This *project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research* and innovation programme under grant agreement No 785005

Acronym: TRAINEE

Grant Agreement Number 785005

HORIZON 2020

ПРИРАЧНИК ЗА ОБУКА НА АРХИТЕКТИ

за интегриран и систематизиран пристап во проектирањето на

ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИ ОБЈЕКТИ

28.12.2018

ИЗЈАВА

Информациите, документацијата и податоците во овој документ се напишани од страна на конзорциум на проектот ТРАИНЕЕ како дел од договорот со ЕУ за грант Nº 785005 и не ги изразуваат ставовите на Европската Комисија. Европската Комисија не е поврзана со било која можна употреба на информациите кои се содржани во документот.

Сите права на интелектуална сопственост им припаѓаат на членовите на конзорциумот на проектот ТРАИНЕЕ и се заштитени со соодветни закони. Умножување не е дозволено без претходна писмена согласност.

За комерцијална употреба на било која информација содржана во овој документ можеби е потребна дозвола од сопственикот на таа информација.

ПРИЗНАНИЕ

Овој документ е испорачан како дел од проектот ТРАИНЕЕ. Овој проект има добиено средства од програмата на Европската Унија ХОРИЗОН 2020 за истражување и иновации под договорот за грант Nº 785005.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 785005

Document information sheet	
Project acronym	TRAINEE
Project title	TowaRd market-based skills for sustAINable Energy Efficient construction
Grant agreement number	785005
Call identifier	H2020-EE-14-2016-2017
Funding scheme	CSA Coordination and support action
Project duration	30 months (1 May 2018-31 October 2020)
Project officer	MOSELEY Philippe (EASME)
Coordinator	ECM Economic Chamber of Macedonia – Mrs. Jadranka Arizankovska
Consortium partners	ECM, Kreacija, UKIM, EIM, AEC, BIM Academy
Website	www.TRAINEE-MK.eu
Deliverable number	D 2.6
Deliverable title	Training materials architects
Description	Training materials for architects
WP number	WP 2 – Creation and implementation of sustainable training schemes for EE and RES skills
Related task	Task 2.5 Development & Implementation of training for architects for fulfillment of legislation
Lead beneficiary	KREACIJA
Authors	Zhanina Stamenkova Risto Ivanov
Contributors	All partners
Reviewers	
Type	R (Report)
Dissemination level	PU (Public)
Language	Macedonian
Due date	31 December 2018
Submission date	28 December 2018
Status	Final

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД 7

2. ЦЕЛИ И РЕЗУЛТАТИ ОД ОБУКАТА НА АРХИТЕКТИ 8

3. ЦЕЛНА ГРУПА 9

4. ПРОГРАМА НА ОБУКАТА 9

5. МОДУЛ 1: ОПШТО ЗА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ 11

5.1. Дефинирање на поимот „Енергетска ефикасност“ (ЕЕ) 11
5.2. Влијание на енергетската ефикасност врз климатските промени 11
5.3. Енергетската ефикасност како пат кон одржлив развој 12
5.4. Енергетската ефикасност како пат кон користење ОИЕ 13
5.5. Влијанието на енергетска ефикасност врз комфорот 13
5.6. Влијанието на енергетска ефикасност врз здравјето 14
5.7. Влијанието на енергетската ефикасност врз производните процеси 15
5.8. Енергетската ефикасност како општествена одговорност 15
5.9. Енергетската ефикасност како пат кон енергетска независност 15
5.10. Местото на енергетската ефикасност во минатото 16
5.11. Местото на енергетската ефикасност во развиениот свет 17
5.12. Местото на енергетската ефикасност во Република Македонија 18

6. МОДУЛ 2: ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИ ОБЈЕКТИ 18

6.1. Дефинирање на енергетска класа на објект во Република Македонија 18
6.2. Дефинирање на енергетска класа на објект во други земји 19
6.3. Дефинирање на потребна енергија за греење 20
6.4. Дефинирање на финална енергија 21
6.5. Дефинирање на примарна енергија 21
6.6. Определување на *U* вредност 21
6.7. Определување на H_T’ 24
6.8. Определување на фактор на форма F_O 26
6.9. Влијанието на F_O на H_T’ 27
6.10. Влијанието на местоположбата на објектот 29
6.11. Влијанието на сончевите добивки 30
6.12. Влијанието на интерните добивки 32
6.13. Влијанието на масивноста на објектот 33
6.14. Односот на загубите и добивките на енергија 34
6.15. Толински мостови 36
6.16. Вентилација 37
6.17. Определување на енергија потребна за греење 38
6.18. Пародифузија 39
6.19. Детали на енергетски ефикасни конструкции 43
6.20. Инсталации и нивно проектирање 46
6.21. Пасивна куќа 46
6.22. Објектите со потрошувачка блиска до нула (nZEB) 49

7. МОДУЛ 3: ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА 50

7.1. Законските барања во однос на енергетската ефикасност во регионот 50
7.2. Законските барања во однос на енергетската ефикасност во Република Македонија 50
7.3. Објаснување на Правилникот за енергетски карактеристики на згради 51
7.4. Објаснување на Правилникот за енергетска контрола 52
7.5. Објаснување на Енергетска контрола 53

7.6. Објаснување на Елаборат за енергетска ефикасност 56
7.7. Објаснување на Потврда за усогласеност / енергетска ефикасност 57
7.8. Објаснување на Сертификат за енергетски карактеристики на згради 58
7.9. Разграничување на документите за енергетска ефикасност 60

TRAINEE TowaRd market-based skills for sustAINable Energy Efficient construction
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 785005

7.10. Објаснување на СУЕ 63
7.11. Задоволување на повисоки критериуми од законските барања 65

8. МОДУЛ 4: КЛИЕНТИТЕ - СОЈУЗНИЦИ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ 66

8.1. Енергетската ефикасност како дел од проектната задача 66
8.2. Запознавање на клиентот со придобивките од енергетската ефикасност 66
8.3. Класата на објектот како додадена вредност на објектите 67
8.4. Економска оправданост на воведување на енергетската ефикасност 68
8.5. Воведување на ОИЕ 69
8.6. Изборот на клиентот поткрепен со факти 71

