако някоя част от системата не работи (фотоволтаиците в облачни дни, или вятърните генератори при тихо време) по една или друга причина е осигурен **резервен вариант за производство на електроенергия.**

Конструктивните разработки при вятърните инсталации, предназначени за съвместна работа с фотоволтаици, са насочени към получаване на задоволителна производителност дори при невисоки скорости на вятъра. Те се изработват с прозрачни лопати, за да не засенчват фотоволтаиците.



Цени и стимули

- цените на вятърните турбини варират от 300 евро за kW на употребявана турбина до около 1100 евро за нови турбини - от MW клас.

- цени на малките генератори:

- мощност 1 kW, диаметър 1,6 м., височина 1,2 м. - цена 3500 лв.
- мощност 2 kW, диаметър 2,2 м. височина 2,2 м.- цена 6200 лв.
- мощност 10 kW, диаметър 4,6 м., височина 4,2 м.- цена 26000 лв.

В съответствие с Решение № Ц-010 от 30. 03. 2011 г. на Държавната Комисия за енергийно и водно регулиране, се определят следните преференциални цени за изкупуване на електрически ток

ВЕИ, в зависимост от вида на първичния енергиен източник	Мярка	Действаща цена, без ДДС	80 % от средна продажна цена за 2010 г.
ВТЕЦ работещи до 2250 часа	лв./MWh	190.59	75.84
ВТЕЦ работещи с асинхронен генератор кафезен ротор	лв./MWh	148.79	75.84

Потенциал на вятърната енергия в България

Изчисления за много райони в България са използвани за създаване на карта на техническия потенциал на ветровата енергия в България. Подходящи места за инсталиране на вятърни турбини са някои крайбрежни райони (на север от гр. Варна), някои от билата на Стара планина, райони около Сливен и някои други планински райони. По-голямата част от територията на страната не е подходяща за инсталиране на вятърни системи.

Предмет на настоящето ръководство са малките вятърни генератори !

Това са вятърни генератори за локално електрозахранване на обекти (до 20KW). Използват вятър със скорост над 2.5 м/сек., достигат максимума си на мощност над 5-6 м/сек., с кули до 10м. Това ги прави масово приложими. Те се комбинират

с акумулаторна батерия, чрез която се осигурява непрекъснато и равномерно захранване на обекта чрез локална електрическа мрежа

Място на монтаж на малките генератори

Работата на ветрогенератора е пряко свързана с мястото на монтаж и височината на кулата. То определя количеството ветрова енергия която може да се преобразува в електрическа. Най-добре е вятърът да е среден по сила и постоянен.

Фактори:

- географско разположение -преди да се пристъпи към монтаж, се проверява наличието и характеристиките на вятъра на избраното място в годишен мащаб. Необходимата информация може да бъде получена от статистическа справка от Института по метеорология и хидрология, или да бъдат направени собствени измервания на показателите в избраното място през годината.

Съществуват 119 метеорологични станции в България, които регистрират скоростта и посоката на вятъра. Налични са данни за период от над 30 години.

- да е сравнително близко до консуматора на ел. енергията - полагаането на кабели на разстояние над 200-300 м. оскъпява инвестицията и носи риск от повреди по трасето.

Монтажът на малките ветрогенератори се извършва сравнително лесно и без специална техника. До 5 kW те се сглобяват на земята и се изправят "на ръка". Основата представлява сглобяема метална тръба (6-10м.) укрепена със 4-8 бр. стоманени въжета.

Средният клас (10-50 kW) се монтират с помощта на автокран.

IX . 2. Енергоспестяващо осветление

Общо за осветлението

19% от световното потребление на електрически ток е за осветление, в ЕС и България то е около 14%

С напредване на технологиите, нарастват светлотехническите възможности на светлинните източници, повишават се изискванията към тях и, най-важното, от енергийна гледна точка, те са със значително по-малко разход на енергия като се постига по-високо ниво на осветеност.

Вече се произвеждат светлинни източници, които в сравнение с преди 10-15 години, имат до 2 пъти по-висок светлинен добив, по-дълъг живот и по-добро цветоподаване.

Модерните осветители имат чувствително по-високо к.п.д. и по-компактни размери.

Новите електронни пусково- регулиращи апарати и системи за управление на изкуственото осветление намаляват енергийните разходи 2 до 3 пъти, и се подобрява качеството на осветлението, поради ограничаване на пулсациите на светлинния поток и - заслепяването от директна дневна светлина.

