Българска академия на науките
Институт по информационни и комуникационни технологии
Секция: „Вградени интелигентни технологии“

Д И С Е Р Т А Ц И Я

за получаване на образователна и научна степен „ДОКТОР“

автор: **маг. инж. Венета Христова Йосифова**

Тема:

Методи и средства за изследване енергийната ефективност на сгради и съоръжения

научна област: 5. Технически науки

професионално направление: 5.2. Електроника, електротехника и автоматика

научна специалност: 02.21.07 “Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“

научен ръководител: **проф. д-р Димитър Неделчев Карастоянов**

Българска Академия на Науките – София, 2018

Благодарности

Благодаря на своя научен ръководител проф. д-р Димитър Карастоянов, за ползотворната съвместна работа, за всички съвети и градивните критики, които отправи.

Благодаря на инж. Дорина Добрева, управител на фирма АССОСТ ЕООД, за съдействието и предоставеното оборудване за експерименталната част, без която настоящата дисертация не би се случила.

Съдържание

I Обзор, анализ и систематизация на фактори, влияещи на енергийната ефективност на сгради и съоръжения.....5
1.Същност на енергийната ефективност 5
2 Практики на Европейския съюз за енергивна ефективност..... 7
3 Енергийната ефективност в България..... 10
4 Влияние на климатичните фактори върху сградния фонд 14
5 Контрол на влажността срещу образуването на мухъл в съществуващи сгради и съоръжения 16
[64] Контролът на влажността е от основно значение за правилното функциониране на всяка сграда. Контролирането на влагата е важно, за да се предпазят обитателите от неблагоприятни последици за здравето и да се защити сградата, нейните механични системи и тяхното съдържание от физически или химически увреждания. 16
1.5 Влажност в сградите..... 16
2.5 Конденз при сгради и съоръжения..... 18
3.5 Изчисляване на ограждащите конструкции в сгради срещу влага и кондензация 22
6 Влияние на сградите върху климатичните промени 26
1.6 Прогнози за развитие на потреблението на енергия..... 26
2.6 Въздействие на сградите върху климатичните промени..... 28
7 Определяне енергийната ефективност на сгради [19]..... 30
1.7 Видове енергия във сграда 30
2.7 Определяне енергийното поведение на сгради..... 33
3.7 Показатели за консумация на енергия 34
4.7 Сертифициране на сградите спрямо енергийна ефективност 35

II Съществуващи методи и средства за подобрение на енергийната ефективност.....38
1. Уреди за изследване енергийната ефективност 38
1.2 Термоскенер за откриване на топлинни загуби 39
1.3 Измерител на консумирана енергия..... 40
1.4 Инфрачервен пирометър за топлинен поток 41
1.5 Инфрачервен термометър 42
1.6 Анализатор на термична дифузия..... 42
1.7 Термокамери..... 43
2. Топлоизолации 45
2.1 Видове изолационни материали..... 47
2.1.1.Неорганични изолационни материали..... 47
2.1.2 Органични изолационни материали 49
2.2.Технология на изработка на фасадна изолация..... 51
3. Соларни панели 56
4. Енергийно Ефективно осветление 60
4.1 CFL Осветление..... 61
4.2 LED Осветление 62
5. Системи за охлаждане 64
6. Въздушни (Термо) завеси 66
7. Дограма 69
7.1 Алуминиева дограма 70
7.2 ПВЦ Дограма..... 71

III Иновативни подходи за подобрение на енергийната ефективност на съществуващи сгради и съоръжения 74

1. Системи за управление на сградата ... 74
2. Лъчисто отопление ... 79
3. Енергийно ефективни материали ... 86
3.1 Стъкла за прозорци ... 86
3.2 CLT Панели ... 87
3.3 SIP елементи ... 88
3.4 Поликарбонатни панели с наногел ... 90
3.5 3D принтирани материали ... 90
4. Пасивна вентилация ... 92
5. Примери за съвременни архитектурни решения в новото строителство ... 95
5.1 Heliotrope — Фрайбург, Германия ... 95
5.2 Central Park — Сидни, Австралия ... 96
5.3 Bay Area Transect — Сан Франциско, САЩ ... 97
6. Предложение за подобрение на енергийната ефективност на типизирано офисно помещение ... 99

IV Експериментална част ... 104
1. Експеримент 1 — Сравнение поведението на дървена дограма и ПВЦ дограма ... 104
2. Експеримент 2 — Наблюдение работата на лъчист отоплител в офисно помещение ... 106
3. Експеримент 3 — Сравнение работата на лъчисто отопление и конвекторна печка в индустриално хале ... 109
4. Експеримент 4 — Откриване на дефекти при съществуващи сгради или при изпълнение на довършителни работи ... 112

Заключение ... 116

Научно-приложени приноси ... 117

IV План за комерсиализация на научните резултати ... 118

Референции ... 124

Декларация за оригиналност ... 130

Публикации по дисертационната тема ... 131

I Обзор, анализ и систематизация на фактори, влияещи на енергийната ефективност на сгради и съоръжения

1.Същност на енергийната ефективност

Терминът "енергийна ефективност" представлява съотношението между изходното количество производителност, услуга, стока или енергия и вложеното количество енергия [1].

Повишаването на енергийната ефективност ще допринесе за ограничаване на емисиите от въглероден диоксид и други парникови газове и съответно ще спомогне за предотвратяване на изменението на климата.

За постигане на енергийна ефективност непрекъснато се разработват нови технологии и процеси в строителството, електорниката, производството, транспорта, като целта е до 2050 г. енергийните нужди да се намалят до една трета от текущото потребление, с което да се контролират вредните емисии и парниковия ефект. Това е голямо предизвикателство от научна, технологична и икономикческа гледна точка, засягащо глобалното затопляне и използването на природни ресурси.

За първи път терминът се използва през 70те години на миналия век, по време на петролната криза в САЩ. Щатът Калифорния, започва да приема закони свързани с енергийната ефективност в строителството, техниката и производството със строги стандартни относно консумацията на енергия. В резултат, с по-ниско потребление на енергия са се задоволили всички нужди на тогавашното общество.

[2] Терминът трябва да се разграничи от “запазването на енергия”, характеризиращ например намаляването на термостата през зимата или неизползването на моторни превозни средства.

Обикновенно предварително влаганите средства за подобряване на енергийната ефективност са значителни, но за кратко времето вложеният капитал се възвръща под формата на намалени сметки за енергия. Това прави процеса атрактивен в борбата с въглеродните емисии.

Размерът на спестяванията и техниките за постигането им варират в зависимост от ситуацията и географското местоположение. За местности със студен климат, като Великобритания, ефективни мерки за дома са

увеличението на изолацията на сградите, използването на дограма, ограничаваща навлизането на студен въздух, използване на уреди и осветителни тела хабящи по-малко енергия. С подобни мерки Комитетът за Климатични Промени (Climate Change Comitee) изчислява, че могат да бъдат спестени около 17 милиона тона въглеродни емисии годишно до 2020 г. За обществените сгради, от по-голямо значение е фокусът върху отоплението, охлаждането и вентилацията чрез правилна инсталационна система, експлоатация и подръжка

В индустрията, производителите на желязо, стомана, цимент и др. могат да се превърнат в по-енергийно ефективни чрез ново оборудване и използването на отпадъчната енергията и отпадъчни материали. Например енергията получена при охлаждането на нагорещена тръба, може да се използва за нагряване на друг материал. Чрез инсталиране на енергийно ефективни двигатели, помпи и други машини, 20-25% от енергията за производство може да бъде спестена.

Благодарение на фактори като подобрение на вигателите, осветлението и аеродинамиката, при превозните средства също може да се наблюдава значително повишение на ефективноста. С напредването на технологията в Европейския Съюз вредните емисии отделяни от обикновен автомобил могат да бъдат намалени от 150 до 95 гр. въглероден диоксид до 2020г.

Подобряването на енергийната ефективност не означава непременно редуциране на въглеродните емисии. Ако енергията се доставя от изкопаеми горива - като например бензин в кола или електричество от завод за въглища - подобрената ефективност ще намали емисиите. Но ако енергията се доставя от нисковъглероден източник като електричество от ядрени или възобновяеми източници, подобряването на ефективността може да има малко влияние върху емисиите. (При сравняване на електрически и неелектрически уреди е важно да се има предвид и ефективността на производството на електроенергия: преминаването от 90% ефективен газов котел към електрически нагревател "100% ефективен" ще увеличи използването на енергия и емисиите, от редовните централи за изкопаеми горива, които сами по себе си са много неефективни, губейки голяма част от енергията в горивото си като отпадъчна топлина).

2 Практики на Европейския съюз за енергийна ефективност

[3] Намаляването на потреблението и загубите на енергия имат все по-голямо значение за ЕС. През 2007 г. лидерите на ЕС си поставиха за цел да намалят годишното потребление на енергия в рамките на Съюза с 20 % до 2020 г. Мерките за повишаване на енергийната ефективност все по-често се разглеждат като средство не само за постигане на устойчиви енергийни доставки, намаляване на емисиите на парникови газове, повишаване на сигурността на доставките и намаляване на разходите за внос, но и за увеличаване конкурентоспособността на ЕС. По тази причина енергийната ефективност е стратегически приоритет за Европейския съюз и ЕС поддържа принципа „енергийната ефективност на първо място“.

Енергийната политика за Европа съставлява част от общите цели на икономическата политика на ЕС. Три са отправните точки на европейската енергийна политика: борба с изменението на климата, насърчаване на създаването на растеж и работни места и ограничаване на външната зависимост на ЕС от вноса на газ и петрол.
Повече от 3 десетилетия за решаването на основните проблеми на енергията Европа изгражда целенасочена политика. Първоначално е публикувана „Бялата книга за енергийната политика на ЕС“ (COM(95) 682), по-късно Зелена книга „Към европейска стратегия за сигурност на енергийните доставки“ (COM(2000) 769 (от 2005г.), а през последните няколко години са приети редица директиви, регламенти и решения на Европейската комисия и Европейския парламент.
Енергийната ефективност има огромно значение за гражданите на ЕС. Все повече граждани и фирми усещат въздействието на увеличените сметки за енергия. Намаляването на енергопотреблението е най-подходящият дългосрочен отговор.
Енергоспестяването представлява и за държавите членки на ЕС най-директният и икономически ефективен начин за преодоляване на ключовите енергийни предизвикателства по отношение на устойчивото развитие, сигурността на доставките и конкурентноспособността, както това е отбелязано при формулирането на стратегическите цели в документа „Енергийна политика за Европа“.
Съществуват пет стълба на политиката за енергийна ефективност на ЕС:
1) общата политическа рамка и дейностите, предприемани съгласно Европейския план за действие за енергийна ефективност;
2) Националните планове за енергийна ефективност, основаващи се на Рамковата директива за енергийните услуги;
3) правната рамка за сектора с най-голямо енергопотребление — сградите, както и за енергопотребяващите продукти;

4) допълнителни инструменти за прилагане на тази политика — като целево финансиране, осигуряване на информация и мрежови организации, като например Споразумението на кметове (Covenant of Mayors) и Устойчива енергия Европа (Sustainable Energy Europe); както и 5) международното сътрудничество в областта на енергийната ефективност.
Основен приоритет на европейската политика е подобряването на енергийната ефективност и водещите инструменти за постигането на тази цел са - Директива 2002/91/ЕО относно енергийните характеристики на сградите, Директива 2006/32/ЕИО относно ефективността при крайното потребление на енергия и осъществяване на енергийни услуги и Директива 2005/32/ЕО за създаване на рамка за определяне на изискванията за екодизайн към енергоемките продукти. Тези директиви, и свързаното с тях законодателство са също така и база за политиките на ЕС за постигане на устойчиво производство и устойчиво потребление.

За гарантиране постигането на тези цели Съветът на ЕС по конкурентоспособност разработи комисия и план за действие за енергийна ефективност.
Европейският план за действие за енергийна ефективност очертава 10 приоритетни области:

1. Етикетиране на уреди и стандарти за минимална енергийна консумация.
2. ЕЕ в сградите и изграждане на пасивните къщи.
3. Ефективно генериране и разпространение на енергия.
4. Ефективни горива за автомобилите.
5. Финансова помощ за инвестиране в енергийна ефективност при МСП и ЕСКО фирмите.
6. Насърчаване на енергийна ефективност в новите страни членки.
7. Кохерентно използване на данъците.
8. Повишаване на информираността в областта на енергийната ефективност.
9. Енергийна ефективност в застроените площи.
10. Насърчаване на енергийна ефективност в световен мащаб.

[4] Комисията стартира първия си „План за действие за енергийна ефективност: реализиране на потенциала“ (COM(2006)0545) през 2006 г. Неговата цел беше да мобилизира широката общественост, политиците и участниците на пазара, както и да трансформира вътрешния енергиен пазар по начин, който да осигури на гражданите на ЕС най-ефективните в енергийно отношение инфраструктура (включително сгради), продукти (включително уреди и автомобили) и енергийни системи в света. Целта на плана за действие беше да контролира и намалява търсенето на енергия и да предприема целенасочени действия спрямо потреблението

и доставките, така че годишното потребление на първична енергия да се редуцира с 20 % до 2020 г. (спрямо прогнозите за потребление на енергия за 2020 г.). Въпреки това, когато оценките показаха, че ЕС е на път да постигне само половината от поставената цел от 20 %, Комисията отговори, като постави въпроси във връзка с енергийната ефективност като водещи цели на стратегията „Европа 2020“ за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж, както и като разработи нов и всеобхватен План за енергийна ефективност (ПЕЕ) през 2011 г. (COM(2011)0109).

Настоящата нормативна рамка в областта на енергийната ефективност се състои от множество директиви, преразглеждането на които или се провежда понастоящем, или е планирано. Директивата за енергийна ефективност (2012/27/ЕС), която влезе в сила през декември 2012 г., изисква от държавите членки да поставят индикативни национални цели за енергийна ефективност, като по този начин гарантират осъществяването на водещата цел на ЕС — редуциране на енергийното потребление с 20 % до 2020 г. Държавите членки могат да направят тези минимални изисквания по-строги с цел да реализират икономии на енергия. Също така, тя въвежда обвързващ набор от мерки, които да подпомогнат държавите членки в постигането на тази цел и определя правно обвързващи правила за крайните потребители и доставчиците на енергия. Допълнителни стандарти за енергийна ефективност на продукти и сгради са установени от Директивата за екопроектиране (2009/125/ЕО), Директивата за етикетиране на енергийна ефективност (2010/30/ЕС) и Директивата относно енергийните характеристики на сградите (2010/31/ЕС).

През 2014 г. Комисията публикува съобщение (COM(2014)0520) относно енергийната ефективност, в което заключи, че от страна на държавите членки ще бъдат необходими допълнителни усилия, след като нейният анализ показа, че ЕС ще бъде в състояние да постигне едва около 18—19 % икономии на енергия до 2020 г. Според „Доклада за напредъка относно изпълнението на Директивата за енергийната ефективност“ (COM(2015)0574), публикуван на 18 ноември 2015 г., държавите членки са на път да постигнат едва 17,6 % икономии на първична енергия до 2020 г. В резултат на това пътната карта за енергийния съюз за 2015 г. (COM(2015)0572) обяви прегледа на директивите за енергийна ефективност.

На 30 ноември 2016 г. Комисията представи пакета от предложения „Чиста енергия за всички европейци“ (COM(2016)0860) с цел привеждане на законодателството на ЕС в областта на енергетиката в съответствие с новите цели за 2030 г. в областта на климата и енергетиката и

допринасяне за целите на енергийния съюз за 2015 г. (COM(2015)0080). „Енергийната ефективност на първо място“ е един от ключовите елементи на енергийния съюз с цел да се гарантира сигурно, устойчиво, конкурентоспособно и достъпно енергоснабдяване в ЕС. В преработената директива Комисията предлага амбициозна цел за 30 % енергийна ефективност до 2030 г.

Енергийни характеристики на сградите

Директива 2010/31/ЕС относно енергийните характеристики на сградите съдържа няколко разпоредби за подобряване на енергийната ефективност на новите и на съществуващите сгради. Основните разпоредби на директивата включват изисквания по отношение на:

- общата методологична рамка за изчисляване на цялостните енергийни характеристики на сгради и обособени части от сгради;
- прилагането на минимални изисквания по отношение на енергийните характеристики на нови сгради и нови обособени части от сгради чрез въвеждане, например, на правилото, че от 31 декември 2020 г. всички нови сгради трябва да са с почти нулево потребление на енергия;
- прилагането на минимални изисквания по отношение на енергийните характеристики, по-специално на съществуващи сгради, сградни компоненти, които подлежат на основен ремонт и технически сградни системи, независимо кога са монтирани, подменени или модернизирани;
- енергийно сертифициране на сгради или обособени части от сгради, редовна инспекция на отоплителните и климатичните инсталации в сградите и системи за независим контрол на сертификатите за енергийни характеристики и докладите от инспекциите.

3 Енергийната ефективност в България

Необходимостта от подобряване на енергийната ефективност в България е един от основните приоритети в енергийната политика на страната

По данни на Евростат от присъединяването си към Европейския съюз през 2007 г. насам, България неизменно заема челно място сред страните членки в класацията по енергиен интензитет. С други думи, в сравнение с останалите от държави от ЕС-27, страната ни употребява най-много енергийни ресурси за произвеждането на единица брутен вътрешен продукт [5].

България полага усилия за навременното прилагане на действащото общностно законодателство в областта на енергийната ефективност чрез правилното транспониране и прилагане на основните директиви в определените срокове.

Стратегията по Енергийна ефективност на България е съобразена с нормативите, индикативните цели и плановите документи за ЕЕ в рамките на ЕС и отговаря на потребността от прилагане на политиката за енергийна ефективност на всички равнища на управление.

Една от мерките, която са предприети за повишаване на енергийната ефективност е Законът за енергийната ефективност. Той въвежда изискванията на Директива 2006/32/ЕО и урежда обществените отношения, свързани с провеждането на държавната политика за повишаване на енергийната ефективност при крайното потребление на енергия и предоставянето на енергийни услуги.

Целта на Закона е да даде по-ясно определение на енергийната ефективност като национален приоритет при провеждането на държавната политика в тази област, по-ясно дефиниране на ангажиментите и подкрепата на държавата за нейното развитие, да създаде институционални, нормативни и финансови условия за реализиране на националната политика като предпоставка за успешното интегриране с Европейския съюз.

Със Закона за енергийната ефективност се конституира Фонд "Енергийна ефективност". След приемане на новия Закон за енергията от възобновяеми източници се преименува на Фонд "Енергийна ефективност и възобновяеми източници". Главната цел на Фонда е управлението на финансови средства, предоставени за инвестиционни проекти за развитие на енергийната ефективност, съобразно приоритетите, заложени в годишните програми по енергийна ефективност.

Национална програма за Енергиина Ефективност на многофамилни жилищни сгради

[6] Министерството на регионалното развитие и благоустройството публикува подробна информация за мерките които се предприемат във връзка с подобряване енергийната ефективност в България. Една от най-сериозните мерки е “Национална програма за Енергиина Ефективност на многофамилни жилищни сгради”**.** С Постановление № 18 от 2 февруари 2015 г. на Министерския съвет се прие Национална програма за енергийна ефективност на многофамилни жилищни сгради (Програмата), за условията и реда за предоставяне на безвъзмездна

финансова помощ по програмата и за определяне на органите, отговорни за реализацията й. Програмата е насочена към обновяване на многофамилни жилищни сгради с основна цел — чрез изпълнение на мерки за енергийна ефективност да се осигурят по-добри условия на живот на гражданите в многофамилни жилищни сгради, топлинен комфорт и по-високо качество на жизнената среда.

Изпълнението на мерките за енергийна ефективност в многофамилни жилищни сгради ще допринесе за:

- по-високо ниво на енергийната ефективност на многофамилните жилищни сгради и намаляване на разходите за енергия;
- подобряване на експлоатационните характеристики за удължаване на жизнения цикъл на сградите;
- осигуряване на условия на жизнена среда в съответствие с критериите за устойчиво развитие.

Очаквани резултати и ефекти

- Намаляване разходите за отопление за домакинствата;
- Подобрена жилищна инфраструктура и промяна в облика на градовете;
- По-чиста околна среда - спестени емисии на парникови газове (CO_2 и др.);
- Удължаване на живота на сградата, която ще има и по-висока цена.

Ползи от националната Програма:

- Чрез прилагане на мерки за енергийна ефективност постигане на намаление на енергопотреблението на домакинствата и реализиране икономия на разходите;
- Създаване на по-топли, уютни и красиви домове и обновени общи части на сградите.

Икономически ефект:

- Предоставяне на повече възможности на бизнеса за икономическа активност – проектанти, строителен бранш, фирми за технически обследвания, фирми за обследвания за енергийна ефективност, производители на материали и др.;
- Участие в изпълнението на Програмата на малки и средни фирми от цялата страна.

Социален ефект:

- Осигуряване на допълнителна заетост;
- Установяване на традиции в управлението на многофамилни жилищни сгради;
- Повишаване на обществената осведоменост за начините за повишаване на енергийната ефективност.

Фискален ефект:

Увеличените приходи на всички стопански субекти, участващи в процеса по Програмата – от пряко ангажираните фирми външни изпълнители до всички фирми подизпълнители и съпътстващи (обслужващи) фирми, водят до увеличаване на данъчните постъпления в държавния бюджет под формата както на преки данъци – корпоративен данък (данък печалба), данък общ доход (заплащан от всички наети работници и служители), така и под формата на косвени данъци – данък добавена стойност. Това важи и за постъпленията в държавния бюджет под формата на социални и здравни осигуровки на наетите в съответните фирми.

Последният до момента етап на програмата ще продължи до 2019 г. и ще допринесе за подобряването на енергийната ефективност в домовете на около 4000 домакинства.

Резултатите до момента

Според статия в ежедневника “Капитал”, за близо 11-те години откакто програмата работи в България, по нея са отпуснати заеми за 83 млн. евро, с които са финансирани проекти на над 53 хил. домакинства. Предоставената до момента безвъзмездна помощ е 20.2 млн. евро.