Листа на слики

Слика 1: Примери за сертификати на зелени згради 15
Слика 2: Примери за зелени згради 15
Слика 3: Објект во Иран и објект во Австралиа 16
Слика 4: ЕС на станбен објект и нестанбен објект 19
Слика 5: Пресметана финална и примарна енергија 19
Слика 6: Потрошена финална и примарна енергија 20
Слика 7: Трансмисија на топлина 22
Слика 8: Коефициентот λ 22
Слика 9: Фактор на форма 27
Слика 10: Урбанизам и сончеви добивки (www.polis-solar.eu) 29
Слика 11: Положба на објектот и сончеви добивки (извор: sapa: buildingsystem) 29
Слика 12: Пасивна сончева енергија 30
Слика 13: Зеленилото и енергетската ефикасност (извор: greenSpec) 30
Слика 14: Корекционен фактор F_{hor} 31
Слика 15: Корекционен фактор F_{ov} 31
Слика 16: Корекционен фактор F_{fin} 31
Слика 17: Заштита и користење на сончево зрачење 32
Слика 18: Интерни добивки 32
Слика 19: Влијание на термичката маса 34
Слика 20: Топлински мостови со термографска камера 37
Слика 21: Типови на топлински мостови 37
Слика 22: Рекуператор 38
Слика 23: Паропропусен и паронепропусен слој 40
Слика 24: Кондензација на водена пареа 40
Слика 25: Надворешен изолиран ѕид 41
Слика 26: Дијаграми на температура и на пародифузија 42
Слика 27: Термичка обвивка 43
Слика 28: Детал на изолација кај тежок покрив 43
Слика 29: Детал на изолација кај лесен покрив 44
Слика 30: Детал на изолација со термо-панел 44
Слика 31: Детал на изолација кај надворешен ѕид 44
Слика 32: Детал на изолација кај преградни ѕидови 45
Слика 33: Детал на под помеѓу станбен и деловен простор 45
Слика 34: Детал на прозорец 45
Слика 35: Пасивни куќи во Нов Зеланд, Јужна Кореа и САД 46
Слика 36: Заштеди кај пасивна куќа (www.passivehous.com) 47
Слика 37: Критериуми за пасивна куќа 48
Слика 38: Нивоа на пасивна куќа 49
Слика 39: Споредба на ЕП и ЕЕ 61
Слика 40: Споредба на ЕП, ЕЕ и ЕК 62
Слика 41: Споредба на ЕС и ЕП 62
Слика 42: Споредба на ЕК и ЕС 63
Слика 43: Процес на енергетско планирање 64
Слика 44: Енергетската ефикасност и БИМ 65
Слика 45: Вентилирање 67
Слика 46: Изолирање на покрив 69
Слика 47: Изолирање на надворешен ѕид 69

Листа на табели

Табела 1: Намалување на емисија на CO_2 во хотел 12
Табела 2: Топлински пумпи во индустриски објект 13
Табела 3: Q_{nd} при внатрешна температура од 20°C 14
Табела 4: Q_{nd} при внатрешна температура од 21°C 14
Табела 5: Q_{nd} при вн. температура од 20°C и измени на воздух 0,8 h^{-1} 14
Табела 6: Површински отпори 23
Табела 7: U на фасаден sид 24
Табела 8: Дозволени вредности на H_T' 25
Табела 9: Трансмисиски загуби по конструктивни елементи 26
Табела 10: Формули за определување на H't 27
Табела 11: U вредности на објектот 28
Табела 12: Потребна енергија за греење во зависност од фактор на форма 28
Табела 13: Вредности на a_0 и □$_{H,0}$ 34
Табела 14: Вредности на C_i 35
Табела 15: Описи на масивност на конструкција 35
Табела 16: Определување на утилизационен коефициент 36
Табела 17: Пресметка на „U" вредност на фасаден sид 41
Табела 18: Пресметка на пародифузија 42
Табела 19: Средна потрошувачка на електрична енергија 54
Табела 20: Анализа на годишни сметки за електрична енергија 54
Табела 21: Средна потрошувачка на енергија според опрема 55
Табела 22: Анализа на воведување на енергетски ефикасно осветлување 68
Табела 23: Потреби од топлинска пумпа во зависност од изолираноста на објектот 70
Табела 24: Почетни елементи за избор на топлинска пумпа 70
Табела 25: Избран капацитет на топлинска пумпа 70
Табела 26: Заштеди со топлинска пумпа 70
Табела 27: ППИ за топлинска пумпа 71
Табела 28: Пример за нвестиција при изолирање на јавен објект 1 72
Табела 29: Пример за ППИ при изолирање на јавен објект 1 72
Табела 30: Пример за инвестиција при изолирање на јавен објект 2 72
Табела 31: Пример за ППИ при изолирање на јавен објект 2 73
Табела 32: Пример за рекуперација во хотел 73
Табела 33: Пример за автоматика на машинска хала 74
Табела 34: Пример за ППИ при автоматика 74
Табела 35: Анализа на неизолирана семејна куќа 74
Табела 36: $Q_{h,\,nd}$ за неизолирана семејна куќа 74
Табела 37: Анализа на изолирана семејна куќа 75
Табела 38: $Q_{h,\,nd}$ за изолирана семејна куќа 75

Листа на графикони

Графикон 1: Потрошувачка на електрична енергија 54
Графикон 2: Потрошувачка на електрична енергија според опрема 55
Графикон 3: Потрошувачка на вода 55

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1: Изглед на Потврда за енергетска ефикасност 78
ПРИЛОГ 2: Изглед на Сертификат за енергетски карактеристики на згради 83
ПРИЛОГ 3: Табела на основни материјали 87
ПРИЛОГ 4: Табела на стандарди 88

1. ВОВЕД

Проектот „ТРАИНЕЕ“ (TowaRd market-based skills for sustAINable Energy Efficient construction) е проект финансиран од Европската Унија, а во рамките на програмата HORISON 2020.

Република Македонија има усвоено политика за енергетска ефикасност (ЕЕ) која е хармонизирана со европската регулатива и има поставено национална цел за заштеда на енергија до 2020 година. Делот од заштедите кој отпаѓа на градежниот сектор изнесува 36,13%.

Со проектот „Build Up skills Pilar 1“ беа спроведени подготвителни активности кои резултираа со издавање на два документи: „Анализата Status Quo“[1], со базични индикатори за градежниот сектор, која ги дефинираше разликите помеѓу постоечката состојба и потребата од обучени работници и „Патоказ“ [2](Roadmap) кој ги дефинираше приоритетните мерки кои треба да се спроведат за да се надминат бариерите во спроведување на енергетската ефикасност. Препораката е: недостатокот од 9.600 работници, обучени за работа во областа на ЕЕ и ОИЕ (Обновливи Извори на Енергија) да се намали со приоритетните мерки посочени во „Патоказ“-от кои се однесуваат на: надградба на националниот образовен систем за обезбедување на квалификации за примена на ЕЕ и ОИЕ; дизајнирање на шема за обука за ЕЕ и ОИЕ во објектите; градење на капацитети во образовните институции во согласност со потребите за обучени работници и надминување на комуникациските бариери за остварување на целите од „Патоказ “- от.

