

ComAct

Съобразени
с общността действия
за намаляване на
енергийната бедност

Учебни материали за енергийни консултанти

www.comact-project.eu

Този проект е получил финансиране от програмата за научни изследвания и иновации на Европейския съюз „Хоризонт 2020“ съгласно споразумение за безвъзмездна помощ № 892054

Учебни материали за енергийни консултанти

Кратко име на проекта	ComAct #892054
Име на проекта	Съобразени с общността действия за намаляване на енергийната бедност
Координатор на проекта	Zita Kakalejcikova, Nadacia HFHI
Продължителност на проекта	2020-2023
Уебсайт	www.comact-project.eu

Резултат №	4.3
Равнище на разпространение	PU
Работен пакет	4
Водещ бенефициент	ENOVA
Автор(и)	Marin Petrovic (ENOVA)
Прегледан от	Senta Schmatzberger (BPIE) Inga Rovbutas (IWO), Johann Strese (IWO)
Дата	Април 2021 г.
Име на файла	Г4.3 Учебни материали за енергийни консултанти

Права

Авторите на тази публикация носят цялата отговорност за нейното съдържание. Тя не отразява непременно мнението на Европейския съюз. Нито Европейската комисия, нито Европейската изпълнителна агенция за климата, инфраструктурата и околната среда са отговорни за каквото и да е използване на съдържащата се тук информация.

Публикувано през юни 2021 г. от ComAct.

© ComAct, 2021. Възпроизвеждането е разрешено при посочване на източника

Този проект е получил финансиране от програмата за научни изследвания и иновации на Европейския съюз „Хоризонт 2020“ съгласно споразумение за безвъзмездна помощ № 892054

Съдържание

Предговор 1

1. Въведение 2
2. Регулаторна основа 4
3. Техническа подготовка 7

3.1 Видове многофамилни жилищни сгради 7

3.2 Сградна обвивка 9

3.3 Мерки за енергийна ефективност 10

3.4 Цени на енергията 11

3.5 Ползи 15

4. Прости мерки 16
5. Мерки по сградната обвивка 19

5.1 Топлоизолация на стените 21

5.2 Топлоизолация на покриви 28

5.3 Топлоизолация на подове 31

5.4 Смяна на прозорци и врати 32

6. Мерки за отоплителната система 37

6.1 Източници на топлина 37

6.2 Топлоразпределителни системи 40

6.3 Охлаждане 41

6.4 Рекуперация на топлината 42

6.5 Термопомпи 44

7. Мерки за производство на топла вода за битови нужди 46
8. Мерки, свързани с потреблението на електроенергия 50
9. Поведенчески промени и управление на енергията 54
10. Преглед на мерките 59

Предговор

Този документ съдържа основни учебни материали за обучение на енергийни консултанти. Възможните участници в обученията са персонал и консултантите по енергийна ефективност, ангажирани с пилотните обекти на многоетажните жилищни сгради по проекта ComAct. Предполага се, че не всички участници ще бъдат с техническо образование, така че се изискват само основни познания за енергия и енергийна ефективност. Очакваната продължителност на обучението е 18 до 20 часа, но то може да се промени според конкретните нужди.

Обучението е разделено на няколко части. В началото участниците се запознават с основните регулаторни и технически въпроси и се изяснява как се определя цената на енергията. Следващите части са разделени според мерките: прости мерки, мерки по сградната обвивка, отоплителните системи, ефективността на производството на топла вода за битови нужди и потреблението на електроенергия. За всяка група мерки са представени основните понятия, в т.ч. относно текущото енергийно състояние и възможните енергийноефективни подобрения, съпроводени с повече детайли, където е необходимо. Равнището на детайлност е определено така, че участниците да имат възможност да се запознаят с предимствата и недостатъците на всяка мярка, но без да си объркват или претоварват с данни.

Инвестиционните разходи или сроковете за откупуване на мерките не са представени с конкретни стойности, защото те зависят от местните условия.

Учебният материал не е предназначен за енергийни одитори, които се нуждаят от по-задълбочени знания и би трябвало вече да са запознати с информацията, представена в този документ.



1 Въведение

Наличието на енергия на достъпна цена е ключов фактор за постигане на социално-икономическо развитие. От друга страна производството и потреблението на енергия оказва значително негативно влияние върху околната среда, което се изразява в замърсяване на въздуха на местно равнище и води до глобално затопляне и изменение на климата. Устойчивото развитие, което осигурява сигурност на енергийните доставки, като същевременно намалява отрицателното влияние върху околната среда, е глобално предизвикателство.

Различните видове сгради потребяват голямо количество енергия, което от друга страна предлага и възможности за големи икономии на енергия. По тази причина енергийната ефективност в сградите е станала приоритет в обществения сектор и е довела до значителни икономии на енергия и парични средства. В последно време енергийната ефективност в сградния сектор, както при еднофамилните къщи, така и в многофамилните жилищни сгради, също привлича интереса на собствениците на жилища, на обитателите, на фирмите за комунални услуги и инвеститорите.

Освен икономиите на енергия, инвестициите в подобрения на енергийната ефективност могат да имат и други положителни въздействия върху обществото, които пряко или непряко се превръщат в спестени парични средства. Множеството по-широки ползи на социално и макроикономическо равнище, както и на равнище отделни сгради, са добре документирани. Независимо от това, собствениците на сгради и обитателите често не са наясно с тях- и не ги взимат предвид, когато обмислят и планират дейности по обновяването на сградите. Следователно, при анализа на разходите и ползите на отделен проект за обновяване, едно структурирано разглеждане на множеството по-широки ползи ще даде възможност да се оценят и допълнителните икономии на разходи.

> Дълбокото обновяване в жилищните сгради намалява сметките за енергия и влиянието на променливите цени на енергията, което може да облекчи енергийната бедност. Нещо повече, една обновена сградна обвивка намалява проблемите, свързани с мухъла, теченията и шума и допринася за здравето и благосъстоянието на обитателите. Обновените сгради предлагат и по-високо равнище на топлинен комфорт, тъй като по-лесно се контролират параметри като относителна влажност, температура на въздуха, средна температура на излъчване и скорост на въздуха.



Фигура 1 - По-широки ползи от енергийноефективните подобрения

Дългосрочните ползи от повишената енергийна ефективност на сградите включват намаляване на замърсяването в градовете и темпа на глобалното затопляне. Докато енергията трябва да се използва по възможно най-ефективен начин, енергийната ефективност не трябва да бъде разглеждана единствено като намаляване на разходите за енергия. Намаляването на разходите за енергия може да бъде постигнато за сметка на комфорта в сградите, докато постигането на енергийна ефективност означава запазване на оптималния комфорт на обитаване, микроклимата в помещенията и равнищата на осветление, докато се използва по-малко енергия.

От повишената енергийна ефективност има множество ползи в зависимост от вида на интервенцията.
Те могат да бъдат:

- намаляване на тежестта на разходите върху домакинствата при повишаване на цените на енергията
- повишаване на енергийната сигурност
- намаляване на инвестициите, необходими за доставената енергия
- намаляване на местното замърсяване на въздуха и на емисиите, свързани с промените на климата на глобално равнище
- разширяване на заетостта на неквалифицирана и квалифицирана работна ръка
- намаляване на разходите за енергия в националните и общинските бюджети
- подобряване на икономическата конкурентоспособност

> Има по-голяма вероятност, притежателите на жилища, които са наясно с всички многобройни ползи за себе си и за обществото, да подкрепят мерките за дълбоко обновяване. Енергийните консултанти ще имат ключова роля в този контекст, като предоставят количествена информация за допълнителните ползи от различните мерки за обновяване и за постигане на най-високи финансови показатели на проектите.

Цялостното проследяване на параметрите за качеството на въздуха и влагата в помещенията и въздухоплътността на сградата може да илюстрира положителния ефект от дейностите по обновяване. Визуалното представяне на подобрените топлинни характеристики - и ако е възможно и ефектите върху здравето, помага ползите от обновяването да станат по-осезаеми. Разбирането за връзката между енергийноефективните подобрения и по-доброто качество на живот може да доведе до увеличаване на броя на обновяванията[1].
Интервенциите, свързани с енергийна ефективност в жилищния сектор, могат да доведат до значително подобряване в условията на живот чрез намаляване на енергийните разходи и емисиите на въглероден диоксид. Такива интервенции в еднофамилни къщи зависят в голяма степен от множество фактори като: размера, разположението и формата на сградата; материала на сградната обвивка; използваните строителни технологии. и навиците на обитателите, всеки от които може да варира в значителна степен. Това превръща общата класификация на мерките и техния анализ в сериозно предизвикателство. Въпреки това, при многофамилните жилищни сгради може да се използва известна класификация, която да направи анализа на мерките за енергийна ефективност по-лесен, като цяло.

[1] BPIE. 2020. Ползи за здравето и благосъстоянието на хората в сгради, обитавани от собственици (Health and wellbeing benefits in owner-occupied buildings).



2

Регулаторна основа

Делът на сградите в общото потребление на крайна енергия е повече от една трета от и около половината от световното потребление на електроенергия. Те са отговорни и за около една трета от световните въглеродни емисии. Според Международната енергийна агенция (IEA) енергопотреблението в сградите трябва да се намали с 80% до 2050 г., ако желаем да ограничим световното повишение на температурите под 2°C до 2100 г.

Постигането на такава амбициозна цел не може да стане без добре разработена регулаторна рамка както на национално, така и на международно равнище. Това е необходимо, за да се гарантира, че се използват един и същ подход и методи за изчисляване на топлинните загуби и печалби в сградите, и за определяне на енергийните класове и класификацията им. Това е все по-важно при навлизането на инсталации за използване на енергия от възобновяеми източници (ВИ), вследствие на което в сградите се комбинират няколко енергийни източника, за да се осигури потреблението на енергия в сградата.

Някои документи са били създадени, за да улеснят взимането на решения, свързани със закупуването или монтажа на оборудване, напр. котли или домакински уреди. Това помага много на крайните потребители, които не са професионалисти, да купуват това, което искат и от което се нуждаят. Международните стандарти също така намаляват различията между страните, които са ги ратифицирали, което прави търговията и обмена по-лесни.

Има няколко групи регулаторни документи, свързани с енергийната ефективност:

- стандарти, международни и национални
- директиви на ЕС
- национални закони
- национални регламенти и наредби
- национални стратегически документи и проучвания

Серията стандарти ISO 52000 е най-важната относно сградите. Преди тази група стандарти да бъде публикувана, изчисляването на топлинните загуби и печалби, вентилацията и климатизацията и сертифицирането на сградите се извършваше в съответствие с множество други отделни стандарти. Със стандарта “ISO 52000-1, Енергийни характеристики на сградите [EPB] – Всеобхватна оценка на енергийните характеристики на сградите – Част 1: Обща рамка и процедури”, като негов водещ документ, семейството ISO 52000 стимулира енергийната ефективност на световния строителен пазар на сгради. От отопление, охлаждане, вентилация и интелигентно управление на уреди до потреблението на енергия, използването или производството на домакински уреди, серията стандарти помагат на архитектите, инженерите и регулаторите да оценяват енергийните характеристики на новите или на съществуващите сгради. Серията стандарти ISO 52000 дава възможност за оценка на цялостните енергийни характеристики на сградата. Това означава, че могат да използват всякакви комбинации от технологии, за да постигнат планираното равнище на енергийна ефективност при най-ниски разходи.

Серията ISO 52000 съдържа цялостен метод за оценка на енергийните характеристики, като общо специфично първично енергопотребление, свързано с осигуряване на нуждите в сградата от отопление, охлаждане, осветление, вентилация, и производство на топла вода за битови нужди в сградите. Тя помага за ускоряване на прогреса и използването на нови материали, технологии и подходи в проектирането, строителството и управлението на сградите за повишаване на тяхната енергийна ефективност. Сградите могат да бъдат енергийноефективни с използването на висококачествени строителни материали и продукти, комбинирани с висококачествени технически строителни системи и ВЕИ технологии. Ключът е в системния подход, който оценява енергийните характеристики, като взима предвид динамичното взаимодействие между системите, потребителите и променливите външни климатични условия. Цялостният стандарт за определяне на енергийните характеристики на сградите ISO 52000-1 се допълва от набор от стандарти, включващи методи за изчисляване на потреблението на енергия за отоплението и охлаждането и характеристиките на отделните сградни елементи, както и всички аспекти, свързани с класификациите и сертифицирането на сградите.

За повишаване на енергийната ефективност на сградите ЕС създаде законодателна рамка, която включва Директива за енергийните характеристики на сградите (EPBD) 2010/31/EU и Директива за енергийна ефективност 2012/27/EU. Заедно, те насърчават политиките, които ще подпомогнат постигането на високоефективен сграден фонд, без въглеродни емисии, до 2050 г., ще създадат стабилна среда за инвестиционни решения и ще дадат възможност на потребителите и бизнеса да взимат по-информирани решения за икономия на енергия и средства.

След въвеждането на правилата за енергийни характеристики в националните строителни норми, сградите днес използват само половината енергия от тази, която са използвали типичните сгради от 80-те години.

И двете директиви бяха изменени, като част от пакета “Чиста енергия за всички европейци“ през 2018 г. и 2019 г. По-специално директивата, изменяща Директивата за енергийните характеристики на сградите (EPBD - 2018/844/EU), въвежда нови елементи и изпраща силен политически сигнал за ангажимента на ЕС за модернизация на сградния сектор в светлината на технологичните подобрения и увеличаването на броя на обновените сгради.

През октомври 2020 г. Комисията представи своята Стратегия за вълна на обновяване, като част от Европейския зелен пакет. Стратегията съдържа план за действие с конкретни регулаторни, финансови и насърчителни мерки за стимулиране на обновяването на сградите. Целта е поне удвояване на годишния брой на проектите за енергийно обновяване на сгради до 2030 г. и за насърчаване на дълбокото обновяване.

Следователно преразглеждането на Директивата за енергийните характеристики на сградите е съществена част от Стратегията за вълна на обновяване, тъй като тя се фокусира върху основните цели, като в същото време допринася за постигането на сгради без въглеродни емисии в съответствие със засилената климатична амбиция в Европейската зелена сделка. Директивата за енергийните характеристики на сградите включва широк спектър от политики и поддържащи мерки, които ще помогнат на националните правителства на държавите от ЕС да дадат тласък за подобряване на енергийните характеристики на сградите и на съществуващия сграден фонд.

Комисията публикува и редица препоръки, свързани с аспектите на новите правила за обновяването на сградите ((EU)2019/786) и за модернизацията на сградите ((EU)2019/1019). Бяха публикувани също така и набор от стандарти и съпровождащи технически доклади в подкрепа на Директивата за енергийните характеристики на сградите, наречени стандарти за енергийните характеристики на сградите (познати като стандарти EPB). Те се управляват от Европейския комитет по стандартизация (CEN).

Друга важна европейска директива е Директивата за енергийно етикетиране (Energy Labelling Directive) 2017/1369, приета през юли 2017 г., която замести предишната Директива за енергийно етикетиране 2010/30/EU. Новият регламент за етикетиране ще въведе отново оригиналната скала A-G за бъдещите етикети и ще създаде обща база данни в подкрепа на надзора на пазара. Промяната в стария етикет ще засегне общо 15 продуктови групи, включително някои от най-енергоемките домакински електроуреди (като хладилници, перални машини). От 1 януари 2019 г. доставчиците (производители, вносители или упълномощени представители) трябва да регистрират своите уреди, за които се изисква енергиен етикет в Европейската продуктова база данни за енергийно етикетиране (EPREL), преди да ги продават на европейския пазар.

Националните закони, регламенти и наредби в повечето случаи следват международните стандарти и европейските директиви. Националните стандарти обаче могат да съдържат специфични приложения, напр. включване на данни за местния климат или данни за топлоизолирането на сградите, използвани за изчисляване на топлинните загуби и печалби.

Тази законодателна рамка помага за постигането на прозрачност на процеса – от проектирането, разработката и производството, до монтажа на енергийното оборудване. По този начин производителят знае от какво се нуждае пазарът, докато крайните потребители инсталират оборудване и устройства, които могат да им донесат желаните ползи.



3 Техническа подготовка

Алгоритъмът, използван за изчисляване на топлинните загуби и печалби, е даден в сериите стандарти ISO 52000. Тези серии включват и други изчисления и препоръки, свързани с рекуперацията на топлината, вентилацията и климатизацията, осветлението и производството на топла вода за битови нужди. Изчисленията се базират на:

- данни, получени при обследването на сградата (напр. размери на сградата и засенчване от заобикалящата среда)
- данни за материалите, използвани в сградата (напр. топлопроводност и плътност)
- данни за климатичните условия (напр. температури)

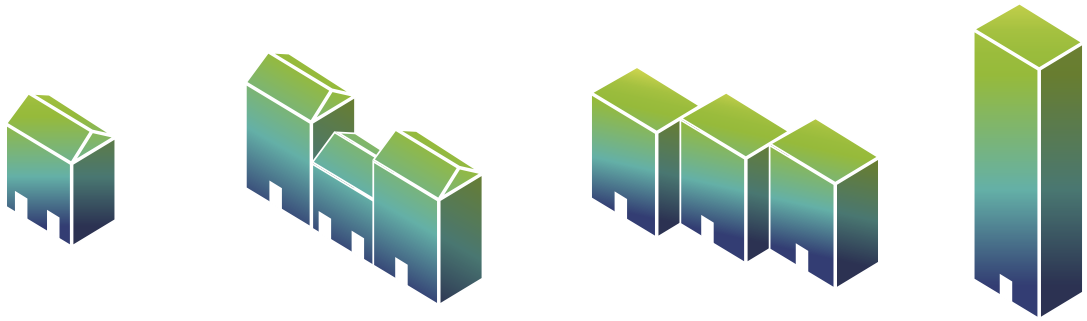
Данните за климатичните условия обикновено се дават в национални документи (напр. като приложения към наредби), тъй като те се различават за различните държави. Ако е необходимо, една страна може да бъде разделена на няколко климатични зони, за да се подобрят допълнително прецизността и надеждността на изчисленията.

Изчисляването на топлинните загуби и печалби, както и отчитането на енергийните характеристики на сградите е комплексна задача, изискваща доста повече детайли и познания, от предложените в този документ. Докато енергийните одитори и инженерите използват такава информация, тя не е от съществено значение за енергийните консултанти. Тук, ние представяме само информация, от която енергийните консултанти се нуждаят, за да разберат ключовите мерки и концепции, в колкото е възможно по-проста форма.

3.1 Видове многофамилни жилищни сгради

Строителството на сгради се е развивало непрекъснато през годините. Промени има, когато се въвеждат нови материали и строителни технологии и се променят цените на природните ресурси и на труда. Архитектурните подобрения и иновации, промените във вкусовете и благосъстоянието на хората и концептуалните промени за повишаване на безопасността и сигурността на сградите, са оказвали като цяло влияние върху проектирането и строителството на сградите. Често движеща сила е била икономиката (напр. минимизиране на разходите, увеличаване на конкурентоспособността), административни или законодателни (напр. изисквания според строителните норми) регламенти. В последно време намаляването на потреблението на енергия и подобряването на енергийната ефективност са станали основен приоритет.

Много фактори оказват влияние върху енергийните характеристики на сградите. Един от определящите фактори е геометрията, тъй като свързаната с нея площ на сградната обвивка е отговорна за загубите от топлопреминаване. Част от характеристиките на елементите на сградната обвивка (покрив, тавани, стени, прозорци, подове) на дадена сграда зависят в голяма степен от нейната възраст и размер. Освен това топлопреминаването през различните конструктивни елементи е различно и зависи от времето на тяхното изграждане и действалите в съответния период строителни норми. Има и специфични случаи, в които се налага ограничаване на подобренията по сградната обвивка, напр. запазването на исторически фасади на сгради може да е пречка за външна изолация на стените.



Фигура 2 - Схематично представяне на класификацията на типовете сгради .От ляво надясно: многофамилни жилищни сгради, редови сгради с апартаменти в градска среда, жилищни блокове, и сгради високо строителство

В европейските страни съществуват различни подходи за оценка на енергийните характеристики на сградите според типа им. Повечето от тези концепции са приложени при анализа на енергийната ефективност. Някои от тях се използват и при моделиране на сградния фонд. Разработването на процедури за издаване на сертификат за енергийни характеристики също може да се подобри в зависимост от вида на сградата, което улеснява събирането на данните. В някои европейски страни, вместо обследване на голям брой сградни детайли (напр. дебелина и материал на строителните слоеве, дължина и изолация на топлопреносните тръби), при този подход се използват типични (общи) стойности, представляващи типични случаи. Повечето от сградите се класифицират според два основни критерия: година на построяване (напр. 1961-1970 г., 1980-1989 г.) и вида (напр. жилищни блокове, сгради високо строителство).