Около една трета (36%) от изпълнените проекти са били за термопомпени системи, а 29% от финансирането е използвано за енергоспестяващи прозорци. Значителен интерес се наблюдава и по отношение на различните мерки за топлоизолация, а през втория период на програмата от ЕБВР отчитат повишен интерес и към изграждането на отоплителни системи на биомаса, основно на пелети.[7]

4 Влияние на климатичните фактори върху сградния фонд

За да бъде една сграда устойчива на температурните промени при проектирането и конструирането се взимат под внимание няколко климатични фактора [66]:

1. Нормативни температури — [8] Територията на България е разделена на девет различни климатични зони, като в зависимост от това към коя от тях е причислена сградата, може да бъде направена справка за очакваните средни температури през денонощието през различните месеци от годината (Фиг.1). Във фигура 2 е представена таблица със средни температури разпределени по месеци за всеки един час от денонощието, които за оформени на база на данни от минали периоди. Това обаче не означава, че ако средната дневна температура през декември в дадена климатична зона е -2 градуса, то реалната в даден ден няма да достигне -10.

Фиг. 1 Разпределение на България на климатични зони

Климатична зона 7	София и Подбалканската долина											
Отоплителен сезон	Начало: 15 октомври Край: 23 април				Изчислителна външна температура				- 16,0 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2900			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	- 0,4	0,2	4,6	10,4	15,3	18,7	21,1	20,7	16,5	11,2	5,1	0,4
Средна месечна относителна влажност, %												
					69,6	68,8	63,6	61,8	67,4			
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m2												
Север	22,9	35,0	51,1	61,6	76,4	81,8	81,3	75,3	59,9	41,2	25,1	18,5
Изток	39,4	58,5	77,7	79,7	103,9	113,4	115,9	119,4	96,7	67,5	41,0	30,6
Запад	39,4	58,5	77,7	79,7	103,9	113,4	115,9	119,4	96,7	67,5	41,0	30,6
Юг	70,1	93,5	101,4	75,7	85,4	89,2	93,7	116,0	119,2	102,4	70,1	55,0
Хоризонтална повърхност	49,6	81,0	122,6	140,6	186,2	201,9	207,5	209,6	156,8	97,5	53,7	38,1

Фиг. 2: Таблица с характеристики на климатичните зони в България

2. Влажност на въздуха — мярка за количеството на водните пари във въздуха и е една от най-съществените характеристики на времето и климата. Влажността на въздуха има голямо значение и при процеса на сушене. Тя е пряко свързана с процесите на кондензация и влажност в строителните конструкции, които оказват влияние на изолационните материали и тяхната ефективност.
3. Налягане на водните пари — чрез него се съблюдава правилното изчисление на изолационния материал, за да не се стигне до процес на кондензация.
4. Вятър — при промяна на температурата от вятъра в ограждащите конструкции води до по-големи топлинни загуби.
5. Дъжд, вятър, наводнения— На база тяхното количесвто и сезонност, конструкциите биват изследвани и проектирани с оглед избягване образуването на влажност и компрометиране на материалите. Чрез подземна и покривна хидроизаолция могат да бъдат избегнати наводнения, протичания и образуването на мухъл.
6. UV радиация — влияе върху ограждащите конструкции
   На територията на България са събирани дългосрочни данни за слънчевата радиация, благодатрение на които България е разделена на 3 зони (Фиг.3):
   Зона I: Централен – западен регион – заема 40% от територията на страната и 30% от населението. Ресурс на слънчевата енергия – 4 kWh/m2 дневно или 1450 kWh/m2 годишно;
   Зона II: Североизточен регион – заема 50% от територията на страната и 60% от населението. Ресурс на слънчевата енергия – 4.25 kWh/m2 дневно или 1450-1500 kWh/m2 годишно;
   Зона III: Югоизточен и Югозападен региони – заема 10% от територията на страната и 10% от населението. Ресурс на слънчевата енергия – повече от 4.25 kWh/m2 дневно или 1550 kWh/m2 годишно. [9]

Фиг. 3: Зони на слънчева радиация в страната

5 Контрол на влажността срещу образуването на мухъл в съществуващи сгради и съоръжения

[64] Контролът на влажността е от основно значение за правилното функциониране на всяка сграда. Контролирането на влагата е важно, за да се предпазят обитателите от неблагоприятни последици за здравето и да се защити сградата, нейните механични системи и тяхното съдържание от физически или химически увреждания.

1.5 Влажност в сградите

В допълнение към причиняващите здравословни проблеми влагата може да повреди строителните материали и компоненти на конструкцията:

• Удължените условия на влажност могат да доведат до повреда на строителни материали чрез плесени, бактерии, насекоми и други вредители (например термити и дърводяди). (Фиг. 4)

• Химическите реакции на влагата със строителни материали и компоненти могат да причинят корозия и да повредят настилките, покривните лепила, структурни скрепителни елементи, окабеляване, метални покривни конструкции. (Фиг.5)

• Водоразтворимите строителни материали (напр. Гипскартон) могат да загубят якостните си свойства.

• Дървените материали могат да се огънат, да набъбват или да изгният. (Фиг.6)

• Тухлите или бетонът могат да се повредят заради честите цикли на замръзване и размръзване на водата или заради отложените по тях минерални соли.

• Боите и лаковете могат да бъдат повредени, в резултат на което се наблюдава излющване и набъбване.

• Изолационното свойство на топлоизолацията може да бъде намалено.

Фиг. 4: Образуване на мъхул

Фиг. 5: Корозия на армировка

Фиг. 6: Набъбнал дървен под

Причини за висока влажност
• Готвене, сушене на дрехи, къпане
• Липса на циркулация на въздуха и вентилация
• Зони с производство на влага като закрити оранжерии, закрити басейни и горещи вани
• Изложени на външни влияния мазета или други пространства от сградата
• Външното въздушно захранване на отоплителната система е блокирано или не съществува
• Няма вентилатори за изгорели газове или недостатъчно използвани вентилатори
• Няма вентилатор за топлоотвеждане (HRV)
• Повреден или запушен въздухопровод, обслужващ който и да е уред с гориво, като пещ или бойлер
• Премахване или блокиране на комин
• Наводнени сутерен или пространство за обхождане
• Малки течове и компрометирани водни тръби [8]

Принципи за контрол на високото ниво на влага

1. Контрол на водата - отвеждане на течащата вода от сградата. Ограничаване достъпа на вода е основна цел при изграждането на монтажни възли, включително покриви, стени и фундаменти. Сред източниците на вода отвън на сграда са:
• Дъжд и топене на сняг, лед или замръзване
• Подземни и повърхностни оттоци
• Внесена вода в сградата с водопровод
• Мокри материали, заградени в сградните комплекти по време на строителството.

2. Използване на материали, устойчиви на влага - материали, които могат да издържат на повторно овлажняване в зони, които се очаква да се намокрят и да проектират елементи, които бързо изсъхват. Материали, устойчиви на влага, трябва да се използват в зони, които се овлажняват по проект или има вероятност да се навлажнят случайно.

3. Управление на кондензацията - това е най-важната точка и най-важната стъпка за проектиране, за да се избегнат компрометиране на строителните материали и строителните щети.

2.5 Конденз при сгради и съоръжения

Въздухът съдържа невидими водни пари. Колкото по-висока е температурата на въздуха, толкова повече водни пари могат да

задържат. Колкото по-ниска е температурата на въздуха, толкова по-малко вода може да задържа. Кондензацията настъпва в сгради, където температурата на въздуха се повишава, въздухът става по-топъл и след това контактува със студена повърхност. В следствие на това въздухът се охлажда и създава видими водни капчици по студената повърхност. Водата, която се образува, е известна като "кондензирала" и процесът се нарича "кондензация". Ако има повече водни пари (по-топъл въздух), ще се получи допълнително кондензиране. Възникването на кондензацията в сградите е резултат от сложни взаимодействия между околната среда, конструктивните методи и поведението на обитателите на сградите. Процесът на кондензация в сградите е обратим. Когато повърхностите на строителните материали са по-топли или вентилирани, кондензацията може да се изпари.
Рисковете от прекомерна относителна влажност и кондензация не се ограничават до по-студен климат или сезони. Те могат да се случат в лек климат, когато водните пари са на най-ниското си ниво за годината, но температурите също са намалели. Те могат да се появят през лятния мокър сезон на влажните тропици, когато има толкова много водни пари в атмосферата, че относителната влажност е вече висока и дори малък спад на температурата е достатъчен, за да предизвика кондензация. И в двете ситуации критичният спад на температурата може да бъде причинен от студени външни условия или от изкуствено охлаждане на закрито. Климатизацията на помещенията отваря нови граници за водните пари, като се охлаждат строителните повърхности до температури, по-ниски от обичайния обхват на природната среда. които предизвикват проблеми в ситуации, в които би било малко вероятно преди това да се случат (Фиг.7), С нарастващото използване на климатици в много видове сгради, трябва да се имат предвид и ефектите от изкуствено охлаждания интериор и от естествено хладния външен климат. [9]

Фиг. 7: Поведение на сградата спрямо външния климат

Кондензация на прозорци

[10] Прозорците обикновено са една от най-студените повърхности в една къща. Кондензационни форми по прозореца се образуват, когато топлият влажен въздух, се охлажда бързо. Подобно на стъклото, металът е лош изолатор. Ако има прозорец с метална рамка, на рамката може да се появи кондензация. Кондензацията на прозорците може да бъде намалена и често елиминирана чрез добавяне на вътрешни или външни прозорци или чрез монтиране на висококачвествена дограма, според съвремените изисквания за енергийна ефективност.

Скрита кондензация

Скрито кондензиране може да настъпи, когато топлият, влажен въздух мигрира в стените, тавана или други вътрешни зони на конструкцията. По-голямата част от влагата се пренася в стени и тавани, проникващи през отвори за водопроводни тръби, тръбопроводи, електрически кутии и проводници, пролуки между рамкирането и сухото строителство, тавански проходи и други отвори. Ако в някаква зона в стените или тавана влажният въздух достигне температура под точката на оросяване, ще се получи кондензация. Ако температурата е достатъчно ниска, влагата може да се превърне в лед чрез замръзване. Ако количеството на влагата е малко, то може да се превърне обратно във водна пара с повишаване на температурата и да се отнесе от естественото движение на въздуха. Въпреки това, големи находища от лед могат да се стопят и попият в изолационни материали, да разрушат вътрешните и външните облицовки и да доведат до структурно влошаване, което драстично намалява енергийната ефективност.

За да се намалят проблемите в таваните и стените (Фиг. 8, Фиг. 9, Фиг. 10), е важно да се запечатат тези кухини от вътрешността на дома, за да се сведе до минимум движението на влагата в тези зони. Също така е важно въздухът от кухините да се отвежда навън чрез тавански отвори и "дишаща" външна обшивка. Това ще позволи на малките количества влага, която влиза в тях да избяга.

Фиг. 8: Термомост между етажи в сграда [11]

Фиг. 9: Термомост между носеща греда и плоча [11]

Фиг. 10: Образуване на мухъл в подова конструкция — Заснето в стълбищен коридор на ИИКТ — БАН

3.5 Изчисляване на ограждащите конструкции в сгради срещу влага и кондензация

[12] Цели:
1. Да се избегне кондензацията в строителните слоеве
2. Да се гарантира, че кондензиралата влажност събрала се през студения сезон ще се изпари през горещия сезон.

[13] За конструкция от няколко слоя (Мазилка, изолация, бетон, тухли и т.н) се построява модел с температурите в различните слоеве (t_k). Линията, която се образува между тях се нарича температурна крива (Фиг 11).

Фиг. 11: Температурна крива

Всеки слой се характеризира с дифузна дебелина:
$S_d = \mu.d$;

μ — съпротивление срещу водни пари на материала (характерно за всеки вид материал)
d — реална дебелина на слоя

В зависимост от разпределението на температурата, може да бъде определено малксималното налягане на водните пари Pmax (Таблица 2, Приложение № 7,към чл. 19 ал. 2 от НАРЕДБА № 7 от 15 декември 2004 г. за енергийна ефективност, топлосъхранение и икономия на енергия в сгради) (Фиг 12)

Фиг. 12: Схема на максималното налягане на водните пари

Изчислява се външното налягане от двете страни на конструкцията:

$$P_i = \varphi_i . \frac{P_{max,i}}{100}$$

$$P_e = \varphi_e . \frac{P_{max,e}}{100}$$

φ— влажнсот на въздуха в %

Ако линиите [P_i; P_e] и [$P_{max,i}$; $P_{max,e}$] не се докосват или пресичат — не се наблюдава възможност за образуване на кондензация. Ако се допират или пресичат, съществува голяма възможност за образуване на кондензация.

Следващата стъпка е да се опредли дали образувалата се през студения сезон влага ще може да се отведе извън конструкцията през топлия сезон.

Студен сезон

Зона на кондензация — Формира се от пресечните точки на линията [$P_{max,i}$; $P_{max,e}$]и тангенти към точките P_i и P_e

Плътност на дифузионния поток — g
От зоната на конденз навътре:

$$g_i = \frac{P_i - P_{max}'}{z_i}$$

От зоната на конденз навън:

$$g_i = \frac{P_{max}'' - P_e}{z_e}$$

z [m^2hPa/kg] — съпротивление срещу напускането на водните пари

z_i=1,5.10^6.S_d'
z_e=1,5.10^6.S_d''

W_k — Конденизрала влажност

W_k=(g_i-g_e).T [kg/m^2]

T — период на кондензацията;

Топъл сезон

$$g_i = \frac{P_{max} - P_i}{z_i + 0{,}5.z_k}$$

$$g_e = \frac{P_{max} - P_e}{z_e + 0{,}5.z_k}$$

Изпарена влажност — W_k

W_k=(g_i+g_e).T [kg/m^2]

Ако W_n> W_k, събралата се от кондензацията влага през студения сезон, ще се изпари през топлия сегон и конструкцията е вън от опасност.

Ако неравенството не е изпълнено, трябва да бъдат взети допълнителни мерки като в [14]:

- Добавяне на допълнителни отвори, монтиране на вентилационни шахти и др.
- Създаване на въздушни пространства и вентилиране на кухини, където са разположени дървесинна, цимент или други твърди материали, използвани за външни облицовки на стени
- Поддържане на сухи строителни материали по време на строителството
- Намаляване на употребата на материали със студени повърхностни, които директно влизат в контакт с климатизираните с топъл въздух помещения
- Вентилация на пространствата
- Нанасяне на външен слой изолация

Проблемите с контрола на влагата и кондензацията не трябва да бъдат пренебрегвани. Това може да доведе до сериозни здравни проблеми и строителни щети, както и намаляване на енергийната ефективност на сградите. Трябва да се вземат предвид фактори като географското разположение, средните температури на сезона, посоката на слънце и други климатични особености при проектирането на сградите. Дизайнерите и инженерите трябва предварително да вземат мерки за изчисляване на вентилационната система, изолацията и външните отвори, за да постигнат балансирано, добре проветрявано и здравословно околно пространство.

6 Влияние на сградите върху климатичните промени

1.6 Прогнози за развитие на потреблението на енергия

[15] Сградите представляват важна част от бъдеще, лишено от въглеродни емисии. Въпреки това няма точна мярка за сравнение и влиянието зависи от географското разположение, промяната на климата и предназначението на сградата. Макар да се полагат усилия за намаляване на вредните влияния в развитите страни, много от съществуващите сгради и съоръжения оказват неблагоприятно влияние на климата и и околната среда. Това създава необходимост от фокусиране за намаляване на вредното влияние и превръщането на сградите и съоръженията в енергийно-ефективни.

Райони с неразвита или остаряла във времето инфраструктура въздействат на изменението на климата, причинявайки топлинен стрес, многобройни валежи, вътрешни и крайбрежни наводнения, свлачища, замърсяване на въздух, суша и вода. Чрез навременни подобрения, това влияние може значително да се намали и начинът на живот да бъде подобрен. Тази радикална промяна налага промяна в законодателството в страните и взимането на сериозни мерки и в строителния сектор късаещи проектиането, реконструирането и оборудването на сградите и съоръженията. Развитието на науката и технологията ще направи възможно стабилизирането или редуцирането на конумацията на енергия до средата на века. Макар и капиталоемки, тези усилия постигат възвръщаемост на по късен етап.
Много сгради са уязвими на прогресивни промени в климата и на екстремни събития. Въздействията включват увеличаване на валежите, замръзване и размръзяване, по-чести горски пожари, тежки бури и наводнения. Без да се инвестира в подобрена устойчивост, тази уязвимост има тенденция да се увеличава. Местоположението на сградите и съоръженията е от ключово значение за тяхната уязвимост. Самият строителен сектор е изправен пред пряко въздействие. Увеличението на валежите може да забави строителството и по този начин да увеличи разходите. Промените в климата също така рискуват да променят продължителността на строителните сезони. Променящите се модели на екстремни метеорологични събития предполагат по-нататъшно възстановяване и ремонтни работи. Повишената честота и тежест на топлинните вълни има последици за конструкцията на сградите, което потенциално предполага необходимостта от промяна на сегашните архитектурни проекти с различни подходи за ново строителство. По-високите температури ще предизвикат промени в консумацията на енергия, свързано с изменението на климата. В страните с ниски доходи, обикновено с по-топъл климат, развитието на икономиката ще бъде основният двигател на нарастващото търсене на

енергия, главно за климатизация и транспорт. Без допълнителни политики за смекчаване на последиците, глобалното търсене на енергия за климатизация се очаква да се увеличи десеторно (от близо 300 TWh през 2000 г. на 4000 TWh през 2050 г).
Енергийното търсене за зимно отопление също се очаква да нарасне, макар не толкова бързо, тъй като регионите с най-голяма нужда от отопление обикновено са по-икономически развити, с някои изключения. В развитите страни търсенето на енергия се очаква да не бъде изменено до 2030 г., докато страните с не толкова развита икономика ще консумират значително повече. Опасностите, свързани с климата, засягат повече бедните хора пряко чрез въздействия, които включват пълното унищожаване на уязвимите им домове. Увреждането на материални активи от екстремни метеорологични явления е добре познато при бедните градски селища, които често са изградени на рискови заливни низини и хълмове, податливи на ерозия и свлачища. По-богатите домакинства в рискови райони могат да получат облекчение чрез застраховка, за разлика от бедните жители.
Увеличаването на температурата вероятно ще увеличи търсенето на енергия, както и ще промени способността за произвеждане на електричество и надеждното му доставяне.
По-топлият климат може да намали ефективността на производството на електроенергия за много съществуващи изкопаеми горива и атомни електроцентрали, тъй като тези инсталации използват вода за охлаждане. Колкото по-студена е водата, толкова по-ефективен е генераторът. По този начин по-високите температури на въздуха и водата биха могли да намалят ефективността, с която тези централи превръщат горивото в електричество.

В Европа е много вероятно промените в климата да увеличат честотата и интензивността на топлинните вълни, особено в Южна Европа. Адаптивни стратегии, които не са изключителни за региона, включват използването на топлинна енергия, вентилационно охлаждане и слънчева засенчване в определени рамки. Възможно е да има по-честа и тежка суша, причинена от засушаването на почвата и свързаните с това щети на сградите. Увеличаването на моркото равнище и увеличава валежите, което види до допълнителни рискове занаводнения на крайбрежните и речните местности в Европа. Адаптирането на жилища и търговски сгради към случайни наводнения е възможно в екстремни случаи. Промените в климата ще засегнат многобройните културно значими сгради в региона, чрез екстремни събития и хронично увреждане на материалите. Способноста на Европа да се адаптира е относително висока, въпреки че има значителни различия във въздействията и възможностите за реагиране между отделните подрайони.

2.6 Въздействие на сградите върху климатичните промени

Сградите и съоръженията оказват изключително влияние върху климатичните промени. Не само методите за строителство и вграждане материали вредят на околната среда, а и съпътстващите процеси. Например използването на природо несъобразни материали има временен негативен ефект по време на строителството, докато в дългосрочен план негативно влияние оказват системите за отопление, вентилация и климатизация. Основни негативни влияния оказват [16]:

— **Консумацията на енергия**

Според U.S. Green Building Council (USGBC), сградния фонд поглъща около 41% от цялата енергия, консумирана в света (индустриялният сектор използва 30%, а транспортът 29%). Основна вина за това има количеството електричество, което зсградите и обитателите им използват. В САЩ, сградите използват около 73% от произвежданото в страната електричество. Основни консуматори на електроенергия са осветителните тела, системите за отопление и климатизация, електроуредите и др.

— **Замърсяване на въздуха**

Самия процес на строителство на сгради и съоръжения е отговорен за огромния процент от емисиите на парникови газове, които засягат изменението на климата. Всъщност сградите са отговорни за 38% от всички емисии на въглерод във въздуха.

— **Консумация на вода**

Сградите са отговорни не само за големия процент от световното потребление на вода, но и за големия процент замърсени води. Смята се, че сградите използват 13,6% от цялата питейна вода, което е около 15 трилиона галона вода годишно.

Енергийните и водни системи са свързани. Енергия е необходима за помпене, транспортиране и третиране на питейна вода и отпадъчни води. Водата за охлаждане е необходима, за да работят много от днешните електроцентрали. Хидроелектричеството (електричество, произведено от течаща вода) е самият най-важен източник на енергия в много части от света.

Промените във валежите, повишеният риск от засушаване, намаленият снеговалеж и промените във времето на снегопочистване през пролетта ще повлияят на моделите за използване на вода.

Например: Повишаването на температурите, повишеното изпарение и сушата може да увеличи необходимостта от енергоемки методи за осигуряване на вода за поливане и напояване. Инсталациите за обезсоляване могат да превърнат солената вода в сладка вода, но консумират много енергия. Промените в климата могат да изискват и напоителната вода да се изпомпва на по-дълги разстояния, особено в сухи райони [17] [18].