Со проектот „Build Up skills Pilar 2, BUS BEET“ беа развиени две квалификациони шеми (10 дневна обука и препознавање на претходното знаење) за 5 приоритетни занимања за енергетската ефикасност за: фасадерски работи, покривни конструкции, столарија, машински инсталации и електрични инсталации. Развиените пет модули за обука беа распространети преку обуки и сесии за признавање на претходното знаење и резултираа со успешно квалификување на над 1.240 луѓе вклучени во проектот преку доброволни шеми за квалификација.

За надминувањето на недостатокот на квалификувана работна сила во градежниот сектор во Република Македонија треба да се задоволи потребата од 4.600 работници (според националниот Патоказ за квалификации, www.beet.mk) во секторот на енергетска ефикасност и 1.000 професионалци (градежни техничари, градежни инженери и архитекти).

[1]http://buildupskills.mk/images/Publikacii/StatusQuo/Analysis_of_the_national_Status_Quo_BUS-M_EN.pdf
[2]http://buildupskills.mk/images/Publikacii/Roadmap/Roadmap_BUS-MK_Final_EN_0.pdf

Од тука произлегуваат и целите на проектот „ТРАИНЕЕ“ како и дводневната обука за архитекти за спроведување на барањата за енергетска ефикасност дефинирани во Правилникот за енергетски карактеристики на згради (Службен весник на Република Македонија, број 94 од 04.07.2013).

Конзорциумот кој го реализира проектот „ТРАИНЕЕ“ е составен од 6 партнери од кои 5 се од Република Македонија: Стопанската Комора на Македонија; ЗБК Креација – Асоцијација за бизнис и консултантство; ФЕИТ – Факултет за електротехника и информатски технологии при Универзитетот „Кирил и Методи“; ИМИ – Инженерска

институција на Македонија; AEC- Центар за образование на возрасни и еден од Шпанија: BIM Academy Barcelona.

Општата цел на проектот е зголемување на бројот на обучени професионалци, во согласност со препораките на националната програма, со фокус на два приоритета: обука на 4.500 професионалци, вклучувајќи и работници, во областа на градежништвото и надминување на бариерите за имплементација и одржување на мерките за енергетска ефикасност.

Специфичните цели на проектот ТРАИНЕЕ се:

1. Надградба на квалификационата шема за техничари, раководители на градба и инженери и развој на шема на обуки за 5 занимања на работници и две занимања поврзани со ОИЕ (проектанти и инсталатери) со основање на Центар на знаење за поддршка на развојот на одржлив пазар, базиран на енергетската ефикасност, со годишен капацитет за реплицирање на 10 обучувачи и 600 квалификувани градежни работници (200 со обука и 400 со препознавање на претходното знаење).

2. Зголемување на свесноста на професионалците во градежништвото за примена на алатката БИМ (Building Information Modelling) за да се обезбеди мулти-дисциплинарен приод во конструкциите/објектите кој би резултирал со намалување на разликата помеѓу проектираната и реалната потрошувачка на енергија, преку подобрување на квалитетот на градбите, мерење на заштедите на енергија и подобрување на квалитетот на внатрешниот амбиент.

3. Зголемено препознавање на пазарот на вештините во градежниот сектор и подобрена соработка помеѓу различни групи на професионалци и воведување на методологија на заедничко признавање на вештините помеѓу три европски земји (Грција, Словенија и Хрватска).

2. ЦЕЛИ И РЕЗУЛТАТИ од обуката на архитекти

Општа цел на обуката е оспособување на учесниците да следат и применуваат систематски и логичен пристап во проектирањето на ЕЕ објекти преку интегрирање на четирите подрачја/точки во планирањето и градењето на објектот (потребата на РМ за ЕЕ; знаење и вештини за пресметките за ЕЕ при проектирањето на ЕЕ објекти; имплементацијата на законската регулатива за категоризација на објектите според ЕЕ и подигање на свесноста на клиентите за додадената вредност од проектирање и градба на ЕЕ објекти).

Специфични цели на обуката се:

- Подигање на свесноста за потребата за ЕЕ на ниво на држава и на ниво на инвеститор;
- Знаење за дефинирање на енергетската класа на објектот и вештини за пресметки за планираната потрошувачка на енергија;
- Информации за барањата на Законската регулатива и начинот на нивното исполнување;
- Стекнување разбирање за потребата од сојузништво со клиентите за валоризирање на додадената вредност на ЕЕ објект.

Очекувани резултати:

- Учесниците се запознаени со систематизираниот и логичен пристап во проектирањето на ЕЕ објекти;
- Учесниците се свесни за придонесот на проектирањето на ЕЕ објекти и се вклучени во следењето на нивниот придонес во проектите што ги проектираат и/или одобруваат со енергетска класа;
- Учесниците се запознаени со методите на пресметка на енергетската потрошувачка и документацијата за дефинирање на категоризацијата на објектот.

По обуката ќе бидат испорачани:

- Сертификати за учесниците на обуката и
- Извештаи од одржаните обуки.

Резултатите од обуката треба да се манифестираат преку проектирање и изведба на објекти кои се со:

- подобри карактеристики во однос на енергетската ефикасност и примената на обновливи извори на енергија и
- намалена емисија на CO2.

Мерењето на резултатите е објаснето во Глава 5.

3. ЦЕЛНА ГРУПА

Целна група на оваа обука се инженери-дипломирани архитекти, со минимално образование - ниво VII, кои дејствуваат во полето на проектирање на градежни објекти или се ангажирани во јавни институции и се занимаваат со проблематиката на енергетска ефикасност.

Директни корисници

Ќе бидат вклучени 50 архитекти во обука за надминување на разликата помеѓу проектираната и реалната потрошувачка на енергија во објектите. Претходни услови за заинтересираните кандидати: поднесена пријава за учество во проектот и одговорен прашалник за потребите за обука.

4. ПРОГРАМА НА ОБУКАТА

Програмата за обука е структурирана во четири модули:

Модул 1: **ОПШТО ЗА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ**
Модул 2: ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИ ОБЈЕКТИ
Модул 3: ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА
Модул 4: КЛИЕНТИТЕ - СОЈУЗНИЦИ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ

Вовед

На почетокот на обуката една сесија ќе биде посветена на одредување на baseline индикатори и тоа :

- за обемот и квадратурата на проектираните објекти од страна на учесниците во период на една година (2018) за архитекти што проектираат и
- обемот и квадратурата на објектите за кои се издадени одобренија за градба во 2018 година од страна на претставниците на јавни институции.