Санитарне на вътрешните осветителни уредби и изготвяне на оптимално предложение за него.

За целта е необходимо да се изяснят някои **критерии** и то съвместно с живущите в ремонтирания обект:

- има ли специални изисквания към дейността, която ще се извършва в помещенията: по-висока вертикална осветеност, по-добро ограничаване на

заслепяването, специални изисквания към контраста, определен цвят на светлината и т.н.;

- има ли възможност за осигуряване на осветление с дневна светлина: може ли да се постигне високо качество и икономичност на осветлението чрез оптимална комбинация от естествена и изкуствена светлина;
- необходима ли е концепция за осветление, разпределено равномерно по цялата площ, или следва да е ориентирано към отделни места - локално осветление на отделни места;
- какъв да е видът на осветлението: директно, индиректно, смесено; таванско; висящо; осветителна шина; стоящо осветително тяло; аплик

След изясняване на горните критерии и определяне броя на осветителните тела, монтажната височина, разположенията и - като се вземе под внимание оцветяването на стаите, коефициентите на отражение на тавана и стените, разположението на прозорците, мебелировката и др., може да се достигне до **оптимално и икономично осветление.**

Санитарне чрез подмяна на лампи:

- подмяна на съществуващите лампи с нажежаеми жички (НЛ) с компактни луминисцентни лампи (КЛЛ) – получава се 5 пъти по-висок светлинен добив и 12 пъти по-дълъг живот. Необходимо е само КЛЛ да имат същия, или малко по-висок светлинен поток от НЛ, винтов цокъл и възможност за монтиране в съществуващите осветители без увеличаване на заслепяващото действие и промяна на светлоразпределителната крива на осветителното тяло.
- подмяна на съществуващи халогенни лампи с рефлектор за студена светлина от 50 W, с нови халогенни лампи от 35 W с рефлектор за студена светлина и дихроично покритие върху вътрешната страна на лампата, отразяващо обратно инфрачервения лъчист поток върху спиралата (IRC- технология).
Постига се същата осветеност, но се намалява инсталираната мощност средно с 15 W на лампа.

Санитарне чрез внедряване на нови осветителни тела – обикновено, относителната инсталирана мощност се намалява 5 пъти, а годишните разходи - с около 50%, при чувствително подобряване на качеството.

Видове осветителни системи:

Класическа осветителна система - в класическата крушка с нажежаема жичка за получаване на светлина се използва само 5% от енергията за осветление, останалата енергия отива за нагряване на проводник с високо съпротивление - волфрам, т.е. само малка част от излъчваната светлина е във видимия за човешкото око спектър. Основният дял се пада на инфрачервените лъчи (95% от електрическата енергия се трансформира в топлинна).

Флуорисцентни лампи - компактните флуорисцентни лампи (КФЛ) имат по-малка енергийна консумация от НЛ, но компонентите им: фосфор, живак и олово, са токсични.

Все по- широко разпространение имат и **енергоспестяващите крушки.** Те биват два вида: с цветна температура 2700К, код 827 за „топла бяла светлина”- най-близка до традиционната, на която сме свикнали, и с цветна температура 4500-6500К, код 845-865 за „студена светлина”.

Чрез енергоспестяващите крушки се спестява 80% от изразходваната енергия за осветление в сравнение с обикновените НЛ. Техният живот е и до 10 пъти по дълъг.

Напр. ако се сменят стандартните 60 W НЛ с равностойните по излъчвана светлина енергоспестяващи крушки от 11 W и те светят по четири часа на ден, то за около 4 месеца ще се възвърнат инвестираните средства в енергоспестяващи лампи. А от реализираната икономия на енергия в рамките на гаранционния срок от една година ще се спечели три пъти размера на вложени пари.

Енергоспестяващи крушки спестяват и вредни газове в размер на 2000 пъти от собственото им тегло.

Ако всички европейски домакинства осветяват домовете си с КФЛ, то годишните спестявания на електричество ще са около 40 TWh (10 на девета степен). Това означава 15 милиона тона емисии на въглероден диоксид спестени на планетата ни!