— **Строителни материали**

Материалите, използвани в строителството, също имат сериозно въздействие върху околната среда. На първо място, много от материалите, използвани в строителството на сгради, се произвеждат по природо несъобразен начин. Фабриките, които произвеждат тези материали, произвеждат вредни въглеродни емисии.

Транспортирането на материалите също е от голямо значение. Материалите, които не се произвеждат на местно ниво, често се доставят от цялата страна или дори от чужбина. Превозът, необходим за транспортирането на тези материали, оказва значително влияние върху качеството на въздуха.

Има голямо въздействие върху околната среда, свързано с добива и потреблението на суровини за използването на строителни материали, особено при действителното производство на тези материали в крайната им форма (дървесина, стомана, цимент, вар и др.). Според USGBC, 40% от световните суровини се използват в строителството на сгради.

— **Строителни отпадъци при строеж и разрушаване**

Унищожаването и обновяването на сградите води до голямо количество отпадъци. Строителните отпадъци често включват бетон, метали, стъкло, пластмаси, дърво, асфалт, тухли и др. Тези отпадъци често се изхвърлят в депа или се изгарят. Това не само замърсява земята и въздуха, но транспортирането, необходимо за отстраняването на такива отпадъци, оказва значително въздействие върху околната среда.

Според Агенцията за Опазване на Околната Среда (Environmental Protection Agency) през 2003 г. са произведени над 170 млн. тона отпадъци от строителството и разрушаването на сгради само в САЩ. 61% от тях произлизат от нежилищни сгради.

7 **Определяне енергийната ефективност на сгради** [19]

1.7 Видове енергия във сграда

На фигура 13 по-долу е илюстриран типичния поток на енергията при една сграда. Брутните енергийни нужди на една сграда представляват очакваните изисквания за отопление, осветление, охлаждане, вентилация, климатизация и овлажняване. За определяне на тези нужди се взимат под внимание климатичните условия, свойствата на сградата за пренос на топлина, архитектурното разпределение и други.

Фиг. 13: Схема на потока на енергия в сграда

Естествена енергия — включва пасивното слънчево нагряване, пасивно охлаждане, естествена вентилация, дневна осветеност. Максималното използване на тази енергия, намаля нуждата от внасяне на допълнителна енергия за покриване на нуждите и покачва значително Енергийната ефективност на сградата, като намалява разходите за експлоатация.
Максимално използване на естествена енергия може да се оптимизира чрез:

— План на сградата спрямо разположението й, който функционално използва естествените източници на енергия и свежда до минимум нуждата за приложената енергия;
— Архителтурна форма, която насърчава използването на дневна светлина и естествена вентилация и намалява топлинните загуби;
— Ориентация на сградата, която отчита потенциалните ползи от слънчевата печалба като същевременно намалява риска от отблясъци и прегряване;
— Ефективно използване на естествената дневна светлина, съчетана с избягване на отблясъци и нежелано слънценагряване;

— Естествена вентилация, когато е практична и подходяща, с механична вентилация и / или климатици, които се използват само до степента, в която са ефективни, а не излишни.
— Добри нива на топлоизолация и предотвратяване на нежелана въздушна инфилтрация през ограждащата конструкция на сградата;
— Ефективно и добре контролирано обслужване и подръжка на сградата и нейните системи, съобразени с констриктивните и експлоатационни изисквания

Тези практики са особено ефективни ако се предвидят в етапа на проектиране на сградата, но могат да се постигнат и при обновление на съществуващи сгради.

Вътрешна топлинна енергия— това е топлинната енергия на хората, осветлението и уредите, които излъчват топлина във вътрешната среда. Докато това е желателно при студено време, тъй като намалява енергийните изисквания за отопление, при горещо време необходимостта за охлаждане се увеличава. В офис сгради, търговски обекти, търговски центрове, развлекателни зали и др. голяма част от проблема с прегряване през лятото може да бъде причинена от топлина, произведена от оборудване или от високо ниво на изкуствено осветление. Когато има голям брой обитатели или клиенти, тяхната метаболитна топлина допринася за увеличението на температурата.

Доставена енергия — това е енергията, предоставяна от външен източник за да задоволи нужди като отопление, охлаждане, вентилация, осветление и топла вода. Обикновенно се измерва в киловатчасове (kWh) и основните енергийни носители са електричество и гориво, т.е. газ, нефт или биомаса за котли. Доставената енергия може да бъде допълнена с възобновяема енергия под формата на слънчеви панели, слънчеви бойлери или вятър.

Експортирана енергия — която при възможност се предава на външни потребители (съседни сгради, гаражи и др)

Системни загуби — Системните загуби са резултат от неефективността при транспортирането и преобразуването на доставената енергия, т.е. от 100% доставена енергия, само 90% се използва за осигуряване на действителните услуги, напр. осветление, охлаждане или вентилация, заради неефективността на използваното оборудване.
Когато се разглежда въпросът за енергийната ефективност в сградите основният фокус е върху тях и енергията, използвана за постигане на необходимите стандарти за вътрешен климат. Размерът на енергията,

която в сградата ще бъде необходима за закупуване, за да се постигне това, зависи от свойствата на сградата:
— Нивото на топлопредаване: колкото по-ниско е топлопредаването, толкова по-ниска е топлината загуба по време на студено време и топлинна печалба по време на топло време. Това ще намали енергийните нужди за отопление или охлаждане;
— Дали сградата е проектирана така, че да сведе до минимум необходимостта от доставена енергия в зависимост от външните климатични условия.
— Колко ефективно се използва доставената енергията за посрещане на нуждите на сградата, т.е. ефективността на използваното оборудване и уреди;
— Колко ефективно се използва енергията от хората в сградата;
— Процентът на енергийните нужди на сградата, който се доставя от възобновяеми източници енергия.

2.7 Определяне енергийното поведение на сгради

Изчисляването на потреблението на енергия в сградите се основава на характеристиките на сградата и нейното инсталирано оборудване. Процесът и взаимовръзките са структуририрани в три стъпки (Фиг. 14)

Фиг. 14: Стъпки за определяне на енергийната ефективност на сграда

Стъпка 1 — Първата стъпка е изчисляването на нетните енергийни изисквания на сградата, т.е. необходимото количество енергия за осигуряване на изискванията за вътрешния климат, посочени в спецификацията на сградата. Изчислението се използва за определяне на инсталационната мрежа за необходима енергия въз основа на външния климат и изискванията за вътрешния климат като се отчитат приносите от вътрешна топинна енергия, печалби от слънчева енергия, естественото осветление и загубите, дължащи се на свойствата на сградата, т.е. въздушни потоци (въздушна инфилтрация и ексфилтрация). Това изчисление се използва за определяне вътрешното енергийно представяне на сградата.

Стъпка 2 — Стъпка втора е определянето на енергията на сградата, т.е.

енергийните характеристики на сградата с реално потребление. Това е количеството енергия използвана за отопление, охлаждане, топла вода, осветление, вентилационни системи, включително за управлението и сградната автоматизация и включва допълнителната необходима енергия за вентилатори, помпи и др. Записва се енергийното потребление и видовете енергийни източници.

Стъпка 3 — Стъпка три е определянето на общите показатели за енергийната ефективност: Тя комбинира резултатите от стъпка 2 по-горе за различни цели, доставени от различни източници, за да се получи общото потребление на енергия и свързаните с това показатели за консумацията на енергия. Тъй като сградата може да използва повече от едно гориво (например газ и електричество), различните енергийни източници трябва да бъдат преобразувани и приравнени по отношение на използваната енергия, за да се осигури достоверен краен резултат за изчисляването на използваната енергия. Обичайно използваните енергийни показатели за сградите са kWh / m2 (консумацията на енергия в киловатчаса на квадратен метър от площта на пода) или количеството въглеродни емисии.
За целите на това изчисление сградите се класифицират в зависимост от категорията си, дали те са жилищни или обществени, вида на конструкцията на сградата, размера и предназначението й.
Отговорност на правителството на всяка страна е да предостави на национално или местно равнище изчисления, насоки и методологии за определяне на енергийните характеристики. В повечето случаи за тези изчисления е разработен специфичен софтуер.

3.7 Показатели за консумация на енергия

Референтните стойности за потребление на енергия на сградите са обобщителни стойности, по които ефективноста на сградата може да бъде сравнена. Имат две основни функции:
— Да се определи дали енергийната ефективност на сградата е добра, средна или ниска по отношение на други сгради от този тип;
— Да се идентифицират потенциалните спестявания, показани от разликата между действителните данни и референтните показатели: колкото по-лошо е представянето спрямо даден показател, толкова по-голяма възможност съществува за подобряване на ефективността и намаляване на разходите.

Сравнителните показатели могат да бъдат категоризирани в два типа модели и емпирични стойности.

— Моделни сравнителни показатели се получават чрез използване на симулационен модел за определяне на поведението на сградата, обикновено в етапа на проектиране или ремонт. При моделирането се изчислява доставената енергия, необходима въз основа на потреблението на сградата, вътрешната среда, външния климат и свойствата на сградата.
— Емпирични сравнителни показатели са получени от статистически данни от подробни проучвания на 20-100 сгради от същия тип. Минималната информация, която е необходима за сравнителния анализ е колко енергия е използвана през последната година, което е най-добре отчетено от показанията на електромери и сметките за енергия спрямо площта на пода. В редки случаи се предприема допълнително замерване на разхода на енергия.Тези данни определят добрата практика и типичните стандарти за всяко използване на енергия в сградата.

4.7 Сертифициране на сградите спрямо енергийна ефективност

Сертификатът за енергийна ефективност е обобщение на енергийния одит на сградата, който е предназначен да даде информация за енергийната консумация на сградата и оценка за ефективното използване на тази енергия.
Целта на сертификатите за енергийна ефективност е:
— Да информира наемателите, бъдещите купувачи и потребители за очакваните текущи разходи — по този начин ще се стимулират потребителите да предприемат мерки за увеличаване на енергийната ефективност на сградата с оглед намаляването на разходите.
— Да спомогне за създаването на обществена информираност — При обществени сгради и културни паметници ще повиши осведомеността сред гражданите за въпроса за енергийната ефективност
— Да действа като предпоставка за предприемане на мерки за подобряване на енергийната ефективност;
— Да спомогне в създаването на стимули, наказания или съдебни производства — Някои държави, предлагат 5-10 години освобождавания от “Данък сгради” за сгради, които имат рейтинг за висока енергийна ефективност.

В допълнение към информацията за енергийните характеристики на сградата, се препоръчва да бъдат добавени например вътрешна температура и, когато е подходящо, други климатични фактори.

Още не е прието каква информация да се показва на сертификатите за енергийни характеристики и как тази информация трябва да се интерпретира и остава ключов въпрос, но съществуват различни предложения като етикета на фигура 15 предложен от *European Programme for Occupant Satisfaction, Productivity and Environmental Rating of Buildings 2004: Certification of Existing Building Energy Performance.*

Фиг. 15: Примерен сертификат за енергийна ефективност

За да се улесни сравнението между сградите, сертификатът за енергийните характеристики трябва да включва референтни стойности, като например действащи правни стандарти и норми, както и препоръки за икономически ефективни инвестиции, които могат да бъдат предприети в рамките на мерките за подобряване на енергийната ефективност.
Споменатите по-горе емпиричните и моделни показатели, също се използват и служат за сравнение с останалата част от сградния фонд. Тези показатели се използват за две оценки, които обикновено се показват в сертификатите за енергийни характеристики — активен и оперативен рейтинг.
Моделните показатели обикновено се използват за оценяване на вътрешния потенциал за ефективност на сградата.
За да допълни сертифицирането, в някои европейски страни трябва да се предприеме редовната проверка на отоплителните и климатични системи, за да се оцени тяхната ефективност и оразмеряване към изискванията за енергийна ефективност.

Цели и задачи на дисертационния труд:

Целта на дисертационния труд е да се изследва енергийната ефективност на сгради и съоръжения и да се предложат методи и средства за нейното подобряване.

За изпълнение на тази цел ще се решат следните задачи:

1. Ще се направи обзор, анализ и систематизация на състоянието и проблемите в областта на енергийната ефективност при сгради и съоръжения.
2. Ще се изследва влиянието на сградите върху климатичните промени.
3. Ще се изследват съществуващите проблеми, късаещи енергийната ефективност в съвременото строителство.
4. Ще бъде предложен и обоснован модел за подобрение на енергийната-ефективност на типизиран модел офисно помещение в стандартна офис сграда.
5. Ще се проведат реални експерименти за сравнение на съвремени и иновативни методи за отопление, както и за откриване на дефекти в съществуващи решения за енергийна ефективност. Получените резултати ще бъдат анализирани.

II Съществуващи методи и средства за подобрение на енергийната ефективност

1. Уреди за изследване енергийната ефективност
[67]
Съвременните стандартни за енергийна ефективност на сгради и съоръжения налагат използването на въведените икономически стимули за подобряване енергийната ефективност на сградния фонд в редица държави членки на ЕС. Това създава предпоставки за прилагането на обследвания за топлонепропускливост на сградните ограждащи конструкции и елементи. Използването на инфрачервена термография самостоятелно или в комбинация с други безразрушителни методи за диагностика позволява бързо и прецизно локализиране на проблемните зони, което спомага за ефективното отстраняване или избягване на проблеми като термомостове, загуба на топлина, компроментиране на материала, поява на мухъл и др.

1.1 Измерител на топлинния поток [20], (Фиг.16)

Тези измерители са точни, бързи и лесни за изполване при измерването на топлопроводимостта в изолации. Инструментът е калибриран спрямо приетите европейски стандарти за енергоефективност на материали. Подходящ е за изследването на поведението на материала за по-продължителен период от време .

Фиг. 16: Измерител на топлинен поток HFM 436 Lambada Series

Фиг. 17: Принцип на действие на измерителя на топлинен поток

Мострата се поставя между две плоскости нагряти с разлчни температури. Топлинния пренос през мострата се измерва чрез датчици, до изравняване на температурата. Резултатите се сравняват с нормативните.

1.2 Термоскенер за откриване на топлинни загуби

Фиг. 18: Термоскенер за откриване на топлинни загуби Black& Decker TLD100

Уредът (Фиг. 18) е предназначен за дистанционно измерване на повърхностната температура на различни тела, за откриване на местата с термомостове. При сградите това са стени, местата около рамките на прозорци и врати, тавани, подове и др. Точното определяне на тези места, става чрез сравняване на измерената в дадена точка температура с друга, която е зададена предварително като референтна.
Уредът се насочва към повърхността, чиято повърхностна температура се приема за

референтна, и се включва. Първоначално измерената температура се показва върху LCD дисплея и се съхранява в оперативната памет, докато захранването на бъде изключено. При насочване на термоскенера към друг участък той измерва (със забавяне под 1 s) неговата повърхностна температура и съответната стойност бива изписана на дисплея. За улесняване на работата измерването е съпроводено със светлинен кръг, с който скенерът маркира областта на измерване на температурата. Когато между референтната и измерената на дадено място температура няма разлика, оцветяването не се променя. Когато измерената температура е по-ниска от референтната, оцветяването се променя в синьо, а когато е по-висока, то става червено. Така температурните различия стават видими веднага, а точните стойности се отчитат на дисплея на уреда.
Уредът притежава висока точност на измерване — при разстояние 150 mm и температура 23 °C точността е ±1,3 °C, при 0 °C – ±2,8 °C, а при 100 °C – ±2,2 °C. Площта, в която се измерва температурата, има формата на окръжност, чийто диаметър зависи от отдалечеността на скенера. Неговата големина е около 1/6 от това разстояние. Максималната далечина на измерване е около 6 m, при което измерването обхваща кръг с диаметър 1 m. За постигане на максимално точни резултати измерването трябва да се прави при малка отдалеченост – областта на измерване възлиза на около половината от площта на обекта. [21]

1.3 Измерител на консумирана енергия

За да бъде установен преразхода за отопление и вентилация, можем да засечем ежедневната консумация на електроенергия, чрез специален уред за изерване. Устройството се прикрепя към захранването а съответния уред (климатик, печка, радиатор и пр.)

Фиг. 19: Измерител за консумация на енергия NZR SEM16 USB (0-16A)

Той служи за измерване на. консумираната активна енергия, енергия при изключен уред, ток и напрежение в мрежата през зададен интервал от

време. Извършва се 24-часово измерване, след което разхода се изписва на дисплея. Устройството може да бъде пускано и спирано ръчно, периодът за измерване може да бъде нагласен на 1,7 и 30 дни.Точността на измерването е до три символа след десетичната запетая. [22]

1.4 Инфрачервен пирометър за топлинен поток

Този уред определя големината на топлинния поток през ограждащи повърхнини на сгради. (Фиг. 20)

Фиг. 20: Инфрачервен пирометър за топлинен поток Omega OS-622

Устройството има вграден сензор, който улавя и измерва топлинната радиация от определен обект. Измерванията се отчитат много бързо, тъй като се правят безконтактно (за около една секунда), така могат да бъдат наблюдавани температурните разлики и поведения. Обект на измерване с устройството могат да бъдат движещи се предмети, опасни материали, електрически компоненти и др.
Чрез допълнително устройство, могат да бъдат засичани топлинните печалби и загуби в стени и прозорци, без физически контакт. Направено е така, че да бъдат измервани температурите на различни мтериали използвани в строителството като, хартия, керамика, пластмаса, камък, бетон, стъкло.
Измерванията се извършват чрез насочване на устройството към желания обект от едната страна. Уреда се занулява и се прави измерване от другата страна, след което на дисплея се изписва топлинния поток в Британски Топлинни Единици (BTU) или ватове. [23]

1.5 Инфрачервен термометър

Инфрачервения термометър може да измери бързо и безконтактно температура от -30 до +900°C. Чрез лазерно насочване лесно може да се избере зоната, в която се търсят показания. (Фиг.21)

Фиг. 21: Инфрачервен термометър Testo 860-T2

Точноста на измерванията на дълги разстояния е гарантирана, заради съотношението 60:1 фокус и оптика. Последните десет измервания могат да бъдат показани на дисплея, систематизирани спрямо минималната и макималната измерена стойност. В паметта на устройството могат да бъдат записани до 100 измервания. [24]

1.6 Анализатор на термична дифузия

Устройството използва 3 сензора за измерване на термична дифузия, специфична топлина, термична проводимост и термична резистентност. Сензорите се намират в игла, която се поставя в обекта на изследване, това ни позволява да наблюдаваме температурните промени. Измерването може дабъде направено както в лаболаторни, така и в полеви условия и при два режима на работа – ръчен и автоматичен. Точноста на измерванията са ±10%.

Използва се метод на нестационарно нагряване. Измервателният цикъл се състои от 30 секунди равновесно време, 30 секунди време за нагряване и 30 секунди време за охлаждане. Измерване се извършва през интервал от 1 секунда по време на нагряването и охлаждането. [25]

Фиг. 22: Анализатор на термична дифузия KD2 PRO

1.7 Термокамери

(Фиг.23) Инфрачервената термография е най-бързият и лесен безконтактен и безразрушителен метод за откриване на топлинните загуби и други температурни явления при сгради и съоръжения.

Фиг. 23: Термокамера FLIR E5

Обикновено термографията се извършва посредством термовизионни камери, които изобразяват обектите с различни температури в различни цветове. Получената от камерите информация се подлага на термографски анализ, за да се идентифицират местата, на които има загуби на топлина и по възможност – причините за възникването им.

Инфрачервената радиация, която се излъчва от даден обект, се фокусира чрез оптична леща върху инфрачервен детектор. Той изпраща информацията към система за генериране на изображения.
Тя „превежда” данните, идващи от детектора, в образ, който може да бъде видян от човешкото око във визьора на камерата или изведен чрез стандартен монитор или LCD екран. При инфрачервената термография инфрачервеният образ се трансформира в радиометрично изображение, което позволява разчитане на отделните температурни стойности. [26]

Диагностиката в строителния сектор с термовизионна камера може да помогне за:

- Визуализиране на загубите на енергия
- Откриване на липсваща или дефектна изолация (Фиг. 23.1)
- Локализиране на места с термомостове (Фиг. 23.2)
- Наблюдение на влага в изолацията, покривите и стените във вътрешната и външната конструкция
- Откриване на мухъл и лошо изолирани области (Фиг. 23.3)

Фиг 23. 1: Откриване на компрометирана изолация чрез термокамера

Фиг 23. 2: Наблюдение на термомост чрез термокамера

Фиг 23. 3: Наличие на влага, предпоставка за образуването на мухъл

В допълнение към загубите на енергия, термокамерата може да служи и за откриване на проникване на вода в плоски покриви, откриване на пукнатини в тръбите за гореща вода, електрически неизправности и други строителни повреди.

2. Топлоизолации

[66]

Изолацията е най-практичният и рентабилен начин да се направи къща по-енергийно ефективна по много начини. Поддържането на хладно през лятото и топло през зимата спестява 40% енергия и намалява сметките за отопление и охлаждане. Тя също така намалява образуването на кондензация в ограждащите повърхности. Това осигурява ползи за здравето чрез предотвратяване образуването на мухъл и влажност и намаляване на респираторните проблеми.

Обикновено съществуват два основни вида изолация — топлоизолация и рефлекторна изолация:

— Топлоизолация — действа като преграда за топлоотдаването между външната и вътрешната страна, като през лятото и през зимата задържа топлината в сградата. Тя може да бъде направена от материали като стъклена вата, полимери, естествена вълна или рециклирана хартия и се предлага на бати, рула и плоскости. Използва се в страни с по-студен климат.

— Рефлекторната изолация се използва главно за поддържане хладни помещенията през лятото, като отклонява излъчваната отвън топлина. Най-често срещано е лъскавото алуминиево фолио, ламинирано върху хартия или пластмаса. Отражателната изолация е по-популярна за сгради, разположени в горещи и много слънчеви климатични зони.

Някои изолационни продукти комбинират свойствата на топлоизолацията и рефлекторната изолация.