Целта на ова сесија е да се согледа обемот на работа на 50 учесници која ќе служи за планирање на идниот нивен придонес во ЕЕ објекти во 2019 година.

5. МОДУЛ 1: ОПШТО ЗА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ

Првиот модул опфаќа продлабочување на знаењето на учесниците за енергетската ефикасност и нејзиното значење. Целта на ова обука е на учесниците да им стане поблиска и лесно прифатлива примената на мерки за енергетска ефикасност во поширок општествен контекст.

5.1. Дефинирање на поимот „Енергетска ефикасност“ (ЕЕ)

Енергетска ефикасност претставува намалување на потребите од енергија за извршување на една дејност со што се елиминираат непотребните загуби на енергија. Таа обезбедува намалување на потребите за енергија, намалување на трошоците, намалување на загадувањето, подобри услови за живеење и работење, полесно одржување на објектите и зголемување на општествената одговорност.

5.2. Влијание на енергетската ефикасност врз климатските промени

Климатските промени се еден од најконтраверзните предизвици со кои се соочува општеството. Глобалната емисија на стакленички гасови од фосилни горива се зголемува секоја година, и покрај напорите да биде ублажена, меѓу другото и преку мерки за енергетска ефикасност. Ефективноста на овие мерки е компромитирана со растечката популација и зголемувањето на достапноста на електричната опрема и апарати.

За справување со овие предизвици треба да се исполнат следните цели:

- намалување на емисијата на стакленички гасови заради ограничување на глобалното затоплување и растењето на нивото на морињата;
- користење на обновливи извори на енергија засновано на намалување на енергетските потреби преку енергетската ефикасност;
- изнаоѓање на начин на транспорт кој не предизвикува загадување.

Европската унија е првата голема економија која ќе постигне климатска неутралност во текот на следните три децении. Експертите велат дека прекинувањето на употребата на фосилни горива и процесот за декарбонизација се најважните мерки потребни за да се постигнат целите на договорот за климата од Париз од 2015 година: да се ограничи глобалното затоплување на 1,5 степени до крајот на векот. Климатските и енергетските цели на Европската унија се презентирани на следните web - страни:

- 2020 climate and energy package
- 2030 climate and energy framework

Целите се така дефинирани да можат да овозможат трансформација кон „low-carbon economy“ детално опишана на web - страната 2050 low-carbon roadmap.

Пример за намалување на емисија на CO_2 за 36% , на хотел, со примена на мерки за енергетска ефикасност:

Предлог мерки за подобрување на енергетската ефикасност во постоечка состојба						
реден број	Мерка за ен. ефикасност во постоечки услови	Заштеда на финална енергија	Парични заштеди	Инвестиција	ППИ	Намалување на емисија на CO_2
		kWh/год	ден/год	ден	години	tCO_2/год
1	Изолирање на покрив	444.094	745.249	4.481.679	6,0	115,45
2	Изолирање на подови	133.692	276.612	983.840	3,6	42,85
3	Автоматска регулација	105.954	294.688	1.100.000	3,7	35,16
4	Пумпа за СТВ	139.595	371.040	1.045.000	2,8	59,16
5	Рекуператор за SPA	83.004	219.962	730.000	3,3	27,56
6	Рекуператори: ресторан, банкет сала и лоби	106.125	281.231	922.500	3,3	35,23
7	Замена на вжарени светилки со LED	21.108	88.879	185.750	2,1	21,11
Вкупно:		629.122	1.562.358	9.448.769	6,0	225,70
Годишна заштеда во %:		26%	21%			36%

Табела 1: Намалување на емисија на CO_2 во хотел

Компензација за зголемената емисија на стакленички гасови се реализира и со, се почесто, зазеленување на покривите на објектите во урбаните средини.

5.3. Енергетската ефикасност како пат кон одржлив развој

Одржливоста е клучна карактеристика кон која се стреми развиениот свет. Се зборува за одржливи процеси, одржливо производство, одржлив развој. Целината, но и секоја нејзина компонента треба да е одржлива или само-одржлива. Одржливоста треба да овозможи задоволувањето на потребите на денешницата да не го загрози опстанокот и развојот на следните генерации. Одржливиот развој ја заштитува животната средина, но го овозможува и развојот на економијата и на целото општество.

За да се овозможи одржливост во енергетиката потребна е преориентација кон обновливи извори на енергија во што спаѓаат: енергијата на ветерот преку ветерни централи, на водата преку мини хидроцентрали, на сончевата енергија преку фотоволтаични централи, на отпадот со централи на биогас и т.н. Развиените земји во светот се повеќе се ориентираат кон изнаоѓање алтернативни извори на енергија, како што е енергијата на брановите на водата или на плимата и осеката, намалувајќи го користењето на необновливите извори на енергија кои се и најголемите предизвикувачи на загадување на планетата и извор на многу конфликти и војни.

5.4. Енергетската ефикасност како пат кон користење ОИЕ

Обновливите извори на енергија (ОИЕ) се сеуште скапи за примена. Еден од начините да бидат подостапни е да се намали потребата за енергија преку мерки за енергетската ефикасност во сите области. За намалување на енергијата за греење/ладење потребно е изолирање на објектите со што ќе се намали инсталираната моќност, цената, потрошувачката и трошоците кои се однесуваат на обезбедувањето на енергија за греење/ладење. Енергетски ефикасна опрема и осветлување ќе ја намали потребата за електрична енергија и ќе овозможи планирање на фотоволтаици за нејзино производство. Ефикасно користење на санитарната топла вода ќе овозможи оправдано користење на сончеви колектори.

Пример за влијанието на користењето на ОИЕ при греење во еден индустриски објект:

Потрошувачка на електрична енергија според намена	Проектирана состојба со електрични греалки		Проектирана состојба со топлински пумпи	
	kWh/год	%	kWh/год	%
Греење	248.202	66%	99.647	44%
Ладење	2.784	1%	2.784	1%
Осветлување	14.694	4%	14.694	6%
Индустриска опрема	92.724	25%	92.724	41%
Мали електрични апарати	18.163	5%	18.163	8%
Вкупно:	**376.568**	100%	**228.013**	100%
Трошок:	**2.282.003** ден		**1.381.760** ден	

Табела 2: Топлински пумпи во индустриски објект

Намалувањето на потребата за енергија во случај на користење на топлински пумпи во однос на електрични греалки изнесува 148.555 kWh или 39,45%.