Оптични осветителни кабели: т.н. „фиброоптично осветление”. Състои се от външен светлинен източник, който е на определено разстояние от осветителната система и фиброоптичен кабел, по който светлината се предава/разпространява. Това осветление служи за подчертаване на фасадни елементи, вътрешен интериор, реклами, насочващи надписи.

Основните елементи са: проектор- лампа, разположена в специален оптичен уред като излъчената от нея светлина се фокусира от отражател и се подава към фиброоптичните кабели. Използваните лампи са нисковолтови халогенни, високоволтови кварцови, тръбни металхалогенидни и лазерни.

Оптичните кабели пренасят светлината от проектора до осветяваното място.

Соларни осветителни тръбни инсталации- т.н. „тръбна капандура”. Монтира се на покрива, улавя максимално количество слънчева светлина, пренася я почти без загуби във вътрешността на сградата и осветява с естествена дневна светлина помещения, които са нормално тъмни.

Инсталацията се състои от: куполна леща и рефлектор, светлопровод и оптичен дифузор за усъвършенствано разпръскване на светлината.

Светодиодно осветление - светодиодното осветление включва множество технологии като трите основни вида са: осветление с повече или по-малко стандартни светодиоди на базата на полупроводници (LED- Light Emitting Diodes), осветление с органични светодиоди (OLED – Organic Light Emitting Diodes) и осветление със светодиоди на базата на полимери (PLED – Polymer Light Emitting Diodes).

Светодиодното осветление се реализира чрез излъчващи светлината полупроводници - те провеждат електричеството само в една посока и непосредствено преобразуват част от него в светлина.

Основни **параметри и особености** на светодиодното осветление:

- продължителност на живот- средно 20-30 години, практически няма нужда от поддръжка;
- ниска консумация и висока ефективност- по-малък разход на енергия за постигане на една и съща осветеност в сравнение с други светлинни източници като НЛ. Изразходват за светлина 80% от енергията като 20% са загуба във вид на топлина. Това води до използване на проводници с по-малко сечение.

Електромагнитното излъчване от електрическите инсталации също се намалява:

- светодиодното осветление разсейва много по-малко топлина от ЛН, т.е. то може да се монтира на места за локално осветление;
- светодиодните лампи са по-здрави- монтират се на места, където има удари и вибрации: транспортни средства, преносими осветителни устройства;
- светодиодните лампи са много по-бързи при включване, особено в сравнение с луминесцентните осветителни тела, има практически неограничен брой включвания и изключвания;
- яркостта на отделния светодиод е сравнително малка, въпреки високата ефективност. Ето защо в едно осветително тяло се интегрират десетки, стотици и дори хиляди светодиоди, за да се получи необходимата яркост. Това, от своя страна, изисква много по-високи технологии, отколкото производството на другите видове осветителни тела;
- цената на светодиодното осветление е сравнително висока като първоначална инвестиция, но след експлоатация в рамките на 3 до 10 години, тази цена ще се откупи от по-малките разходи за електроенергия и поддръжка на инсталацията. Ето защо светодиодните лампи се монтират обикновено на места, където ще работят поне по няколко часа на ден, или на места, където използването на други светлинни източници е невъзможно: труднодостъпни места - високи сгради, фасади, покриви, стълбове, комини, тунели, шахти и др., където подмяната на повредено осветително тяло е много скъпо.
- осветителни тела с мощност 12-15 W, могат да подменят ЛН с мощност 120-150W. Токът, протичащ през светодиодното осветление е сравнително слаб и нагарянето на контакти, и ключове е почти невъзможно.

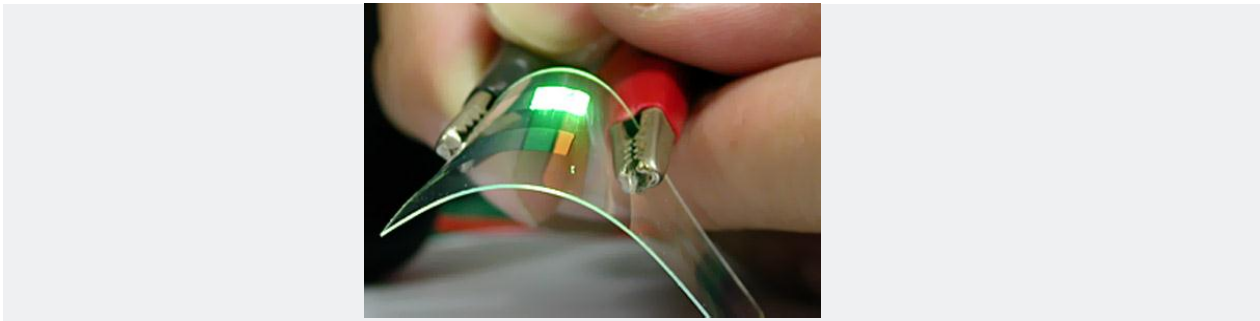
Светодиодни осветителни тела вече се предлагат с цокли и корпуси, подобни на тези на НЛ;