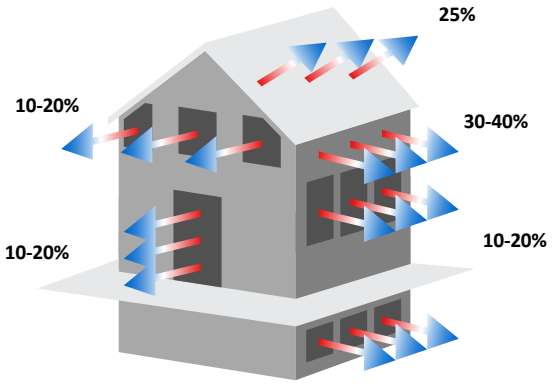
Обикновено типовете сгради (както обществени, така и жилищни) са включени в националните енергийни стратегии, стратегиите за енергийна ефективност или подобни стратегически документи. Следователно различните страни имат различни типове и класификации за обществени и жилищни сгради. Различията могат да варират от малки до значителни и те са следствие на исторически и географски причини от една страна, и наличието на строителни материали и технологии, от друга.

Когато се разработва класификацията на видовете сгради, обикновено се извършва проучване, което включва известен брой сгради от различен тип и се измерват всички необходими параметри, необходими за количествено и пълно описание на сградната обвивка, като основа за изчисленията на топлинните загуби и оценката на енергийната ефективност. Необходимо е обаче да се има предвид, че типовете, колкото и да са точни, трудно могат да обхванат всички сгради и всеки вид сграда. Винаги има такива, които са изключение, напр. сградите с особена историческа и/или архитектурна стойност. Детайлните описания на типовете сгради в някои страни са обществено достъпни в електронен формат за сваляне, докато в други страни е възможно да се намерят само основни данни, необходими за изчисляване на топлинните загуби.

3.2 Сградна обвивка

Сградната обвивка често се описва като разделител на интериора и екстериора на сградата. Тя помага за улесняване на контрола на микроклимата и защитава вътрешната среда. Включва врати, прозорци, покрив, стени и всички останали компоненти като структурна зидария и изолация. Ако сградната обвивка не е в добро състояние всички подобрения в останалите системи, като отоплителната, например, ще бъдат без значение. Причината за това е, че сградната обвивка е отговорна за значително количество от загубите на топлина, ако не се отнесем правилно с нея.

За съжаление сградната обвивка не е само един единствен компонент, а комбинация от разнообразни, независими части, които образуват системата. Смяната на само една част от системата ще повиши енергийната ефективност на сградата само в минимална степен. Само ако всички части на системата се заменят енергийната ефективност ще бъде толкова висока, колкото би трябвало да бъде, ако всички компоненти работят ефективно.



Фигура 3 - Основни загуби на топлина в жилищна сграда

По-старите сгради са били проектирани във време, когато енергията е била по-малко ценена, като по тази причина използваните компоненти на сградната обвивка са били с по-малка топлинна изолация и цялата сграда е била с по-ниска енергийна ефективност. В днешно време има широк спектър от мерки за подобряване на състоянието на сградната обвивка и за намаляване на топлинните загуби. Приложимите мерки зависят от възрастта и вида на сградата и често включват топлоизолация на стените, покривите и подовете над неотопляеми площи, както и замяна на стари врати и прозорци с нови. Топлоизолацията на подове върху земята не е често срещана, тъй като изисква значителни инвестиции и много усилия, за да се реализира, като същевременно е с относително ниска норма на възвращаемост. Техническите решения при прилагането на мерките може да се различават, поради различията между отделните сгради (напр. топлоизолация на стените от вътрешната или от външната страна).

За да се разбере как действа изолацията е полезно да имаме известни познания за топлинните потоци. Те включват три основни вида топлообмен: проводимост, конвекция и излъчване. Проводимостта е явлението, което се наблюдава при преминаване на топлина през материал, както когато една лъжица, поставена в чаша с топло кафе провежда топлината през дръжката към нашата ръка. Конвекция имаме, когато топлината циркулира през течности и газове. Тъй като е по-лек, по-топлият въздух се издига, а по-студеният, по-плътен въздух заема по-ниските зони на нашите домове. Излъчваната топлина се движи по права линия и загрява всички твърди повърхности по пътя си, като поглъща енергията им.

Най-често срещаните изолационни материали работят, като забавят проводимия топлинен поток и в по-малка степен конвекционния топлинен поток. Лъчезащитните бариери, които не се класифицират като изолационни продукти и рефлекторните изолационни системи работят, като намаляват печалбите от излъчваната топлина. За да бъдат ефективни, отражателните повърхности трябва да са обърнати към въздушното пространство.

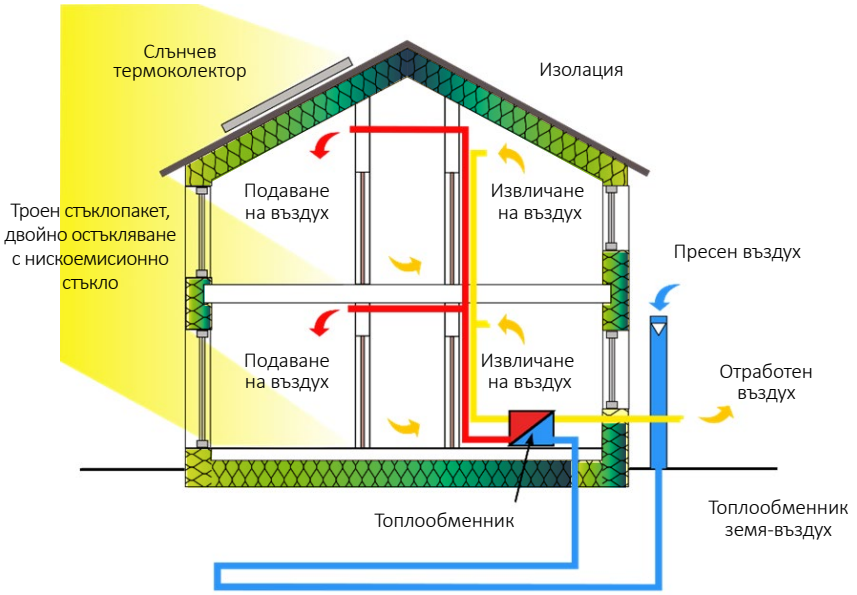
Независимо от вида на топлообмена, той протича от топлите към студените области докато температурните разлики се изравнят. В сградите това означава, че през зимата топлината преминава директно от всички нагрети жилищни помещения към съседните неотоплени тавани, гаражи и мазета и навън. Топлинни потоци могат да възникнат и индиректно през интериорните тавани, стени и врати, където има разлика в температурите. По-подобен начин през сезоните, когато е необходимо охлаждане, топлината преминава от външната към вътрешната страна на сградата.

3.3 Мерки за енергийна ефективност

Могат да се предложат разнообразни мерки за енергийна ефективност, в зависимост от вида и възрастта на сградата. Мерките варират от прости, евтини до сложни и (често) скъпи дълбоки обновявания.
Те са насочени към няколко основни категории:

- сградна обвивка
- отоплителна система
- производство на топла вода за битови нужди
- отребление на електроенергия
- поведенчески мерки

Някои от тези мерки може лесно да бъдат предложени и изпълнени при повечето от сградите (напр. топлоизолация на стени или подмяна на прозорци), докато други изискват значителни инвестиции и подробни анализи (напр. използване на термопомпи за отопление и охлаждане и производство на топла вода за битови нужди). Намирането на оптимален набор от мерки, които да бъдат предложени за конкретна сграда, може да се окаже сложна задача, която често включва не само инженерни, но и правни и поведенчески аспекти.



Фигура 4 - Схематично представяне на възможни мерки за приложение в една сграда

В някои случаи правилната комбинация от мерки може да намали в много голяма степен потреблението на енергия, а останалото малко необходимо количество енергия може, до голяма степен или изцяло, да бъде покрито от енергия от ВИ, в т.ч. и такава, произведена на място или в близост до сградата. Това би я класифицирало като "почти нулевоенергийна сграда", което означава сграда, която е с изключително високи енергийни характеристики.

Група мерки	Сложност	Основни ефекти и ползи
Сградна обвивка	Прости до средно сложни	Подобрен топлинен комфорт, парични спестявания и енергийни икономии, подобрено качество на живот, по-висока стойност на имота
Отоплителна система	Средно сложни до сложни	Подобрен топлинен комфорт и качество на живот, намалено замърсяване, по-висока стойност на имота
Производство на топла вода за битови нужди	Умерено сложна	Подобрено качество на живот, парични и енергийни икономии
Електрически системи	Прости до сложни	Парични спестявания и енергийни икономии, повишено равнище на контрол на потреблението на енергия
Поведенчески	Прости	Парични и енергийни икономии

Таблица 1 - Преглед на енергийноефективните мерки, приложими в многофамилни жилищни сгради

Важно е да помним, че енергийните характеристики зависят също и от вида на източника на топлинна енергия и разпределителната система. Тези технически инсталации са предмет на по-чести настройки и ремонти о или пълна подмяна. По тази причина може да се очаква разлика между възрастта на топлоизточника и възрастта на сградата. Това в особена степен важи за сгради, при които се използват няколко възможни източника за отопление в различните апартаменти (напр. централизирано топлоснабдяване, електроенергия и природен газ).

3.4 Цени на енергията

Цените на енергията са едни от ключовите данни за изчисляване на възвращаемостта на инвестицията при енергийно обновяване. Тя варира в различните държави, в зависимост от местните условия и с наличните горива, данъците, политиката и разходите за транспорт/разпределение. Двете основни групи използвани горива са изкопаемите горива и ВЕИ. Докато европейските и националните политики са насочени към ускоряване на постепенното премахване на изкопаемите горива, в много страни те все още остават по-евтиния източник на енергия, особено за отопление, въпреки че цената на технологиите за използване на енергия от ВИ продължава да пада.

Цената на енергията за отопление и гореща вода и електроенергията (за отопление, гореща вода, осветление и домакински уреди) зависи от източника, използван за нейното производството, както и от други фактори. И двата вида могат да се базират на изкопаеми горива, ВЕИ или на комбинация от двете.

Гориво	Калоричност
Въглища, антрацитни	6.60-9.05 kWh/kg
Въглища, лигнитни	3.90-4.90 kWh/kg
Мазут, тежък	11.60-11.80 kWh/kg
Мазут, лек	12.20-12.50 kWh/kg
Втечнен нефтен газ (LPG)	12.75-15.35 kWh/kg
Природен газ	11.65-15.30 kWh/Sm^3
Пелети и дървесни стърготини	4.30-5.00 kWh/kg
Дърва за огрев, брикети	4.50-5.50 kWh/kg
Дърва за огрев, сухи дърва за огрев	3.60-4.45 kWh/kg

Таблица 2 - Преглед на енергийното съдържание (калоричността) на различните горива

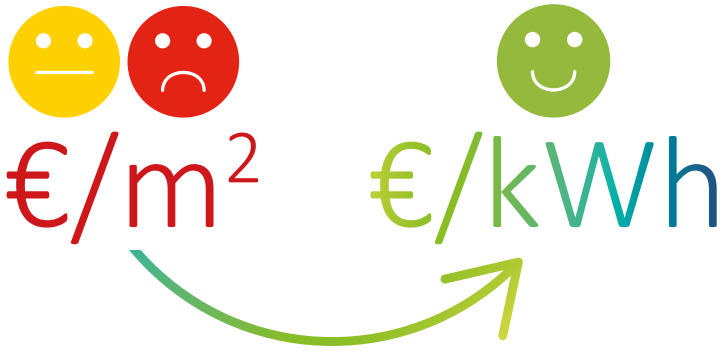
В Таблица 2 са дадени основните горива, използвани в сградите и тяхното енергийно (калорични) съдържание. Дадените стойности могат да варират в зависимост от източника, чистотата и технологиите за преработка. Стойностите за дърва за огрев и въглища варират в зависимост от съдържанието на влага, а стойностите за брикети и пелети зависят от състава им. Стойностите за дърва за огрев също варират и в зависимост от вида дървесина (мека или твърда).

Като се имат предвид енергийните стойности, дадени в Таблица 2 €/kWh и местните цени на тези горива, е лесно да се изчисли цената на енергията за всяка сграда. В общия случай въглищата и дървата са най-евтини, докато природният газ и течните горива са скъпи. Цената на електроенергията и отоплението от системите за централизирано топлоснабдяване се определя по различен начин и варира поради редица фактори, в т.ч. и от възможни субсидии.

В някои страни в Европа все още има много сгради, свързани с централизирано топлоснабдяване, в които отчитането се прави на база площ на апартамента. Само наскоро построените сгради имат индивидуални топломери, които измерват фактическото потребление на топлинна енергия за всеки апартамент. В тези случаи потребителите (наемателите) имат сериозен стимул да се погрижат за всички мерки, прости или сложни, за да поддържат високо равнище на енергийна ефективност.

Ако обаче отоплението се заплаща на база площ (обикновено отопляемата площ на апартамента), наемателите/ ползвателите/собствениците не са стимулирани да инвестират в енергийна ефективност, нито да поддържат сградната обвивка и отоплителната система в оптимално състояние. Това е лесно разбираемо, защото цената за отопление ще остане същата, независимо от това дали са изпълнени най-простите или най-сложните мерки. Наемателите в тези случаи обикновено нямат намерение да използват по-малко енергия за отопление, те просто отварят прозорците.

Промяната на отчитането от база площ (€/m^2) на отчитане за фактическо потребление (€/kWh) може да окаже значително влияние върху поведението на онези, които са присъединени към системи за централизирано топлоснабдяване. Наемателите ще бъдат стимулирани да намаляват потреблението си на енергия и тяхната инвестиция в енергийноефективни мерки ще се оправдае. Това може да доведе до намаляване на общото потребление на енергия и значително да намали емисиите на парникови газове.

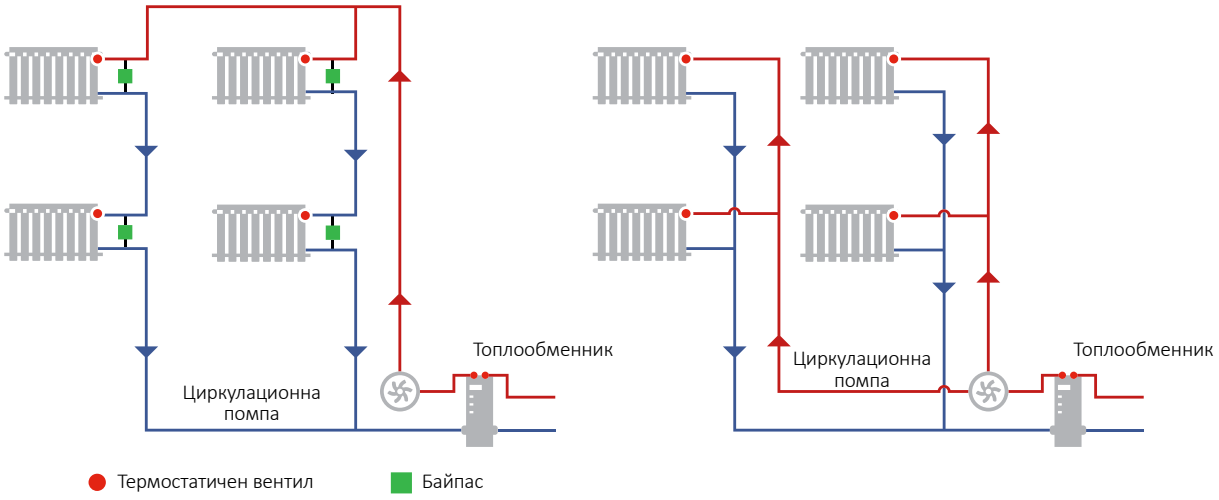


Фигура 5 - Преминаването от отчитане на база площ към отчитане на база потребление стимулира наемателите да намаляват потреблението на енергия

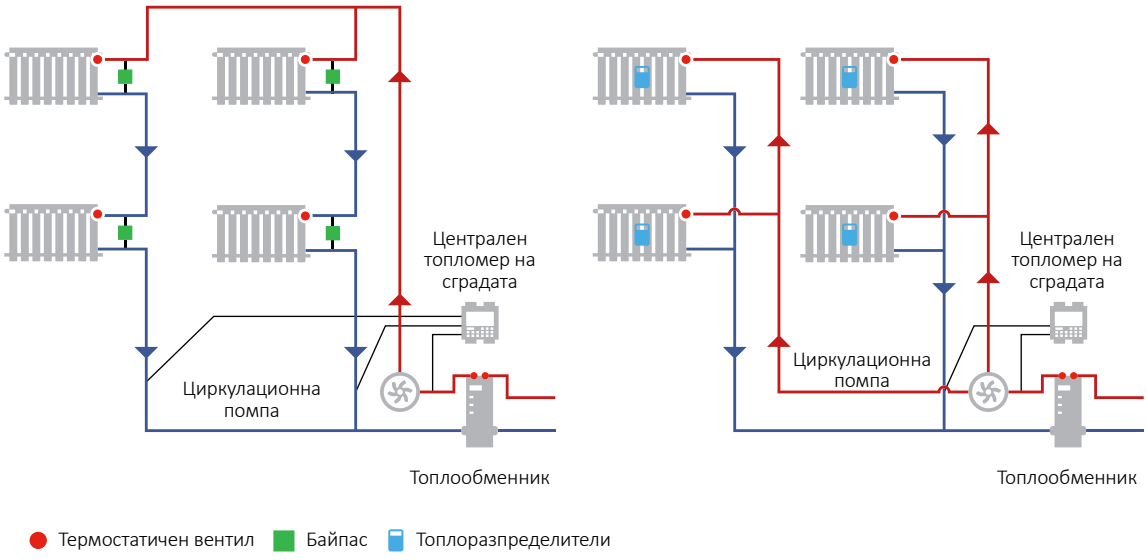
Тази промяна обаче е доста сложна за изпълнение от правна, както и от техническа гледна точка и може да бъде изключително скъпа. Поради начина, по който са били първоначално проектирани, в много сгради няма техническа възможност за лесно монтиране на индивидуални топломери за всеки апартамент. Тръбопроводната система се споделя от цялата сграда, като обикновено има няколко главни вертикални тръби, преминаващи през всички апартаменти. Няма просто техническо решение да бъдат разделени, за да се измерва потреблението в отделните апартаменти, без значително да се препроектира цялата тръбопроводна система.

Ако отчитането на база площ остане единствената възможност (вижте фиг. 6), наемателите ще плащат същата цена, независимо от мерките, изпълнени във всеки апартамент, тъй като изпълнените мерки не променят площта на апартамента. Също така, в повечето източноевропейски страни фирмите, управляващи централизираното топлоснабдяване оказват сериозно влияние върху системата за ценообразуване и може да не се съгласят лесно да я променят от отчитане на база площ към отчитане на база потребление. Това трябва да се има предвид като една от основните пречки към прилагането на енергийноефективни мерки, които изискват значителни инвестиции.

Възможно е да се измерва потреблението на енергия на равнище цяла сграда и да се създаде модел за изчисление, който да осигури справедлива система за отчитане за всички наематели, която да насърчава икономията на енергия. Такъв модел е показан на фигура 7 за еднотръбни и двутръбни отоплителни системи. При еднотръбните системи ще бъде необходимо да се инсталират байпаси за топла вода, разположени в близост до отоплителните тела, така че топлата вода да може да се движи към съседния потребител, в случай че потокът намалее или бъде затворен от термостатичния вентил на това отоплително тяло. Чрез измерване на потреблението на равнище сграда всички наематели ще бъдат отговорни за ефективното потребление на енергията. Това от своя страна ще стимулира наемателите да инвестират в мерки за енергийна ефективност и за поддържане на сградата в добро състояние, повишавайки комфорта на обитаване и намалявайки разходите за топлинна енергия, което води до трайни промени в поведението.



Фигура 6 - Еднотръбна (вляво) и двутръбна (вдясно) отоплителна система без топломер



Фигура 7 - Еднотръбна (вляво) и двутръбна (вдясно) отоплителна система с топломер на равнище сграда

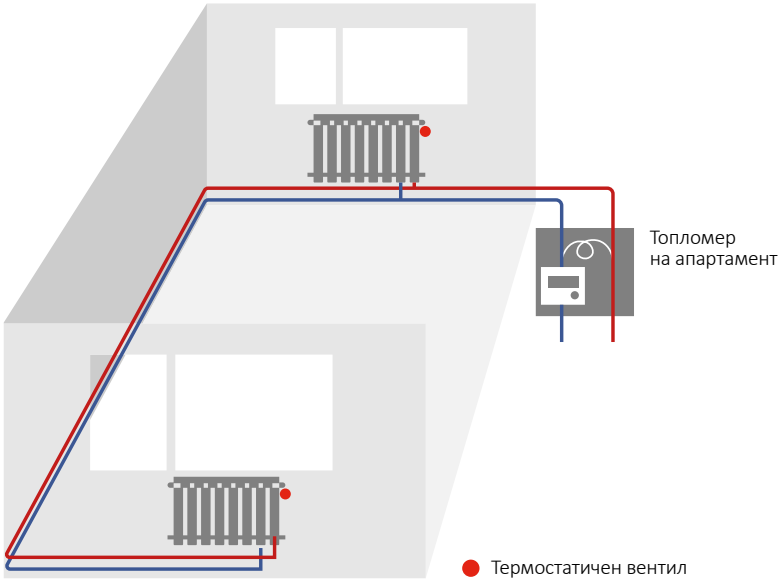
Все пак е възможно някои от наемателите да се държат безотговорно, което в края на краищата ще окаже влияние върху потреблението и разходите за топлинна енергия на цялата сграда. В такива случаи може да се използват топлоразпределители, монтирани на самите радиатори (отоплителните тела) за контрол на потреблението на топлинна енергия от индивидуалното отоплително тяло.