Видът и количеството изолация, което е най-подходящо за дадена сграда, се изчислява в зависимост от климатичните особености на сезоните, архитектурния дизайн, използваните строителни материали, ориентацията и способността на изолацията да се съпротивлява на топлинния поток (описва се с величината R).
Неправилната инсталация, като например компрометиране или увреждане на изолацията, оставяне на пролуки между листове, например, може да доведе до невъзможност да се достигне определената R-стойност на продукта, което води до топлинни мостове и изтичане на топлина. Различни изолационни продукти с еднаква R-стойност ще осигурят еднакво ниво на изолация, ако са инсталирани правилно.
Правилният избор за изолация е свързан с няколко на брой термични характеристики на материалите: [26]

1. Топлопроводимост — Свойството на материала да пренася топлина. Изчислява се на линията между две повърхности с различни темепратури. Посоката се определя от по топлата, към по-студената повърхност:

$$Q = \frac{(t_i - t_e)zA}{d}\lambda \text{ [J]}$$

$t_i > t_e$
z — време за пренос на топлина
A — площ
d — дебелина на елемента
λ — коефициент на топлопроводимост — Способността на веществата да провеждат топлина. Означава се с гръцката буква ламбда λ. Това е количеството топлина, което преминава през материал с дебелина 1 m, през площ 1 m², за време 1 s, при разлика в температурите (температурен градиент) 1 K.

2. Топлопреминаване (между външен въздух и вътрешна конструкция или вътрешен въздух и външна конструкция) α [$W/_{m^2C^o}$]

$$\alpha = \frac{Q}{Az\Delta t}$$

3. Коефициент на топлопреминаване — за конструкция

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$\frac{1}{U} = R_0$$

R_0 – топлинно съпротивление на конструкцията

2.1 Видове изолационни материали

[27]

Съществуват органични и неорганични изолационни материали

2.1.1.Неорганични изолационни материали

Клетъчен бетон (λ= 0,14÷0,22) (Фиг. 24)

Фиг. 24: Клетъчен бетон

Клетъчният бетон е лек циментов материал, съдържащ много газови мехурчета равномерно разпределени в обема, произведени чрез смесване на цимент, пълнител, вода, газообразуващ елемент. Спрямо метода за генериране на въздушни или газови клетки съществуват пенобетон и газобетон. Газовият бетон се среща главно под формата на предварително направени блокове (Ytong, Hebel и т.н.) Клетъчният бетон се произвежда с различни плътности, от 250 kg/mÑ до 1600 kg/mÑ. Този тип изолация е особено ефективна спрямо другите изолационни материали, особено когато е необходима химическа и огнеустойчивост.

Пеностъкло (λ =0,0045) (Фиг. 25)

Фиг. 25: Пеностъкло

Пеностъклото е 100% стъкло, произведени основно от пясък, варовик и калцинирана сода. Тези съставки се превръщат в стопено стъкло на висока температура, което се охлажда и натрошава на фин прах. Прахообразното стъкло се излива в калъпи и се загрява (под точката на топене) в процес на "синтероване", който предизвиква частиците да се прилепват една към друга. След това се прибавя малко количество въглероден агент, който реагира с кислорода, създавайки въглероден диоксид, който спомага за образуването на пяна.

Пеностъклото е непроницаемо за влага, инертен материал, устойчив на насекоми и паразити, висока якост и с добра изолационна способност. Може да се използва за изолация на покриви, стени и подови приложения, включително под плочи. Високата
якостта на натиск я прави особено подходяща за покривни конструкции, зелени покриви и настилка за паркинги.

Минерална вата (λ =0,050) (Фиг. 26)

Фиг. 26: Минерална вата

Изолация от минерална вата се прави от стопено стъкло, камък или шлака (промишлени отпадъци), които се преобразуват в влакнеста структура, която предотвратява движението на въздуха. Материалът е изключително здрав, огнеустойчив и притежава шумоизолационни свойства.
Минералната вата е висококачествен изолационен продукт по много причини. Той е природосъобразен заради начина си на производство и цената му е относително ниска.

2.1.2 Органични изолационни материали

Характеризират се с коефициент на топлопроводимост λ = 0,030÷0,040.

Експандиран полистирол (EPS / Expanded polystyrene) (Фиг. 27)

Фиг. 27: EPS

Експандираният полистирол се образува благодарение на “експандирането” на полистиролов полимер. В България е известен като “стиропор”.
Материалът е гъвкав, лек и може да се произвежда в различни форми и за различни продукти. Също така може да се рециклира, не позволява образуването на мъхул и други бактерии и се характеризира с висока дълготрайност. Най-разпространената му употреба е като външна фасадна топлоизолация. Използва се и при вентилируеми окачени фасади. Експандираният полистирол има клас В1 на горимост, т.е. гори трудно, но за сметка на това при горене изпуска токсични газове, за атова не се използва за вътрешна изолация.

Екструдиран полистирол (XPS/ Extruded polystyrene) (Фиг. 28)

Фиг. 28: XPS

Екструдираният полистирол е материал, който също се образува от полистиролов полимер, но чрез процес на “екструдиране”. Често, различните производители добавят отличителен цвят.
Заради процеса на производство, материалът се характеризира със затворена клетъчна структура, гладка и с еднакви качества повръхност. Част от свойствата са му дълготрайност, издръжливост на високи и ниски температури, влагоустойчивост и здравина. Предлага се в различни размери и е подходящ за всякакъв тип конструкции. Намира приложение особено на места, подложени на високо натоварване и влажност (основи, под, плоски използваеми покриви, мокри помещения и др.).

Полиуретан (SPF)

Използва се под формата на полиуретановата пяна, която се полага директно чрез изливане или разпръскване. (spray polyurethane foam /SPF) (Фиг 29). Получава се от комбинацията на течности, които реагират много бързо и образуват пяна, най често това са метилен дифенил диизоцианат (MDI) или полимерен метилен дифенил диизоцианат (pMDI) и катализатори, разпенващ агент и др.
Материалът позволява с него да се запълват всякакви фуги и кухини, което е невъзможно с другите топлоизолации. Използва се основно за стени и покриви**,** както и за фасадни и покривни сандвич панели. При полагане създава равномерен слой топлоизолация непрекъснат от технологични фуги. Позволява много бързо полагане и е високо въздухо и влагоплътен, с висока пожароустойчивост.

Фиг. 29: Полиуретанова пяна

За да се осигури висока енергийна ефективност, без изтичане (Фиг. 30) на топлина, следва монатжът да бъде правилно изпълнен и съобразен с типа на носещата конструкция, експлоатационните условия и климатични характериситика на района, в който се намира сградата.

Фиг. 30: Термомост в некачествено поставена изолация

2.2.Технология на изработка на фасадна изолация

[28]

Изработването на топлоизолация е специфична работа, която ако не бъде изпълнена правилно може да има лош ефект и невъзвръщаемост на инвестицията. Важни са, както технологията на изработка и индивидуалните умения на изпълнителя, така и използваните материали и правилното им съчетаване. Съществуват известни разлики между направата на изолация на блок и къща, но те не са принципни - при

къщите просто има по-голямо разнобразие от приложими технологии и материали.

— Монтаж на изолационните платна

за да бъде ефективна изолацията, трябва да се използват топлоизолационни платна с дебелина минимум 5см за XPS и EPS. С такава дебелина се достига нормативно определения коефицинет на топлопреминаване Umax за външни ограждащи конструкции според наредба N18 на МЕЕР. Топлоизолационните платна се закрепват към фасадата посредством лепило и дюбели. Лепилото се нанася "на гребен" с назъбена маламашка, равномерно по цялото платно или на купчинки и ивици, като контактната повърхност трябва да бъде поне 40% от повърхността на платното. Монтажа на платната се извършва в посока отдолу-нагоре, с което се гарантира по-доброто уплътняване на фугите между отделните платна. След залепването, платната се занитват с помоща на специални дюбели, като се поставят толкова на брой, колкото е небходимо, но не по-малко от 10 на квадратен метър. При тухла се използват специализирани дюбели за тухла. Около прозорците се залепват ленти от XPS 2см, ако позволява дограмата. Важен момент при монтажа на платната е, че трябва да се покрие поне 20см горната панелна фуга, за да се гарантира непроникването на вода в жилището. На фиг.31 е показан процеса на монтаж на изолационните платна.

Фиг. 31: Монтаж на изолационни платна

— Ъглови профили и предварителна шпаковка

След монтажа на топлоизолационните платна се прави първата шпакловка със специализирано лепило за топлоизолации. Това лепило освен повишена якост на сцеплене с полистироловта основа, съдържа и

полипропиленови или полиестерни фибри, които повишават пукнатиноустойчивостта на шпакловката. Предварителната шпаковка се извършва само с лепило и има за цел да създаде добра основа за втората шпакловка с мрежа, а също така и да запълни фугите между платната, както и да изравни някои неравности. Заедно с шпакловката се монтират и пластмасови ъгълчета с мрежа на всички ръбове (без долния, с изключение на балконите). Целта им е от една страна да заздравят тези най-слаби места, а от друга да придадат по-добър естетически вид. Това е демонстрирано на фиг.32.

Фиг. 32: Предварителна шпакловка

— Основна шпакловка с мрежа

След изсъхване на първата шпакловка се извършва основната, която се прави със стъклена алкалоустойчива армираща мрежа с тегло 145 гр/m. Мрежата трябва да покрива цялата изолация — не трябва да остават места без мрежа. Застъпването между отделните мрежи трябва да е мин. 6 см, за да се гарантира хомогенноста на структурата. За шпакловката отново се използва специализирано лепило за топлоизолация, тъй като освен по-добрите си механични свойства, то има и повишена водоотблъскваща способност. Друг важен елемент от изолацията е защитата на горния ръб, тъй като той е най-силно подложен на ерозионното действие на стичащата се по фасадата вода. Освен непосредствената опасност от попадане на вода зад изолацията и измиването на мазилката в горната част, съществува опасност и от замръзване на мократа мазилка зимно време, при което тя лесно се пропуква, заради увеличиения обем да водата. За да се защити изолацията от тези наблагоприятни въздействия, горният ръб се намазва с хидроизолационна силиконова паста, след което се монтира козирка с водокап от поцинкована ламарина с ширина 14см. Козирката се закрепя плътно към фасадата с помоща на дюбел-пирони, след което

отново се уплътнява с хидроизолационната паста. Така направената хидрозащита гарантира, че водата няма да прониква зад изолацията и няма да мокри ръба, а ще бъде изхвърляна навън от водокапа. Друг специфичен момент е долния край на прозореца - там задължително се монтира перваз (ако няма такъв), който трябва да излиза от 2-5 см напред спрямо повърхноста на изолацията. Первазът предпазва както от проникване на вода в жилището и зад изолацията, така и от интензивното мокрене на мазилаката под прозореца (Фиг.33).

Фиг. 33: Основна шпакловка

— Мазилка

- след завършването на изолацията, тя трябва да бъде защитена от въздействието на водата и слънчевите UV лъчи, а също така да и се придаде добър външен вид. Това се постига с нанасянето на мазилка. Мазилката трябва да е здрава с добра пукантиноустойчивост, а същевременно и паропропусклива, за да не запечатва изолацията. На пазара има голямо разнообразие от видове с различни цени и качества, но не всички са подходящи за фасадната топлоизолация. Важно е мазилката да има висока механична якост на сцепление с основата, добра паропропускливост и естетичен външен вид (Фиг. 34).

Фиг. 34: Поставяне на мазилка

3. Соларни панели

[65]

[29] Често високата първоначална цена на системите PV, ST и SVP им пречи да бъдат включени в съвременото строителство. Въпреки това, с по-добри стимули, технологични подобрения и повишаване на цените на електроенергията, енергията от слънчеви източници ще стане по-конкурентоспособна по отношение на разходите. Новото строителство, подготвено за консумация на слънчева енергия, ще бъде в състояние да се възползва от ползите му. Трябва да се обърне внимание че има причини, някои сгради да нямат възможност за такъв тип инсталации и изпълнението им е технически невъзможно.

Планирането за евентуална инсталация на слънчева система при проектирането на сграда може значително да даде положителен икономически ефект. Ефективността на инсталацията може да се увеличи максимално и разходите да се сведат до минимум, като се разберат изискванията на тези системи и се отчетат при проектирането и строителството на сградата.

Ефективността на системата е друг важен фактор в икономиката на PV, ST и SVP системи. Подобно на ефективността на инсталацията, производителността на системата може да се увеличи максимално чрез планиране напред по време на проектирането на сградата

Има много предимства на слънчевата електроенергия, но най-важното е че при използването им не се отделя CO2 — слънчевата електроенергия е зелена възобновяема енергия и не отделя вредни емисии на въглероден двуокис или други замърсители. Типичната домашна слънчева фотоволтаична система може да спести почти два тона въглерод годишно. [30]

Електроенергийните системи на слънчевия панел улавят енергията на слънцето с помощта на фотоволтаични клетки; те са известни също като фотоволтаични панели (PV). Клетките превръщат слънчевата светлина в електричество, което може да се използва за работа с различни видове уреди и осветление. Те не се нуждаят от директна слънчева светлина , а могат да генерират електричество в облачен ден и обикновено се монтират на покрива на сградата (Фиг. 35).

Фиг. 35: Соларни панели монтирани на покрив на сграда

[31] Най-важните компоненти на PV клетката са два слоя полупроводников материал, обикновено съставен от силиконови кристали. Самият кристализиран силикон не е много добър проводник на електричеството, но чрез различни примеси, средата става благоприятна за пренос на електричество..

Към долният слой на PV клетката обикновено се обработва с химическия елемент бор, който се свързва със силиция, за да засили положителния заряд (P), докато горният слой е обработен с фосфор, който се свързва със силиция, за да засили отрицателния заряд (N).

Повърхността между получените полупроводници тип "P" и "N" се нарича P-N връзка. Движението на електроните в тази повърхност създава електрическо поле, което позволява на електроните да се движат между двата слоя P и N.

Когато слънчевата светлина навлезе в клетката, енергията й освобождава електроните в двата слоя. Поради противоположните заряди на слоевете, електроните искат да преминат от слой N до слой P, което се възпрепядства от наличието на електрическо поле. Наличието на външна верига (от проводници), обаче, осигурява необходимата пътека за електроните, като така се образува електричество за външни цели.

Електричеството, генерирано от слънчеви панели, доставя нуждите на място, а електрическата мрежата осигурява допълнително електричество, ако е необходимо. Когато сградата генерира повече

електроенергия, отколкото тя консумира, електричеството се подава обратно в мрежата. Той е много ефективен за административни сгради, големи магазини и производствени предприятия.

Друго предимство, което осигуряват слънчевите панели, е, че те произвеждат електричество, когато и където силата е най-ценна. В много региони, например, върхът на търсенето на енергия е следобед в горещи, слънчеви дни, когато използването на климатизация е високо и когато слънчевият панел работи на пълна мощност. По този начин тези системи помагат на комуналните компании да задоволят върховото търсене, без да се използват електроцентрали, които са скъпи и отговорни за замърсяването на въздуха.

Фотоволтаичните системи също така намаляват натоварването на електроразпределителното и предавателното оборудване, като позволяват на жилищата и бизнеса първо да изтеглят енергия на място, и не разчитат изцяло на електрическата мрежа. Ползите са двойни: използването на електроенергия на място предотвратява неефективността на транспортиране на електроенергия на дълги разстояния, а системите на място потенциално позволяват на предприятието да отложи скъпи подобрения на своята инфраструктура.

[29] За да бъдат ефективни, соларните системи трябва да бъдат изпълнени технически правилно и оразмерени коректно спрямо потреблението на съответната сграда. Панелите могат да бъдат поставяни на завършена нова конструкция или на обновена, спрямо изискванията за енергийна ефективност, съществуваща сграда. Част от основните изисквания за монтаж са:

— Избягване поставянето на соларни панели по сенчести зони от покрива (Фиг. 36) — Работата на фотоволтаичните панели е изключително податлива на засенчване. Когато сянката попада върху фотоволтаичен панел, тази част от панела вече не е в състояние да събира слънчевата радиация от високоенергийни лъчи. Ако това засенчване се случи по време на пиковите часове на работа (10:00 - 14:00), производството на панела може да бъде значително намалено.

— Закони за зониране — Важно е да знаете и разберете местните закони за зониране и как те влияят върху инсталацията на слънчевите панели и запазването на достъпа до слънчевия ресурс. Имоти разположени в рамките на исторически райони или с особена функция, могат да бъдат обект на допълнителни ограничения.

— Разположение на соларните панели — В много случаи покривът е най-доброто място за PV или ST система. Това е удобно място, тъй като е извън пътя и обикновено не се затъмнява. В допълнение към местата на покрива, има много други области, които също правят добри места за колекционери. Някои от тях включват зоните за паркиране, големи парцели земя или на фасадата, в зависимост от разположението спрямо слънцето.
— Съобразяване с конструкцията на покрива — Важно е да се увеличи максимално размерът на свободната площ на покрива, където се очаква да бъде инсталирана системата и да се избягват зони с други конструктивни елементи и неравности. Различните типове покрив (плосък, наклонен) също имат своите особености и следва да се избере подходящата инсталация за тях.
— Теглото на покрива — Ако слънчевите колектори трябва да бъдат разположени на покрива на сграда, покривните конструкции трябва да бъдат проектирани така, че да поемат допълнителните натоварвания (статично натоварване и динамичното натоварване) на PV системата
— Въздействие на вятъра — Покривните конструкции трябва да бъдат проектирани така, че да поемат динамичните натоварвания от вятъра, въздействащи върху слънчевите колектори. Натоварването на вятъра зависи от местоположението на сградата, климатичните условия на района, ориентацията на колектора, височината на сградата, топографията на околностите и разположението на покривните зони на слънчевите колектори.
— Съобразяване със спецификациите на покривната конструкция — Ако покривът е проектиран така, че да издържа на допълнително натоварване от соларна инсталация, важно е тази информация да бъде записана, така че да не бъде преизчислявана от проектантите и монтажния екип на соларните панели.
— Мерки за безопастност — Независимо от местоположението на слънчевата система винаги трябва да бъдат предприети подходящи мерки за безопасност. Поддръжката, ремонтът или проверките на слънчевата система изискват разработването на план за безопасност.

Фиг. 36: Покривно зониране на PV панели

4. Енергийно Ефективно осветление

Електрическата енергия, която се използва през целия жизнен цикъл на една електрическа крушка струва от 5 до 10 пъти първоначалната покупна цена на самата крушка.

Традиционните електрически крушки за осветление вече не се произвеждат, тъй като те използват много енергия за производство на светлина и 90% от използваната енергия се отделя като топлина.
През 2012 г. се появиха нови стандарти за осветление в световен мащаб и по този начин се появиха възможности за пестене на средства като LED, CFL крушки и халогенни лампи. Въпреки че първоначално могат да струват повече от традиционните крушки, по време на техния живот те пестят пари, защото използват по-малко енергия, което ги превръща в добър спътник в превръщането на сградите и съоръженията в енергийно ефективни (Табл.1).

Обикновенна крушка	Лумени	CFL еквивалент	LED еквивалент
40W	450 lm	9W	5-10W
60W	800 lm	15W	12W
75W	1100 lm	18W	14W
100W	1600 lm	23W	16-20W
150W	2600 lm	40W	25-28W

Табл. 1: Сравнителни стойности на осветление в зависимост от използваното напрежение при обикновена, LED и CFL крушка

4.1 CFL Осветление

Осветителните тела CFL (Compact Fluorescent Lights) (Фиг. 37) представляват смалена версия на флуоресценти с пълен размер. Те се завиват в стандартни лампи и излъчват светлина, която прилича на обикновените крушки с нажежаема жичка, а не като флуоресцентното осветление, което свързваме с фабриките и училищата.

Фиг. 37: CFL крушка

Основни предимства
1. Ефикастни — CFL крушките са четири пъти по-ефективни и са с продължителност до 10 пъти по-дълга от тази наобикновените крушки. Корпусът с 22 вата има приблизително същата светлинна мощност като 100 ватова нажежаема жичка и съответно използват 50 - 80% по-малко енергия от нея.
2. Изгодни — Въпреки, че първоначално по-скъпи, тези крушки спестяват пари в дългосрочен план, защото използват 1/3 електричество и издържат до 10 пъти по-дълго от обикновените крушки. Единичната CFL с 18 вата, използвана вместо 75 ватова крушка с нажежаема жичка, ще спести около 570 kWh през целия си живот. При 16 лева на kWh това се равнява на спестявания от 90 лв.
3. Намаляват замърсяването на въздуха и водите— заместването на една обикновена крушка с CFL крушка ще предотврати изпускането на половин тон въглероден диоксид в атмосферата по време на екплоатацията й. Ако всички в САЩ използват енергоспестяващо осветление, 90 от електроцентралите със средни размери могат да бъдат закрити. Спестяването на електроенергия намалява емисиите на CO2, серен оксид и ядрени отпадъци с високо ниво на опастност.
4. Висококачествена светлина — новите крушки дават топла, привлекателна светлина вместо "студената бяла" светлина на по-старите модели.
5. Разнообразие — Крушките могат да се използват навсякъде, където и обикновените.

4.2 LED Осветление

LED/ Светодиодите (Light Emitting Diodes) (Фиг. 38) са твърди електрически крушки, които са изключително енергийно ефективни. Когато се разработват за първи път, използването им се ограничавало

до плагането им като единична крушка в уреди като панели за инструменти, електроника, коледни светлини на открито и на открито и др.

Фиг. 38: LED крушка

Производителите разширили приложението на светодиодите чрез "клъстеризиране" на малките крушки. Първите групирани крушки били използвани за акумулаторни батерии като фенерчета и фарове. Днес LED крушките са изработени с помощта на 180 крушки на клъстер и обвити в дифузерни лещи, които разпространяват светлината в по-широки лъчи. Предлагат се със стандартни бази, които отговарят на обикновените битови осветителни тела, което спомага за създаване на следващото поколение в домашното осветление.
Значителна особеност на LED осветлението е, че светлината е насочена, за разлика от крушките с нажежаема жичка, които разпространяват светлината по-сферично. Това е предимство за вградено осветление. Новите LED дизайн на крушката са насочени към това ограничение на посоката, като се използват дифузерни лещи и рефлектори, за да се разпръсне светлината повече като крушка с нажежаема жичка.
Високите разходи за производство на светодиоди са били пречки за широко използване. Въпреки това, изследователи от Purdue University разработили процес за използване на евтини силиконови компоненти, за да заменят скъпата технология, използваща сапфир. Това бързо доведе до конкурентно ценообразуване спрямо стандартните осветителни тела. LED крушките вече са стандарт за повечето осветителни нужди.