Пример за влијанието на енергетската ефикасност во набавката на топлинска пумпа, за изолиран и неизолиран објект, е даден во примерот за воведување на топлинска пумпа во основно училиште во поглавјето 8.5.

Но, како еден предуслов за сите случаи е воведување на Систем за управувањето со енергијата (СУЕ) кој без големи вложувања овозможува рационално користење на сите ресурси и може да придонесе за намалување на потребите за енергија и за (10-15)%.

5.5. Влијанието на енергетска ефикасност врз комфорот

Енергетската ефикасност не е обично штедење на енергија. Енергија може да се заштеди со намалување на комфорот. На пример: во зимскиот период наместо да се користат сите соби во куќата, заради заштеда на енергија и пари, се користат само две соби. Тоа не е енергетска ефикасност. Истото се однесува и на осветлувањето. За исполнување на енергетската ефикасност на објектите потребно е да се задоволат сите услови на комфор:

- Воздушен комфор;
- Топлотен комфор;
- Светлосен комфор;
- Звучен комфор.

Со енергетската ефикасност треба да се задржи комфорот на живеењето, а сепак да се намалат потребите и трошоците за енергија што може да се постигне единствено со добро изолиран објект и користење на ефикасно греење, ладење и осветлување.

5.6. Влијанието на енергетска ефикасност врз здравјето

Потрошувачката на енергија за греење може да се намали и со субстандардни температури во просторот во кој се престојува, но тогаш не зборуваме за енергетска ефикасност бидејќи здравјето е загрозено. Енергетската ефикасност треба да обезбеди оптимални услови за престој, дефинирани со стандарди и потврдени во пракса. Во Правилникот за енергетски карактеристики на згради во сите објекти каде престојува човекот температурата во зимскиот период треба да изнесува 20°C, освен во болниците и старските домови во кои треба да биде 22°C, а во базените 28°C. Секое зголемување на температурата предизвикува зголемување на потрошувачката и трошоците, а секое намалување на температурата го загрозува здравјето.

Пример за зголемувањето на потребната енергија за греење при зголемување на внатрешната температура за 1°C, при иста надворешна температура:

- Состојба со 20°C внатрешна температура и измени на воздух од 0,4 h^{-1}:

q_{tr}=	25,89 kWh/m^{2}a	Q_{tr}=	4.921,04 kWh/a
$q_{i,ve}$=	13,95 kWh/m^{2}a	$Q_{i,ver}$=	2.651,62 kWh/a
q_{nd}=	**39,84** kWh/m^{2}a	Q_{nd}=	**7.572,66** kWh/a

Табела 3: Q_{nd} при внатрешна температура од 20°C

- Состојба со 21°C внатрешна температура и измени на воздух од 0,4 h^{-1}:

q_{tr}=	29,77 kWh/m^{2}a	Q_{tr}=	5.658,64 kWh/a
$q_{i,ve}$=	15,51 kWh/m^{2}a	$Q_{i,ver}$=	2.948,60 kWh/a
q_{nd}=	**45,28** kWh/m^{2}a	Q_{nd}=	**8.607,24** kWh/a

Табела 4: Q_{nd} при внатрешна температура од 21°C

Разликата од 1°C придонесува за зголемување на потрошувачката на енергија од 1.035 kWh или 13,7%.

- Состојба со 20°C внатрешна температура и измени на воздух од 0,8 h^{-1}:

q_{tr}=	25,81 kWh/m^{2}a	Q_{tr}=	4.905,49 kWh/a
$q_{i,ve}$=	27,90 kWh/m^{2}a	$Q_{i,ver}$=	5.303,23 kWh/a
q_{nd}=	**53,71** kWh/m^{2}a	Q_{nd}=	**10.208,72** kWh/a

Табела 5: Q_{nd} при вн. температура од 20°C и измени на воздух 0,8 h^{-1}

Доколку пак вентилацијата двојно се зголеми потребната енергија за греење се зголемува за 2.636 kWh или 34,8%.

Во летниот период пропишаната внатрешна температура за сите објекти изнесува 26°C освен за базените за кои се пропишани 28°C. Секое намалување на температурата лете исто така го загрозува здравјето, а и ги зголемува потрошувачката на енергија и трошоци за ладење.

Енергетската ефикасност подразбира оптимални услови на престој и избалансирани трошоци во сите годишни времиња.

5.7. Влијанието на енергетската ефикасност врз производните процеси

Заштедите на енергија предизвикани со исклучување на машини или цели производствени процеси, за да се заштеди енергија, не се мерки за енергетска ефикасност. Користењето на енергетски ефикасна опрема, како и правилното користење и правилното одржување на опремата, можат да доведат до заштеди кои го намалуваат чинењето на производот или услугата. Сертифицирањето на производите со енергетска класа (на пример: А+++) е еден од начините да се стимулира заштедата на енергија и да се поттикнува свеста за значењето на истата.

5.8. Енергетската ефикасност како општествена одговорност

Секоја посериозна институција или компанија води сметка за општествената одговорност, односно за влијанието кое го има во општеството. Освен превземањето на мерки за намалување на загадувањето кај големите индустриски објекти, компаниите се трудат да покажат дека ги намалуваат потребите за енергија и дека се ориентираат кон обновливите извори на енергија. Овие заложби се верификуваат и преку Сертификатот за енергетски карактеристики на згради, објаснет во поглавје 7.8.

Како стимул во оваа област во светот се воведуваат брендирања и сертификати како што е LEED сертификатот или Green Building кои опфаќаат повеќе критериуми, освен енергетската ефикасност, како комфорот, користењето на водата, ОИЕ, третирањето на отпадот и зазеленувањето на околината заради похумано урбано живеење. Следува илустрација за познатати и најчесто применувани сертификати:

Слика 1: Примери за сертификати на зелени згради

Слика 2: Примери за зелени згради

Зазеленувањето на објектите бара поголемо внимание и знаење при проектирање и изведба на деталите на покривите, ѕидовите и жардињерите.

5.9. Енергетската ефикасност како пат кон енергетска независност

Енергетската ефикасност е еден од најсигурните методи за намалување на потребите за енергија на ниво на држава. Во комбинација со обновливите извори на енергија придонесува за намалување на потребата од увоз на енергија и енергенси и на тој начин и овозможува на земјата поголем имунитет во однос на светските енергетските потреси

на пазарот, го зголемува суверенитетот во однос на земјите од кои увезува енергенси и на тој начин го подобрува прво енергетскиот, а потоа и целокупниот интегритет на земјата.