Фигура 8 - Топлоразпределители

В днешно време данните за потреблението могат да се прехвърлят безжично до централно устройство за управление, при което безотговорните потребители могат лесно да бъдат идентифицирани. Тази система може да се използва също и в случай на загуби на топлина или повреди в оборудването.

Най-доброто възможно решение за измерване на индивидуалното потребление на топлинна енергия е на равнище апартамент, както е показано на фигура 9. Тази система се използва основно в новопостроени сгради.



Фигура 9 - Двутръбна отоплителна система с топломер на равнище апартамент

3.5 Ползи

Прилагането на енергийноефективни мерки, независимо от тяхната сложност, носи енергийни и финансови ползи (напр. спестявания). Енергийните ползи обикновено се изчисляват и доразвиват в обследванията за енергийна ефективност на сградите, докато финансовите ползи могат да се изчислят на базата на известните икономии на енергия и цените на енергията. Тъй като за всяка сграда могат да се предложат различен брой мерки, съответните ползи могат да се покажат в таблица, както се вижда от Таблица 3.

Мярка	Инвестиция	Икономии на топлинна енергия	Икономии на електро-енергия	Спестени разходи за топлинна енергия	Спестени разходи за електро-енергия	Специ-фични икономии	Норма на възвращаемост	Ползи
	€	kWh/год.	kWh/год.	€/год.	€/год.	kWh/€	Год.	
Мярка 1								
Мярка 2								
Мярка 3								
СУМА								

Таблица 3 - Преглед на енергийните и финансовите ползи за предложените мерки

Както може да се види, някои мерки водят до икономии на топлинна енергия, други на електроенергия, а някои и на двете. Организирането на данните, показани в Таблица 3 дава ясна представа за всички основни енергийни и финансови показатели. Нещо повече, възможно е мерките в сценариите лесно да се комбинират и да се изчисли нормата на възвращаемост при всеки сценарий, т.е. за комбинацията от мерки. Стойностите в тази таблица трябва да се попълват само от енергийните одитори, но те могат лесно да се разберат и от обитателите. Въз основа на тези стойности те могат да вземат информирано решение за инвестиране в енергийноефективни мерки.

4

Прости мерки

Простите мерки са достъпни за почти всички потребители и изискват ниско равнище на технически познания, както и ниски или дори никакви инвестиции.

Една такава мярка е уплътняването на фугите на прозорците, което е един от най-евтините и най-ефективни начини за икономия на енергия и средства във всеки тип жилищна сграда. Контролираната вентилация помага за намаляване на конденза и влагата, като дава възможност на свежия въздух да прониква, когато е необходимо. Потокът на въздуха, който прониква през неуплътнените прозорци обаче е неконтролируем: много вероятно е навлизането на твърде много студен въздух и загубата на твърде много топлина. Уплътняването на прозорците означава, да се блокират нежеланите пролуки, които позволяват навлизането на студения въздух и излизането на топлия. Да се запази топлият въздух означава да се използва по-малко енергия за отопление на вътрешните пространства, следователно да се намалят разходите за отопление, както и да се повиши температурата в жилищата.



Фигура 10 - Уплътняване на фугите на прозорци и под

Уплътняването на фугите обикновено се прави като се използва самозалепваща лента, направена от синтетичен каучук (EPDM), който е изключително траен еластомер, който запазва формата си с години. Лентата се произвежда с различни профили (напр. E и C) и размери, поради което е подходяща за много различни профили на прозорци и врати. Има и ленти, които са направени от полиуретан и други полимери, но те не могат да поддържат свойствата си толкова дълго, колкото лентите от синтетичен каучук. Въпреки това лентите са податливи на разлепване, обикновено поради неправилна подготовка на повърхностите, поради което уплътняването на фугите на прозорците обикновено не представлява надеждно, дълготрайно решение за повишаване на енергийната ефективност.

Старите еднокатни прозорци обикновено са лошо уплътнени и имат големи пропуски на въздух. Ако не е възможно са се поставят двукатни прозорци, теченията все пак могат да бъдат спрени, като се използва запечатване с пяна. Плътната пяна се предлага на ролки с различни цветове. Лесно се поставя, евтина е и се намира в големите магазини. При плъзгащи се прозорци обаче това не е възможно да се изпълни.

Фолиото, като второ стъкло, е прозрачна лента, която се фиксира към прозореца, за да създаде ефект на двоен стъклопакет. Възможно е обаче да се налага периодично разтягане на фолиото (със сешоар), което не е много удобно, а и фолиото може лесно да се скъса. Все пак тази мярка може да се използва като временно решение за намаляване на топлинните загуби. Това е евтино решение, с кратък период на откупуване и може да се прилага без специални технически умения.



Фигура 11 - Поставяне на фолио като второ стъкло

Тези мерки са приемливи като временни решения, докато се намерят по-добри, по-надеждни и дълготрайни решения , напр. смяна на прозорците и вратите, изцяло или частично, което не винаги е възможно (напр. през зимата или в случай че не разполагате с необходимите средства).

В повечето случаи обитателите не са наясно със своето потребление на електроенергия и много малко са запознати с мощността на устройствата и уредите, които използват. Тъй като ефективността трябва да се възприема като разумно използване, а не като намалено използване, потребителите трябва да могат да проследяват как използват енергията. Обикновеният начин е да се наблюдават сметките за електроенергия. Те обаче, не отчитат консумацията на отделните устройства, нито разпределението на потреблението през месеца. За да се улесни разбирането могат да се използват малки устройства за измерване на потреблението на енергия.



Фигура 12 - Малки устройства за измерване на потреблението на енергия

Такива устройства могат да се намерят в специализираните магазини. Никакви специални познания не са необходими за инсталирането или използването им. Те се включват в контакта на стената, а уредите се включват в измервателното устройство. Всички могат да следят потреблението на енергия, някои да го записват във времето, а други да показват и действителните стойности на напрежението и честотата на електрическия ток. По-усъвършенстваните варианти позволяват опростено програмиране на потреблението чрез таймер, така че енергията може да се изразходва през нощта или през определено време от деня. Тези устройства и информацията, която предоставят, могат да послужат на обитателите, за да се самообучават да използват енергията по по-ефективен начин.

Друга проста, евтина и рентабилна мярка е поставянето на радиаторни отражатели (радиаторно фолио) върху стената зад отоплителните тела. Те представляват пяна, покрита с алуминиево фолио с дебелина около 4 mm. Елиминират проникването на по-голямата част от топлинния поток в стената зад радиатора и го пренасочват обратно към помещението.



Фигура 13 - Отражателно радиаторно фолио

В заключение простите мерки са евтини и лесни за изпълнение. Те не изискват никакви специални знания, за да бъдат използвани ефективно и срокът им за откупуване обикновено е една година или по-малко. Уплътняването на фуги обаче трябва да се счита само за временно решение, за кратковременно подобряване на топлинния комфорт и енергийна ефективност.

5

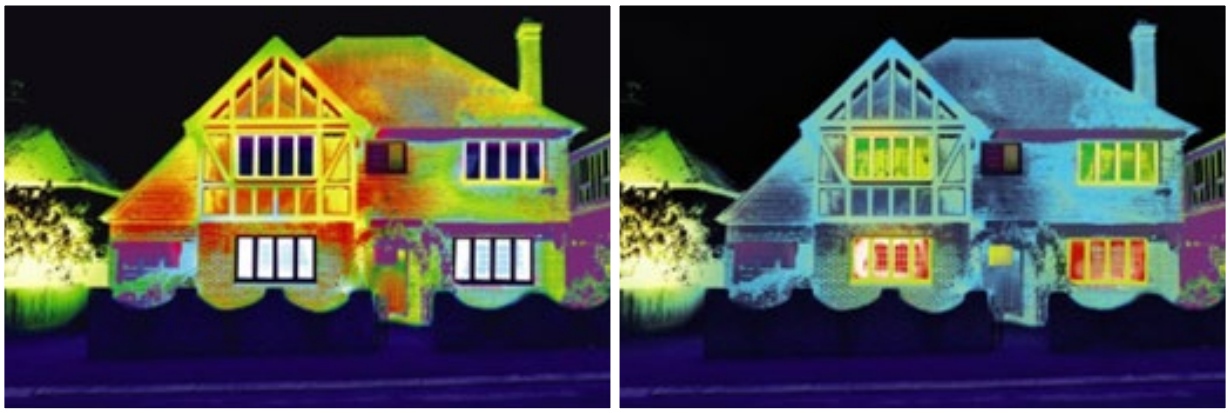
Мерки по сградната обвивка

За да се поддържа комфортът топлините загуби през зимата, трябва да се компенсират с отоплителна система, а топлинните печалби през лятото трябва да се компенсират от охладителна система. Правилното изолиране на сградата ще намали тези загуби и печалби, като осигури ефективна защита от топлинни потоци.



Фигура 14 - Основни мерки прилагани по сградната обвивка

Топлоизолацията включва намаляване на преноса на топлина (преноса на топлинна енергия между обекти с различни температури), между обекти в топлинен контакт или между обекти в обхвата на излъчване. Топлоизолирането може да се постигне чрез специално разработени инженерни методи или процеси, както и чрез подбор на подходящи за обекта форми и материали. Предаването на топлина е неизбежна последица, когато обекти с различна температура влязат в контакт един с друг. Топлоизолацията осигурява зона на изолиране, в която топлопроводимостта е намалена, или излъчването на топлина е отразено, вместо да се абсорбира от тялото с по-ниска температура.

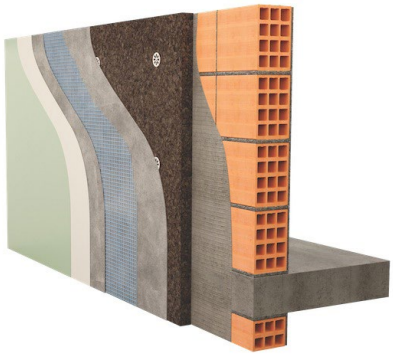


Фигура 15 - Къща преди (вляво) и след (вдясно) положени топлоизолационни материали

Изолационният потенциал на материала се определя от неговата топлопроводимост (λ), като ниската топлопроводимост е равна на висок потенциал на изолиране (R-стойност). В топлотехниката други важни свойства на изолационните материали са плътността (ρ) и специфичният топлинен капацитет (c).

5.1 Топлоизолация на стените

Независимо от геометрията на сградата външните стени представляват значителна част от сградната обвивка, поради което имат голямо влияние върху енергийните характеристики. В една типична сграда стените са отговорни за 30%- 40% от загубите на топлина, в зависимост от геометрията на сградата. За да се постигне възможно най-високата ефективност на топлоизолация са разработени и се разработват нови материали и решения с ниски стойности на топлопроводимост, в допълнение към използваните традиционни изолационни материали, които са с все по-голяма дебелина. Все пак, много дебелите изолационни сградни обвивки не са желателни по няколко причини, като напр. възможни пространствени проблеми, бюджет, РЗП, транспортните обеми, архитектурни и други ограничения.





Фигура 16 - Схематично представяне на изолационни слоеве вляво и истински външен вид на изолацията без завършващ слой

Има две основни групи изолационни материали: традиционни (широко използвани) и нови (обикновено по-скъпи, често свръхмодерни и по-рядко използвани). Трета група от материали на бъдещето все още се разработват и не се използват активно.

Тук е дадено кратко описание на различните изолационни материали, с основните им свойства, плюсове и минуси. Те включват, както органични, така и неорганични материали.









Фигура 17 - Материали за изолация на сградната обвивка: фибростъкло, минерална вата, целулоза и памук

Фибростъклото е най-често използваният изолационен материал в последно време. В резултат на начина, по който се произвежда- чрез изтъкаване на фини стъклени нишки в изолационен материал, фибростъклото може да минимизира преноса на топлина. Често се използва за производство на два основни типа изолация – одеяла (на бати и на рула) и в насипно състояние – могат да бъдат намерени също и под формата на твърди плочи или изолация за канали. В днешно време производителите произвеждат изолационни бати от фибростъкло със средна или висока плътност, които са с малко по-високи R-стойности от стандартните бати. По-плътните продукти са предназначени за изолиране на зони с ограничено пространство на кухината. Фибростъклото е незапалим изолационен материал. Нещо повече, той е евтина форма за изолация и по тази причина е препоръчвана възможност. Поставянето му обаче изисква предпазни мерки. Важно е да се използват защитни очила, маски и ръкавици, когато се работи с фибростъкло.

Минералната вата се свързва с няколко вида изолации. Първо, тя може да е стъклена вата, която е фибростъкло, което е произведено от рециклирано стъкло. Второ, тя да е каменна вата, която е тип изолационен материал, направен от базалт. И накрая тя може да бъде и шлакова вълна, която се произвежда от шлаката, генерирана в стоманодобивните заводи. Минералната вата може да се продава на бати или като насипен материал. Повечето форми на минерална вата нямат добавки, които да ги правят огнеупорни, което означава, че те са лош избор за използване там, където може да има екстремно нагряване. Въпреки това минералната вата не е запалима. Следователно, когато се използва съвместно с други, по-огнеупорни форми на изолация, минералната вата може да бъде ефективен избор на материал за изолиране на големи площи.

Целулозата е може би една от най-екологичните форми на изолация. Произвежда се от рециклиран картон, хартия и други подобни материали и се предлага в насипна форма. Някои от последните изследвания върху целулозата са показали, че тя може да бъде отличен продукт за предотвратяване на щети от пожари. Поради плътния си характер целулозата практически не съдържа кислород. Тази липса на кислород забавя горенето и следователно помага за минимизиране на размера на щетите, които може да причини един пожар. Производителите са склонни да добавят минерален борат към целулозната изолация, за да осигурят устойчивост на огън и насекоми. Целулозната изолация обикновено не изисква предпазване срещу влага и когато е поставена с подходяща плътност не се отлага в кухините на сградата.



Фигура 18 - Примери на изолация с използване на плочи на базата на целулоза (корк или дърво)

Памучната изолация се състои от 85% рециклиран памук и 15% пластмасови влакна, обработени с борат, същият огнезащитен и отблъскващ насекомите/гризачите репелент, използван при целулозната изолация. Един от видовете памучна изолация използва рециклирани отпадъчни изрезки от производството на дънкови облекла. Поради рециклираното си съдържание памучната изолация изисква много малко енергия за производството си. Предлага се като бати. Памучната изолация не е токсична също така и може да се поставя без да се използват предпазни средства за дихателния апарат или кожата. Въпреки това памучната изолация струва около 15% до 20% по-скъпо от изолацията от фибростъкло на бати.



Фигура 19 - Материали за изолиране на сградната обвивка: овча вълна, сламени бали, полистирол и полиуретан

Овчата вълна също се обработва с борат за устойчивост срещу вредители, огън или плесен. Тя може да задържа големи количества вода, което може да бъде предимство при някои стени, но повтарящото се навлажняване и изсушаване може да доведе до извличане на бората от материала. R-стойността на батите от овча вълна е подобна на другите влакнести видове изолация. Използването на овча вълна за изолация може да предложи предимства по отношение на благосъстоянието и здравословния климат в помещенията. Овчата вълна е доказан материал, когато е необходимо поглъщане и неутрализиране на вредни вещества. Тя е естествен протеин, който се състои от 18 различни вида аминокиселинни вериги, 60% от които имат реактивна странична верига. Тези реактивни зони позволяват на вълната да поглъща вредните и миризливи вещества, вкл. азотен диоксид, серен диоксид и формалдехиди, които след това се неутрализират чрез процес, известен като хемисорбция.

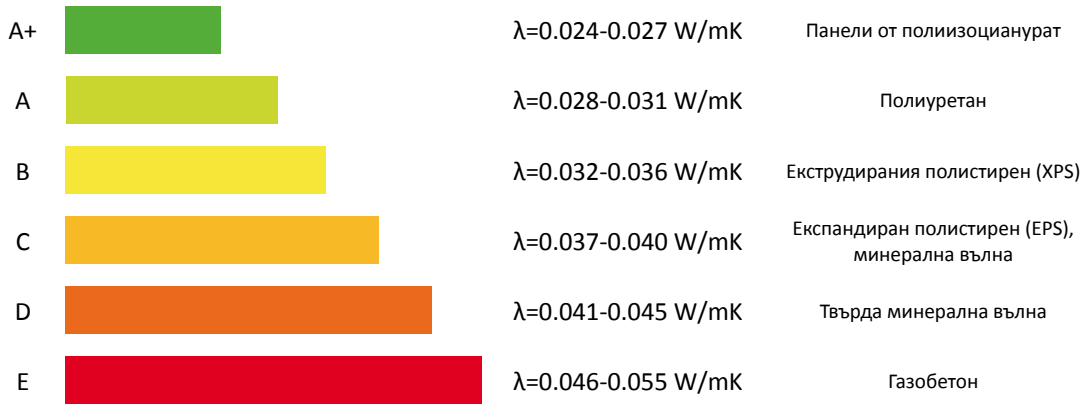
Структурата на сламените бали, които са били популярни преди около 150 години, се ползват с нов интерес в последно време. Когато са подредени една върху друга, обикновените сламени бали са с безброй пролуки. През 30-те години на 20-ти век бе разработен процес за слепване на балите в плоскости, без използване на лепила. Обикновено плоскостите са с дебелина 5-100 mm и са облицовани с тежка крафт хартия от двете страни.

Полистиренът е безцветен, прозрачен и термопластичен и обикновено се използва за направата на изолация от пяна или плочи от топчета, за изолация на бетонни блокове или като насипна изолация, състояща се от малки топчета за запълване. Формованият експандиран полистирен (MEPS), обикновено се използва при изолации от пяна, но се предлага и като малки топчета от пяна. Тези топчета могат да се използват като изолация при изливане на бетонни блокове или за други кухини по стените, но тъй като са изключително леки и много лесно се наелектризират и са много трудни за контролиране. Други изолационни материали от полистирен, подобни на MEPS, са експандираният полистирен (EPS), графитният полистирен (GPS) и екструдираният полистирен (XPS). R-стойността на плочата от пенополистирен зависи от плътността й. Обикновено, насипният полистирен и този на топчета, имат по-ниска R-стойност в сравнение с еквивалентната плоча от пяна.

Полиуретанът е изолационен материал под формата на пяна, който съдържа газ с ниска топлопроводимост в клетките си. Пенополиуретанът се предлага под формата на отворени и затворени клетки. При пяната със затворени клетки, клетките с висока плътност са затворени и запълнени с газ, което спомага за разширяването на пяната и за запълване на пространството около нея. Пяната с отворени клетки не е толкова плътна и клетките са запълнени с въздух, което придава на тази форма на изолация гъбеста структура и е по-ниска R-стойност. Покритието с фолио или пластмаса върху твърдите пенополиуретанови плочи може да подпомогне стабилизирането на R-стойността, като увеличава топлинното съпротивление. Отражателното фолио, ако е монтирано правилно и е обърнато към открито пространство, също може да действа като бариера пред топлообмена, вследствие на излъчването. Полиуретановата изолация се предлага под формата на течна пяна за пулверизиране или плочи от твърда пяна.

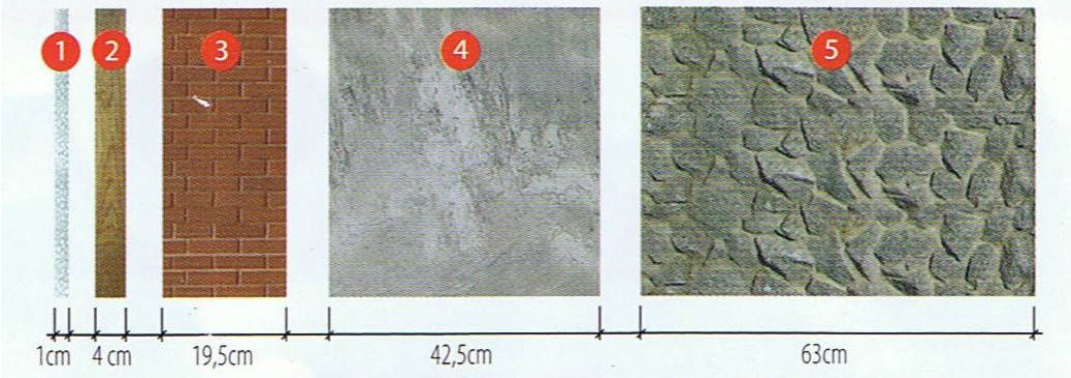
Полиизоцианурат, също познат и като полиизо е термореактивен вид пластмаса, пяна със затворени клетки, които съдържат в клетките си газ с ниска топлопроводимост и без хидрохлорфлуороводород. Изолацията от полиизоцианурат се предлага под формата на течност, пяна за пулверизиране и като плочи от твърда пяна. Може да се произведе и като ламинирани изолационни панели с разнообразно покритие. С времето R-стойността на изолацията от полиизоцианурат може да намалее, тъй като газът с ниска топлопроводимост в клетките му излиза и се замества с въздух, явление познато като термично отклонение. Покритията от фолио или пластмаса при твърдите панели от пяна на полиизоцианурат могат да спомогнат за стабилизирането на R-стойността. Някои производители използват полиизоцианурат като изолационен материал при структурноизолирани панели (SIPs), които могат да се произвеждат като плочи или като течна пяна.