Предимства на LED светлинни крушки:
1. Дълготрайни — LED крушките издържат до 10 пъти по-дълго от компактните флуоресцентни лампи и 40 пъти по-дълги от обикновените крушки с нажежаема жичка.

2. Трайни — Тъй като светодиодите нямат нишка, те не се повреждат при обстоятелства, при които би била счупена обикновена крушка с нажежаема жичка. Тъй като те са здрави, LED крушки държат по-добре при транспорт и монтаж.
3. Не се нагряват— Тези крушки не предизвикват натрупване на топлина; Светодиодите произвеждат 3.4 btu/час, в сравнение с 85 btu/час за лампи с нажежаема жичка. Общите крушки с нажежаема жичка се нагорещяват и допринасят за натрупването на топлина в помещението, което също е предпоставка за пожар. Светодиодите предотвратяват това натрупване на топлина, като по този начин помагат за намаляване на разходите за климатизация в дома.
4. Не съдържат живак — В производството на светодиоди не се използва живак, което е по-природосъобразно.
5. По-ефикасни — Светодиодните крушки използват само 2-17 вата електричество (1/3 от 1/30 на нажежаемата или CFL). Светодиодните крушки, използвани в осветителните тела вътре в дома, пестят електроенергия, не се нагряват и спестяват пари за разходите за подмяна, тъй като светодиодните крушки са по-дълготрайни. Малките крушки с LED светкавици ще удължат живота на батерия с 10 до 15 пъти по-дълго от крушките с нажежаема жичка.
6. Рентабилен — Цената на новите LED крушки е намаляла значително през последните няколко години и продължава да намалява.
Поради изискването за ниска мощност на светодиодите, използването на слънчеви панели става по-практично и по-евтино, отколкото да се използва електрическа енергия или да се използва генератор за осветяване в отдалечени или извън мрежата зони. Светодиодните крушки са също идеални за използване с малки преносими генератори, които се използват за резервна мощност при спешни случаи.

5. Системи за охлаждане

Несъмнено най-популярния метод за охлаждане са климатиците. Те използват същият оперативен принцип и компоненти като хладилника. Климатикът охлажда чрез студена вътрешна намотка наречена изпарител, а кондензаторът, гореща външна намотка, освобождава събраната топлина отвън. Компресорна помпа, премества флуид за пренос на топлина (или хладилен агент) между изпарителя и кондензатора, чрез който въздухът се охлажда (Фиг 39) [34].

Фиг. 39: Принцип на действие на климатика

Съществуват два основни типа климатици:

— Инверторни климатици (инвертори) — осигуряват охлаждане на единични помещения, което ги прави по-евтини за работа, но с по-малка ефективност.
— Конвенционални климатици (сплит системи) — притежават значително по-голяма мощност, предназначени да поддържат микроклимата в големи като обем многобройни помещения и цели сгради. Характеризират се с висока ефективност, ниски нива на генерирания шум, свобода на избор по отношение на място на разполагане и вид на вътрешното тяло.
— Системи за централна климатизация — Системите за централна климатизация са предназначени предимно за поддържане на микроклимата в големи като обем помещения, например търговски центрове, ресторанти, кина, концертни зали, производствени халета и т.н. Използват се когато е необходимо едновременното климатизиране на голям брой помещения или на сградата като цяло. Централната климатизация включва комплекс от различни мероприятия, чрез които се осигурява подаване на достатъчно количество външен въздух за осигуряване на добра вентилация. Осъществява се автоматично регулиране на температурата и влажността на въздуха чрез нагряване, охлаждане, овлажняване или изсушаване, предвижда се пречистване на въздуха от прах и различни механични примеси и др. Към системите за централна климатизация се включват секционните климатични камери, въздухоохлаждаемите водоохлаждащи термопомпени агрегати (чилъри), многозоновите климатични системи (VRV/VRF) и покривните климатици (Rooftop).

Макар, че не всеки климатик е енергийно ефективен, всеки климатик има рейтинг на енергийната ефективност, който изброява колко Btu (британски термични единици) на час се отделят за всеки ват мощност, която тегли. За инвертрони климатици тази оценка на ефективността е съотношението енергийна ефективност или EER (Energy Efficiency Ratio). За централните климатични системи това е сезонното съотношение на енергийна ефективност или SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio). Тези оценки са отпечатани на етикет (Energy Guide Label), който трябва да бъде видимо прикрепен към всеки уред. Много производители на климатици участват в програмата за етикетиране на EnergyStar®. Етикетираните уреди означават, че имат високи оценки за EER и SEER. Като цяло новите климатици с по-високи нива на EEP или SEER са по-скъпи, но първоначалната инвестиция се възвръща няколко пъти по време на използването на продукта, а спестената енергия допринася за квалифицирането на сградата, като ги използва като енергийно ефективни и "зелени". Това е особено важно, ако климатикът се използва често. [34]
Други важни фактори, които трябва да се имат предвид при избора на климатик, са местен климат, височина на помещението, засенчване, размери на отворите и т.н. Разумното планиране преди инсталирането на климатик ще спести енергия и пари. Уредът трябва да бъде добре изчислен и изравнен, когато е монтиран, така че цялата система и използваните механизми да работят ефективно.

6. Въздушни (Термо) завеси

На много обществени места като магазини, търговски центрове, индустриални халета, обществени сгради и др. Входните врати остават отворени за дълго време през деня. Това води до огромни загуби на енергия за отопление/охлаждане но също и за дискомфорт на потребителите. Едно от най-ефективните решения за преодоляване на този проблем са термозавесите. Те имат редица предимства:

- осигуряват благоприятен вътрешени климат
- предотвратяват течения
- недопускат влизането на насекоми, миризми, прах и други замърсители
- безшумен режим на работа
- възпрепядстват влагата
- осигуряват минимална енергийна загуба

[36] Термозавесите създават невидима въздушна бариера между студено и топло помещение, чрез циркулиращ около отвора въздух, като възпрепядсват топлия въздух през зимата и студения въздух през лятото да излизат навън (Фиг. 40 и Фиг. 41). Това е изключително полезно при

отопляемите обществени сгради, големи халета със секционни врати, складове с хладилни камери и др.

Фиг. 40: Смесване на студен и топъл въздух при отворена врата

Фиг. 41: Въздушна бариера при отворена врата

Въздушна бариера при отворена врата

[37] При избор на най-подходящия тип термозавеса трябва да се съобрази следното:

- Силата и интензитета на вътъра в района на монтаж
- Температурните разлики

- Да се избере правилната височина на инсталиране спрямо обхвата на въздушната струя на термозавесата, за да бъде покрита цялата повърхност на отвора (Фиг.42).
- Ако отворът е твърде широк, възможна е комбинацията на два или повече уреди един до друг за да се покрие цялата ширина.
- Уредите трябва да се поставят възможно най-близко до отвора.
- Ако има разлики в налягането между две помещения, които искаме да разграничим, трябва да съобразим избора си на уред.

Фиг. 42: Поведение на въздушна завеса в зависимост от височината на монтаж

Съществуват две възможности за монтаж: вертикален, непосредствено до отвора и хоризонтален, над отвора.
При независимо изследване на компания производител на термозавеси е изчислено, че с правилна инсталация и експлоатация на трмозавеса, могат да се спестят до 50% от енергийните загуби, което значително би олекотило бюджета и би допринесло за по-висока енергийна ефективност.

Макар работещи на електричество, въздушните завеси представляват добра алтернатива за възпрепядсвие на енергийни загуби за отопление/охлаждане при невъзможност използването на врата (Фиг. 43). Обикновенно уреда може да се комбинира с превключвател, който да го включва и изключва, при отваряне и затваряне на вратата.

Фиг. 43: Икономически ефект от поставена въздушна завеса в индустриално помещение

7. Дограма

Дограмата е едно от най-важните неща в един дом, в обществени и промишлени сгради. Осигурява комфорт, добра изолация от външните климатични условия и намалява разходите за отопление през зимата или за охлаждане през лятото, което я превръща вдобър съюзник в подобряване енергийната ефективност на сградата.
Пазарът за дограма в наши дни е изключително разнообразен. Сега за потребителите има много повече избор отколкото преди 10 години. Най-често предпочитани са алуминиева или пвц дограма, като всяка от тях има своите предимства и недостатъци. Изборът е съобразен според собствените потребности и нужди.
За да се прецени правилно дали **алуминиева, пвц или дървена дограмата** е по-добрият избор, трябва да се познават техните характеристики. [38] Топлоизолацията на прозореца води до повишаване на конфорта на помещението и се измерва с коефициента на топлопреминаване на целия прозорец (Uw). Колкото по-ниска е стойността на този коефициент, толкова по-добра е топлоизолацията. **(Uw)** се определя по формула, включваща характеристиките на трите най-важни компонента на прозореца:
– **(Uf)** – коефициент на топлопреминаване на профила/рамката (W/m².K)

– (**Ug**) – коефициент на топлопреминаване на стъклопакета (W/m².K) –
– (**Psi- стойност**) – коефициент на линейно топлопреминаване по контактната повърхност между прозоречната рамка, стъклата и дистационерната рамка (W/m.K). Ако коефициента на топлопреминаване е под 1,3 W / m² K, говорим за изключително енергоефективна дограма. Освен броя на камерите в профила важни са и **характеристиките на стъклопакета** – какви по качества стъкло, брой камери и вид дистанционер вложен в него.

7.1 Алуминиева дограма

[39] Алуминиевата (метална) дограма намира приложение в строителството от над 500 години. През всичките тези години насам днешната алуминиева дограма претърпява значителни метаморфози в своята изработка и технологично развитие. В древните времена прозорците са се изработвали основно с железен обков, но през 60-те години на XIX в. в Обединеното Кралство и Холандия е започнало масово производство на алуминиеви профили. В България алуминиевата дограма навлезе по-трайно в края на 90-те години на миналия век.
Използването на желязото за изолация само по себе си е рационална и практична идея, тъй като твърдостта на материала не позволява огъване, счупване или друг вид повреда. В същото време металът е много добър топлопроводник и не се влияе от капризите на атмосферните условия.

Алуминиевата дограма е добър избор поради няколко причини [40]:

- Алуминият е изключително здрав и устойчив материал. Той трудно се разваля под действието на тежки атмосферни условия като силен вятър или дъжд. Материалът се използва както за строителството на нови сгради, така също и при реставрацията на стари.
- Защита от UV лъчи
- Дълготрайност на материала
- Освен дълготрайността си, тази дограма дава възможност за неповторими жилищни интериори.
- Гъвкавост, даваща възможност за раз;ични архитектурни решения

Алуминиевата дограма обаче има един сериозен недостатък – допуска образуването на конденз.

7.2 ПВЦ Дограма

ПВЦ дограмата отдавна е доказала във времето своите неоспорими качества. Този тип дограма се произвежда от Polyvinyl Chloride (C2H3Cl) или съкратено PVC. Именно тя се предпочита най-много от потребителите в България и на европейския пазар заради редица предимства:

- Кондензира много по-малко влага от алуминия
- Защита от ултравиолетовите слънчеви лъчи.
- Отлични топло- и звукоизолационни свойства
- Позволява поставянето на специален обков с многоточково затваряне
- Задържа по-успешно топлината в помещението
- Приемливи цени за доброто й качество.
- Добър температурен диапазон – от -50 до +60 градуса по Целзий, което я прави идеална за европейския климат.
- Изисква минимална поддръжка - не се нуждае от боядисване, третиране със специални препарати, а просто от измиване с мека кърпа и препарат.
- Лесна за изработка и монтаж по-лесно, заради природата на самия материал, който, естествено е мек и гъвкав
- Възможност за боядисване и нанасяне на различни защитни лакове
- Могат да се поставят всички видове звукоизолиращи и термоизолиращи стъкла
- Екологично чист продукт.

ПВЦ дограмата има и някои недостатъци като например — [41] Вследствие на дълго излагане на силно слънце по-некачествената (т.е. по-евтината) дограма пожълтява, по-уязвима е на механични повреди (одраскания, удари). PVC дограмата старее по-бързо от алуминия (20-30 години), защото е с органичен произход. Но пък доказаните фирми, производители на пвц дограма развиват своите технологии, влагайки усъвършенствани съвременни модификатори, удължаващи експлоатационния срок и способстващи за по-малката промяна на външния вид във времето.

[42] Основният двигател за развитието на прозоречните системи в Европа винаги е била енергийната криза. Ако бъде измерено количеството студен въздух, който прониква в къщата със стари прозорци през зимата, става ясно, че икономиите при смяна прозорци, могат да бъдат много големи.
Пропускливост на въздуха е характеристика, която може лесно да бъде

измерена лабораторно. Пропускливостта на въздуха на модерен PVC прозорец се измерва на ниво от 0.1-0.3 m³ на час. За сравнение: през дървени прозорци на остаряла конструкция от 70-80 години на XX век преминава 40-60 m³ въздух на час.

Първите PVC прозорци се появяват през 50-те години на двадесети век, осигуряващи безпрецедентни до този момент комфортни условия. През следващите четиридесет години към прозоречните системи са добавени отделни елементи, но те променят прозореца много малко.
Прозоречната система остава с– едно-, дву- или трикамерен профил с ширина приблизително 60 мм, обикновено стъкло, отварящи се навътре и навън, еднокрили и двукрили, наклонени и въртящи се.
Първо, на пазара се появяват по-силни профили – дебелина 70 мм, 80 мм, 86 мм или повече. Произвеждат се трикамерни и вакуумни стъклопакети. Увеличава се дълбочината на профила и броя на камерите.
Появяват се енергоспестяващи стъкла с магнетронно разпрашване, които отлично запазват топлината през зимата и предпазват от прегряване през лятото. Технологията им е такава: сплави от титан и други метали се нанасят на много тънък слой върху повърхността на стъклото. Този слой екранира топлината вътре в помещението и / или отразява лъчите на слънцето през лятото. Промяната на сплавите, защитните покрития, конструкцията на обкова стават по-удобни за прозорците и потребителите. Конструктивните механизми непрекъснато се усъвършенстват. Съответно, днес по-търсени са тези системи, които съхраняват повече топлина. И то в различни аспекти: през зимата те трябва да съхраняват топлината, така че загубите да са възможно най-малко. През лятото трябва да предотвратяват прегряване на стаята.

[43] Новите енергооптимизирани пластмасови прозорци на германската фирма SCHÜCO намаляват с до 33% енергийната нужда (Фиг.44). В една еднофамилна къща може да се спести до 1441 литра гориво за отопление на година. Едновременно с това се спестяват на околната среда около 4.546 кг. въглероден двуокис на година. Освен с иновативната си профилна технология, енергоспестяващият прозорец предлага предимства като висока шумоизолация и устойчивост на атмосферни влияния.

Фиг. 44: Енергооптимизирана ПВЦ дограма SHÜCO

Новост е тенденцията за дигитализация в технологиите за прозорци. Съвременният прозорец трябва да бъде „дигитализиран“, реализиран с цифров модел, използващ технологиите BIM **(Building Information Modeling).** В прозоречната система могат да се интегрират различни допълнения, които дават на прозореца нови функции: от плазмения панел, възпроизвеждащ ландшафта в 3D, до прогнозата за времето. Прозорецът може да изпълнява дори функцията на домашен компютър. Засега обаче няма сигурни варианти, които да бъдат пуснати в масовото производство (има само експериментални такива), но очевидно новата ера на прозорците не е далеч.

Прозорците могат да бъдат и част от системите на пазара предлагащи функции за “умен дом”. Според системата, инсталирана в интелигентната къща, собственикът може да бъде на хиляди километри, но в същото време да управлява топлината в къщата и инженерните системи, включително и прозорците през мобилно приложение. Възможно е системата да се проектира така, че отоплителните тела да загряват по-малко, когато прозорецът е открехнат например. Прозорецът в бъдеще ще бъде управляван (отваряне, затваряне, включване на засенчване и т.н.) от сигнала на смартфона или със специална дигитална карта.

III Иновативни подходи за подобрение на енергийната ефективност на съществуващи сгради и съоръжения

1. Системи за управление на сградата

[44] Ако анализираме количеството енергия, изразходвано от всеки сектор в сградата въз основа на отчетените годишни енергийни данни, (Фиг. 45) енергийното крайно потребление на търговската сграда например е за осветление (20,2%), за отопление (16,0%), охлаждане (14,5%), вентилация (9,1%), хладилници и фризери (6,6%), други (33,6%), първична енергия [44.1].
Тези факти показват, че около 60% от крайното потребление на енергия (т.е. осветление, отопление на помещенията и охлаждане, вентилация) по някакъв начин е могат да бъдат свързани със системата за управление на сградата.

Фиг. 45: Разпределение на енергийното потребление в сграда

Редица проучвания показват, че оптималните стратегии за контрол и диагностиката на грешките могат да намалят енергийните загуби и да подобрят цялостната енергийна ефективност на сградата чрез система за контрол на сградата (вж. Таблица 2).

References	Saving percentage	Study type
[44.2]	25%–45% of energy used by HVAC system is wasted due to faults	Review
[44.3]	4%–20% of energy consumed by HVAC, lighting, and larger refrigeration system in commercial building	Comprehensive review based on field data & survey
[44.4]	variable refrigerant flow air conditioning system can save 27.1%–57.9% energy compared to VAV AC system	Case study by simulation
[44.5]	Energy savings up to 30.4% were achieved during the summer season by using optimal setpoint control comparing with fixed temperature setpoint	Case study with simulation
[44.6]	The centralized and the distributed MPC strategies can reducing the energy consumption with 13.4% comparing to conventional P, PI, On/OFF control (for a selected day)	Case study with simulation
[44.7]	MPC with rule extraction for optimizing control sequences for window operation in mixed-mode building show the ability to save upwards of 40% of cooling energy through near-optimal night cooling strategies	Case study with EnergyPlus simulation

Табл. 2: Спестявания при интегриране на система за управление

Най-общо казано, системата за контрол на сградите налага задачи и контролира компонентите на сградните системи, за да поддържа желаните условия в средата, като управлява включването и изключването на уредите или модулира сигналите към тях. В зависимост от усъвършенстването на системата за управление, различни сензори, подчиняващи се на програмна логика, карат оборудването и системите да работят по предписан начин, спрямо изискванията на сградата и обидателите и. За всяка сградна HVAC система (система за отопление, вентилация и климатизация (ОВК)), ако бъде конфигурирана правилно според местните климатични условия и поведението на потребителите, съществува предпоставка за редица преимущества от енергийно-ефективна гледна точка.
Подобни системи могат да бъдат вградени както в нови, така и в стари сгради, в производството и земеделието.

Компанията Schneider Electric, която разработва технологии и решения за управление на енергията и процесите по безопасен, надежден, ефективен и устойчив начин, представя автоматизираните системи за управление на сгради и захранване като огромна възможност за интелигентните сгради, които насърчават продуктивността на обитателите и осигуряват оптимална енергийна и работна ефективност.

[45] **"Smart Home"** или **“Smart House”** е термин, който обикновено се използва за определяне на жилище, което има уреди, осветление, отопление, климатици, телевизори, компютри, развлекателни аудио и видео системи, системи за сигурност и камери, които са способни да комуникират помежду си. Контролирани дистанционно по график, от

всяка стая в дома, както и дистанционно от всяко място по света през телефона или по интернет. Интегрирането на подобна система има редица предимства:

- Комфорт — удобство и спестяване на време
- Сигурност — Изграждането на система за дома или сградата от такъв тип, позволява освен всичките удобства и пестене на средства, сигурност. Система за видеонаблюдение и алармена система могат да информират при опасност – нарушител, авария, пожар чрез сигнализация и на телефона. Освен възможността собствеността да бъде наблюдавана от разтояние, може да бъде симулирано присъствие в къщата и апартамента, позволявайки да включването и изключването на осветлението на дома и различни уреди по всяко време.
- Енергийна ефективност — Нова важна черта на интелигентен дом е опазването на ограничените ресурси на Земята. Все повече и повече хора осъзнават способността да правят домовете си наистина умни - и зелени - като използват домашни контролери, интегрирани с всички домашни подсистеми, за да увеличат спестяванията, като контролират осветлението, покритията на прозорци, напояването и същевременно да наблюдават, ако са извън дома.
- Удобство по всяко време, навсякъде — Много домашни контролери разполагат с вградени мониторингови системи, при които те изчисляват и регистрират използването от всички свързани устройства, като придават на собственика на дома повишена информираност и знания, за да направят необходимите промени. Тези системи могат дори да бъдат достъпни през интернет от всяка точка на света, така че собствениците на жилища да могат да коригират консумацията по всяко време, навсякъде.

[46] Определението за умна сграда или казано по друг начин интелигентна, автоматизирана сграда, варира. Въпреки това, тези термини обикновено се отнасят до сграда, в която поне една система, като например за пожарна безопасност, телекомуникации, сигурност и подобни, е контролирана от компютри и е програмируема. Системите за автоматизация на сгради са често срещани в новопостроените сгради, но днешните технологии позволяват да се повиши продуктивността на сградата и нейната енергийна ефективност, независимо от годината на построяване

Internet of Things (концепция за компютърна мрежа от физически обекти (устройства, превозни средства, сгради и други предмети и вещи[47]), притежаващи вградени електронни устройства за взаимодействие помежду си или с външната среда предостави много възможности за управление на сгради, като едновременно с това нужното оборудване става все по-евтино и достъпно. Цената на различните компоненти за автоматизиране на сграда се понижиха, след като започнаха да се използват от повече бизнеси. Например, компоненти за интелигентно осветление могат да се закупят за около $50 на брой, сравнено със $120 преди няколко години.