- светодиодните осветителни тела, за разлика от НЛ и луминесцентните лампи, не съдържат вредни газове, които при счупването биха се отделили в атмосферата. При работа не излъчват инфрачервени и ултравиолетови лъчи;

LED крушките се характеризират с висок индекс за възпроизвеждане на цвета т.е. способност на източника на светлина да възпроизвежда истинския цвят на обектите в сравнение със слънчевата светлина.

Светлинната ефикасност на светодиодното осветление е най-голяма в сравнение с всички светлинни източници – 50-100 lm/W. За сравнение при НЛ тя е 12-15 lm/W, а при луминесцентните – около 50 lm/W.

Органични електролуминесцентни диоди (OLED)- имат по-добро енергийно КПД, отколкото енергоспестяващите крушки. Изработени са от полимерни молекули във вид на тънък и гъвкав филм, които разпространяват по-хомогенна светлина. Технологиията OLED се използва широко за цветни дисплеи на мобилни телефони или фотоапарати; екрани на телевизори. Предпочита се заради отличния контраст и предаване на цветовете.



Хибридна технология за соларно осветление – това е технология, при която се улавя слънчевата светлина и се разпространява посредством оптични влакна във вътрешността на сградите, където става съвместното използване на естествената и изкуствената светлина. Нивата на осветеност в помещенията се поддържат константни като се използват сензори, отчитащи стойността на интензитета на слънчевата радиация.

Принцип на действие: Колектор, монтиран на покрива на дадена сграда, заедно с вторично огледало, проследява слънцето в рамките на деня, разделя видимата част от инфрачервената част на слънчевия спектър и насочва видимите лъчи (чрез оптични влакна) към тази част от хибридната осветителна система, която използва естественото осветление. Последната се състои от дифузни тръби подобни на луминесцентни пури, които разпределят светлината в нужните направления.

Един колектор може да захрани от 8 до 12 дифузни тръби, които могат да осигурят необходимата осветеност за около 1000 м².

При наличие на достатъчно слънчева енергия, 80% от вътрешното осветление може да се поеме от хибридната система. Фотосензори автоматично настройват необходимия ток за поддържане на осветеността в помещенията - луминесцентни или нажежаеми лампи в зависимост от стойностите на интензитета на слънчевата радиация.

Поради наличието на естествена компонента в осветителната система, емисията на топлина е минимална.

Ако се използват PV панели от ново поколение (многослойни), преобразуващи и инфрачервената част от спектъра в електрически ток, то хибридните слънчеви осветителни системи имат потенциал да преобразуват ефективно около 50% от попадналата слънчева светлина.

IX.3. Ефективно електроснабдяване и електропотребление

Ефективното електроснабдяване е подход за повишена ефективност и сигурност на потребление на енергия в електрическата мрежова инфраструктура. Ефективността идва от цялостното следене на електроснабдителната мрежа, посредством измервателни устройства, обменящи данни помежду си, поставени в електрическите подстанции и крайните потребители.

Основната идея е да се получи „електроенергия на поискване“, т.е. източниците на енергия да се задействат при подаден сигнал.

Това позволява по-голяма гъвкавост и устойчивост на мрежата при претоварване, както и нейното децентрализиране.

Ефективно електропотребление

По-ефективно използване на енергоконсуматорите:

- намаляване на **отоплението** през нощта, и то един час преди лягане, което е препоръчително и от здравословна гледна точка. Така се намаляват около 20 % от разходите за отопление.

Топлината, акумулирана в стените и подовите намалява бавно и не се усеща дискомфорт. Отоплението може да се намали и един час преди излизане от дома, а може и да не се включва изобщо, ако се прибирате за кратко.