5.10. Местото на енергетската ефикасност во минатото

Заштитата на човекот пред налетот на временските прилики е исконска потреба која е актуелна и во современиот свет. Материјалите и технологиите се менуваат, но принципот останува ист.

Слика 3: Објект во Иран и објект во Австралиа

Управувањето со енергија и подобрувањето на енергетската ефикасност одамна биле констатирани како потреба и во развиениот свет, за индустријата и трговијата. Парната машина која се појавила во 1790-ите (Boulton and Watt) имала компетитивна предност бидејќи била поефикасна во потрошувачката на гориво и ги намалила трошоците за енергенси. Во Втората светска војна ефикасната потрошувачка на горива била клучен фактор во сите активности, пресликувајќи се и во повоениот период, заради намалувањето на енергетски ресурси. Енергетскиот менаџмент се развива по првата нафтена криза во 1973 година за да се
ефектуира по втората нафтена криза во 1973 година.

По 45 години може веќе да се согледа еволутивниот пат на модерните системи за управување со енергија и енергетската ефикасност. Гледајќи наназад, според Др. Стивен Фаукес (Dr. Steven Fawkes) може да се дефинираат неколку јасни фази, кои поминуваат една во друга по еволутивен пат, со развој на техниката и приодите кон темата:

- Фаза 1: 1973 - 1981 е фаза на енергетска конзервација или на штедење енергија;
- Фаза 2: 1981 - 1993 е фаза на енергетски менаџмент или фаза кога се развива СУЕ;
- Фаза 3: 1993 - 2000 е фаза на набавки на енергенси кога ефикасноста се запоставува;
- Фаза 4: 2000 - 2010 е фаза на намалување на јаглен заради климатските промени;
- Фаза 5: 2010 - 2020 е фаза на енергетска ефикасност со глобален интерес за истата;
- Фаза 6: 2020 - 2030 е фаза на ефикасноста како ресурс која се шири во сите области.

Според истиот автор, како и да се менува светот во технолошки или гео-политички смисол, трендот кон енергетска ефикасност и почисти технологии ќе биде постојан и актуелен.

5.11. Местото на енергетската ефикасност во развиениот свет

За Република Македонија се важни заложбите на Европската Унија бидејќи се стреми за членство во истата. Најновата информација е дека Европската комисија се заложи Европската Унија до 2050 година да има вкупно нула емисии на стакленички гасови (*Brussels 28 November 2018: The Commission calls for a climate neutral Europe by 2050*), барање кое е од научниците, за да се избегнат катастрофите од глобалното затоплување.

Европската стратегија 2020 (*Europe 2020 Strategy*), основана од европските лидери во 2007-ма година и внесена во законската регулатива во 2009-та година, имаше три цели:

- 20% намалувањето на емисијата на стакленички гасови во однос на 1990;
- 20% од енергијата во ЕУ да е од ОИЕ;
- 20% зголемување на енергетската ефикасност.

Директивата за енергетска ефикасност од 2012 година (*Directive 2012/27/EU*) воспостави сет од мерки за реализирање на планираните цели. Од сите земји членки на ЕУ беше побарано да ја користат енергијата поефикасно, од фазата на производство до фазата на финална потрошувачка на енергија.

Според извештаите за напредок, Европската унија е на патот кон остварување на зададените цели и активирање на регулативата за остварување на целите за 2030 година. Последните податоци (https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress_en), од 07.11.2017 година, покажуваат дека:

- Емисијата на стакленички гасови во ЕУ е намалена за 23% во периодот од 1990 до 2016 година додека пак економијата забележала раст од 53% во истиот период;

- Емисијата на стакленички гасови се намалила за 0,7% во 2017 година додека БДП пораснал за 1,9%.

На 30.11.2016 година Комисијата предложи обновување на директивата (Energy Efficiency Directive (https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en) поставувајќи ги целите за 2030 година:

- min 40% намалување на емисијата на стакленички гасови во однос на 1990;
- min 27% од енергијата во ЕУ да е од ОИЕ;
- min 27% зголемување на енергетската ефикасност.

За остварување на овие цели се планираат 177 милијарди евра, за јавни и приватни инвестиции, на годишно ниво, од 2021 година. Овие инвестиции треба да генерираат зголемување на БДП над 1% во тек на следната декада и креирање на 900.000 нови работни места (https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition).

5.12. Местото на енергетската ефикасност во Република Македонија

Во Република Макединија постои:

- Стратегија за унапредување на енергетската ефикасност во Република Макединија до 2020 година (Службен весник на РМ број 43 од 29.10.2010 година);
- Трет акционен план за енергетска ефикасност на Република Македонија за период од 2016 до 2018 година донесен на 18.07.2017 година;
- Закон за енергетика (Службен весник на РМ број 96 од 28.05.2018 година).

Во фаза на изработка е Закон за енергетска ефикасност.

Обврски за применување на енергетската ефикасност на зградите имаат само новите објекти и објектите кои се под поголема реконструкција, опфатени со Законот за градба, условени со добивање на Одобрение за градба и Одобрение за употреба.

За конкретната актуелна законска регулатива има подетално објаснување во Модул 3.

6. МОДУЛ 2: ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИ ОБЈЕКТИ

Вториот модул опфаќа обука за проектирање на енергетски ефикасни објекти. Главниот акцент е ставен на градежниот дел на објектот, како носител на енергетската ефикасност на објектите, со должно внимание и на инсталациите кои ја зголемуваат енергетската ефикасност и се неопходна и значајна компонента на која треба да се обрне внимание уште во фазата на проектирање.