Системите за управление на сгради също станаха по гъвкави и евтини. Цената на безжичен сензор, който се използва за събиране на информация от информационната система на сградата, е спаднала под $10 на брой, значително понижаваща цялостната цена за движено от данни управление на сграда:

Според френската строителна фирма Saint Gobain, съществуват и други области, които могат да се подобрят чрез новите технологии за управление на сградите, като:

Умни асансьори

Автоматизираните асансьори позволяват по-бързо придвижване, използвайки по-малко енергия от старите модели. Те също така предоставят данни на техниците в реално време, за да се предотвратят спирания и други проблеми.

Умно осветление

Умните осветителни системи могат да подобрят енергийната ефективност на сградите. Те могат да се имплементират чрез фотоклетки, отчитащи дали има някой в стаята, автоматизирано пускане и спиране в определен час и други. Те също така могат да предложат отчет на изразходваната енергия за избран период от време.

Умни охранителни системи

Съществуват различни системи за охрана и достъп, предлагащи визуално и гласово разпознаване, анализ на данни за човекопотока в сградата, както и централизиран контрол на достъпите на различни служители до различни части на сградата.

Имплементирането на централизирани системи и технологии за управление на процесите в сградите осигурява както повече контрол,

така и полезна информация. Тази информация може да се ползва за анализ и по-нататъшно подобряване на ефективността.

2. Лъчисто отопление

През последните години индустрията търси все повече енергоефективни решения за отопление и минимализиране на разходите за производство. Един от основните й проблеми е отоплението на сгради, халета, цехове, при които топлината излиза навън зареди редица фактори като: големи пространства, образуване на течение, постоянно отварящи се врати, лоша топлоизлация. Традиционните методи за отопление включват уреди, които нагряват въздуха в помещението, което в повечето случаи на практическа не е енергийно ефективно, тъй като топлия въздух се издига нагоре и често излиза навън през покрива и ограждащите стени.

[48] Компанията Redsun, която предлага на българския пазар лъчисто отопление, прави сравнение между ползите от него и стандартните методи на отопление. Конвенционалните системи за отопление (радиатори, конвектори, климатици, духалки и др.), топлят помещението на принципа на конвекцията. Отоплителните тела с конвенционален принцип на отопление, загряват въздуха, той става по лек и се издига към тавана, където по-студената повърхност на тавана го охлажда, той става по-тежък и отново се придвижва надолу до пода на стаята. Този цикъл се повтаря и предизвиква циркулация на въздуха в помещението, причиняваща неприятни разлики между температурата на въздуха от пода до тавана, както и разпространение на прах, дим, шум, миризма и емисии на CO2. Като резултат от по-ниските температури при пода на помещението се получава неприятният ефект – “студени крака” , което принуждава да се повиши температурата в помещението, респективно да се увеличи работата на отоплителните уреди, от там и повишаване на разхода на електрическа енергия. Повишаването на средната температура в помещението води до изсушаване на въздуха в стаята. Конвекторни уреди, използващи въздуха за пренос на топлината образуват силни въздушни течения, които сами по себе си изискват по-висока стайна температура за чувство на комфортна топлина. При отопление с климатик, духалка или конвекторен радиатор, усещането за топлинен комфорт е при 25°C-26°C. В повечето случаи датчика за температура при климатиците е високо горе във вътрешното тяло, което допълнително изисква зададена по-висока температура, защото както знаем топлото се движи нагоре. В такъв случай, ако средната стайна температура трябва да е 23°C-24°C, на климатика трябва да е зададена 28°C-29°C.

Една от последните технологии, която навлиза на пазара за отоплителни уреди е лъчистото отопление. Чрез него се изполва инфрачервена

радиация, излъчваща топлина, която се концентрира в зоните, където е необходима и се използва, а не се разпространява из цялото помещение и не изтича през ограждащите конструкции. Производителите на такъв вид отоплителни системи твърдят, че спестяването на енергия може да достигне до 70% при правилно инсталиране и експлоатация.

[49] Като всяко едно съвремено енергийно ефективно решение и идеята за лъчисто отполение се взаимства от природата. Най-големият лъчист отоплител е слънцето. Неговите инфрачервени лъчи пропътуват огромно разстояние до Земята без да губят много енергия, докато междинното пространство остава студено. Когато лъчите достигнат до земната повърхност или друг обект, те нагряват, а тази топлина загрява въздуха наоколо.

Поради силно изразеният топлинен ефект на инфрачервените лъчи, те успешно се използват за отопление. Това решение е изключително икономично, сравнено с масовите конвенционални уреди за отопление и се смята за енергийно ефективно, благодарение на преобразуваната до 98% електрическа енергия в инфрачервено излъчване. Поради факта, че въздухът не се ползва за транспортьор на топлинната мощност, се намаляват значително топлинните загуби, тъй като въздухът е добър изолатор, а не акумулатор на топлината.

[48] Иинфрачервените панели за отопление излъчват невидими инфрачервени лъчи, които директно затоплят твърдите обектите (под, стени, мебели, предмети, и т.н.) и телата в стаята**.** Въздухът остава с почти еднаква температура по цялата височина на помещението, разликата между температурите при пода и при тавана е в рамките на 2°C-3°C и ефектът “студени крака” намалява до нула. Най-добра ефективност от отопление с инфрачервени панели се регистрира при монтажа им на тавана в съответното помещение (Фиг. 46). При монтаж на тавана лъчистият инфрачервен уред има пълно покритие към цялото помещение, затопля основно пода и той от своя страна затопля въздуха от долу нагоре, по този начин, помещението е все едно с подово отопление. След проветряване на помещение отоплявано с инфрачервени радиатори, връщането на желаната стайна температура става значително по-бързо, поради факта че всички повърхности в помещението са топли и тъй като въздухът се затопля много лесно и бързо, са нужни само около 10-15 минути. Благодарение на факта, че повърхността на предметите, обектите и телата в стаята е с около 1°C по-висока температура от тази на въздуха в помещението, възможността заобразуване на конденз и мухъл в помещението, драстично намалява

Фиг. 46: Сравнение на разпределението на температурата между лъчисто отопление и стандартен уред за отопление

[50] Инфрачервените уреди за отопление се разделят на няколко основни групи:

1) Спрямо температурата на повърхността на излъчващия обект, респективно дължината на вълната:

– дълговълнови – с температура на повърхността около 100°C-120°C, във вид на панели с нагревател от карбон (въглеродни влакна с изключителна еластична якост, значително по-леки от стоманата, с около 3-4 пъти и от алуминия с 35-40%). Благодарение качествата на карбона, панелите с такъв нагревател са с експлоатационен живот до 100 000 часа работа. Използват се главно за битово отопление;

– късовълнови – с температура на повърхността на лампата 800°C-900°C, във вид на лъчисти печки с кварцови лампи запълнени със смес от различни газове. Лампите са със златно покритие за предотвратяване на вредно излъчване. Продължителност на експлоатационен живот на лампите 5000-6000 часа. Използват се главно за промишлено и индустриално отопление.

2)Спрямо енергийния източник, който използват:

– електрически;

– газови.

Поради факта, че инфрачервените уреди затоплят твърдите обекти, като стени, под, мебели, предмети и други, първоначалното затопляне може да отнеме малко повече време, но веднъж затоплени, тези обекти, отдават на въздуха акумулираната си топлина в дълъг период от време. Така се получава двойно отопление в помещението, веднъж от инфрачервения уред и втори път от затоплените твърди обекти, от там и голямата икономичност (Фиг. 47).

Фиг. 47: Сравнение на общи годишни разходи за отопление

Според вида и приложението си, лъчистото отопление се разделя на няколко вида [51]:

1. Подово лъчисто отопление (предпочитано е за домашно приложение)(Фиг.48)

Разделя се на три типа:

- С въздушно нагряване — използва се нагреавтел, чиято топлина се разпределя през система от тръби по въздушен път. Препоръчително е такъв тип система да се комбинира със соларни панели за по-добра ефективност.
- С електрическо нагряване — Представлява система от топлопроводими платки, през които зигзагообразно преминават медни или нихромни (сплав от хром и никел) проводници обвити във водонепропусклив полимер, които се нагряват чрез електричество.
- С хидравлично нагряване — Топлината се предава чрез водата от голям бойлер, през инсталация от тръби в пода. Това е най-рентабилния метод за подово отопление.

Фиг. 48: Монтаж на подово лъчисто отопление

2. Панели

Този тип панели могат да бъдат монтирани както на стена, така и на тавана. Най-популярни са тези, които работят на електричество, но тъй като не нагряват целия въздух и няма топлинни загуби, разходите за електроенергия намаляват. За ефективно отопление се избира моделът и мощността на уреда, в зависимост от характеристиките на помещението (площ, височина, предназначение, проветривост и др.). За предпочитане е да има леко застъпване на зоните, които лъченито от уредите покрива. Уредите нагряват мигновенно и позволяват зонирано отопление (в едно помещение могат да се постигнат различни температури). Изключително удобни са при високи тавани, големи индустриални помещения (Фиг. 49) (отоплява се там, където има работници), спортни (Фиг.50) и концертни зали. Възможно е използването на термостат и дистанционно управление на всяко от устройствата.

Фиг. 49: Лъчисто отопление на индустриално помещение с висок таван

Фиг. 50: Лъчисто отопление в спортна зал — тенис корт

3. Лъчисто отопление на открито

Принципът на действие на лъчистото отопление, прави възможно използването му и на открито (Фиг. 51), тъй като обектите и хората се нагряват директно. Уредите могат да работят на студени условия, преодолявайки течение и вятър. Могат да бъдат използвани в заведения, градини, оранжерии (Фиг. 52) и др.

.

Фиг. 51: Лъчисто отопление на открито

Фиг. 52: Лъчисто отопление в оранжерия

[52] Друго полезно приложение е използването на специализирани уреди за спешна помощ при извънредни ситуация, с цел превенция на хипотермия (Фиг. 53).

Фиг. 53: Уред HYPOTHERMSAVE® *за превенция на хипотермия*

[49] Основни предимства на лъчистото отопление:

- Консумира по-малко енергия, което ги прави енергийно ефективни;
- Отоплява големи помещения;
- Започва да нагряват от момента на включване;
- Не замърсява и не отделя вредни вещества;
- Възможност за настройване на желаната температура;

- Лесна инсталация (с изключение на подовото отопление) и поддръжка;
- Безшумно;
- Възможност за зонирано отопление;
- Разнообразие на модели уреди, в зависимост от експлоатационните условия;
- Възможност за изполване на дистанционно управление, термостат и смарт системи.

3. Енергийно ефективни материали

С напредването на технологиите, пред архитектите и строителните инженери се откриват нови възможностите за дизайн и архитектура, съюзявайки се с компютърни специалисти и учени за да намалят вредните емисии в строителството. Разработват се нови материали, които са природосъобразни, без негативен ефект върху околната среда. [53]

3.1 Стъкла за прозорци

Учени от университета в Принстън прогнозират, че прозорци, чиито стъкла са произведени благодарение на нанотехнологиите могат да спестят до 40% от разходите за енергия. Изследователите разработват нов тип интелигентен прозорец, който контролира количеството светлина и топлина, които влизат в сградата и се захранва от прозрачни слънчеви клетки в самия прозорец. Специалното покритие се инсталира върху стъкло като тънък слой. Изследователите се фокусират в разработването на по-гъвкава версия, която лесно може да се приложи и към съществуващите прозорци. Целта е собствениците на жилища и управителите на сгради да могат да използват мобилно приложение, чрез което да настроят пропусканото количество слънчева светлина, преминаващо през прозореца през целия ден, за да се спестят разходи за отопление и охлаждане (Фиг.54).

Фиг. 54: Пропускане на светлина през прозорец

3.2 CLT Панели

[54] CLT (Cross-Laminated Timber) материалът се състои от няколко слоя изсушени в пещ дървени плоскости, подредени в редуващи се посоки, свързани със структурни лепила, които се пресоват, за да се образува твърд правоъгълен панел (Фиг. 55). Макар с относително леко собствено тегло, дървесината има отлична носеща способност и изключителна акустична, пожарна, сеизмична и термична производителност. В сравнение с приблизително само 63% от дървото, което може да се използва в твърд дървен материал, панелите могат да позволят използването на повече от 95% от дървото. CLT също е бърз и лесен за инсталиране, генерирайки почти никакви отпадъци при работата с него. Предлага гъвкавост на дизайна и ниско въздействие върху околната среда, поради което се оказва изключително изгодна алтернатива на традиционните материали като бетон, зидария или стомана, особено в многофамилни и търговски сгради. Заради принципа на производство и адхезионния материал, който се използва, дървесината е по-малко податлива на гниене. Всеки елемент се произвежда спрямо желаната големина и форма фабрично и сглобява на строителната площадка, като размерите могат да достигнат до височина 12m, ширина 3m и дебелина 30cm.

Фиг. 55: Принцип на сглобяване на CLT панел

3.3 SIP елементи

Сандвич панелите или SIP (Structural Insulated Panels) представляват две шперплатови плоскости с изолационен материал между тях (Фиг.56). При производството им се отделят по-малко енергия и суровини, отколкото други структурни строителни системи, което ги прави енергийно ефективни, с малък вреден ефект върху околната среда. Напредъкът в производството на панелите допълнително увеличава изолационните им сподсобности.

Фиг. 56: Структура и предимства на сандвич панели

Например, някои производители сега произвеждат панели с изолация от графитен полистирол (GPS), лесно разпознаваем от сивия си цвят, който помага да се увеличат изолационните свойства на панела с до 20%. Така строителните специалисти и архитектите могат да заложат по-тънки панели, които отговарят на изискванията за енергийна ефективност. Тези плоскости могат също така да спомогнат на архитектите в получаването на сертификат, за отговаряне на стандартите на пасивното строителство. Освен добрата изолационна способност, панелите имат и други предимства — бързина на строене, ниска цена, дълъг експлоатационен живот. Един от сериозните недостатъци е крехкоста на материала, което го прави неподходящ за носеща конструкция.

3.4 Поликарбонатни панели с наногел

Облицовката на стени е важна част от визуалното въздействие на сградата, но често образуващи се поради лошо изпълнение термо-мостове са една от основните причини за загубата на енергия в сградата. За да се постигнат както нуждите от дневно осветление, така и енергийната ефективност, се разработват поликарбонатни листове, изпълнени с наногел (Фиг.57). Енергията, която се използва за екструдиране на поликарбоната е значително по-малка от енергията за производството на стъкло. Поликарбонатните листове са издръжливи — 250 пъти по-устойчиви на удар от стъкло и практически нечупливи; те са изпитвани да работят на температури от - 40 до 120 ° C и могат да издържат на по-екстремни климатични условия, като бури, градушка или снегонавявания. Изолационни наногел, който се използва за запълване на поликарбонатни листове се състои от синтетични полимери или биополимери, които са химически и физически кръстосано свързани за да се подобри енергийната ефективност.

Фиг. 57: Приложение на поликарбонатни фасадни системи

3.5 3D принтирани материали

[55] Университетите в Делфт и Айндховен си сътрудничат в разработването и отпечататването на 3D фасадна система, която да може да се използва за изграждане на къщи и апартаменти. Този материал, известен като Spong3D, може да се адаптира към различни климатични условия и оптимизира топлинната ефективност на сградата. В по-горещите райони фасадата се проектира така, че да осигурява вентилация, докато в по-студените райони да запазва топлината, събрала се от слънцегреенето.
Основното предимство на новия материал е, че не само може да бъде отпечатано 3D с относителна лекота, но може да се произведе със сложна структура, която допълва различните термични функции (Фиг.

58). Освен това, материалът дава на обитателите на сградата по-голям контрол върху топлообменът между вътрешната и външната среда, което до сега е практически невъзможно тъй като в самата сграда съществуват малки отвори и пукнатини, през които въздухът и топлината пътуват свободно. Технологията има също така потенциал да намали отрицателното въздействие върху околната среда на сградата, а изискванията за енергия за отопление и климатизация ще бъдат значително намалени.

Фиг. 58: Варианти на структура на принтиран 3D материал

4. Пасивна вентилация

[56]

Пасивната вентилация е естествена вентилационна система, която използва природни сили, като вятъра и термодинамиката, за да циркулира въздуха до и от вътрешното пространство. Естествените сили (напр. Ветровете и топлинната сила на изтласкване, дължащи се на разликите в плътността на въздуха отвън и отвън) задвижват външния въздух чрез направени за целта отвори в облицовката на сградите. Самият принцип на действие се взаимства от природата, но за да го интегрират в строителството, архитектите и инжинерите създават нови и иновативни конструкции и елементи (Фиг. 59). Специално предназначените за целта отвори включват прозорци, врати, слънчеви комини, вятърни кули и вентилатори. Тази естествена вентилация на сградите зависи от климата, дизайна на сградите и човешкото поведение.

Вентилационни системи работят, за да регулират вътрешната температура на въздуха, както и да внесат свеж въздух или да проветрят застоелия въздух.

Фиг. 59: Хладен въздух циркулира около атриум на сграда и заобикалящите го пространства, докато горещият въздух се издига до върха на атриума и излиза през жалузи.

Пасивната вентилация работи по няколко начина, включително:

— Вятърна вентилация - произтичаща от различни налягания, създадени от ветровете около сградата.

— Вентилация, благодарение на движението на въздуха, произтичащо от температурната разлика между вътрешността и външността на сградата.

— Нощно охлаждане - метод на пасивно охлаждане, задвижван от естествените движещи сили на вятъра или топлинно създаваните натиск. Топлината, поглъщана от откритата част на сградата през деня, се освобождава през нощта във вътрешния въздух, след което се обезвъздушава чрез нощна вентилация. В същото време външен свеж въздух охлажда топлинната маса, която след това действа като радиатор през следващия ден. Нощното пречистване включва автоматично задействани прозорци или жалузи, които се отварят за предварително зададен период от време през нощта, което позволява естествен въздушен поток през сградата.

Съществуват редица предимства за пасивната вентилация, включително:

— Намалени разходи. Тъй като пасивните вентилационни системи разчитат на природни сили, потреблението на енергия в сградата намалява и затова се спестява от сметките за енергия.

— Ниска поддръжка. Пасивната вентилация не изисква скъпа поддръжка, което също води до по-нататъшно намаляване на разходите, както и спестяване на време и усилия.

— По-чист въздух. Пасивните вентилационни системи осигуряват непрекъснат поток от чист въздух в сградата. Това ще подобри качеството на въздуха, което на свой ред ще подобри здравето на обитателите на сградата и ще увеличи производителността и нивата на концентрация.

— Съвместимост. Пасивната вентилация гарантира, че всяка стая е снабдена с точното количество хладен и топъл въздух, поддържайки температурата постоянна и приятна. Това също така премахва необходимостта от постоянна настройка на системата.

— Намалени въглеродни емисии. Чрез внедряването на пасивна вентилационна система в сградата, се увеличава енергийната й ефективност и природосъобразност.

[57]

Съществуват и недостатъци на естествената вентилационна системам, късаещи предимно начина на инсталация и климатичните условия:

— Зависи от външните климатични условия. Двете движещи сили, които генерират скоростта на въздушния поток (т.е. вятърна и температурна разлика) варират стохастично. Естествената вентилация може да бъде трудна за контролиране, тъй като въздушният поток на някои места е висок, а на други остава в застой. Възможно е да има ниска скорост на изменение на въздуха при определени неблагоприятни климатични условия.
— Може да има трудности при контролирането на посоката на въздушния поток поради отсъствието на добре поддържано отрицателно налягане.
— Не е подходящо да се изплозва за сгради, където изискванията за вентилация и проветрение са специфични, като лаболатории, различни типове индустриални сгради, медицински заведения и дълбоки подземия.
— Както при всеки тип система нормалната работа може да бъде прекъсната поради многобройни причини, включително недостъпни прозорци или врати, неизправност на оборудването (ако е високотехнологична система), прекъсване на комунални услуги (ако е високотехнологична система), лош дизайн, лоша поддръжка или неправилно управление.

Тези трудности могат да бъдат преодолени, например, като се използва по-добър дизайн или хибридна (смесена) вентилация.

5. Примери за съвременни архитектурни решения в новото строителство

Сгради с почти с нулева енергия (NZEB — Nearly zero-energy buildings) имат много висока енергийна ефективност. Ниското количество енергия, което тези сгради изискват, идва най-вече от възобновяеми източници.

Директивата за енергийните характеристики на сградите изисква всички нови сгради да бъдат с почти нулева енергия до края на 2020 г. Всички нови обществени сгради трябва да бъдат с почти нулева енергия до 2018 г.

Това изискване, налага съвремените архитекти и инженери да търсят нови решения и иновативни подходи в постигане на близко до нулатаенергийно потребление [58].

5.1 Heliotrope — Фрайбург, Германия

Германският архитект Ролф Дисч е построил жилищна сграда, наречена Heliotrope (Фиг. 60), която следва слънцето през целия ден. Структурата включва тройни плоскости от термоизолирани стъкла, за да постигне баланс между достъпът на светлина и поддържане на вътрешността охладена.

Фиг. 60: Heliotrope

Огромен слънчев панел на покрива с капацитет от 6,6 киловата, наречен Sun Sail, поема енергията от слънчевите лъчи и ги пренася в дома и електрическата й мрежа. Слънчевите топлинни колектори, инсталирани на парапетите на балкона действат като бойлери и радиатори. В облачни дни къщата може да се отоплява с дървени стърготини и слънчево отопление.

Самият слънчев панел Sun Sail се върти отделно от къщата, като се приспособява към най-добрата възможна позиция по всяко време спрямо слънцето. Това му дава между 30% — 40% предимство при производството на енергия в сравнение с традиционните слънчеви панели на покрива.

Сградата е типичен пример за “зелена сграда” — Отпадъчните води минават през пречиствателна система за повторна употреба, а дъждовната вода се събира в басейн на покрива. Тоалетната система превръща човешките отпадъци в компост.