За по-ефективна работа на радиаторите, движението на топлия въздух в помещенията не трябва да бъде възпрепятствано. То следва свободно да се качва до тавана, да се спуска по стените и да се придвижи по пода обратно до радиатора, т.е. да се избягва сушене на пране над радиатора, открити прозорци и др. - те създават въздушни течения и пречат на ефективната работа на радиатора.

- **осветлението**- енергоспестяващите крушки изразходват 5 пъти по-малко енергия и имат 8 пъти по-дълъг живот. По-скъпи са, но накрая излизат значително по-евтино.

Да се използват детектори за движение в по-рядко използваните помещения: коридори, мазета, тавани. Те ще включват осветлението само, ако има хора в помещението.

- използване на **домакинските електроуреди**: 17 % от цялата енергия в дома ни се консумира от домакинските електроуреди и за осветление.

Фризерите и хладилниците консумират по около 600 kWh/год., осветлението-около 500 kWh/год., пералните -около 250 kWh/год., телевизорите – около 130 kWh/год., микровълнови фурни, ютии, прахосмукачки- по около 60-70 kWh/год.

Тези разходи значително могат да се снижат, без това да е за сметка на качеството, като се избират електродомакински уреди „клас А, А+, А++“. Например, ако хладилник „клас F“ (най-ниският клас) годишно консумира около 600 kWh, то хладилник „клас А“ консумира около 200 kWh.

От голямо значение за енергоспестяването е и рационалното използване на домакинските електроуреди- при готвене да се слагат капаци на съдовете за готвене, да се използват подходящи диаметри на котлоните, в зависимост от диаметъра на съда, да се изключват котлоните и фурните 5-10 минути преди края на готвенето, да не се поставя хладилникът в близост до топлинен източник, редовно да се размразява фризера, или хладилника (скрежта увеличава консумацията до 30 %), да се използват икономични програми на пералните и температури на водата до 40 градуса (те са достатъчни за качествено изпиране). Да се използват парни ютии с регулатори за температура, бойлерите за топла вода да са съобразени с необходимото за домакинството количество вода - достатъчно е температурата на водата да бъде 50 градуса през лятото и 70 градуса през зимата.

Годишната консумация може да се намали с до 30 % чрез използване на електроуреди клас „А“ и енергоспестяващи осветителни тела!

- **специални сензори за движение**- те “разбират” кога има човек в помещението и сами активират електрозахранването в него. Така, освен, че щадите електрическата си инсталация, допринасят и за енергийната ефективност.

Нови технологии:

- **енергоспестител**: спестява 10 – 30% от разхода на електричество.

Енергоспестяващото устройство използва технология за мониторинг на електрическата мрежа и за моментния разход на електроенергия, стабилизира напрежението и намалява реактивната мощност, която електроуредите нормално консумират от електрическата мрежа. Това се постига чрез натрупване на ел. товар в специални кондензатори и връщане на този товар по веригата към електроуредите в определени моменти, избрани чрез системата за мониторинг на мрежата.

Индуктивните консуматори (електрически мотори, трансформатори и др.) консумират реактивна енергия, докато капацитивните консуматори произвеждат реактивна енергия. С използването на устройството, се елиминира консумацията на реактивна мощност от мрежата, а електрическият заряд се доставя от кондензаторите в самото устройство.

Нормално електроуредите имат съпротивление, затова част от консумираната енергия се превръща в топлина т.е. загуба. Всеки електроуред се състои от индуктори, кондензатори и резистори (активно съпротивление).

В един “чист” индуктивен токов кръг, фазовата разлика между напрежението и тока нормално е 90 градуса, докато в един “чист” капацитивен променливо токов кръг, фазовата разлика нормално е - 90 градуса.

При наличие на резисторен токов кръг, фазовата разлика е 0 градуса. Обикновено фазовата разлика се отбелязва с F . А така нареченият “Power Factor” = $\cos F$ (косинус от ъгъла на фазовата разлика) – варира от 0 до 1. Тогава ефективната мощност се определя от произведението $U \times I \times \cos F$. Променяйки фазовата разлика, можем да променим т.нар. “Power Factor”, при което ще намалим големината на тока при постоянно напрежение, което се изпълнява от устройството за икономия на електроенергия.

Едно устройство е достатъчно за един апартамент, или малък хотел, ресторант или производствено помещение с мощност на включените консуматори до 15 kW.

- **енергоспестяващ адаптор:** обикновено уредите, които остават включени в контакта дори когато не се използват, продължават да консумират енергия и увеличава разходите за електричество с около 10%.