6.1. Дефинирање на енергетска класа на објект во Република Македонија

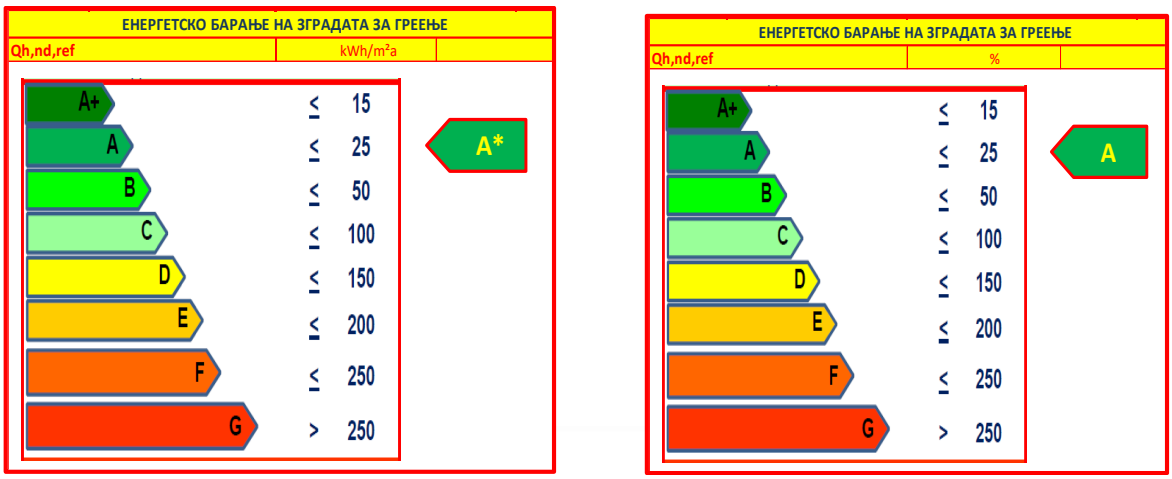
Енергетската класа на објектите се дефинира во зависност од законската регулатива на секоја земја и има разлики помеѓу земјите. Условите за кои се дефинира класата на објектот во смисол на климатски податоци, внатрешна и надворешна температура, денови на греење, часови на греење (со или без прекин) и вентилација се однапред зададени, стандардизирани, во зависност од местоположбата и типот на објект, за да може да се споредуваат објектите.

Во Република Македонија енергетската класа на станбените објекти ја претставува потребната енергија за греење $q_{H,nd}$ (nominal demand), изразена во kWh на m^2 внатрешна корисна греана површина.

Во Република Македонија енергетската класа на комерцијалните објекти претставува процент кој покажува на тоа кој е удделот на специфичната годишна потреба за енергија за греење на објектот во однос на референтна вредност која е зададена со Правилникот за енергетски карактеристики на згради како $q_{H,nd,max}$=150 kWh/m^2, воведена со Измените на Правилникот за енергетски карактеристики на згради од 16.01.2015 година.

$$q_{H,nd,rel} = q_{H,nd} / q_{H,nd,max} \quad \text{во} \quad (\%)$$

Пресметките се базирани на стандардот МКС EN ISO 13790:2009 и стандардот МКС EN ISO 13789:2009. Класата на објектот се запишува во Сертификатот за енергетски карактеристики на згради, на првата страна.



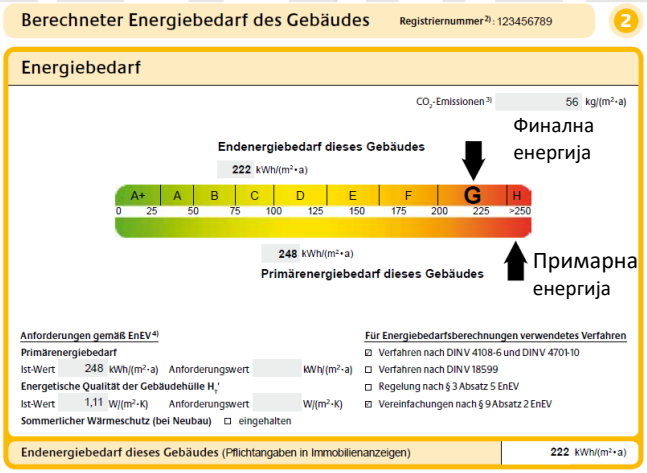
Слика 4: ЕС на станбен објект и нестанбен објект

6.2. Дефинирање на енергетска класа на објект во други земји

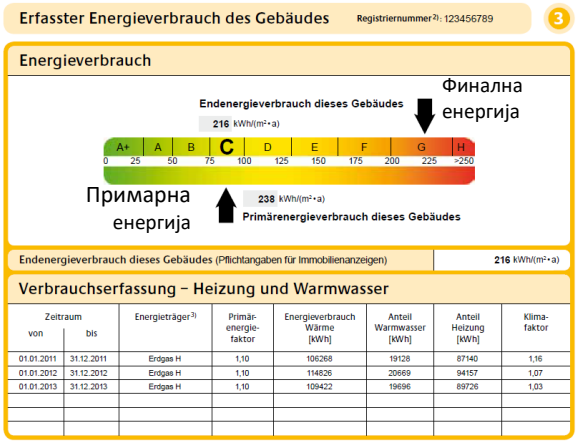
Енергетската класа на објектот, одредена според потребната енергија за греење, е основен показател за карактеристиките на објектот во градежен смисол. Таа е, условно земено, стабилен податок се додека не се смени нешто на конструкцијата во смисол на промена на изолацијата или на вентилацијата (на пример: ако се внесе рекуперација). Но, класата на објектите може да се искажува и според финалната или примарната енергија и се разликува помеѓу земјите.

Во Република Германија (*EnEV 2014*) во енергетскиот сертификат се прикажуваат вкупната примарна и финална енергија за две состојби: пресметана енергетска потреба и реално потрошена енергија за последните 3 години.

Пример за дел од сертификат на Република Германија (*Der Energiausweis на DENA - Deutsche Energy Agentur*):



Слика 5: Пресметана финална и примарна енергија



Слика 6: Потрошена финална и примарна енергија

Во Република Хрватска (*Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju, Narodne novine broj 88/17*) се одредуваат две класи на објектот:

- Првата класа е според специфичната годишна потребна енергија за греење за референтни климатски податоци, како и кај нас.

- Втората класа е според специфичната примарна енергија за референтни климатски податоци која кај станбени објекти ја опфаќа енергијата за греење, енергијата за подготовка на санитарна топла вода и климатизација/вентилација, а кај нестанбените објекти ја опфаќа и енергијата за осветлување.

Во Република Србија (*Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда*, *Сл. гласник РС", бр. 61/2011*) енергетската класа на објектот е одредува според потребната енергија за греење, како и кај нас.

Во Република Бугарија (*НАРЕДБА N° Е-РД-04-2 од 22.01.2016*) класата на објектот се определува врз основа на вкупната примарна енергија која му е потребна на објектот. Класите на објектите се дефинирани во зависност од типот на објектот. На пример, за класа А за административни објекти е од 70 до 140 kWh/m^2, а за станбени објекти е од 48 до 95 kWh/m^2.