На фигура 20 е направен преглед на топлопроводимостта на някои изолационни материали, които се използват често днес, както и класовете на тези материали.



Фигура 20 - Преглед на топлопроводимостта на различните изолационни материали

За да се разбере по-добре важността от поставянето на топлоизолация на съществуващи стени, фигура 21 илюстрира дебелината на стени, направени от различни материали, която е необходима, за да се постигне една и съща топлопроводимост само от панел от EP с дебелина 1 cm. Това може да се използва за убеждаване на ползвателите/наемателите/собствениците да инвестират в енергийноефективни мерки.



Фигура 21 - Дебелина на различните материали, необходима за постигане на същата топлопроводимост, както при 1 cm от EPS: EPS- 1; дърво- 2; тухла- 3; стоманобетон- 4; каменна стена- 5

Изолацията обикновено действа чрез комбинация от две основни характеристики:

- естествената способност на изолационния материал да възпрепятства преноса на топлината
- използването на "джобове", изпълнени с газ, които действат като естествени изолатори

Газовете са с ниски свойства на топлопроводимост в сравнение с течностите и твърдите тела; следователно, ако те могат да бъдат "хванати в капан", от тях могат да станат добри изолационни материали. Впръскването на газ в малки клетки, които не могат да предават ефективно топлината чрез естествена конвекция, допълнително повишава изолационната ефективност на газа. Конвекцията включва по-големи, обемни потоци от газ, задвижвани от плаваемост и температурни разлики. Това не се случва ефективно в малки клетки, където има малка разлика в плътността, която да задвижи процеса. При материалите от пяна има малки газови клетки или мехурчета в структурата. При изолацията от тъкани, от вълна например, по естествен начин се получават малки въздушни джобове.

В зависимост от вида изолационните материали могат да се използват под формата на бати, одеяла, плочи или в насипно състояние, а някои се използват като спрейове, които по-късно се втвърдяват. Предлагат се и изолационни панели.

Цената на изолациите за стени варират в зависимост от различни фактори, като вида и дебелината на изолацията, фасадните детайли и довършителните работи, разходите за труд, както и производителя на изолацията и държавата, в която е произведена. Цената зависи и от височината на сградата, заради разходите за скелета. Обикновено, цената се определя на квадратен метър от повърхнината на фасадата, в т.ч. разходите за изолация и допълнителни материали, труда, скелето и почистването. Това затруднява даването на обща оценка за периода на откупуване, тъй като той зависи, както от инвестициите, така и от постигнатите икономии.



Фигура 22 - Различни форми на изолационните материали: бати, одеяла и в насипна форма

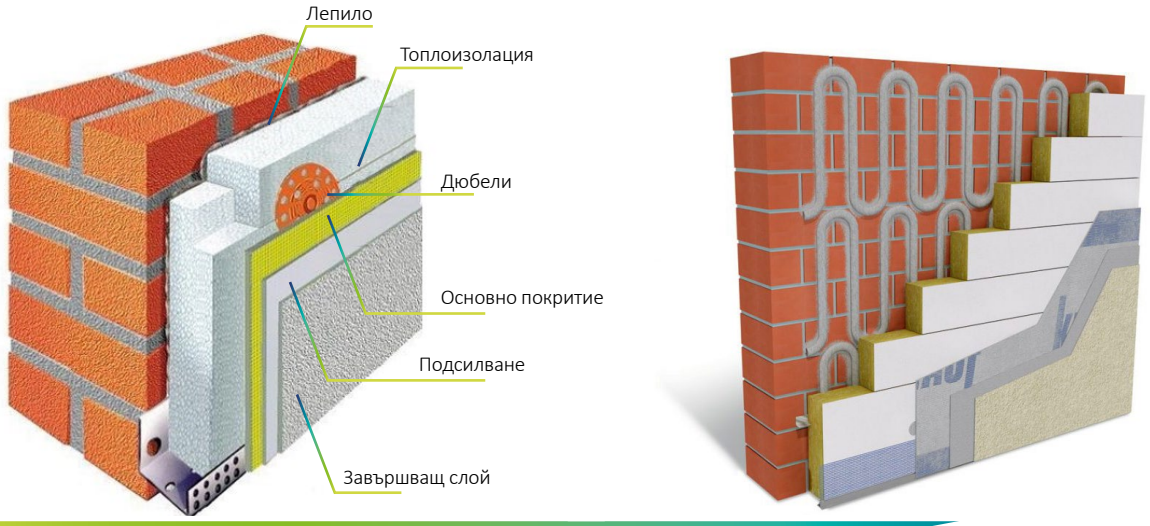
Струва си обаче да се спомене, че има малка разлика в цената между изолационните панели (напр. EPS или GPS) с дебелина 8 см. и 10 см., но те водят до голяма разлика в икономиите на енергия. Това е важна информация за собственици на жилища или за потенциални инвеститори.

Има тенденция за намаляване на използването на полистирен за изолация и увеличаване на използването на минерална вата. Макар да е по-скъпа и малко по-сложна за използване (може да изисква рамки) минералната вата осигурява пожарозащита на сградата и ѝ позволява да диша. Тези фактори може да бъдат решаващи и трябва да се взимат предвид при всяка отделна сграда, когато се предлагат мерки за енергийна ефективност.

Освен изброените по-горе изолационни материали има някои, които в момента се разработват и все още предстои да се доказват като успешни заместители на конвенционалните изолационни материали и технологии. Такива са вакуумните изолационни панели, панелите, изпълнени с газ, и аерогеловете.

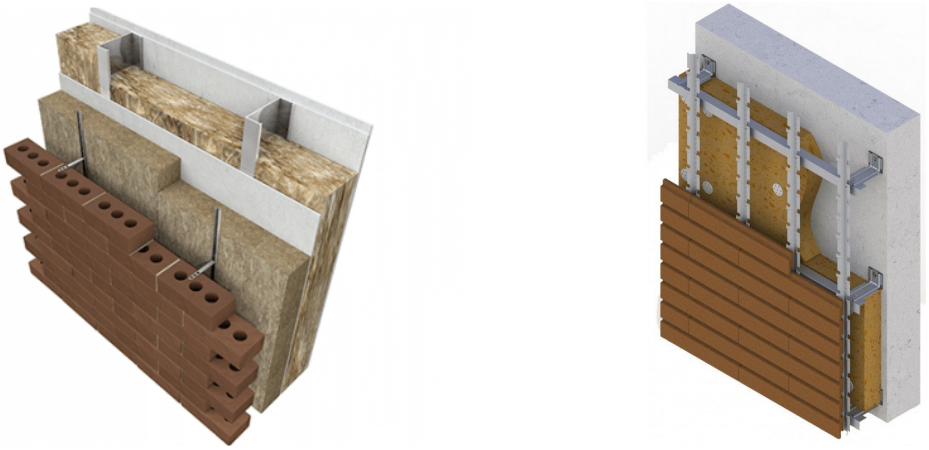
Освен изолациите за стени, които обикновено се полагат от външната страна или (по-рядко) от вътрешната страна на стените, които са част от сградната обвивка, има различни фасадни изолационни системи. Те са създадени обикновено от фирми, които са специализирани в изолациите и са познати под името ETICS (външна композитна топлоизолационна система), EIFS (външна изолационна довършителна система), ICF (кофраж от изолиран бетон) или TIR (топлоизолационна мазилка). На пазара се предлага широка гама от такива системи, която отговаря на различните изисквания на строителните конструкции и архитектурата.

Фасадните системи обикновено се предлагат като комплект, състоящ се от някои (определени) предварително изработени компоненти, които се монтират върху фасадата директно на обекта. Конфигурацията на компонентите на системата, предназначени за конкретна сграда и цели, зависи от изискванията, поставени от потребителя или инвеститора, или от националните регламенти. В повечето случаи тя включва лепилото, което се полага върху зидарията, топлоизолационния материал, анкери, основен слой, армировка (обикновено мрежа от стъклени влакна) и завършващ слой. Завършващият слой може да включва декоративни елементи, които правят такива системи подходящи за сгради с естетическа стойност или дори за защитени исторически сгради. Фасадните системи включват също и аксесоари, като напр. готови ъглови летви, свързващи и бордюрни профили, профили за компенсатори на топлинно разширение и базови профили, които дават възможност за пълно избягване на топлинните мостове.



Фигура 23 - Характерни компоненти на ETICS (фасадна изолационна система) базирани на EPS (вляво) и минерална вата (вдясно)

Има и вентилируеми фасадни системи, или вентилируеми фасади. Вентилируемите фасади са решение за външно облицоване на сгради, което може да се прилага, както при нови, така и при съществуващи сгради. Те представляват специален интерес за архитектите по редица причини, като напр. По-добра топлоизолация и непрекъснат външен вид на сградата. Така фасадата по принцип се монтира по-бързо и по-лесно се почиства. Вентилируемите фасади дават възможност за циркулиране на въздуха между носещата стена и облицоващия материал. Облицоващият материал може да бъде мрамор, керамични плочи, метални панели или други материали. По този начин носещата стена е защитена, както от студ, така и от топлина, което води до икономия на енергия. Вентилируемите фасади обикновено имат вградена система от компоненти, произведени от един производител.

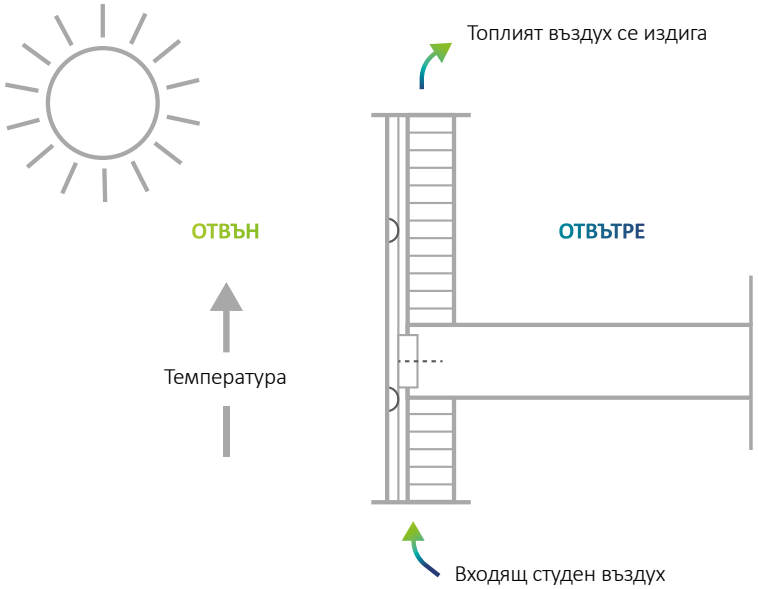


Фигура 24 - Схематично представяне на вентилируема фасадна система с тухли (вляво) и каменни плочи (вдясно)

Всеки тип зидария може да се използва като опора за монтиране на вентилируема фасада, напр. бетонна или тухлена стена. Топлоизолацията, използвана в една система е материалът, който осигурява топлинна и допълнително, звукоизолация. Тя трябва да е непрекъсната, за да се избягнат топлинните мостове. Изолацията се монтира към зидарията, или като се прикрепва точково със смола и дюбели или със специални профили, включващи серия от армировки, прикрепени към носещата стена и точки за закрепване, които придържат изолацията фиксирана към профилите. Пространството между носещата стена и облицовъчния материал защитава носещата стена през лятото, като позволява вентилацията и предотвратява топлопроводимостта, а през зимата предотвратява преноса на влага върху носещата стена.

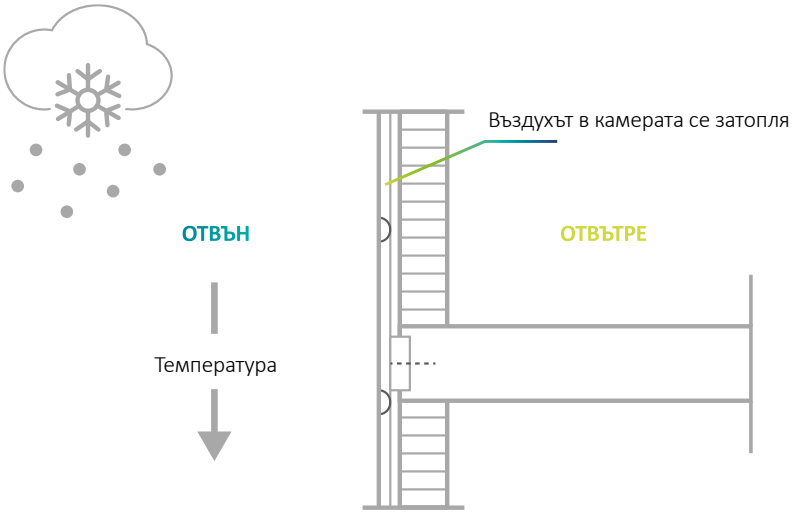
Монтажът на облицовката е последната част от винтилируемата фасада, която се вижда само от външната страна. Един от най-добрите материали, които могат да се използват при вентилируемите фасади са трисантиметровите плочи от естествен камък, които са лесни за монтаж. За този тип фасади не се изисква конкретен размер на плочите, тъй като системата е регулируема.

Вентилируемите фасади са с различно поведение в зависимост от външната температура и варират в значителна степен през сезоните. През лятото въздушните кухини действат като комин: слънцето затопля фасадата, загрявайки облицовката и кухината. Тогава топлият въздух се издига, и прави място на по-студения въздух да охлади кухината, поддържайки комфорта в сградата, както е показано на фигура 25.



Фигура 25 - Как действа вентилируемата фасада през лятото

През зимата, слънчевата радиация не е достатъчно силна, за да създаде този коминен ефект. Все пак въздухът в камерата остава по-топъл от външния въздух и играе ролята на топлинен акумулатор, който поддържа топлинния баланс на системата заедно с топлоизолацията, която е монтирана към носещата стена, както е показано на фигура 26.



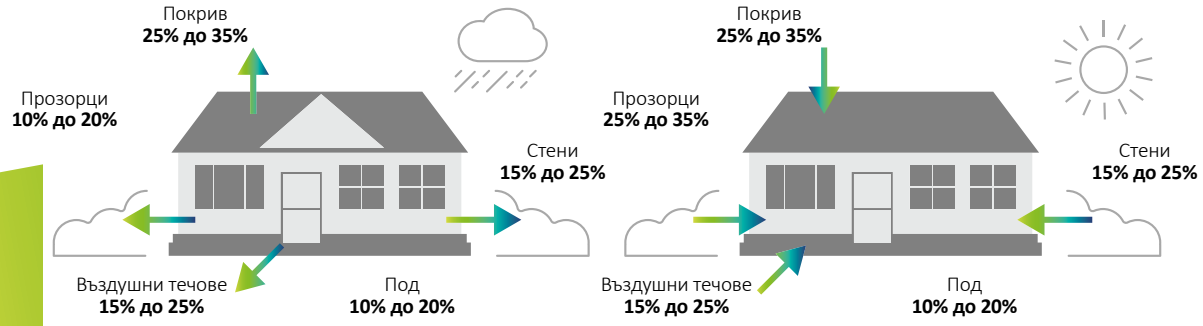
Фигура 26 - Как действа вентилируемата фасада през лятото зимата

Поставянето на топлоизолация на стените представлява мащабна промяна във външния вид и функционалността на сградата. Да се направи по правилния начин не е лесна работа. Това включва не само подготовка на съществуващите стени (напр. почистване и запълване на евентуални дупки), но изисква също и премахване на всички допълнителни устройства и части върху стените (напр. външни тела на климатици, осветителни тела, улуци). След като изолацията е монтирана ще е необходимо тези елементи да се върнат обратно на местата им, като се избегнат всякакви повреди на изолацията или фасадната система.

В повечето случаи изолирането на сградните стени включва балконите и терасите и техните стени (ако има такива), както и други повърхности, които могат да се считат за части от стените на сградата. По този начин сградата получава компактна и непрекъсната изолация, което е важно не само от инженерна гледна точка (т.е. избягване или минимизиране на топлинните мостове), но и от естетическа гледна точка.

5.2 Топлоизолация на покриви

Покривът е най-горното покритие на сградата, включващо всички материали и конструкции, необходими за поддържането му върху стените на сградата или върху колони, защитавайки я от дъжд, сняг, слънце и вятър. Покривът е важна част от сградната обвивка, защото неизолираните покриви са причина за 25% до 35% от топлинните загуби, в зависимост от вида, формата, размера и състоянието му.



Фигура 27 - Топлинни загуби (вляво) и печалби (вдясно) без топлоизолация

Има два основни вида покриви при многофомилните жилищни сгради: скатни покриви (използвани за тавански помещения или тавани) и плоски покриви (често без достъп, понякога използвани като тераси). Скатните покриви са сравнително често срещани при многфамилните жилищни сгради и редовите апартаментни сгради; пространството под покрива се използва като жилищни или складови помещения.



Фигура 28 - Различни приложения на скатни покриви: неотопляем таван (вляво) и апартаменти (вдясно)

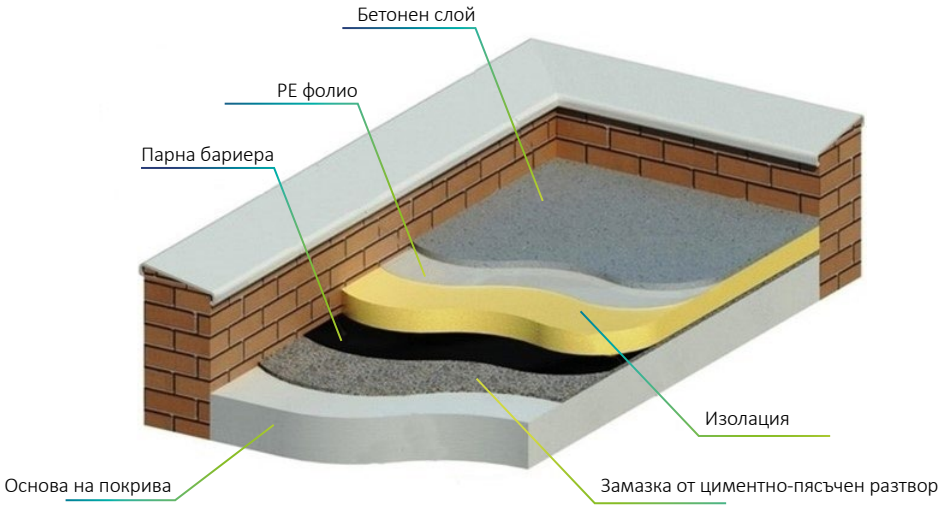
Плоските покриви са често срещани при многофамилните жилищни сгради и при сградите високо строителство и могат да включват и общи тераси.



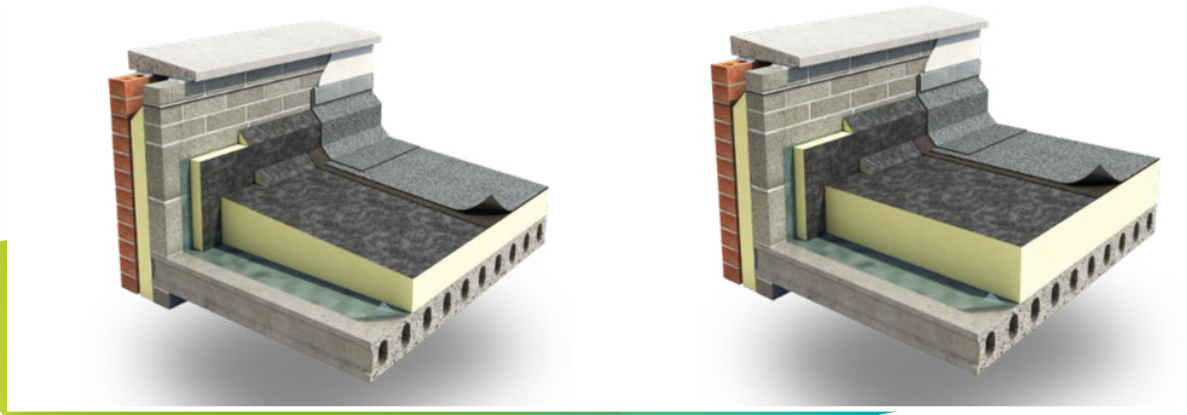
Фигура 29 - Различно използване на плоски покриви

Материалите, използвани за изолация на покриви са в по-голямата си част същите, както и при стените, но се полагат по различен начин. Плочите от XPS обикновено се използват за плоски покриви, докато минералната вата под формата на бати, одеяла или плочи обикновено се използва за отопляеми или неотопляеми тавани. Ако един плосък покрив ще се използва например, като тераса или общо външно пространство, е необходимо да се осигури подходящ покривен слой, направен примерно от керамични плочки или бетонни подложки, докато изолационният материал трябва непременно да притежава необходимата якост на компресия (примерно XPS). Ако таванът ще бъде използван за живеене, вътрешният завършващ слой обикновено е боядисан гипсокартон. Полагането на топлоизолация на плосък покрив или таван, които няма да се използват за живеене е по-проста и по-рентабилна икономически мярка, същото важи и за покритата с чакъл тераса, неотопляван таван или складово помещение.