Енергоспестяващият адаптор сам изключва устройството, а когато уредът е в режим “готовност”, адапторът сигнализира на собственика да го изключи. Ако до 3 минути това не се случи, самият адаптор изключва уреда.

Енергоспестяващото устройство също така показва консумацията на даден уред. Всеки модул на адаптора показва кой уред е включен в него и изразходваната от него енергия.

- **програмируеми термостати:** използват се за задаване и поддържане на необходимата температура за деня, седмицата и месеца; включване и изключване на отоплителната, или климатична системи в определен час и ден от седмицата, както и в зависимост от изменението на външната температура.

- **контрол** на отоплението, охлаждането, осветлението, вентилацията, слънчевите устройства: част от т.н. “сграден инженеринг”, в това число използването на дистанционен, интернет, телефонен, или друг тип контрол на горепосочените енергийни консуматори, както и използване на т.н. “следащи системи” за включване и изключване на осветлението;

- **смарт мрежа**- представлява интелигентна мрежа, използваща цифрова технология. Тя предоставя електроенергия от доставчиците на потребителите

като използва двупосочни цифрови комуникации за контрол на уредите по домовете.

Използвайки смарт мрежата, може да се спести енергия, да се намалят разходите и да се увеличи надеждността. Също - да се обезпечи обикновената електрическа мрежа с информация.

Смарт електромерите, известни като smart meter са част от смарт мрежата. Те следят енергията, използвана от дадено домакинство и препращат информация до енергийния доставчик, чрез трите основни компоненти, от които е съставен – дисплей, сензор и предавател.

Има възможност потребителите да контролират online своето потребление и да предприемат адекватни мерки за намаляване на своите разходи.

Доставчикът, на свой ред, използва информацията, за да определи кой е основния консуматор на енергия. В резултат от това, той може да предложи варианти за пестене на енергия и да наблюдава ефекта, който ще възникне при бъдещата консумация на енергия.

Изисквания към смарт електромерите – да имат възможност да измерват поотделно консумираната енергия, както и такава, произведена от алтернативни енергийни източници.

Във Финландия енергийното потребление на глава от населението е сред най-високите в света при зимни условия. Там всички домове ще бъдат оборудвани със смарт електромери до 2013 г. В резултат на това ще станат възможни и достъпни набор от иновативни услуги, даващи свобода на гражданите да създават виртуални микро-гридове, с цел да споделят и управляват по-добре енергията.

Например, в случай че даден потребител има соларни панели на покрива на своята къща, в периода когато панелите генерират излишно електричество, собственикът им може да сподели генерираната от тях енергия със своите съседи. Така ще се образува малък виртуален енергиен завод.

Смарт електромерите намират вече приложение и в България. През 2009 г. Е.ОН България Мрежи АД започна пълна подмяна на електромерните табла с пилотен проект в кв. Максуда, град Варна.

Компанията е инсталирала система за балансово мерене и смарт електромери, които да показват къде се губи нерегламентирано потреблението на електроенергия.



Training on Renewable Energy solutions
and Energy Efficiency in reTROFITting

www.reetrofit.eu



Наръчникът е разработен от колектив в състав:

доц. д-р арх. Росен Савов – Ръководител направление “Устойчива архитектура и енергийна ефективност” към Архитектурния факултет на ВСУ “Черноризец Храбър” - Глава I

арх. Ваня Манева – експерт по проект REE_TROFIT – Глави II, III, IV.

инж. Димитър Йорданов - експерт по проект REE_TROFIT – Глави V, VI, VII

инж. Димитър Иванов - експерт по проект REE_TROFIT – Глави VIII, IX



Training on Renewable Energy solutions
and Energy Efficiency in reTROFITting

www.reetrofit.eu



Екип по проект REE_TROFIT от:

България

Българска търговско-промишлена палата БТПП – www.bcci.bg
Европейски институт по труда-ЕИТ – www.eli-energy.eu

Италия

Фирма Лусенсе / координатор/
Търговско-промишлена палата в гр.Лука
Абита – университетски изследователски център

Гърция

Технологичен образователен институт в гр.Крет

Унгария

Търговска палата на окръг Бак-Кискун

Франция

Търговско-промишлена палата в гр.Дром

Дания

Инженерингов колеж в гр. Аархус