Бюджетът за построяването на сградата е около 2 млн. долара, но благодарение на соларните панели и уникалната конструкция, сградата произвежда до пет пъти повече енергия от колкото консумира.[59]

5.2 Central Park — Сидни, Австралия

Central Park заемащ площ от близо 6 хектара е проект за градско развитие, който ще бъде жилищен район с няколко офиса, магазини и кафенета (Фиг. 61). Frasers Property притежава и управлява проекта.

Фиг. 61: Кулата One Central Park (117 m) дизайнер Jean Nouvel, с вертикални градини по проект на Patrick Blanc и LED арт инсталация на Yann Kersalé

Проектът от 2-милиарда долара се стреми към висок екологичен рейтинг. Част от тази мисия е местна система за енергийно захранване, отопление и охлаждане. Това ще бъде най-голямата подобна система в Автралия за градски регион. Дъждовната вода ще бъде улавяна и повторно използвана за различни цели.
Характерни за проекта са озеленените покриви и вертикални градини по фасадата, които допълнително спомагат за намалянето на вредни емисии и облагородяване на околната среда. Отделно от тях, в самия проект са заложени вътрешни паркове с велоалеи, които свързват оживените части на града. Високите сгради са разположени по-близко до центъра на Сидни, а най-ниските към Chippendale, което осигурява повече слънчева светлина да достига до главния парк. [60]

5.3 Bay Area Transect — Сан Франциско, САЩ

Зашеметяващата многопластова структура със зелен покрив, наречена Bay Area Transect, е обявена за победител на конкурса Architecture at Zero за 2018 година [61]. Това международно състезание, представено от PG & E, Държавния университет в Сан Франциско и Съвета на Алианц Алианс Калифорния, предоставя предизвикателство пред участниците в разработката на Център за образование и посетителски център с нулева нетна енергийна ефективност, за Центъра за екологични изследвания на SFSU Romberg Tiburon.Проектът е съвместно сътрудничество между Arrowstreet, Copley Wolff Design Group и HTM Office / Madrid.

Проектът, съчетава умело планиране спрямо околната среда, нулево енергийно потребление и иновативни стратегии за позициониране спрямо визията на Romberg Tiburon Center за свързване на науката, обществото и морето.
Достъпността на обекта и вертикалната градация във височина хармонират с бреговата ивица и съществуващите съоръжения в горната част на хълма. За намаляването на необходимостта от автомобилен превоз в целия обект, са проектирани удобни стълбища и пешаходни алеи и лифт с панорамна гледка към залива.

Навсякъде в района пасивните и активните ландшафтни интервенции осигуряват разнообразни образователни изживявания, като същевременно подкрепят общите нулеви цели и изискванията на проекта за възобновяема енергия на място.

Центърът за посетителите е разпределен на 4 нива, за да се слее с пейзажа и да увеличи максимално дневното осветление и гледката към залива. Естественото сливане с природната среда и плавното градиране във височина позволяват наличието на пасивна вентилация, за да се намали значително енергията, необходима за проветряване и охлаждане на сградата.

Предложените промени в Campus на щата Ромберг Тибурон в Сан Франциско имат проста цел: да позволят на посетителите да проучат крайбрежната екосистема, както и устойчивите технологии, които захранват нейното запазване. С оглед на това, Bay Area Transect илюстрира как добрия архитектурен дизайн и природната среда могат да вървят ръка за ръка [62].

6. Предложение за подобрение на енергийната ефективност на типизирано офисно помещение

В България много сгради от старото строителство, построени през 60-те и 70-те години на миналия век се използват за офисни и административни цели. Капацитетът им е запълнен и консумацията на енергия е голяма. Фактът, че целодневно през тях преминава голям поток от хора, ги прави изключително енергоемки и трудни за подръжка. Наличие на дефекти в конструкцията, в резултат на стареенето, липсата на топлоизолация и дългата еклплоатация ги прави енергийно-неефективни и скъпи за подръжка. Съществува и невъзможността да бъде контролирано използването на електроуреди за отопление и вентилация от потребителите в зависимост от годишния сезон.

Използвайки информацията, събрана по време на обучението си, предлагам схематично решение за повишаване енергийната ефективност на типизиран офис участък от сграда. Методологията е приложима за много от съществуващите обекти на територията на страната и е съобразена с климатичните особености, предлаганите решения на пазара и икономическата ситуация.

На Схема 1 долу е изобразено офисно помещение (обща част и кабинет) с обща площ 72 m2, с външна врата прозорци (1x 1,5 m) от другите три страни, с тухлена ограждаща конструкция. Приемаме че светлата височина е 2,5 m. Зададено по този начин, в помещението не са инсталирани уреди за отопление и охлаждане, но е изградена електрическа мрежа.
Допълнителни характеристики:

- Температурен диапазон на външната температура — от 35 до -15 ^{o}C
- Тип носеща конструкция — Стоманобетон
- Брой ползватели на помещението — 5 човека + 2 гости
- Период на ползване — 12 часа/ден през деня

Схема 1: Типизирано офис помещение

На Схема 2 са изобразени и номерирани стъпките, които могат да се предприемат за увеличиване на енергийната ефективност на помещението и комфорта на ползвателите му.

Схема 2: Предложение за повишаване на енергийната ефективност на типизирано офис помещение

1. Поставяне на външна топлоизолация на външните стени EPS платна, с цел запазване на комфортния климат вътре в помещението.
2. Поставяне на три броя енергоспестяващи климатици (Клас А по енергийна ефективност) над прозорците. Функцията им ще бъде само за охлаждане през топлите сезони, а не отопление.

   За допълнителна ефективност, климатиците могат да бъдат свързани към покривно разположени соларни панели. Така енергията на слънцето ще бъде вложена за охлаждане през топлите дни, когато то е най-силно и греенето е с по- голяма продължителност. Задължително е наличието на термостат, който помага на уредите да подържат постоянна температура и да включват и изключват, когато е необходимо.
3. При наличие на външна врата, препоръчително е над нея да бъде инсталирана термо-въздушна завеса, която да създава невидима бариера между външния и вътрешния въздух при отваряне и затваряне на вратата. Това ще възпрепядства затопления въздух да излиза навън през зимата и съответно охладения въздух да излиза навън през лятото, което ще облекчи работата на

инсталираните в помещението електроуреди и намали разхода им.
Тъй като конумират сравнително малко енергия, въздушните завеси също могат да бъдат свързани през соларен панел, който да има капацитета да ги захранва и през зимния сезон.
За сгради с висок човекопоток през изходите (търговски центрове, входове на административни и офисни сгради, транспортни терминали, болници и др.) е препоръчително освен термозавеса, да бъде монтирана въртяща се врата. Чрез нея се създава постоянна бариера между външния и вътрешния климат, а преминаването на хората не се възпрепядства, тъй като варират във всякакви разновидности и размери, в зависимост от приложението (Фиг. 62). Съвремените, производители предлагат и автоматизирани решния за такъв тип врати, които използват малко количество енергия за завъртане на вратата, която се изразходва спрямо инетнзитета на преминаване и количеството хора.

Фиг. 62: Въртяща се врата в търговска сграда

4. Смяна на остарялата дограма с такава от ПВЦ е задължително, ако искаме да постигнем висока енергийна ефективност и приятна обстановка в офиса. При правилен избор и монтаж, дограмата не само изолира от външните климатични условия, но има блаоприятен шумоизолиращ ефект.
5. Заради силното слънцегреене, особено през топлите месецени е препоръчително да се съобрази подходящо засенчване на прозорците в зависимост от разположението на сградата. Чрез автоматични щори може да бъде регулирано допускането на свтлина и нагряването на слъцето. По този начин, няма да е необходима допълнително отопление / охлаждане коменсиращо топлината на слънчевите лъчи, влизаща през отворите.

6. Лъчисто отопление, инсталирано на тавана, кето ще осигурява топлина и комфорт на работещите през студените месеци. Предимството е че уредите са инсталирани така, че да нагряват само участъците, където се работят и има хора (~ 6 m^2), а не цялото пространство. Заради принципа му на работа, дори след изклчването му, нагрятите до момента обекти, връщат получената топлина и въздухът остава приятно топъл за работа. Желателно е, уредите да бъдат свързани с термостат за да се проследява желаната температура, без да се достига преразход на енергия.
7. Всички осветителни тела, следва да бъдат заменени с LED, за по-голяма дълготрайност и енергийна ефективност. Така с дългосрочна инвестиция, ще бъдат спестени разходи за електроенергия и смяна на телата, а удобството ще бъде запазено.
8. За максимално удобство и постигане на висока енергийна ефективност, системите описани по-горе могат да бъдат взаимно свързани чрез приложение за управление. При задаени желани характериситии за отопление, осветление и климатизация, приложението може само да настройва и регулира работата на електроуредите спрямо най-ефективното за сезона решение.

Ако описаните по-горе стъпки, бъдат изпълнени правилно, съобразявайки се с типа конструкция, климатичните особености и потреблението, всяка сграда би се приближила до желаното нулево енергийно потребление.

За да се подчертаят пресимствата на предложените методи за повишаване на енергийната ефективност, изчисления за консумацията на енергия и спестените средства са изложени в таблиците по-долу. От тях ясно се вижда, че ако се приложат навременни и адекватни мерки за повишаване на енергийната ефективност, то разходите за отопление, охлаждане и осветления могат да спаднат двойно:

Стандартно помещение (72 кв.м) **	Уреди [бр.]	Мощност [W]	Консумация на енергия [kWh]	Дневно време за работа [час]	Осреднена сезонна работа [дни]	Общо работа [час]	Обща консумация на енергия [kWh]	Цена електроенергия [лв./кВтч.]	Общо [лв.]
Отопление									
Електрически радиатор — TESY Heateco (CN 03) с механичен терморегулатор CN03 250 MIS F / Отопляема площ ~25 кв. м	3	2500	2,5	8	6 месеца х 20 дни = 120 дни	960	7200	0,2	1440,00
Охлаждане									
Инверторен климатик Mitsubishi Heavy SRK25ZMP-S/SRC25ZMP-S STANDARD, 9000 BTU, Клас А	3	2600	2,6	8	6 месеца х 20 дни = 120 дни	960	7488	0,2	1497,60
Осветление									
Електрически крушки	8	60	0,06	5	12 месеца х 20 дни = 240 дни	72	34,56	0,2	6,91
					Тотал:	1992	14722,56	0,6	2944,51

Енергийно ефективно помещение (72 кв.м) **	Уреди [бр.]	Мощност [W]	Консумация на енергия [kWh]	Дневно време за работа [час]	Осреднена сезонна работа [дни]	Общо работа [час]	Обща консумация на енергия [kWh]	Цена електроенергия [лв./кВтч.]	Общо [лв.]
Отопление									
Лъчисто отопление Frico EZ115N ELZTRIP	2	1500	1,5	6*	6 месеца х 20 дни = 120 дни	720	3240	0,2	648,00
Thermocassette HP6N	1	600	0,6	6*	6 месеца х 20 дни = 120 дни	720	1296	0,2	259,20
Охлаждане									
Хиперинверторен климатик Hitachi RAK18PSC/RAC18WSC PREMIUM, 7000 BTU, Клас А++	3	1700	1,7	6*	6 месеца х 20 дни = 120 дни	720	3672	0,1	367,20
Осветление									
LED крушки	8	12	0,012	5	12 месеца х 20 дни = 240 дни	14,4	1,3824	0,2	0,28
					Тотал:	2174,4	8209,3824	0,7	1274,68

* С оглед на взетите мерки: топлоизолация, ПВЦ дограма, въздушна завеса, операционното време е съкратено с два часа

** Моделите на уредите са взети произволно спрямо предлаганите на пазара

IV Експериментална част

За да се онагледят недостатъците на остарелите практики в строителството и преимуществата на предложените методи за подобряване енергийната ефективност на съществуващи сгради и съоръжения са проведени експерименти с термокамера FLIR P640 (Фиг. 63). Подробности за експериментите и резултатите са описани в следващите точки.

Характеристики на уреда:
Минимално фокусно разстояние 24^0-18^0 / 0,3m
Температурен обхват — от -40^0C до 2000^0 C
Точност $\pm 2^0$C

Фиг. 63: Термокамера FLIR P640

1. Експеримент 1 — Сравнение поведението на дървена дограма и ПВЦ дограма

- Обект на провеждане на експеримента — Фасада на ИИКТ— БАН (Фиг.64). Сравнение между един етаж с дървена дограма и друг етаж с ПВЦ дограма
- Тип конструкция — Стоманобетон с тухлена зидария и облицовка от камени плочи
- Температура на външен въздух — 10ºC
- Температура на вътрешен въздух ~ 27 ºC
- Провел експеримента — инж. Венета Йосифова, др. инж. Николай Стоименов, проф. Димитър Карастоянов

Фиг. 64: Фасада ИИКТ БАН

Фиг. 65: Термомост при прозорец

Експериментът е проведен през месец Април. Най-добри резултати за поведението на ограждащите съоръжения при сградите могат да бъдат наблюдавани през зимно-пролетния сезон, когато съществува значителна температурна разлика между въздуха отвън и вътре в сградата.
От външната част на фасадата на сградата на ИИКТ е направено заснемане от нивото на земята на прозорците на първи и втори етаж. На първи етаж, дограмата на прозорците е дървена, поставяна при строежа на сданието. На втория етаж дограмата е подменена с ПВЦ дограма.
Резултат: От снимките направени с термокамера и заснетата температурна разлика, ясно се откроява наличието на термомост при старата дървена дограма (Фиг. 65) . Това означава, че топлият въздух от нагрятото помещение вътре, излиза свободно през дефектните образувания в прозореца, което неминуемо води до по-голям разход за отопление и дискомфорт на потребителите. При обновения етаж с ПВЦ дограма, такова явление не се наблюдава т.е енергията необходима за отопление се използва максимално без загуби.

2. Експеримент 2 — Наблюдение работата на лъчист отоплител в офисно помещение

- Място на провеждане на екперимента — Офис фирма АССИСТ ЕООД, бул. Европа №127
- Уред подложен на изследване — Elztrip EZ300 (3600W, 230V, максимална температура достигана в корпуса 320 ^{o}C, тегло 19,8 кг) [63]
- Температура на въздух във помещението ~ 20 ^{o}C
- Температура на външен въздух — 12 ^{o}C
- Тип конструкция — Стоманобетонна
- Провел експеримента — инж. Венета Йосифова и др. инж. Станислав Гьошев

Едно от трудните решения, които архитектите и проектантите трябва да вземат при плануването на нова сграда е как тя да бъде отоплявана. При офисните и административни сгради този въпрос се взима още по-трудно, заради наличието на просторни помещения, високи тавани и различия в нагласите за комфорт на потребителите.
При проведения екперимент е наблюдавано поведението на лъчист отоплител монтиран на тавана в офисно помещение (Фиг. 66). Макар таванът да е висок (приблизително 4 m), чрез удобни удължаващи крепежни елементи е постигната удобна височина на разположение на

отоплителния уред, за да се разпределя топлината ефикасно. В това помещение (около 30 m^2) за максимален комфорт са монтирани два лъчисти отоплителя, свързани с термостат.

Фиг. 66: Лъчисто отопление в офис

Фиг. 67: Термоснимка на работещ лъчист отоплител

Резултат: Благодарение на снимките с термокамера, можем да онагледим работата на уреда (Фиг. 67). От тях се вижда, че със стандартна мощност се достига висока температура в тялото на уреда, която се излъчва и “разпилява” в помещението, нагрявайки с приятните около 30°C, хората и обектите, разположени в стаята. В зависимост от настройването на термостата, мощността и температурата се регулират автоматично. От Фиг. 68 ясно може да се сравни еднаквоста на нагряване от уреда и от влизащото през прозореца слънце, тъй като принципът на топлопредаване е един и същ. Стая с подобни размери би следвало да се отоплява около 2-3 часа предварително за да бъдат достигнати 25 °C в зимни условия. Чрез лъчистия отоплител, който действа веднага след включването си и нагрява мигновенно, това време и разход на електричество са спестени, а комфортът в помещението е осигурен. Преимуществото на зонираното отопление дава възможнсотта да бъдат отоплявани само офисите или частите от помещенията където има хора, за да се намали разхода за електроенергия, когато не е изпълнен капацитета на сградата.

Фиг. 68: Отопление чрез лъчист отоплител

3. Експеримент 3 — Сравнение работата на лъчисто отопление и конвекторна печка в индустриално хале

- Място на провеждане на екперимента — Офис фирма АССИСТ ЕООД, бул. Европа №127
- Уред подложен на изследване:
  Лъчист отоплител —VARMA 301(1500W)
  Конвекторна печка — SANG (2000 W)
- Температура на въздух във помещението ~ 20 °C
- Температура на външен въздух — 12 °C
- Тип конструкция — Стоманобетонна
- Провел експеримента — инж. Венета Йосифова и др. инж. Станислав Гьошев

При проведен експеримент в индустриално хале с голяма светла височина (~ 60 m^2 ; ~ 4 m), беше сравнена работата на две отоплителни тела — конвекторна печка SANG и лъчисто отопление VARMA 301(1500W).

<u>Резултат:</u> С термокамера бе установено, че макар с по-ниска мощност, температурата която се достига в корпуса на лъчистия отоплител надвишава тройно, тази в корпуса на конвекторната печка (Фиг. 69 и Фиг. 70). Топлият въздух от печката се разсейва из цялото помещение и за периода на екперимента не бе усетено значително затопляне. Лъчистият отоплител от своя страна нагряваше равномерно зоната, в която бе монтиран (~ 16 m^2). Предимството, че уредът започва да излъчва топлина веднага след включване, осигурява комфорт мигновенно, без необходимост от дълги часове предварително затопляне на помещението в сравнение с другите методи за отопление. Преимуществото на зонираното отопление дава възможнсотта да бъдат отоплявани само местата от халето/производствената сграда където работят хора (Фиг. 71), за да се намали разхода за електроенергия, а не цялото пространство. Несъмнено бе доказано преимуществото на лъчистото отопление в индустриално помещение от ефективна и икономическа гледна точка.

Фиг. 69: Снимка с термокамера на работеща конвекторна печка

Фиг. 70: Снимка с термокамера на работещ лъчист отоплител

Фиг. 71: Нагряване на човек чрез лъчист отоплител

За да се сравнят работите на двата уреда, пресмятаме енергията необходима да се затопли нужната зона за работа и времето за работа.

<u>Лъчист отоплител —VARMA 301</u>

Време за работа t л.о.= 1 час
Консумирана енергия Ел.о.=1,5 kWh
Разход за електроенергия Рл.о. = 1.1,5. 0,2=0,3 лв.

<u>Конвекторна печка — SANG (2000 W)</u>

Време за работа t к.п.= 2 часа
Консумирана енергия Ек.п.= 2,0kWh
Разход за електроенергия Рк.п.= 2.2,0.0,2 = 0,8 лв.

Макар по-скъпа първоначална инвестиция уредите, действащи на принципа на лъчистото отопление, могат значително да намалят разходите за електроенергия за отопление (до 3 пъти), особено за производствени сгради и индустриални обекти, където помещенията са големи, но не се изисква затопляне на целия обем.

4. Експеримент 4 — Откриване на дефекти при съществуващи сгради или при изпълнение на довършителни работи

- Обект на провеждане на експеримента — Сграда на Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия (за дограма и излоация), Офис сграда в гр. София (за покрив)
- Тип конструкция — Стоманобетон с прозорци от алуминиева дограма
- Температура на външен въздух — 10ºC
- Температура на вътрешен въздух ~ 27 ºC
- Провел експеримента — инж. Венета Йосифова, др. инж. Николай Стоименов, др. инж. Станислав Гьошев проф. Димитър Карастоянов

За да се гарантира качественото изпълнение на всяка довършителна работа по време на строителството е необходимо да се провежда качествен контрол. Чрез термокамера могат да бъдат засечени редица нередности, като компрометиране топлоизолацията, термомостове, некачествено поставяне на хидроизолация и други конструктивни дефекти. Подобен тип проблеми, нарушават качественото функциониране на сградата и нейната енергийна ефективност.

Чрез редица изследвания във сградтата на Университета по Архитектура, Строителство и Геодезия и новопостроена офисна сграда, бяха открити иначе невидими за окото проблеми, които следва да подлежат на отстраняване като:

1. Некачествено изпълнение на хидроизолация на покрив (Фиг. 72) — Когато покривът е неравен, с чупки или други конструктивни елементи като комини, вентилационни шахти и водоотвеждащи тръби, лесно може да се наруши непрекъснаттоста на хидроизолацията и топлоизолацията. Това води до загуба на топлинна енергия, събиране на вода, конденз и в посследствие мухъл и разурешние на останалата част от покритието.

Фиг. 72: Компрометирана хидро и топлоизолация на покрив

2. Термомост при алуминиева дограма (Фиг. 73, 74, 75) — дори при наличие на дограма (в сллучая алуминиева), лошото изпълнение при поставянето ѝ нарушава качествената ѝ работа. С течение на времето и експлоатацията, този дефект само се увеличава. При наблюдение с термокамера бяха засечени редица термомостове при съществуващата дограма. Те се предпоставка за изнасяне на генерораната топлина навън и влошаване на енергийната ефективност на сградата.

Фиг. 73: Наличие на термомост при алуминиева дограма

Фиг. 74: Термомост в дограма

Фиг. 75: Термомост в дограма

3. Некачествено изпълнение на топлоизолация — Ако стенната топлоизолация е некоректно поставена, то нейната функция и изолационна способност драстично намаляват.
   Чрез термокамера бяха открити дефекти в положена термоизолация от вата, иначе невидими през положената мазилка. На фиг. 76 се наблюдават разстояния между платната от

топлоизолационен материал, кухини и лошо разпределение на материала за прикрепяне.

Фиг. 76: Дефекти в топлоизолация

Заключение

С развитието на технологиите и търсенето на нови енергийни ресурси. повишаването на енергийата ефективност е тема, която все повече се застъпва от всички икономически сфери. Съществуващият сграден фонд углавява класацията за най-висока консумация на енергия и от тук следва да се положат усилия в борбата с намаляването ѝ, вредните емисии и екологичния отпечатък. Остарелите строителни практики, които са били използвани, дългогодишната експлоатация и липсата на качествен контрол, превръща сградите в големи консуматори, реализиращи огромни загуби на енергия и средства.