Изолацията на плосък покрив е показана схематично на фигура 30, докато фигура 31 показва различни варианти на профила на изолацията. Чрез подходящи форми и профили е възможно да се постигнат наклони и геометрия, която може да помогне за т.нар. дрениране.



Фигура 30 - Структура на плосък покрив с изолация и хидроизолационен слой



Фигура 31 - Структура на плосък покрив с части под наклон и без наклон

При тавани изолацията може да бъде монтирана в покрива или върху пода на тавана, в зависимост от това за какво ще се използва таванът. Двата варианта са подобни и са показани на фигура 32.



Фигура 32 - Различни начини за монтаж на изолация на таван, в покрива (вляво) и на пода (вдясно)

Ако е възможно, по време на обновяването вентилируемият (неотопляем) таван трябва да се трансформира в невентилируем (неотопляем) таван. Това донякъде увеличава необходимата инвестиция, но значително повишава топлинния комфорт и използваемостта на пространството, като намалява топлинните загуби.

Както при топлоизолацията на стените, изолирането на покривите често включва широкомащабни работи и променя външния вид на сградата и нейната функционалност. Изолирането на таваните изисква изнасянето на всичко от тези пространства, тъй като това се прави отвътре. Всички тръбопроводи, кабели, осветление и други устройства трябва внимателно да се демонтират преди началото на работата и да се монтират след това.

Като цяло изолацията на покриви и тавани може да се счита за рентабилна, тъй като обикновено е с къси периоди за откупуване. В повечето случаи това са 5 до 10 години. Все пак периодът за откупуване при всяка отделна сграда зависи от вида на покрива, формата и размерите, вида на изолацията и дебелината, височината на сградата и достъпността до покрива и разбира се от цената на изолацията и на труда (последният се влияе и от обема на работата).

5.3 Топлоизолация на подове

Подовете се състоят от няколко слоя различни материали, за да изпълняват всички необходими функции. Подовете причиняват от 5% до 15% от загубите на топлина, в зависимост от конфигурацията на сградата. Има два основни типа подове в многофамилните жилищни сгради: подове над неотопляеми пространства (напр. гаражи, мазета или въздух) и подове върху земята (напр. разположени върху пръст или чакъл).

Топлоизолацията върху неотопляеми пространства е подобна на изолацията на стените. При нея се използват същите изолационни материали със завършващ слой, когато е необходимо. В много случаи това се прави заедно с изолацията на стените, така че свойствата и външния вид на всички видими повърхности да се уеднаквят.

Изолирането на подове на земята в многоетажни жилищни блокове обаче обикновено е сложна и скъпа мярка за повишаване на енергийната ефективност, с дълъг период на откупуване (50 и повече години). Сложността зависи от конфигурацията на съществуващия под. Тази мярка често се съчетава с промени в отоплителната система (напр. монтаж на подово отопление или промени в топлоразпределителната система). Фактът, че всичко трябва да се изнесе от помещението, където трябва да се монтира инсталацията, увеличава както сложността, така и разходите.

В някои случаи е възможно да се постави изолация направо върху съществуващия под, без да се премахва нито един от неговите слоеве. Това радикално улеснява изолирането, но отнема 10 cm и повече от височината на помещението, така че това не винаги е добрият избор и е по-подходящ, или в сгради с високи тавани, или в обществени сгради.



Фигура 33 - Примери за монтаж на топлоизолация върху подове

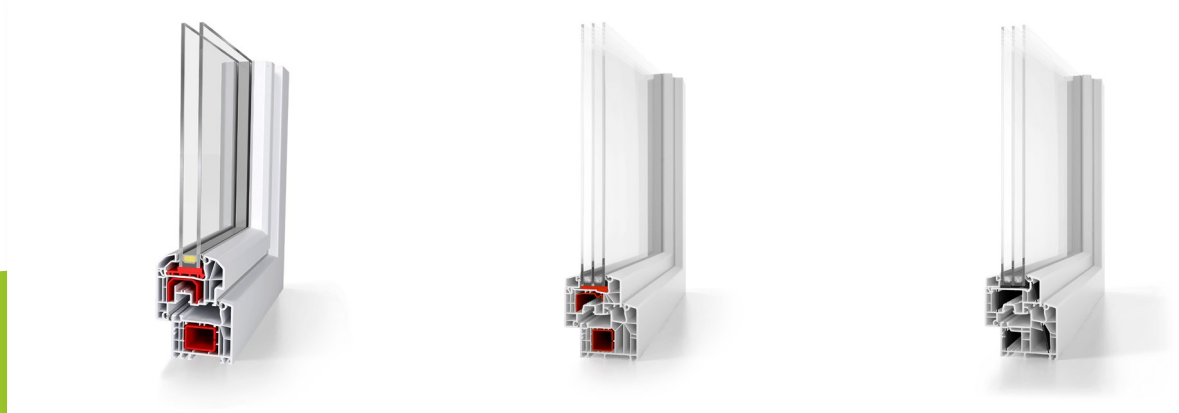
Понякога е възможно да се постави сравнително тънък изолиращ слой от съвременна, високотехнологична изолация. Такива изолации обикновено са брандирани (напр. Gerfloor®), и въпреки че осигуряват подобрени топлинни свойства, в повечето случаи те не достигат стойностите, изисквани от нормативите. Все пак те подобряват топлинния комфорт.

5.4 Смяна на прозорци и врати

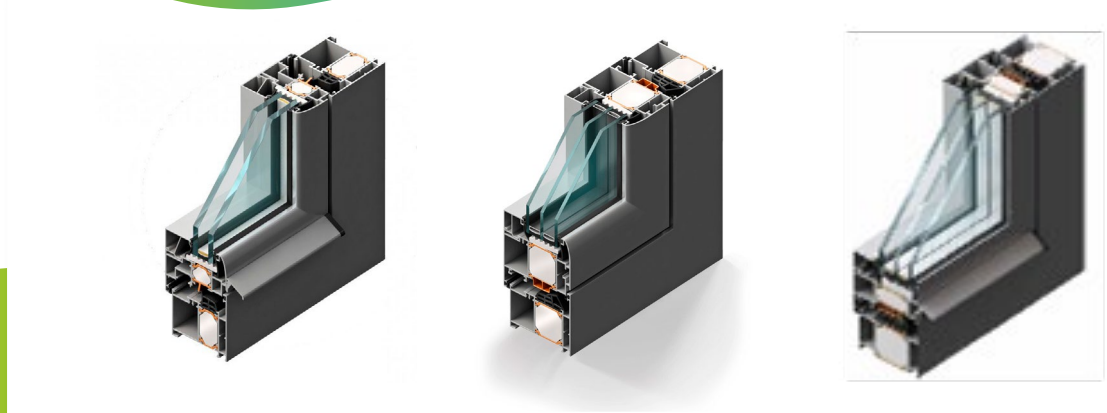
Прозорците и външните врати в старите многоетажни жилищни сгради са предимно дървени, еднокатни или двукатни. В общите пространства (напр. стълбища, входове, мазета) те могат да са от стоманени или алуминиеви профили, с прекъснати топлинни мостове. Рамките и остъкляването често са в лошо състояние, което води до значителни загуби на топлина и проникване на студен въздух в отопляемите пространства. Поради възрастта си връзките между прозорците и околните стени често са лоши, което води дори до още по-големи загуби на топлина. Прозорците и външните врати са важна част от сградната обвивка и са причина за 10% до 25% от загубите на топлина, в зависимост от размера, ориентацията и състоянието им. Топлинните загуби през прозорците могат да се намалят чрез поставяне на самозалепващи се ленти срещу течение, но това може да се счита само за временно решение.

Прозорците значително влияят върху естетичния вид на сградата, поради което често се сменяват от наемателите, въпреки че са със сравнително дълъг срок на откупуване. Новомонтираните прозорци и врати са направени от ПВЦ или дърво (рядко от алуминий), с двойно или тройно остъкляване. Често те се сменят индивидуално от наемателите или собствениците, което води до монтиране на различни прозорци.

За обновяване на по-стари сгради се предлага широка гама от материали за прозорци и видове остъкляване. Повечето са разработени така, че да имат изолационни качества, които са дори по-високи от изискванията по настоящите стандарти и нормативи за енергийна ефективност и загуби на топлина.



Фигура 34 - Примери за различни видове ПВЦ прозорци с U_w стойност от 0.99, 0.83 и 0.81 W/m^{2}K

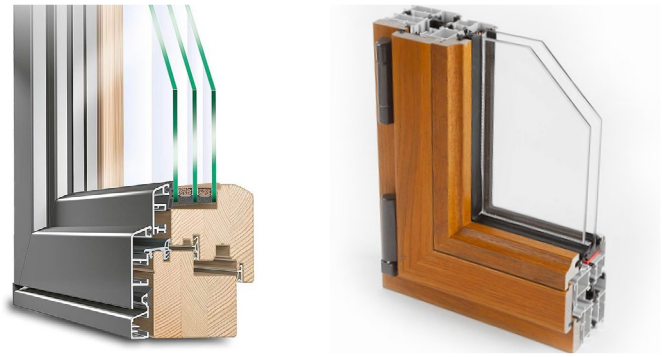


Фигура 35 - Примери на различни алуминиеви прозорци с U_w стойност от 1.30, 1.10 и 0.80 W/m^{2}K

Съвременните рамки за прозорци и врати се произвеждат от четири и петкамерни профили от ПВЦ (фигура 34), алуминий (фигура 35), дърво (фигура 36), или комбинация (фигура 37), с високо уплътняване срещу проникване на влага и прах, както и с добра топло- и звукозащита. Възможно е новите прозорци да бъдат комбинирани и с противовзломни системи и остъкляване срещу вандализъм.

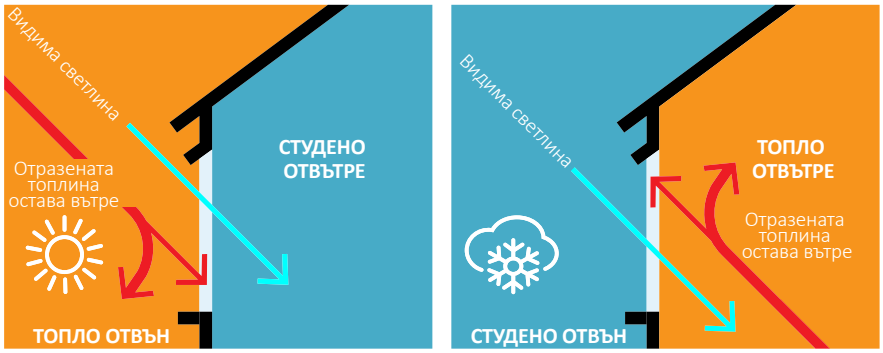


Фигура 36 - Пример за дървени прозорци



Фигура 37 - Пример за прозорци с комбинирани рамки от дърво-алуминий

Остъкляването на прозорците се прави с двойни или тройни, а понякога и с четворни стъклопакети, с нискоемисионно покритие на едно и повече от стъклата, а пространството между стъклата се запълва с инертни газове (напр. аргон). По този начин U-стойността обикновено е от 1.10 до 1.20 W/m^2K. Нискоемисионното стъкло е прозрачно флоатно стъкло, покрито с метални оксиди по метода на отлагане на катодни пари в условия на вакуум. Този слой, получен вследствие на изпаряването, блокира дълговълновото топлинно излъчване и е познато, като нискоемисионен слой (фигура 38).



Фигури 38 - Основен принцип за подобряване на изолацията чрез нискоемисионно покритие

Прозорците могат да бъдат без нискоемисионно покритие, но добавянето му към всяко стъкло подобрява изолационните качества на самото стъкло, допринасяйки към изолационните качества на целия прозорец (фигура 39).



Фигура 39 - Сравнение на изолационните свойства на стъклопакети

Предлагат се и дървени и имитиращи дърво ПВЦ рамки, предназначени за паметници на културата и защитени исторически сгради, които изпълняват изискванията на приложимите стандарти и наредби без да нарушават цялостния облик на сградата. В днешно време прозорците може да се произвеждат във всякакви форми и размери, независимо от материала на рамката и остъкляването. Възможно е също да се произвеждат плъзгащи се прозорци във всякакви размери, но в този случай проблем може да се окаже уплътняването.

Инвестициите в нови прозорци и външни врати могат да са значителни. Те зависят основно от използваните материала(и) и вида остъкляване. Други фактори, които влияят са мястото на сглобяване и производителя. Както и останалите мерки по сградната обвивка, смяната на прозорците и вратите може да се окаже важна задача, изискваща квалифициран труд и внимателен монтаж. Въпреки, че самите прозорци иман ниски U стойности и представляват изолирана част от сградната обвивка, лошо извършеният монтаж може да обезсмисли всички очаквани ползи. Такъв е случаят, например, когато един скъп прозорец от дърво-алуминий, с три камерен стъклопакет с ниско емисионно стъкло, е монтиран без подходяща изолация от полиуретан около него и/или без вграждане. Топлината ще се изгуби не през самия прозорец, а през лошо изолираната част от стената около него.

За разлика от изолацията на стените или покривите, при която се премахва сравнително малко материал, смяната на прозорци създава значително количество отпадък, състоящ се от дърво, стъкло, тухли, бетон и хоросан. Това също трябва да се обмисли и да се вземе предвид, когато се прави оценка на разходите по смяната.

Освен прозорци има възможност да се поставят капаци или щори. Те помагат много при изключително ниски температури, ветрове и интензивно излагане на слънчева радиация. Могат лесно да се монтират при съществуващи прозорци, а по-модерните версии (напр. с мотори и сензори) могат да се поставят по време на обновяване на сградата. Щорите са отличен начин за защита на прозорците и вратите от слънце и дъжд (външни влияния) и могат да намалят разходите за отопление и климатизация през цялата година. Те са направени от ПВЦ, материал, който лесно се поддържа и са с метална армировка, която допринася за здравината и устойчивостта им на взлом. При щорите с неподвижни ламели, ламелите са монтирани под определен ъгъл, който позволява преминаването на въздушния поток, но не могат напълно да затъмнят стаята. Щорите с регулируеми ламели дават възможност на обитателите да определят количеството въздух и светлина, които да проникват в стаята, чрез механизъм за завъртане на ламелите. (фигури 40).



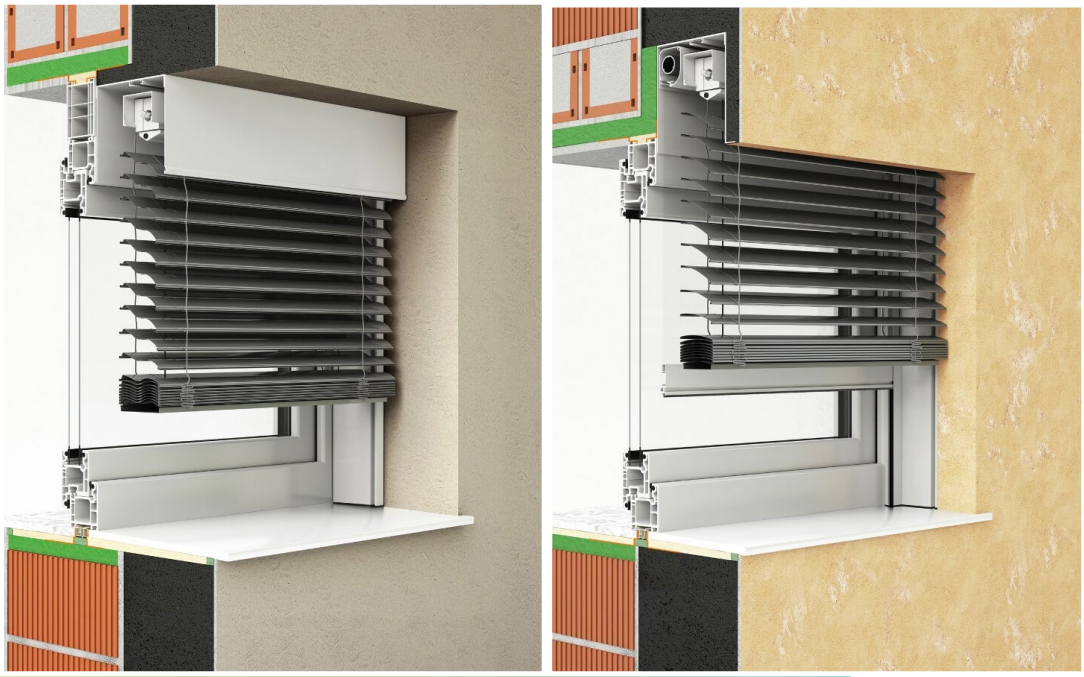
Фигура 40 - Щори от ПВЦ (вляво) и алуминий (вдясно)

Ролетните щори са отличен избор, тъй като те предлагат защита срещу външния влияния, защитават личния живот, и допринасят за топло- и звукоизолацията. Те могат да се монтират лесно върху нови конструкции или съществуващи структури и изискват минимална поддръжка (само почистване от време на време). С ролетните щори помещенията могат напълно да се затъмняват, като същевременно се осигурява и отлична топло- и звукоизолация. Ролетните щори срещу взлом предлагат допълнителна сигурност, а тези с вградени комарници, предпазват от нахлуването на нежелани насекоми във вътрешните пространства. Тези типове щори, които могат да се оборудват и със сензори и мотори, даващи възможност за автоматично отваряне и затваряне, подобряват защитата от студ, топлина и слънчево греене (фигура 41).



Фигура 41 - Ролетни щори, монтирани в малка жилищна сграда

Венецианските щори са вторият най-използван тип щори след ролетните. Те осигуряват отлична защита срещу слънчево греене и нежелано нахлуване в личното пространство, като по този начин допринасят за чувството на комфорт и уединение, и са естетически приятно допълнение. Те могат да се монтират както отвътре, така отвън. Регулирайки ъгъла на ламелите, вътрешните венециански щори защитават от пряка слънчева светлина и блокират нежеланите гледки, като в същото време служат и за декоративен елемент. Външните венециански щори осигуряват, както топлоизолация, така и защита от атмосферни влияния. Те се монтират пред прозорците отвън, което предотвратява прякото навлизане на топлина в помещенията. Заедно с фасадата, те допълнително подобряват външния вид на сградата. Обикновено е възможно да се направи избор от широка гама цветови комбинации за ламелите, кутиите за прибиране, водачите и завършващите профили, както и между ръчно и електрическото управление (фигура 41 и фигура 42).



Фигура 42 - Външни венециански щори с външен (вляво) и вграден (вдясно) механизъм



6 Мерки за отоплителната система

Отоплителната система е най-сложната система в многофамилните жилищни сгради. Тя се състои от множество взаимносвързани и взаимно зависими компоненти и всяка отделна част оказва своето влияние върху цялостната ефективност на системата. В последно време, в някои жилищни сгради тя се допълва от климатизационни системи, обикновено базирани на ВЕИ или в комбинация с ВЕИ. В тези случаи въздухът в апартаментите не само се загрява, но и се охлажда, вентилира или изсушава/овлажнява.

Промените в отоплителната система почти винаги представляват основна промяна, особено ако са засегнати няколко или всички апартаменти. Такива промени винаги трябва да се препоръчват, проектират и контролират от висококвалифициран персонал. Дори на пръв поглед незначителни промени в системата могат да имат нежелан ефект върху ефективността. Тук даваме някои основни идеи и насоки за възможни промени в отоплителните системи и общи препоръки за повишаване на тяхната ефективност. Енергийните одитори или проектантите на отоплителни системи ще се нуждаят от по-подробна информация.

6.1 Източници на топлина

Тъй като сградите са строени в различни периоди, техните собственици или наематели използват различни начини за отопление. В старите, обикновено по-малки сгради, всеки апартамент е бил отопляван с печка, електрически нагревател или централизирано топлоснабдяване на твърдо гориво, течен газ или електроенергия. По-новите, обикновено по-големи сгради, често са свързани към централизираното топлоснабдяване, което работи с природен газ или въглища. В последно време все повече централизирани топлоснабдителни системи се базират на биомаса или биогаз.

Предлаганите мерки при отоплителните системи, които целят повишаване на енергийната ефективност, зависят в голяма степен от възрастта и конфигурацията на сградната отоплителна инсталация, наличното гориво/горива и цените на енергията. Има множество възможности и комбинации, някои от които са подходящи за всеки тип сграда. Някои от тях са сравнително прости, докато други представляват и/или изискват основни промени.

Значим проблем в апартаментите и сградите е периодичното отопляване и съответно охлаждане на жилищната площ. Това представлява дори и още по-голям проблем при апартаментите, в които се използват и отопляват само някои от стаите през зимата, докато останалите остават неотоплени. В тези случаи отоплението често се осигурява с ръчно обслужвани, индивидуални печки или камини, разположени в отопляваните помещения. Те обикновено са на твърдо гориво (дърва за огрев или въглища) или по-рядко нафта. Понякога наемателите използват различни видове електрически нагреватели, за да затоплят помещенията, когато е необходимо (напр. конвектори или инфрачервени нагреватели, разположени в баните). Периодичното и селективно отопляване на помещенията причинява много проблеми, включително конденз и поява на мухъл, особено там, където има топлинни мостове. Броят на топлинните мостове (студени точки) в селективно отопляваните апартаменти е значително по-голям, отколкото в равномерно затопляните апартаменти.

Едно решение в тези случаи е използването на индивидуални, но автоматични котли, използващи пелети или природен газ, със система за управление, която регулира дозирането и изгарянето на тези горива. Горивата, като дърва за огрев и въглища не са подходящи за малки индивидуални котли, защото при тях дозирането трябва да се извършва ръчно. Инсталирането на автоматични котли е сравнително лесно и разрешава проблема с периодичното отопляване и охлаждане на помещенията, следователно намалява възможностите за развитие на мухъл.

Друга възможност е инсталирането на система за централизирано топлоснабдяване. Тя може да използва пелети или природен газ, но може да е базирана и на ВЕИ, като геотермална енергия, например. Това е по-скъпо решение, което изисква не само инсталирането на топлоизточник, но често и подмяната на тръбопроводната система и/или отоплителните тела (радиатори и др.). Тази мярка обаче може да се комбинира с подово отопление, което от мнозина е оценявано като сериозно предимство. Инсталирането на система за централизирано топлоснабдяване решава и проблема с периодичното затопляне и охлаждане, като в добавка осигурява равномерно затопляне на целия апартамент. Следователно използването на такава система елиминира температурните колебания и намалява броя на критичните точки за образуването на мухъл и значително повишава качеството на въздуха в помещенията. Допълнително предимство на системата за централизирано топлоснабдяване е възможността то да се комбинира със система за производство на топла вода за битови нужди.

В апартаментите, отоплявани с котли, използващи природен газ, е възможно да се запази цялата отоплителна система (тръбопроводи и радиатори), а да се замени само съществуващият котел с кондензен газов котел. Това подобрява ефективността от генерирането на топлина от около 94% до 108%, без загуба на топлинен комфорт.



Фигура 43 - Модерен кондензен газов котел (ефективност 108%) и индивидуален газов котел (ефективност 96%)

В апартаментите, използващи централизирано топлоснабдяване на базата на твърдо гориво (котли, използващи дърва за огрев и въглища), е възможно да се предложи въвеждането на нови котли , които използват биомаса (напр. дървени пелети). Такива котли са напълно автоматични, което драстично повишава енергийната ефективност (до 30%), като същевременно се увеличава топлинния комфорт и се намаляват емисиите на CO2. Тази мярка е сравнително евтина и проста за изпълнение. Останалата част от отоплителната система (тръбопроводи и радиатори) може да бъде допълнително подобрена с монтиране на термостатични вентили, където е необходимо. Пространството, използвано за складиране на дърва за огрев и въглища може да се използва (със или без обновяване) за складиране на пелети.



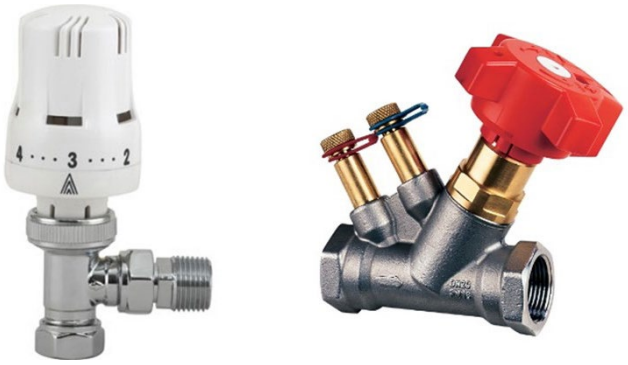
Фигура 44 - Модерен котел на дървени пелети и индивидуален котел на пелети (и двата с ефективност 92%)

Големите многофамилни жилищни сгради и сградите високо строителство са сравнително нови и в повечето случаи са свързани със система за централизирано топлоснабдяване, със специални котелни помещения на природен газ и по-рядко на мазут или въглища. Промените на тези системи са сравнително редки, тъй като за тях са нужни, не само инженерни решения, а и политически или стратегически промени. Възможно е обаче да се предложи изграждане на специализирани, малки системи за централизирано топлоснабдяване, които да обслужват няколко по-малки апартаментни сгради в един жилищен комплекс. Такива системи могат да се базират на природен газ, биомаса или биогаз. Цялата инфраструктура от вече съществуващи тръбопроводи и радиатори в апартаментите може да се използва, като се свърже с новоизграденото котелно помещение. По този начин може да се повиши енергийната ефективност. Допълнителните възможности включват комбиниране с производството на топла вода за битови нужди и слънчеви системи (за топла вода). Разбира се, това е скъпа мярка, тъй като се нуждае от значителни инвестиции и е със сравнително дълъг период на откупуване.

6.2 Топлоразпределителни системи

Освен промените в източника на топлина (напр. смяна на котлите или изграждане на нова система за централизирано топлоснабдяване), има няколко сравнително прости и рентабилни мерки, които могат да се приложат при системите за централизирано топлоснабдяване.

В апартаментите, използващи централизирано топлоснабдяване, е възможно обикновените спирателни вентили на радиаторите да се заменят с термостатични вентили (вентили за контрол с термостатична глава). Това е сравнително евтина и проста мярка, която все пак може да намали потреблението на енергия с 5%, без загуба на топлинен комфорт. Балансирането на отоплителната инсталация с вентили (ръчно или автоматично) може да увеличи ефективността на отоплителната система с 1% до 3%, в зависимост от сложността и състоянието на системата.



Фигура 45 - Термостатични и балансиращи вентили

Радиаторите, като основни нагревателни тела в апартаментите, използващи централизирано топлоснабдяване могат да загубят своята ефективност поради отлагане на нечистотии във водата и парченца от корозирал метал. Такива радиатори могат да се демонтират и да се промият, което ще повиши тяхната ефективност с 1% до 5%, в зависимост от състоянието им.

Една от мерките, които могат да се предложат, е инсталирането на електронни циркулационни помпи вместо конвенционалните. Тези помпи не повишават директно ефективността на отоплителната система, но увеличават ефективността от потреблението на електроенергия. Те могат да се програмират да работят в различни режими и в зависимост от нуждите на инсталацията могат да спестят от 25% до 50% от електроенергията, в зависимост от работния режим и сложността на системата. Тези помпи са доста по-скъпи от конвенционалните. Периодът им на откупуване обаче е кратък, тъй като електроенергията е скъпа. Инсталирането им е сравнително просто и не изисква големи промени в системата.



Фигура 46 - Електронни циркулационни помпи

Освен мерките, описаните по-горе, важна е и промяната в поведението и битовите навици на хората, свързани с новата отоплителна система. Това включва въвеждането на зони в апартаментите, промени в използването на пространството и създаване на навици за проветряване. Има случаи, когато са направени големи промени в отоплителната система на сградата, които обаче не са били последвани от промени в поведението на хората, което дори е влошило положението, отколкото е било преди това. Когато се прави промяна от дърва и въглища на дървени пелети особено внимание трябва да се обръща на условията за складиране на горивото, защото влагата може да влоши състоянието му.

Тъй като подмяната на отоплителната система и/или промените в топлоразпределителната система са сложни и скъпи, по-рентабилно е да се инвестира в топлоизолация на сградата. Както бе обяснено по-горе промените в отоплителната система в общия случай са оправдани само когато цялостната сградна обвивка е в отлично състояние. Все пак трябва да се има предвид, че промените в източника на топлинна енергия и топлоразпределителната система не само повишават енергийната ефективност, но и намаляват замърсяването и повишават топлинния комфорт в сградата. Това са ефекти, които са трудни за количествено остойностяване и се наричат ползи.

6.3 Охлаждане

Охлаждането (или кондиционирането на въздуха) в последно време получава значително внимание във връзка с енергийната ефективност. В днешно време, с увеличаването на изискванията за топлинен комфорт, вече не е необходимо само да се осигури отопление през студените периоди, но също така да се осигури охлаждане през горещите. Някои проучвания са показали, че потреблението на енергия за охлаждане през лятото е по-високо, отколкото за отопление през зимата. За съжаление няма просто и рентабилно решение на този проблем.

Монтирането на сплит система климатик- сплит или мултисплит може да осигури охлаждането в пространството, в което е монтирано вътрешното тяло на климатика. Това е евтино и просто решение. То обаче не решава проблема с охлаждането на целите апартаменти или на сградите, което е необходимо, за да се постигне пълнен топлинен комфорт. Инсталирането на централна климатична система, включваща един централен охладителен възел и въздуховодна система за разпределение на въздуха, може да обслужва цяла сграда. Такова решение обаче е скъпо и трудно за обновяване. Трябва да се избере подходящо техническо решение, което да отговаря на нуждите на конкретната сграда и режима на ползване, като се вземат предвид геометрията и възрастта на сградата, броят на наемателите и наличието на място за инсталиране на цялото необходимо оборудване.



Фигура 47 - Климатик сплит система: вътрешно и външно тяло

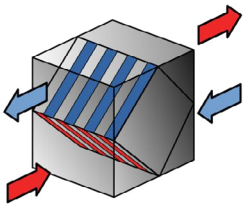
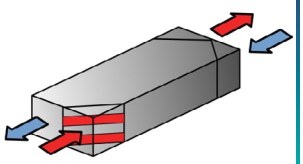
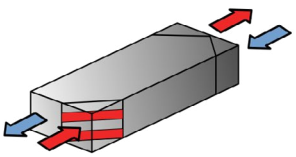
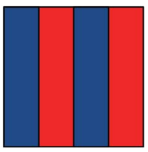
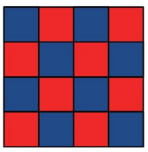
Независимо от това, когато наемателите искат да си монтират климатици само за себе си, те трябва да избират само тези, които са с висока енергийна ефективност. В днешно време това са инверторните климатици, които могат да се използват и за отопление.

6.4 Рекуперация на топлината

Вентилацията с рекуперация на топлината (HRV), позната също и като механична вентилация с рекуперация (MVHR), е вентилационна система при която топлината изхвърляна навън с изходящия от сградата въздух през зимата се предава на входящия студен външен въздух, а през горещите летни дни процесът работи наобратно и горещият външен въздух се охлажда от изходящия по-хладен въздух. Рекуперацията на топлината е метод, който се използва все повече за намаляване на потреблението на енергия за отопление и охлаждане, а по този начин и на разходите за поддържане на комфортни температура и влажност в сградата. Типична система с рекуперация в една сграда се състои от въздуховоди, решетки, шумозаглушители и вентилационен блок, съставен от рекуператор (топлообменник въздух-въздух или ротационен топлообменник), вентилатори, филтри и управление. Системите с рекуперация обикновено възстановяват около 60-95% от топлината в отработения въздух и значително подобряват енергийната ефективност на сградите.

Големите системи за рекуперация на топлината се нуждаят от много място. Най-доброто решение е да се помисли за тяхното инсталиране още от самото начало, още във фазата на проектиране и планиране. По принцип обновяването на сгради, инсталирането на такива системи е проблематично, поради размерите на вентилационните тръби и вентилационните блокове и мястото, което е необходимо за тях и което се изважда от използваемия вътрешен обем. В многофамилните жилищни сгради, общите части могат да се използват за разполагане на топлообменниците.

Има няколко вида топлообменници, както е показано на фигура 48.

Принцип			
Профил			
Топлообменник с променлив ток	Вертикален плосък панел	Хоризонтален плосък панел	Клетъчен
Ефективност	50-70 %	70-80 %	85-99 %

Фигура 48 - Видове топлообменници



Фигура 49 - Вентилационен блок с рекуператор

Освен тези големи вентилационни блокове с капацитет от 150 до 5000 m^3/h и повече, има и по-малки, по-достъпни. Обикновено те се наричат едностайни или стенни рекуператори и техният капацитет достига до 150 m^3/h. Те са предназначени за индивидуално използване и не са свързани с централизираната система. Те са най-подходящи за кухни и бани. Освен като рекуператор на топлина, те могат да предпазват и от образуването на прекомерен конденс и поява на мухъл. Такъв рекуператор е показан на фигура 50.



Фигура 50 - Малък стенен рекуператор

В повечето индустриални държави отоплението, вентилацията и климатизацията (HVAC) са причина за една трета от общото потребление на енергия. Охлаждането и изсушаването на пресния вентилационен въздух представлява до 40% от целия енергиен топлинен товар в регионите с горещ и влажен климат. Този процент обаче може да бъде и по-висок, ако се изисква вентилация със 100% пресен въздух. Това означава, че е необходима повече енергия, за да се отговори на нуждите на обитателите от пресен въздух. Рекуперацията става необходима, поради увеличаващите се цени на енергията и за пречистване на пресния въздух. Основната цел на системите с рекуперация на топлината е да намалят потреблението на енергия в сградите, предназначена за HVAC, като възстановяват остатъчната топлина. В тази връзка самостоятелните и комбинирани системи за рекуперация на топлината могат да се вграждат в жилищни или търговски сгради, за да се намалят потреблението на енергия и емисиите на парникови газове.

6.5 Термопомпи

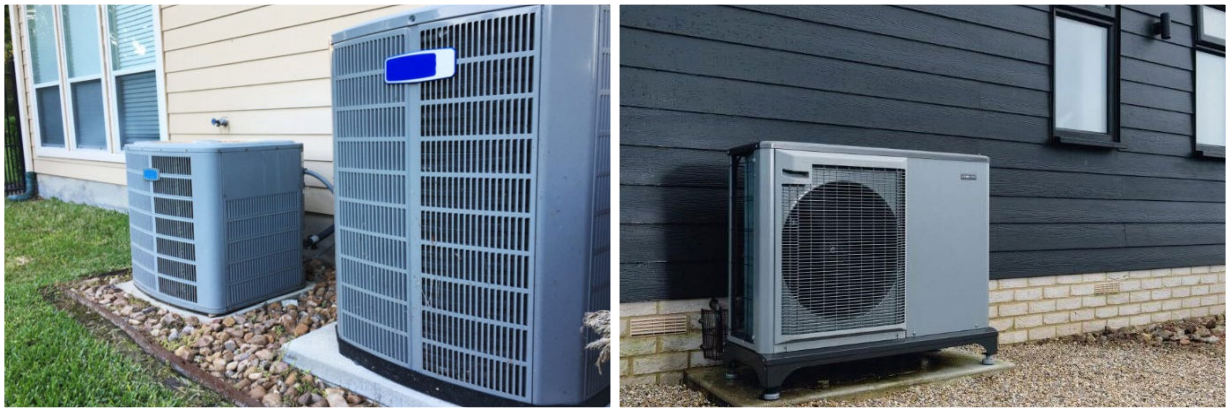
Термопомпата е устройство, което се използва за затопляне, а понякога и за охлаждане на сгради, при което топлинната енергия се прехвърля от по-хладното пространство към по-топлото, използвайки хладилен цикъл (обратно на естествения топлообмен, при който топлината се движи от топлото към студеното пространство). Често срещаните източници на топлина за термопомпите включват външния въздух, земята и водни ресурси (подпочвени води, реки и др.). Освен източник на топлина термопомпите имат и различни консуматори на топлината или студа, които произвеждат, такива могат да бъдат въздухът в сградите, водни инсталации и други. В зависимост от вида на източника и на консуматора при термопомпите се използват съкращения, които да ни помогнат да се ориентираме, като например термопомпи въздух-вода са такива системи с източник на топлина външния въздух и консуматор водна отоплителна или охладителна инсталация. Термопомпите се използват за отопление, охлаждане и производство на топла вода за битови нужди.

Ефективността на термопомпите се изразява чрез коефициент на производителност (COP) или сезонен коефициент на производителност (SCOP). Колкото по-голямо е числото, толкова по-ефективна е термопомпата и толкова по-малко енергия използва. Например, COP от 3.6 означава, че за всеки киловатчас електроенергия, изтеглена от мрежата, ще бъде излъчена 3.6 kWh топлинна енергия. Когато се използват за отопление тези устройства обикновено са много по-енергийноефективни, отколкото простите електрически нагреватели, които отдават около 1 kWh топлина за всеки киловатчас електроенергия, изтеглена от мрежата. Термопомпите е възможно да се комбинират с други системи, за да се повиши сигурността или ефективността, напр. със соларни панели и/или вятърни турбини.



Фигури 51 - Термопомпи

Термопомпите се използват за придвижване на топлината между два топлообменника. При системите с източник външен въздух единият топлообменник е извън сградата и е снабден с осев вентилатор, който подпомага работата на топлообменника. Другият или директно нагрява въздуха вътре в сградата или загрява водата, която след това се пуска да циркулира в сградата чрез отоплителни тела, които излъчват топлината в сградата. Тези устройства могат да действат и в режим охлаждане, при което топлината се извлича чрез вътрешния топлообменник и се изхвърля в околния въздух, използвайки външния топлообменник.



Фигура 52 - Термопомпи с въздушен източник

Често те се използват и за производство на топла вода за битови нужди, която се съхранява в резервоар за битова гореща вода (бойлери). Термопомпите с въздушен източник са сравнително лесни и евтини за инсталиране и са най-широко използваният вид термопомпи. При меко време COP може да бъде около 4.0, докато при температури под или около 0 °C термопомпите с въздушен източник все пак могат да достигнат коефициент на производителност от 2.5. Средният коефициент на производителност при сезонни вариации обикновено е 4-5, като при изключителни модели тези стойности може да бъдат надхвърлени при по-меки климати.

Термопомпите със земен източник (или геотермалните термопомпи) извличат топлина от земята, която е с относително постоянна температура през цялата година на дълбочина повече от 9 m. Добре поддържаните термопомпи със земен източник обикновено имат коефициент на производителност от 4.0 в началото на отоплителния сезон, с по-ниски сезонни стойности от около 3.0, когато топлината в земята намалява. Термопомпите със земен източник са по-скъпи за инсталиране, поради необходимостта от пробиване на сондаж за вертикален монтаж на тръбите на топлообменника или за прокопаване на траншеи за хоризонтално поставяне на тръбите, които пренасят течността на топлообменника (вода или смес вода с малко антифриз). Термопомпите със земен източник могат също така да се използват и за охлаждане на сградите през горещите дни, като по този начин топлината от сградата се прехвърля обратно в почвата, през подземната верига. Слънчевите топлинни колектори или тръбите, разположени в асфалта на един паркинг, също може да се използват за попълване на подземната топлина.

Термопомпите с воден източник работят по подобен начин на термопомпите със земен източник с изключение на това, че те поемат топлина по-скоро от водата, отколкото от земята. Количеството вода трябва да е достатъчно голямо, за да може да противостои на охлаждащия ефект на устройството, без да замръзне или да оказва неблагоприятно влияние върху дивата природа. Обикновено източникът на вода е малък водоизточник, езеро или понякога река.

Термопомпите са скъпо и чувствително оборудване, което е снабдено с електроника и множество сензори, които контролират работата, която е напълно автоматизирана. Решението за инсталиране и използване на термопомпи, особено при многофамилни жилищни сгради, трябва да се вземе от енергийните одитори и инженерни професионалисти. Трябва да бъдат взети предвид много фактори, като състоянието на сградната обвивка е един от най-важните. Всички тези фактори оказват влияние върху стойността на инвестицията, както и върху възможните икономии. Инсталирането на термопомпа от какъвто и да е вид, има смисъл само в сгради със сградна обвивка в отлично състояние. Използването на термопомпа може да изисква и промяна в поведението на наемателите/ползвателите.

7

Мерки за производство на топла вода за битови нужди

Топлата вода за битови нужди е загрята вода от чешмата, която се използва в банята, за душовете и в кухнята. Загряването на вода за битови нужди означава да се достигат поне 50°C до 55°C в резервоара, въпреки че има и някои нагреватели, които загряват само до около 40°C. Съществуват конвенционални и неконвенционални (или иновативни) системи за подгряване на вода. Конвенционалните системи могат да бъдат с незабавно подгряване на водата (при нужда, като се използва електричество или газ), или със "съхранение" (използващи електричество), докато неконвенционалните обикновено са със "съхранение" (обемни бойлери) и в комбинация със системите за отопление или ВЕИ.