Отстраняването на съществуващи или възникнали дефекти и подобряване на експлоатационните условия съдейства за превръщането на сградите в енергийно-ефективни. Съвремените решения за недеструктивно тестване на конструкциите и материалите позволява откриването на невидими на пръв поглед дефекти и възникнали проблеми, което дава предимство в навременото им отстраняване.

Компютърните технологии, дигитализацията и автоматизацията на процеси все повече си партньорстват със строителния сектор в търсенето на енергоефективни решения за по-добър начин на живот и хармония с околната среда. В стремежа за повишаване на енергийната ефективност на съществуващи сгради и съоръжения, подобни методологии и практики биха заели важна роля за качественото изпълнение на подобрителни и ремонтни дейности по пътя за постигане на “ зелени” сгради с нулево енергийно потребление.

Научно-приложни приноси

С оглед на работата извършена в дисертацията и резултатите, получени в хода на изследванията и изложени по-горе, могат да бъдат формулирани следните научно-приложни приноси:

1. Анализирани са състоянието и развитието на научните изследвания и проблемите в областта на енергийната ефективност при сгради и съоръжения
2. Изследвано е влиянието на сградите върху климатичните промени
3. Изследвани са съществуващите проблематики, късаещи енергийната ефективност в съвременото строителство
4. Предложен е модел за подобрение на енергийната-ефективност на типизиран модел офисно помещение в стандартна офис сграда.
5. Проведени са реални експерименти за сравнение на съвремени и иновативни методи за отопление. Получените резултати са описани и анализирани.
6. Проведени са реални експерименти за откриване на дефекти в съществуващи решения за енергийна ефективност. Получените резултати са описани и анализирани.

IV План за комерсиализация на научните резултати

Бъдещи насоки:

Проблемът с енергийната ефективност постеппенно бива застъпван във всички производствени и икономически дейсноти и неизменно поставя редица въпросителни относно природосъобразния начин на живот и правилното управление на енергийните ресурси. Чрез непрекъснато развиващите се методи и средства за подобрение на енергийната ефективност, контролирането на използваната енергия следва да се улесни и влиянието върху климатичните промени да намалее.

Предложения в дисертационни труд процес за оптимизиране на енергийните разходи в съществуващи помещения и сгради може да подлежи на редица изменения и подобрения, за да бъде използван практически в строителния сектор. Чрез допълнителни реални експерименти, може да се определи действителното количество на използвана и спестена енерия, при реализирана така предложената схема и други строителни планове, както и да се увеличат и оптимизират предложенията за повишение на енергийната ефективност. С допълнителни изследвания и анализи, подобен алгоритъм може да бъде разработен както за малки помещения, така и за цели сгради, индустриални бази и комплекси с качествено и количествено представяне на резултатите. За да бъде постигнато това е необходимо преминаването през няколко стъпки:

1. Събиране на изчерпателна информация в база данни

   За да бъде обективен анализът и за да бъдат взети всички фактори прод внимание, следва да се изгради голяма база данни, съдържаща цялата информация късаеща енергийната ефективност на сградата. Като във всяка база данни, тази информация трябва да бъде клъстеризирана, систематизирана и степенувана спрямо значението и влиянието ѝ върху резултатите. За да се гарантира достоверността на инфромацията, следва да се работи само с доказани и утвърдени източници, за да се избегнат максимално несъответствия и разминавания в утвърдените стандарти. Всички уместни за целта закони и норми в строителството, енергетиката, електротехниката и компютърните науки трява да вземат предвид, в зависимост от приложението на методологията и да се отчетат регионалните специфики.

2. Изследвания

   Всеки един резултат е препоръчително да бъде придружен с изпитана и доказана практическа стойност, за да бъде адекватен на реалната среда. Желателно е да се направят допълнителни изследвания на поведението на вложените и предлаганите материали, електроуреди, проводници и системи, за да бъдат физически оправдани изходните данни. Посредством сътрудничеството между строителния бранш и компютърните специалисти, както се вземат предвид всички особености от двете сфери на работа, направените изследвания, биха дали реални и достоверни резултати.

3. Анализ на резултати

   Анализът на резултатите от изследванията, ще даде възможност за адекватно и коректно представяне на входящата и изходящата информация при използването на методологията за подобрение на енергийната ефективност. Всички особености и частни случаи ще бъдат взети под внимание и ще се гарантира максимална достоверност. Възможно е в процеса на анализиране, да бъдат открити допълнителни възможности за оптимицазия или съществуващи такива да бъдат отхвърлени. Всички открития и специфики следва да бъдат попълнение в базата данни.

4. Изчислителен софтуер

   С напредването на технологийте най-удобния метод за представяне на резултати е чрез визуализиране през компютърен софтуер. Методологията за подобрение на енергийната ефективност за сгради и съоръжения е удобен инструмент, който може да се внедри в компютърна програма, която прави изчисленията бързо и точно и визуализира резултатите. Подобно компютърно приложение може да бъде непрекъснато обогатявано и усъвършенствано, за да покрива по-големи и различни по предназначение обекти. Особено предимство е възможноста за комерсиализиране на приложението и свободното му използване както от професионалисти, така и от обикновени потребители за собствени нужди.

5. 2D и 3D визуализиране

   Визуализирането на всеки проект, дава ясна онагледена представа за предизвикателствата, които трябва да се

преодолеят и очертава областите, където е необходимо да се обърне внимание. Чрез графично представяне на планове, скици и конструктивни елементи от сградата, лесно могат да се очертаят проблемните зони и да се съобразят архитектурните особености. Наличието на 2D и 3D визуализации също предпоставя правилния избор за уреди и средства с подходящи размери и характеристики, които да повлияят за повишаването на енергийната ефективност.

Дефиниране, анализ и оценка на основните проблеми

Техническият прогрес и глобализацията дават на света редица средства за подобрение на енергийната ефективност, но спрямо конкретна ситуация, не всяко средство е правилното решение. Отсяването на различните предложения и приложението им в определени казуси е трудоемка задача и подлежи на много на брой проучвания и изследвания.

Обзора и систематизацията дори само на типовете конструкции и архитектурни особености е дълъг и сложен процес, с оглед на голямото разнообразие и непрекъснатото им развитие. Към тях трябва да се добавят и подробния анализ на всички видове средства за подобрение на енергийната ефективност — топлоизолации, ОВК уреди, осветителни тела, ограждащи конструкции и материали и пр., които непрекъснато се увеличават и променят. Усъвместяването на различните материали, конструкции и уреди също следва да бъде коректно зададено и оптимизирано.

Друга спънка в получаване на достоверни резултати е консумацията на енергия, която зависи от редица фактори, има сезонност и се влияе от най-малките изменения. За това трудно може да се разчита, изходните резултати от подобно приложение да бъдат напълно точни и да отговарят на действителните. За да отговарят максимално близко, следва входящата инфомация да бъде достатъчно подробна и в процеса на изчисление да бъдат взети под внимания максимално много влияния.

Преглед на пазара

Конкурентните измерения на подобен тип приложения не е особенно широк, тъй като темата е сравнително нова на пазара а търсенето за съжаление, все още не е високо. С навлизането на законодателните наредби във връзка с енергийната ефективност обаче, подобен тип приложения ще бъдат все по-разпространявани и търсени, за да отговаря всяка сграда или дом да нужните енергийни норми.

Обикновенно различните производители (на дограма, отопление, климатизация и др.) разработват собствени калкулатори за изчисление на енергийни спестявания спрямо техните продукти с търговска цел. Те обаче са твърде субективни и разглеждат отделни направления, с много малко входяща информация (квадратура, обем, външна и вътрешна температура и др.).

Фиг. 77: INOUTIC Energy-saving calculator http://www.inoutic.de/
Изчисление на енергийни спестявания от дограма

Фиг. 78: FRICO Output Calculation / http://www.frico.se/ изчисление на енергийни разходи

Проведени са първоначални разговори с управители на фирми в областта на производството, търговията и обслужването, за нуждата от методология за определяне и подобрение на енергийната ефективност на недвижимото имущество, с която освен неоспорим позитивен ефект върху околната среда, ще бъде постигнат и положителен икономически ефект. Всички те одобряват и биха използвали в работатат си идеята за средство определящо енергийните разходи и загуби, което също така дава решение на конкретни проблематики, свързани с консумацията на енергия.

Наличието на независим инструмент, който освен да изчислява вложеното количество енергия и размера на загубите, а дава комплексно решение за намаляването им би било изключително полезно за повишаването на енергийната ефективност при съществуващи сгради и съоръжения. За целта е необходимо пряко стътрудничество между учени, инженери, строители и производители, чиято обща цел е съхраняване на природните ресурси, опазване на околната среда и по-качествен начин на живот.

Референции

[1] What is energy efficiency? — British Geological Survey — www.bgs.ac.uk

[2] What's energy efficiency and how much can it help cut emissions? — Dr Tamaryn Napp, Professor Nilay Shah and Professor David Fisk, Grantham Institute for Climate Change and Chemical Engineering, Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, in collaboration with the Guardian

[3] Европейската политика за енергийна ефективност — Агенция за устойчиво енергийно развитие. България — http://www.seea.government.bg/

[4] Енергийна ефективност — Информационни фишове за Европейския съюз — Справочник за Европейския съюз – 2018 —http://www.europarl.europa.eu/

[5] Енергийната ефективност на България и акцизната политика на ЕС Автор: Спартак Софийков* / 31.05.2013

[6] Национална програма за Енергиина Ефективност на многофамилни жилищни сгради — Министерство на регионалното развитие и благоустройството Р.България — http://www.mrrb.government.bg/

[7] ЕБВР отпуска още 20 млн. евро за енергийна ефективност в домовете — Мария Иванова “Капитал Daily” — 01.09.2016

[8] НАРЕДБА № РД-16-1058 ОТ 10 ДЕКЕМВРИ 2009 Г. ЗА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА РАЗХОД НА ЕНЕРГИЯ И ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИТЕ

[9] арх. Стоянка Маринова Иванова— ИЗГОТВЯНЕ НА КОМПЮТЪРЕН МОДЕЛ ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА ЕНЕРГИЙНО ЕФЕКТИВНИ АРХИТЕКТУРНИ РЕШЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЕ НА СЛЪНЧЕВАТА РАДИАЦИЯ / АВТОРЕФЕРАТ НА ДИСЕРТАЦИЯ — София, 2014 г.

[10] Moisture Control Guidance for Building Design, Construction and Maintenance — U.S. Environmental Protection Agency December 2013

[11] Australian Building Codes Board— Condensation in Buildings Handbook 2014 Second Edition

[12] Thermal Imaging Guidebook For Building and Renewable Energy Applications — FLIR Systems Co. Ltd.

[13] НАРЕДБА № 7 от 15 декември 2004 г. за енергийна ефективност, топлосъхранение и икономия на енергия в сгради
[14] Condensation in Buildings Tasmanian Designers' Guide — Building Standards and Occupational Licensing — Tasmanian Government
[15] Climate Change: Implications for Buildings — A new briefing published by the Buildings Performance Institute Europe (BPIE), the Global Buildings Performance Network (GBPN), the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), the Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL) and the Cambridge Judge Business School (CJBS) distils the key findings from the recently released Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report for the building sector —Creative Commons License BY-NC-SA.
[16] How Buildings Impact the Environment — BOSS Commercial Solutions — https://bosscontrols.com/
[17] Climate Impacts on Energy — United States Environmental Protection Agency
[18] USGCRP (2014). Dell, J., S. Tierney, G. Franco, R. G. Newell, R. Richels, J. Weyant, and T. J. Wilbanks, 2014: Ch. 4: Energy Supply and Use. Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment, J. M. Melillo, Terese (T.C.) Richmond, and G. W. Yohe, Eds., U.S. Global Change Research Program, 113-129. doi:10.7930/J0BG2KWD.
[19] Module 18 Energy efficiency in buildings — Sustainable energy regulation and policymaking training manual — United Nations Industrial Development Organization
[20] Thermal Insulation Materials— Material Characterization, Phase Changes, Thermal Conductivity — NETZSCH-Gerätebau GmbH
[21] Black&Decker TLD100 Thermal Leak Detector instruction manual — Catalog Number TLD100 Part No. 90539493 Sept. 2008; Copyright 2008 Black & Decker (US) Inc.
[22] Standby-Energy-Monitor SEM16+ / SEM16+ USB Manual — Nordwestdeutsche Zählerrevision; Ing. Aug. Knemeyer GmbH & Co. KG
[23] Close Focus Infrared Pyrometers; Non-Contact Surface Measurement of Temperature and Heat Flow — OMEGAnet On-line Services — USA
[24] Manual for Infrared Measuring Technology — testo AG Postfach 1140 79849 Lenzkirch
[25] KD2 Pro Thermal Properties Analyzer Operator's Manual — Decagon Devices, Inc., Version: February 29, 2016
[26] FLIR Thermal imaging guidebook for building and renewable energy applications

[27] Видове топлоизолации — арх. Д. Попдимитров и АА Грид Графикс БГ — 12.04.2013г. — http://архитект.bg
[28] Топлоизолация. Вътрешна и външна топлоизолация — Източник smk-bg.com / http://www.bgstuff.net
[29] Solar Ready Buildings Planning Guide — National Renewable Energy Labolatory — Technical Report NREL/TP -7A2 -46078 December 2009 — L. Lisell, T. Tetreault, and A. Watson
[30] Solar Panels http://www.energysavingtrust.org.uk/ — Energy Saving Trust (UK)
[31] How Solar Panels Work — Union of Concerned Scientists (USA)— 18.12.2015
[32] Why Industrial Buildings are so Good for Solar Panels — The Green Energy Blog; 10.10.2016 — http://thegreenenergyblog.com/
[33] Energy Efficient Lighting — Eartheasy Sustainable Living — https://learn.eartheasy.com/guides/
[34] Energy-Efficient Air Conditioning —Energy Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse— DOE/GO-10099-379 FS 206 June 1999
[35] Видове климатици — „Термал Юнит” ЕООД — http://www.klimatik.eu/
[36] Save energy – maintain comfort Air curtains for industry — Frico AB
[37] Air Curtains Product Catalogue – Frico AB
[38] Подобряване на топлоизолацията на прозореца с „Топъл край“ композитен дистанционер SWISSPACER Ultimate — https://www.dogrami.bg/ — 14.02.2018
[39] ИСТОРИЯ И ТРАДИЦИИ НА PVC И АЛУМИНИЕВАТА ДОГРАМА — BGStart Group Строителство — https://stroitelstvo.bgstart.net/
[40] Дограма — PN Systems — http://edograma.com/
[41] ПВЦ дограма – предимства и недостатъци — http://dogramata.bg/
[42] Интелигентните прозорци не са далеч — https://www.dogrami.bg/ — 07.03.2018
[43] Енергоефективна пластмасова и алуминиева дограма SCHÜCO — Строители Ел. медия
[44] Saving Building Energy through Advanced Control Strategies, Stephen Treado * and Yan Chen— Department of Architectural Engineering, the Pennsylvania State University, University Park— Published: 10 September 2013

[44.1] U.S. Department of Energy (DOE). 3.1.4. 2010 Commercial Energy End-Use Splits, by Fuel Type (Quadrillion Btu). In Building Energy Data Book; U.S. DOE: Washington, DC, USA,

2010.

[44.2] Akinci, B.; Garrett, J.H.; Akin, Ö. Identification of Functional Requirements and Possible Approaches for Self-Configuring Intelligent Building Systems; National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, MD, USA, 2011.

[44.3] Roth, K.W.; Westphalen, D.; Feng, M.Y.; Llana, P.; Quartararo, L. Energy Impact of Commercial Building Controls and Performance Diagnostics: Market Characterization, Energy Impact of Building Faults and Energy Savings Potential; A Report for Building Technologies Program: Cambridge, MA, USA, 2005.

[44.4] Aynur, T.N.; Hwang, Y.H.; Radermacher, R. Simulation comparison of VAV and VRF air conditioning systems in an existing building for the cooling season. Energy Build. 2009, 41, 1143–1150.

[44.5] Mossolly, M.; Ghali, K.; Ghaddar, N. Optimal control strategy for a multi-zone air conditioning system using a genetic algorithm. Energy 2009, 34, 58–66.

[44.6] Moroşan, P.D.; Bourdais, R.; Dumur, D.; Buisson, J. Building temperature regulation using a distributed model predictive control. Energy Build. 2010, 42, 1445–1452.

[44.7] May-Ostendorp, P.; Henze, G.P.; Corbin, C.D.; Rajagopalan, B.; Felsmann, C. Model-predictive control of mixed-mode buildings with rule extraction. Build. Environ. 2011, 46, 428–437.

[44.8] Hazyuk, I.; Ghiaus, C.; Penhouet, D. Optimal temperature control of intermittently heated buildings using model predictive control: Part II—Control algorithm. Build. Environ. 2012, 51,388–394.

[45] Какво е интелигентната система за управление на дома? — “Адапт Контрол” ЕООД — http://www.adaptcontrol.com/

[46] ЗАЩО ДА ВНЕДРИМ СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕ НИЕ В СТАРА СГРАДА?— Saint Gobain article — http://saint-gobain.bg/ — 03.04.2018 г.

[47] Леонид Черняк. Платформа Интернета вещей. // Открытые системы. СУБД, №7, 2012. Открытые системы, 2012-09-26. Архив на оригинала от 2013-01-24. Посетен на 2015-02-05.))

[48] Принцип на инфрачервено отопление — http://www.redsun.bg/ — Редсън ЕООД

[49] Open Air Restaurants — Product Catalogue Frico AB (Швеция)

[50] Инфрачервени лъчи – свойства и приложения — http://www.redsun.bg/ — Редсън ЕООД

[51] Radiant Heating — Energy.gov — U.S. Department of Energy's (САЩ)
[52] VARMA TEC Product Catalogue —Star Progetti Tecnologie Applicate Spa (Италия)
[53] 8 (New) Energy Efficient Materials Architects Should Know — Todd Sims21 January, 2018 — www.archdaily.com
[54] Cross-Laminated Timber (CLT) — APA – The Engineered Wood Association — https://www.apawood.org/
[55] New 3D Printed Material Makes Future Homes More Energy Efficient — JP Buntinx — August 22, 2017 — https://nulltx.com/
[56] Passive ventilation — WindowMaster Ltd. Denmark — https://www.windowmaster.com/
[57] Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings.— Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, et al., editors. Geneva: World Health Organization; 2009.
[58] Towards nearly zero-energy buildings Definition of common principles under the EPBD Final report — Ecofys: Andreas Hermelink, Sven Schimschar, Thomas Boermans Politecnico di Milano / eERG: Lorenzo Pagliano, Paolo Zangheri, Roberto Armani University of Wuppertal: Karsten Voss, Eike Musall Date: 14 February 2013 Project number: BESDE10788
[59] Rotating Solar House Generates Five Times The Energy It Consumes — Contributor; Aug 21, 2010 — https://techcrunch.com/
[60] Central Park — City of Sydney — http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/ / /www.centralparksydney.com
[61] Winners of the 2018 Architecture at Zero competition announced —Nicole Jewell — 26.03.2018 — https://inhabitat.com/
[62] Architecture at Zero Design Competition — Arrowstreet Architecture and Design Portfolio, Boston USA
[63] Elztrip EZ300 Manual — Art.no: 206472 2017--12-21 HH/CH— Frico AB
[64] V. Christova-Yosifova., Moisture control in buildings. Managing condensation in surrounding constructions., Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, vol. 67, 2016, ISSN 0204-9848, pp. 43-50
[65] V. Christova-Yosifova., Increasing Energy Efficiency in Existing Buildings., Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, vol. 68, 2017, ISSN 0204-9848, pp. 58-64
[66] Yosifova V., Study of the energy efficiency for buildings and facilities. Insulation materials and detection of construction defects with thermal camera., International Conference Robotics, Automation and Mechatronics’15 RAM 2015, Sofia, Bulgaria, November 05, 2015., pp.37-43 , ISSN 1314-4634.

[67] В. Христова – Йосифова, Уреди за обследване енергоефективността на сгради и съоръжения., John Atanasoff Celebration Days, International Conference “Robotics, Automation And Mechatronics” RAM 2016, October 4-6 2016, Byaga, Bulgaria, p. 39-44, ISSN 1314-4634

Декларация за оригиналност

Декларирам, че дисертацията съдържа оригинални резултати, получени, при проведени от мен, научни изследвания с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител.

Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са цитирани, където е възможно, в изложените референции.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:……..
/инж. Венета Йосифова/

Публикации по дисертационната тема

1. V. Christova-Yosifova., Moisture control in buildings. Managing condensation in surrounding constructions., Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, vol. 67, 2016, ISSN 0204-9848, pp. 43-50
2. V. Christova-Yosifova., Increasing Energy Efficiency in Existing Buildings., Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, vol. 68, 2017, ISSN 0204-9848, pp. 58-64
3. Yosifova V., Study of the energy efficiency for buildings and facilities. Insulation materials and detection of construction defects with thermal camera., International Conference Robotics, Automation and Mechatronics'15 RAM 2015, Sofia, Bulgaria, November 05, 2015., pp.37-43 , ISSN 1314-4634.
4. В. Христова – Йосифова, Уреди за обследване енергоефективността на сгради и съоръжения., John Atanasoff Celebration Days, International Conference "Robotics, Automation And Mechatronics" RAM 2016, October 4-6 2016, Byaga, Bulgaria, p. 39-44, ISSN 1314-4634
5. Yosifova V., Ivanova D., Nondestructive testing of construction materials and structures., International Scientific Conference "INDUSTRY 4.0", December 13-16, 2017, Borovez, Bulgaria
6. Karastoyanov D., Groueva M., Yosifova V.. MOBILE ROBOTS FOR INVESTIGATION IN SPECIFIC AREAS. International Journal of Systems Applications, Engineering & Development, 12, 2018, ISSN:2074-1308, 126-130