Конвенционалните системи при "нужда" активират процес на съпротивление (при който се използва електричество), това са т.нар. проточни бойлери, или горене (при газовите котли) всеки път, когато има нужда от топла вода. Макар да са подходящи само за осигуряване на малки количества вода, само на едно място в апартамента, те ограничават топлинните загуби, тъй като водата се използва веднага. Недостатъкът е, че използват електроенергия, а такива нагреватели могат да са с инсталирана мощност от 3 до 5 киловата. Въпреки това те са все по-популярни, поради сравнително по-ниската си цена и лесен монтаж.

В системите със съхранение (обикновено с вместимост от 30 до 80 литра, а понякога и 100 литра), водата се загрява и съхранява в изолирани резервоари (обеми бойлери), които с течение на времето водят до загуби на топлина. Нагревателят може да се настрои така, че да загрява водата, когато температурата падне под желана стойност, или да загрява водата само в часовете, в които цената на електричеството е по-ниска (напр. през нощта), за да се намалят разходите за енергия, защото се използват преференциални цени на електричеството извън пиковите часове. Включването на нагревателя за работа през нощта може да се направи с таймер или ръчно.

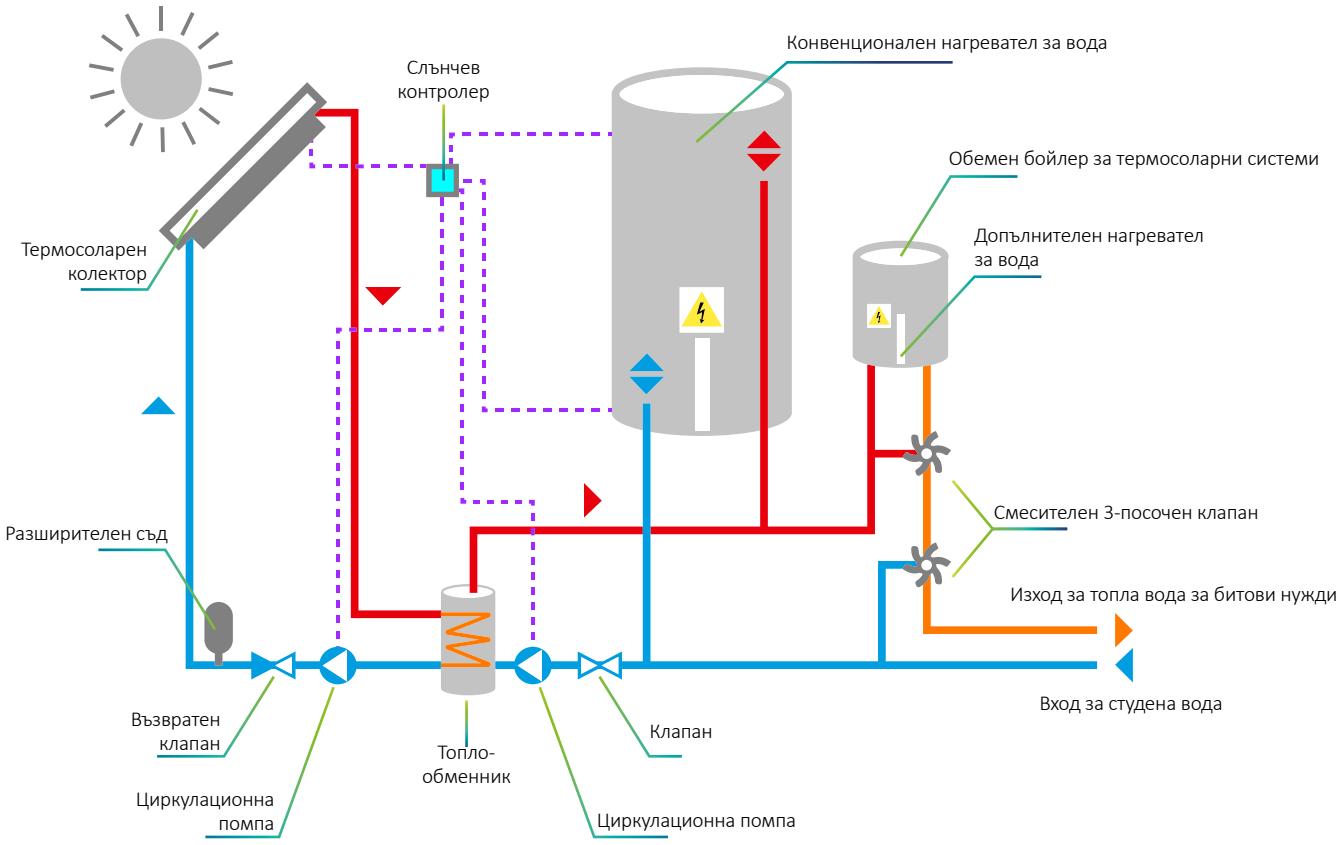


Фигура 53 - Конвенционални домакински нагреватели за топла вода- електрически (вляво) и на газ (вдясно)

Ефективността на системите за топла вода варира много в зависимост от модела, разположението и тръбните пътища и в някои случаи пада под 30% за електрическите обемни бойлери. Ефективността на газовите кондензни котли за вода е приблизително 60%, а при най-сложните модели достига и до 90%. Тя зависи в значителна степен от мястото на източника (бойлер или котел) и разстоянието, което топлата вода трябва да измине, както и от желаната температура на водата. Предполага се, че ефективността на конвенционалните системи за топла вода е достигнала върхът си, особено при системите с електроенергия, въпреки че има още някои неща, които могат да се направят, за да се повиши още. Това включва промяна на изолационните материали (напр. намаляване на дебелината на изолацията) и използване на резервоар от две части, при което едната част се използва за бързо загряване на малко количество вода, а другата- за основен резервоар за съхранение.

Иновативните и неконвенционалните системи за производство на топла вода за битови нужди могат да използват термопомпи, слънчеви термопанели или комбинация от двете за загряване на водата. Те загряват водата, която се съхранява в големи резервоари и се използва според нуждите. Такива резервоари са с обем от 300 до 500 литра, с дебела изолация. Ясно е, че при наличието на резервоар има загуби, но в този случай загряването се извършва от по-ефективна система и следователно дава по-евтина топла вода, така че известните загуби на топлина, трябва да се считат за приемливи. Възможни са по-нататъшни подобрения, напр. въвеждане на помпи за циркулация на топлата вода в системата. При тези помпи, а в общия случай и при цялото допълнително оборудване на такива системи, се използва електроенергия.

Термосоларните системи са по-сложни от конвенционалните системи. Фигура 54 показва една възможна система.



Фигура 54 - Система с допълнителен резервен електрически нагревател

Като цяло, слънчевите системи за производство на топла вода за битови нужди не могат да разчитат единствено на слънчева енергия и трябва да са оборудвани с резервна отоплителна система/устройство. Поради това бойлерите за топла вода понякога са оборудвани с допълнителни конвенционални нагреватели, докато други имат допълнителен топлообменник (серпентина), свързан с газов котел или котел с друг източник на топлина. Най-често допълнителният източник е електрически бойлер или газов котел, който се използва, когато температурата на водата от слънчевата система е прекалено ниска. Фигура 55 показва слънчеви колектори, а фигура 56 – обемни бойлери за термосоларни системи.

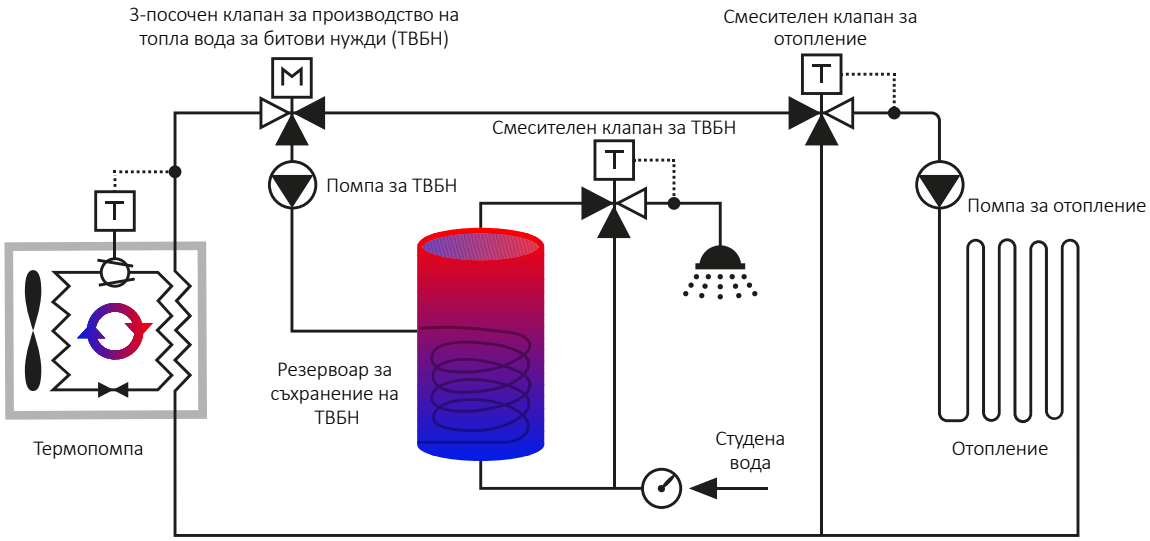


Фигура 55 - Слънчеви колектори (панелни)



Фигура 56 - Слънчеви резервоари за съхранение

За производството на топла вода за битови нужди е възможно и използването на термопомпи, както е показано на фигура 57. Такива системи обикновено се комбинират с отопление. В този случай не е необходимо резервно устройство, тъй като термопомпите могат да работят през всички сезони. От практически съображения, обаче, все още се изисква голям обемен бойлер. В някои случаи, когато термопомпата не може да загрее до достатъчно висока температура се предвижда допълнителен източник за подгряване до 55°C. Тези източници се включват един път месечно и служат за намаляване на риска от образуване на бактерии във водния обем.



Фигура 57 - Схематично представяне на използването на термопомпа за производството на топла вода за битови нужди

Използването на ВЕИ, като вятър или слънчева енергия, значително намалява потреблението на първична енергия в сградата. Електричеството, произведено от вятърни турбини с вертикална ос на въртене и фотоволтаични клетки може да се използва за загряване на водата в резервоара, като използва нагревател или източник на електроенергия за термопомпата за производство на топла вода за битови нужди.

Инсталации, които са комбинация от тези два типа ВЕИ в една сграда, могат да осигурят баланс, когато единият или другият вид енергиен източник произвежда по-малко енергия. През есента и зимата, когато възможностите за слънчева енергия са силно намалени, вятърните турбини ще произвеждат много повече енергия, отколкото фотоволтаичните клетки. Това положение се променя през лятото, когато фотоволтаичните клетки произвеждат повече енергия, заради по-дългия ден и много по-високата интензивност на слънчевата радиация, което компенсира по-ниската скорост на вятъра.

Такива ВЕИ инсталации могат да покрият значителното потребление на електроенергия, което е необходимо за захранване на термопомпите за производство на топла вода за битови нужди. В случай на излишък на електричество и липса на нужда от отопление, тази енергия може да се използва за поддържане на температурата на горещата вода в резервоара. Такива системи намаляват потреблението на първична енергия, използвана за производството на електричество. Все пак тяхното инсталиране изисква значителна инвестиция и е сложна операция. В повечето случаи периодът на откупуване не е кратък, но това зависи от сложността на системата, броят на обитателите (т.е. ползвателите) и интензивността на използване. Инсталирането на такава система може да се окаже рентабилно в по-големи сгради, с повече обитатели.

Въпреки това е доста трудно е да се оценят инвестиционните нужди за гореизброените мерки, използващи ВЕИ. Инсталирането на слънчева система и/или на термопомпа изисква основни промени в тръбопроводната система и корекции в конструкцията. Това би представлявало проблем, особено в големите многофамилни жилищни сгради. Слънчевите панели заемат значителна площ на покрива и трябва да бъдат монтирани върху носеща конструкция, която увеличава товара върху таванните и покривни конструкции. Друг възможен проблем е изолацията и това също трябва да се взима предвид, когато се проектира системата, тъй като с недостатъчна изолация системата няма да работи на желаното равнище. Почти във всички случаи се препоръчва резервно решение за отопление, което увеличава инвестицията. Изчисляването на необходимия отоплителен капацитет и съхранявания обем зависи от навиците на обитателите и големината на сграда. Разстоянието между резервоара и крана лесно може да достигне 30 m, което води до топлинни загуби. Всички тези проблеми могат да бъдат предизвикателство, което ще трябва да се преодолява.

В случай на неблагоприятни слънчеви условия инсталирането на ВЕИ може да бъде нерентабилно. Тогава трябва да се анализира производството на топла вода за битови нужди от системата за централизирано топлоснабдяване, при което топлинната енергия от тази система ще се използва от специален бойлер, инсталиран в апартаментите. Това е по-просто и по-евтино решение за изпълнение, но не винаги е възможно да се осъществи и в дългосрочен план не е толкова рентабилно, тъй като отоплението с централизираното топлоснабдяване е много по-скъпо в сравнение с това от ВЕИ, инсталирани на самото място.

Необходимата инвестиция за превключване към по-ефективен местен източник за производство на топла вода (напр. нов електрически или газов бойлер) е по-лесна за оценка. Тази замяна не изисква много работа, свързана с тръбопроводи или конструкцията и лесно се прави.

8

Мерки, свързани с потреблението на електроенергия

Електроенергията се използва в жилищните сгради с различни цели. Освен споменатото вече производство на топла вода за битови нужди основни приложения са осветлението, домакинските електроуреди, персоналните компютри и други електронни устройства и охлаждането (или климатизирането).

Осветлението в много жилищни сгради все още се базира на конвенционалните крушки с нажежаема жичка, особено в общите помещения. Тези крушки са евтини, но са с около 10% ефективност, което означава, че само 10% от енергията се използва за осветление, докато останалата част се превръща в топлина. Въпреки че са изтеглени от пазара, все още е възможно да се намерят по магазините. Халогенните крушки с нажежаема жичка се използват в рефлектори и някои специфични крушки, повечето от които декоративни. С течение на времето те постепенно се заместват с компактни луминесцентни лампи (CLLs) или в последно време с LED крушки.



Фигура 58 - Различни видове крушки с нажежаема жичка

Компактните луминесцентни лампи са просто “кадрава” версия на луминесцентни лампи с дълга тръба. Тъй като използват по-малко електричество, отколкото традиционните крушки с нажежаема жичка, те обикновено се откупуват за по-малко от година. Компактните луминесцентни лампи днес се предлагат в гама от светли цветове, включително топли (бяло до жълто), каквито не са се предлагали, когато за първи път са се появили. Някои имат и капак, за допълнително разсейване на светлината. Все пак луминесцентните лампи съдържат малко живак и трябва винаги да се рециклират в края на жизнения си цикъл.



Фигура 59 - Различни видове компактни флуоресцентни лампи (CFL)

Светодиодните (LEDs) крушки са вид полупроводниково осветително устройство и представляват полупроводници, които превръщат електричеството в светлина.



Фигура 60 - Различни видове LED крушки

LED крушките използват само 20% от енергия и издържат 15 до 25 пъти по-дълго от традиционните крушки с нажежаема жичка, а в сравнение с халогенните крушки с нажежаема жичка използват 25% от енергията и издържат 8 до 25 пъти по-дълго. Понастоящем се предлагат разнообразни LED крушките за заместване на крушките с нажежаема жичка от 40W, 60W, и 75W, рефлекторни крушки, често използвани във вградени тела, малки релсови светлини, спотове, настолни лампи, осветление за кухненски шкафове и външно осветление. Предлагат се в разнообразие от цветове и конектори, някои са с възможност за димиране или предлагат удобни функции като сензори за дневна светлина и движение. Системите с LED осветление работят добре в помещения и извън тях поради своята издръжливост и възможност да работят в студена среда. Въпреки че LED крушките са по-скъпи, те все пак спестяват пари, защото издържат по-дълго и са с изключително ниска консумация на енергия.

Освен замяната на крушките със светодиодни, е възможно да се инсталират и нови видове LED осветителни тела. Много от бях се базират на LED ленти с необичайни форми (фигура 61). Те не само повишават енергийната ефективност, но подобряват комфорта в помещенията.



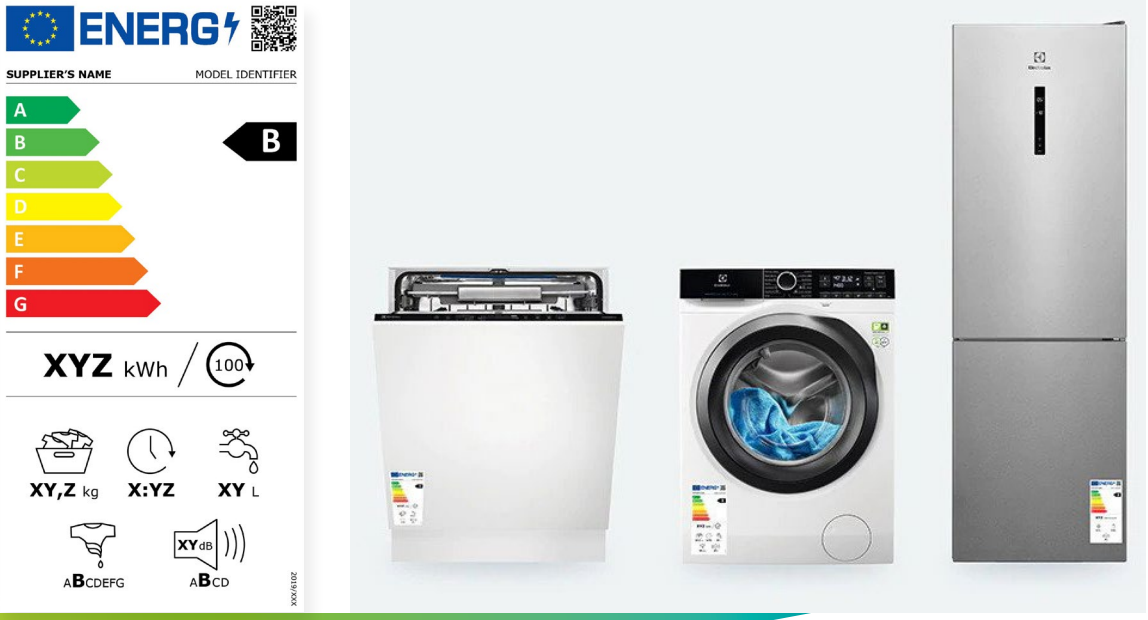
Фигура 61 - Различни видове LED лампи

Отлична добавка към използването на LED осветление са сензорите за движение. Въпреки, че не се използват широко в апартаментите, те могат да повишат значително енергийната ефективност на осветителните системи в общите помещения (напр. входове и асансьори). В днешно време много LED крушки, които са предназначени за използване в общи помещения, вече са снабдени със сензори, така че ключовете за осветление и таймерите вече са станали излишни.

Смяната на крушките или лампите със светодиодни може да доведе до значителни икономии на енергия, пари и средства. Смяната е лесна и не изисква специални познания. Дори инсталирането на крушки и осветителни устройства не изисква никакви специални умения и може лесно да се извърши от един електротехник. Срокът за откупуване обикновено е по-малко от година, в зависимост от използването. Инсталирането на сензори е малко по-сложно, тъй като изисква професионални умения, но е възможно да се инсталират и LED осветителни тела с вградени сензори за движение. Такива тела са малко по-скъпи, но могат да допринесат за намаляване на сметките за електричество.

Персоналните компютри и останалите електронни устройства са неразделна част от ежедневието ни. Въпреки че те имат сравнително ниска консумация на електроенергия в сравнение с конвенционалните домакински електроуреди, фактът, че в много случаи са включени 24 часа в денонощието, води до значително потребление на енергия. Консумацията на персоналните компютри, Wi-Fi рутерите, телевизорите и аудио системите може да достигне до една трета от общото потребление на електроенергия. Обитателите, като крайни потребители на електронни устройства, трябва да ги изключват, когато не ги ползват и/или да купуват такива, които автоматично се изключват. Това е една елементарна мярка, която все пак дава отлични резултати. В случай, че обитателите/потребителите трябва да бъдат убедени в голямата консумация на тези “малки устройства” и да бъдат запознати с възможните спестявания, могат да се използват малки устройства (описани по-горе) за измерване на потреблението, напр. на един персонален компютър или Wi-Fi рутер.

Домакинските електроуреди са широко използвани в жилищата, напр. за готвене и поддръжка. Обитателите трябва да бъдат насърчавани да избират енергийноефективни уреди с по-висок енергиен клас. За това е необходимо да се научат да разчитат енергийните етикети, които се издават за всеки домакински уред. Формата на тези етикети и информацията в тях са определени с Директивата 2017/1369 (юли 2017) на ЕС, заместваща предишната Директива за енергийно етикетиране 2010/30/EU. От март 2021 г., системата за енергийно етикетиране използва само класове от A до G, вместо от A+++ до D, както преди. Нова система за класификация се отнася за хладилници, съдомиялни машини, перални, телевизори, крушки и лампи. Първите четири групи от продукти трябва да се предлагат с преработени етикети, считано от 1 март 2021 г. Крушките и лампите трябва да имат преработени етикети, считано от 1 септември 2021 г.



Фигура 62 - Етикети и примери за етикетиране

По-високоефективните уреди са по-скъпи, често и на двойна цена от евтините, но тази цена се оправдава, тъй като те използват по-малко ресурси за една и съща работа. Това е от особена важност, например при съдомиялните машини, тъй като те използват както вода, така и електроенергия.

9

Поведенчески промени и управление на енергията

Освен техническите мерки, които значително подобряват енергийната ефективност на жилищата и сградите като цяло, има и някои мерки, които могат да бъдат предложени и за които са отговорни обитателите на сградата. Тези мерки не изискват инвестиции – прости промени в поведението могат да доведат до икономии на енергия и подобряване на енергийната ефективност. Такива мерки включват:

- кратко и интензивно проветряване, вместо леко отворени прозорци за дълго време
- изключване на осветлението, когато няма нужда от него
- изключване на електрическото оборудване, когато не се използва, или инсталиране на автоматични ключове
- използване на уредите при оптимално натоварване (напр. съдомиялни и перални машини)

Първата стъпка към поведенчески промени на потребителите е да ги накарате да осъзнаят, че енергията е стока като всяка друга и, че те плащат за нея. След това идва обучението, което води до промяна на навиците. Чрез обучение потребителите могат да се научат как да подобрят енергийната ефективност, чрез елементарни мерки. Само дългосрочната промяна в поведението на потребителите води до постоянни икономии.



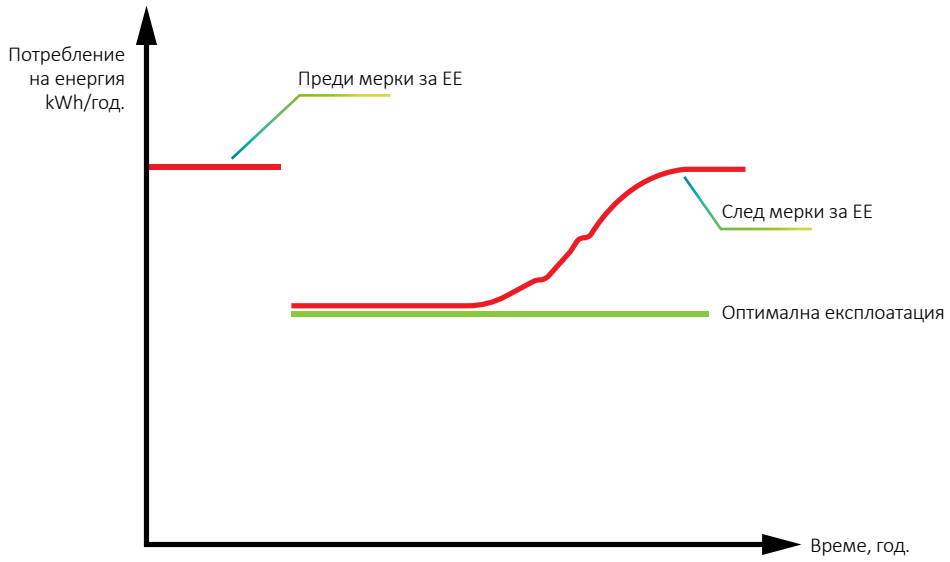
Фигура 63 - Стъпки към максимално ангажиране на потребителите в повишаване на енергийната ефективност

Промяната в поведението е толкова важна, колкото и правилното изпълнение на мерките за подобряване на енергийната ефективност. Единствено изолирането на стените и подмяната на прозорците няма да доведат до очакваните дългосрочни ползи, ако ползвателите не променят своите навици.

Като цяло, чрез изпълнението на мерки за енергийна ефективност, потреблението на енергия ще се намали до равнището, изчислено при подробното енергийно обследване и ще остане така за известно време. Опитът от изпълнението на много проекти обаче е показал, че след няколко години, потреблението на енергия отново започва да се увеличава. Понякога, три-четири години по-късно, потреблението на енергия се връща на старото равнище, както преди изпълнението на мерките за енергийна ефективност. Подобни тенденции са наблюдавани и при нови сгради. Това неочаквано явление е илюстрирано на фигура 64.

За да се предотврати това е въведен енергийният мониторинг. Енергийният мониторинг е инструмент за контрол, който има за цел да поддържа енергийната ефективност постоянно на правилното и очаквано равнище. Енергийният мониторинг се базира на периодично регистриране (седмично) на енергийното потребление и измерване на съответните външни среднодневни температури. Енергийният мониторинг се е доказал като полезен инструмент, не само след изпълнението на проекти за енергийна ефективност, но и през целия жизнен цикъл на една сграда. В допълнение към откриването и избягването на прекомерно потребление на енергия и вода, енергийният мониторинг дава възможност на собственика на сградата и на персонала, който я експлоатира и поддържа да:

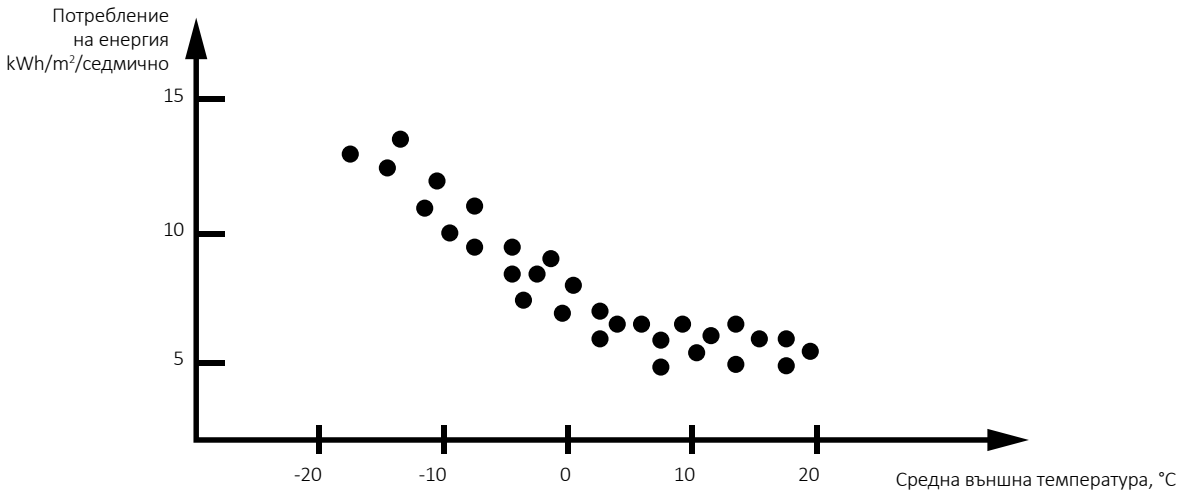
- експлоатира правилно техническите съоръжения
- документира резултатите от всички мерки за икономия на енергия
- идентифицира сградите с най-висок потенциал за подобряване на енергийната ефективност
- получава бърза обратна връзка за ефектите от промяната на начина на експлоатация
- разширява информираността, свързана с възможностите за икономия на енергия
- подобрява бюджетирането на разходите за енергия и вода



Фигура 64 - Потребление на енергия преди и след изпълнение на мерките

Международният опит от извършването на енергиен мониторинг, като отделна мярка показва, че постигнатите икономии от потреблението на енергия и вода са между 5% и 15%. Това разбира се изисква предприемане на действия веднага след регистриране на отклонения от целевите стойности.

Основният инструмент в една енергийна мониторингова система е диаграмата “Енергия-температура” или ЕТ-диаграмата, която е показана на фигура 65.

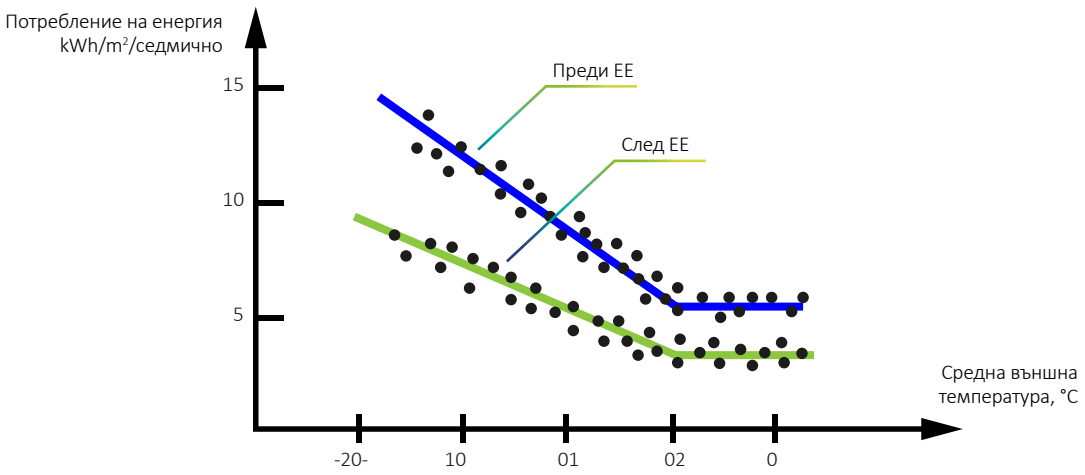


Фигура 65 - Диаграма енергия-температура

Хоризонталната ос показва средната седмична температура (°C/седмично), а вертикалната - потреблението на отопляема площ през същата седмица (kWh/m²/седмично). ЕТ-диаграмата показва измереното потребление и съответната външна температура за даден период от време. На фигура 65, всяка точка представлява една седмица. "Кривата, получена от тези измервания се нарича "ЕТ-крива". През отоплителния сезон потреблението на енергия се увеличава с намаляване на външната температура. Когато външните температури се повишават потреблението на енергия намалява до своите минимални равнища извън отоплителния сезон. Това равнище включва потреблението на енергия за производство на топла вода за битови нужди, вентилатори, помпи, осветление, различно оборудване и т.н. Ако сградата е климатизирана, потреблението на енергия ще се увеличи отново през горещите летни месеци

Всяка сграда има своя собствена, уникална ЕТ-крива (фигура 66). ЕТ-кривата се създава въз основа на резултатите от енергийното моделиране, направени със съответния софтуер, който може да е част от подробното енергийно обследване. ЕТ-кривата показва какво трябва да бъде потреблението на енергия при различни външни температури, ако се приеме, че експлоатационните условия са правилни. Тази стойност се нарича целева стойност. Ако седмичното потребление е повече от 5% до 10% извън целевата стойност, трябва да се предприемат действия за установяване на причината и за извършване на корекции. Нормалните вариации, в резултат на колебанията в слънчевата активност, на вятъра и поведението на потребителите, са в тези граници. ЕТ-кривата за съществуваща сграда се установява на базата на допускания за специфичните експлоатационни условия и модела на потребление. Ако условията се променят, в резултат на мерки за енергийна ефективност, строителни работи или нови експлоатационни условия, ЕТ-кривата на сградата също ще се променя (фигура 66).

На фигурата са показани типичните промени в ЕТ-кривата, след като са изпълнени мерки за енергийна ефективност.

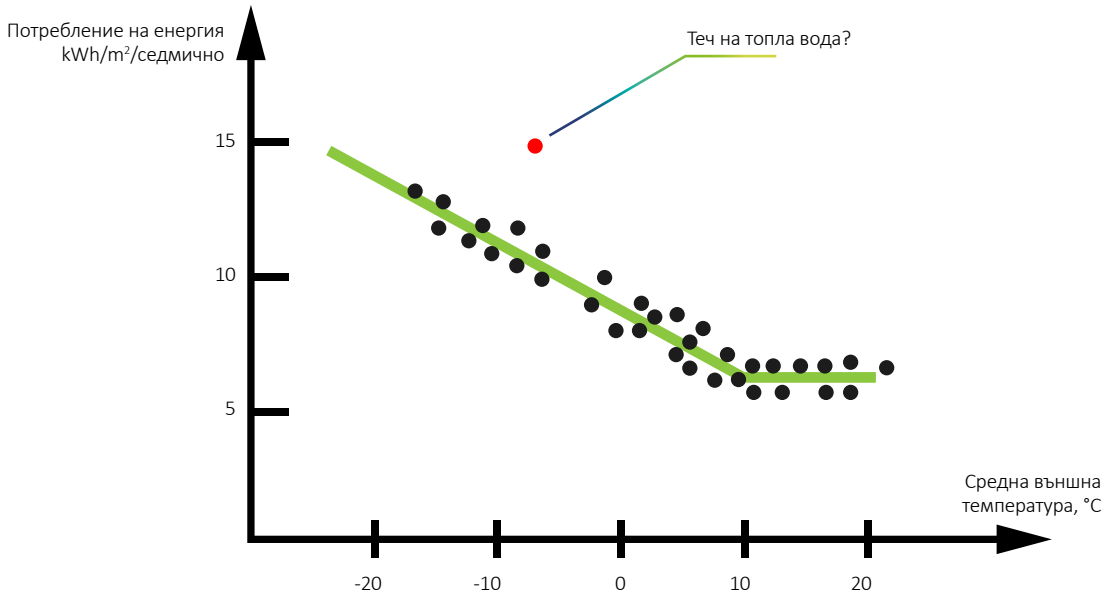


Фигура 66 - ЕТ-крива за сграда преди и след изпълнение на мерки на енергийна ефективност

Процедурите за енергиен мониторинг, базирани на методологията за ЕТ-крива, трябва да се изпълняват в следната последователност:

- Отчетете уредите за измерване на потреблението на енергия в сградата веднъж седмично и изчислете специфичното енергопотребление. В някои сгради с много високо потребление може да се наложи по-често отчитане, в зависимост от експлоатацията
- Регистрирайте средната външна температура за съответния период. Отбележете точката на ЕТ-диаграмата
- Отклонение от ЕТ-кривата показва някаква неизправност в работата на оборудването или грешни експлоатационни настройки. Това трябва да се извършат и да се извършват необходимите ремонти или настройки

Необходимото оборудване и инструменти за създаването и работата на програмите за енергиен мониторинг са: уред за измерване на средната външна температура, уред за измерване на потреблението на енергия, схеми за отчитане на потреблението на енергия, ЕТ-крива и контролни списъци за отклоненията. Пример за това как трябва да се създава и използва ЕТ-кривата е даден на фигура 67.



Фигура 67 - Пример за ЕТ-крива с проблеми, които се нуждаят от идентифициране и разрешаване

Предвид изложеното по-горе става ясно, че сградата трябва да се експлоатира и поддържа от обучен персонал. Неквалифицираният персонал и липсата на процедури за експлоатация и поддръжка може да доведат до увеличаване на потреблението в бъдеще, въпреки изпълнените мерки за енергийна ефективност.

Правилната експлоатация и поддръжка на сградата е важна, за да се осигурят подходящи условия за обитаване. Във всяка сграда персоналът по експлоатация и поддръжка трябва постоянно да осигурява колкото се може по-ниско потребление на енергия. За да се минимизира потреблението на енергия в сградата техническите инсталации трябва да работят правилно. Това може да се постигне само с квалифициран експлоатационен персонал, непрекъснати проверки (ръчно или с компютри) и системна поддръжка. Това ще предотврати големите и скъпи ремонти.

Една програма за редовна поддръжка може да предотврати големите и скъпи ремонти и вторични експлоатационни разходи. Работната среда, както и вътрешната среда също се подобряват чрез непрекъсната поддръжка.

Експлоатацията и поддръжката на сградата трябва да се базират на някои основни изисквания:

- персоналът трябва да има умения и мотивация, необходими за да върши работата си
- отговорностите за експлоатацията и поддръжката трябва да са разпределени, така че всеки да знае кое е отговорното лице/лица за поддръжката, енергията и бюджета
- пълната документация за експлоатация и поддръжка на сградата и техническите системи трябва да е налична и добре организирана
- трябва да се използват подходящите инструменти за организиране на работата и работното време (наръчници, работни карти или компютърни системи)

Уредите за енергиен мониторинг са важни инструменти за системен и непрекъснат контрол на експлоатационните условия и на потреблението на енергия.

10

Преглед на мерките

Както бе описано в предишните страници, много енергоспестяващи мерки могат да се предложат в многофамилните жилищни сгради, като те варират от прости подобрения до сложно, дълбоко обновяване. Всяка мярка повишава енергийната ефективност до известна степен и изисква различна инвестиция. От всяка мярка има и ползи, които не са само енергийни, а са например и намаляване на замърсяването или по-добър контрол при разпределението на топлинната енергия. По тази причина всяка мярка има различен срок за откупуване.

Таблица 4 съдържа кратко описание на предложените мерки и техния прост срок за откупуване. Тези срокове обаче трябва да се приемат като примерни, основаващи се на опита, тъй като могат да варират в значителна степен във всеки конкретен случай. Реалните срокове за откупуване зависят от фактическата инвестиция, цените на енергията и техническите сценарии, както и от тяхното комбиниране с други мерки. Някои мерки, като напр. смяната на схемата за заплащане нямат срок за откупуване, защото по тях няма разходи.

ПОВЕДЕНЧЕСКИ И ПРАВНИ МЕРКИ	
КРАТКО ОПИСАНИЕ НА МЯРКАТА	**ПРОСТ СРОК ЗА ОТКУПУВАНЕ (ГОДИНИ)**
Промени в поведението и ангажираността	няма данни
Изолиране срещу течение	<1
Изолационно фолио за прозорци	<1
Използване на малки устройства за измерване на потреблението	1-2
Монтиране на радиаторни отражатели	1-2
Смяна на системата за заплащане	няма данни

ИЗОЛИРАНЕ НА СГРАДНАТА ОБВИВКА

КРАТКО ОПИСАНИЕ НА МЯРКАТА	ПРОСТ СРОК ЗА ОТКУПУВАНЕ (ГОДИНИ)
Топлоизолация на външни стени	3-10
Топлоизолация на покриви и тавани	6-16
Топлоизолация на подове	4-26
Смяна на прозорци и врати	8-15

ОТОПЛИТЕЛНА СИСТЕМА

КРАТКО ОПИСАНИЕ НА МЯРКАТА	ПРОСТ СРОК ЗА ОТКУПУВАНЕ (ГОДИНИ)
Подмяна на индивидуални отоплители с печки, използващи пелети	няма данни*
Подмяна на индивидуални отоплители с котли, използващи природен газ	няма данни*
Подмяна на индивидуални отоплители с централизирано топлоснабдяване базирано на пелетен котел	няма данни*
Подмяна на индивидуални печки с централизирано топлоснабдяване базирано на котел за природен газ	няма данни*
Подмяна на конвенционални котли, използващи природен газ със системи за централизирано топлоснабдяване с кондензни котли	12-20
Подмяна на системи за централизирано топлоснабдяване, използващи дърва за огрев и/или въглища със системи, използващи пелети	няма данни*
Подмяна на системи за централизирано топлоснабдяване, използващи дърва за огрев и/или въглища със системи, използващи природен газ	няма данни*
Подмяна на съществуваща отоплителна система с инверторни климатици	12-23
Подмяна на съществуваща отоплителна система с термопомпи	8-15
Преминаване на локална система за централизирано отопление от твърдо гориво на пелети	10-16
Инсталиране на термостатични вентили в апартаментите	13-30
Монтаж на балансиращи вентили в системата	18-40
Замяна на конвенционални циркулационни помпи с електронни	3-10

ПРОИЗВОДСТВО НА ТОПЛА ВОДА ЗА БИТОВИ НУЖДИ

КРАТКО ОПИСАНИЕ НА МЯРКАТА	ПРОСТ СРОК ЗА ОТКУПУВАНЕ (ГОДИНИ)
Смяна на съществуващата система със слънчева система	12-16
Смяна на съществуващата система с термопомпа	14-18
Смяна на съществуващата система със слънчева система, комбинирана с термопомпа	11-14
Смяна на съществуващата система, комбинирана със слънчева система, комбинирана с термопомпа и помощна вятърна турбина	8-11

* Обозначени са случаите, при които се преминава на по-скъпо гориво, поради което повишаването на ефективността на системата не покрива повишението в цената на енергията. Може да се разглежда в комбинация с други мерки.

ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ	
КРАТКО ОПИСАНИЕ НА МЯРКАТА	**ПРОСТ СРОК ЗА ОТКУПУВАНЕ (ГОДИНИ)**
Смяна на съществуващи крушки с LED крушки	1-3
Използване на най-ефективни домакински уреди	3-15
Използване на ефективни домашни компютри и електронни устройства	5-12
Използване на високоефективни инверторни климатици, вместо конвенционални	3-8

Таблица 4 - Преглед на предложените мерки за енергийна ефективност

Важно е да се отбележи, че данните, представени в таблицата по-горе включват само ползите, които могат да бъдат количествено определени и имат финансово изражение. Не са включени ползите, постигнати индиректно, чрез намаляване на замърсяването, подобряване на общественото здраве и новите работни места, създадени от зелените технологии.

ComAct

Съобразени
с общността действия
за намаляване на
енергийната бедност

www.comact-project.eu

ComAct project

@ComActProject

Този проект е получил финансиране от програмата за научни изследвания
и иновации на Европейския съюз „Хоризонт 2020“ съгласно споразумение
за безвъзмездна помощ № 892054