6.3. Дефинирање на потребна енергија за греење

Енергијата потребна за греење (nominal demand) на еден објект е пресметана годишната потребна топлинска енергија, искажана во kWh, која треба да биде испорачана на објектот за да се одржат внатрешните зададени температури, при средна зимска температура, и се обележува со $Q_{H,nd}$. Кога се пресметува за стандардизирани услови на користење, според податоци од законската регулатива, таа претставува основа за пресметување на специфичната годишна топлинска енергија, $q_{H,nd}$ врз основа на која се одредува класата на објектот.

$$q_{H,nd} = Q_{H,nd} / A \quad \text{во kWh/ m}^2$$

каде што:

$Q_{H,nd}$ е потребната енергија за загревање на објектот во kWh;
A е внатрешна корисна греаната површина на објектот во m^2;
H,nd е кратенка од: Heating, nominal demand.

Потребната енергија за греење треба да ги надомести сите загуби низ термичката обвивка на објектот и од вентилацијата и инфитрацијата, а при нејзината пресметка се земаат во предвид добивките од сончева енергија и интерните добивки од луѓе и опрема.

6.4. Дефинирање на финална енергија

Финална енергија е енергија донесена во објектот која треба да ги задоволи енергетските потреби на зградата. Дел од таа енергија е и финалната енергија за греење која треба да ги задоволи потребите на објектот за греење. Потрошената финална енергија се чита од сметките.

Финалната енергија за греење се преметува врз основа на енергијата потребна за греење, но го зема во предвид и системот за греење. За еден објект потребната енергија за греење, за зададени услови на користење, е условно речено константна, а може да се пресметаат различни финални енергии за греење, во зависност од системот за греење кој се применува и може да се менува.

Кај покомплексни објекти се случува финалната енергија да треба да се пресметува врз основа на неколку извори на топлина и пресметката е малку покомплицирана. Таков пример се хотелите кај кои може да има греење на дрва, на мазут и евентуално догревање со електрична енергија. Во Правилникот е дадена формулата за пресметка на финалната енергија за греење:

$$Q_{H,sys} = Q_{H,nd} / \eta_{H,sys}$$

$\eta_{H,sys}$ е коефициент на системот за греење и е производ на коефициентите на ефикасност на системот за предавање на енергија, на ефикасноста на дистрибутивниот систем, на ефикасност на системот за генерирање на енергија, коефициентот на работа и одржување на системот и коефициентот на системот за управување и контрола.

6.5. Дефинирање на примарна енергија

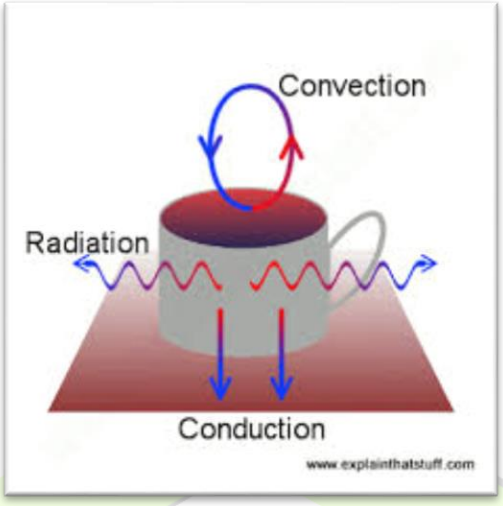
Примарната енергија е енергија од обновливи или необновливи извори која не доживеала било каква конверзија или процес на трансформација. Примарната енергија се определува од финалната енергија, со коефициенти кои се во функција од изворот на енергијата. Врз основа на примарната енергија се определува и емисијата на CO_2 која се впишува во Сертификатот за енергетски карактеристики на згради.

6.6. Определување на *U* вредност

Важен показател за термичките карактеристики на една конструкција е коефициентот на пренесување на топлината „***U***“ со единица мерка W/(m^{2}K). Пренесувањето на топлина (трансмисија), кој се случува при промени во температурното поле, претставува предавање на топлинска енергија од материјална средина со повисока температура на материјална средина со пониска температура. Количество топлина *Q* пренесено од или на некој систем во единица време *t* е топлотен проток *Q* (или моќност), а единица мерка е *ват* (Watt) кој се означува со „W“.

Постојат три основни начини за пренесување на топлина кои можат да се случат одделно, или заедно, но во зависност од околностите еден од нив е секогаш доминантен:

- кондукција (спроведување),
- конвекција (мешање) и
- радијација (зрачење).



Слика 7: Трансмисија на топлина

Кондукцијата (директно пренесување) како процес претставува размена на кинетичката енергија на молекулите при нивните меѓусебни судири.

Конвекцијата е трансфер на топлина кој се јавува помеѓу цврсто тело и флуид како резултат на движење на флуид (течност или гас) покрај цврста површина.

Радијацијата претставува трансфер на енергија преку електромагнетни бранови кои можат да патуваат низ вакуум, флуид или цврсто тело.

Соодветно постои кондуктивен топлински отпор и површински топлински отпор:

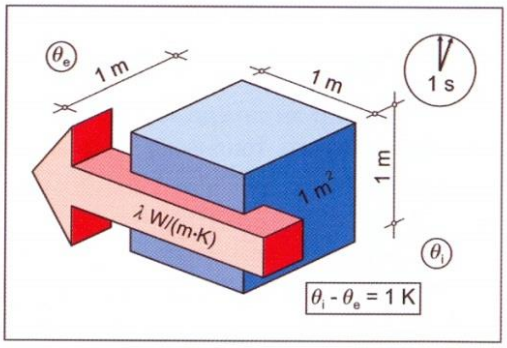
Кондуктивниот топлински отпор, за секој пооделен слој од повеќе слојната конструкција, се определува според изразот:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad \text{во } (m^2K/W)$$

каде што:

d е дебелината на слојот изразена во m;

λ е коефициентот на топлинска спроводливост, карактеристичен за секој материјал, во W/mK.



Слика 8: Коефициентот λ

Коефициентот λ е физички параметар кој го карактеризира материјалот и неговата способноста да спроведува топлина по пат на кондукција. Тој го претставува количеството на топлина кое за единица време (1 sek) поминува низ материјал со единечна дебелина (1 m) нормално на неговата единечна површина (1 m^2), при температурна разлика ΔT, помеѓу двете гранични површини, од 1°K. Коефициентот на топлинска спроводливост λ се определува експериментално.

Според стандардот МКС EN ISO 9229 материјалите со $\lambda \leq 0{,}065$ W/(mK) се сметаат за изолациони материјали.

Површинскиот топлински отпор се јавува како резултат на постоење на конвекција и радијација. Стандардот МКС EN ISO 6946 (во Annex 1) дава процедура за определување на овие коефициенти:

$$R_s = \frac{1}{h_c + h_r} \text{ во } (m^2K)/W$$

каде што:

h_c е коефициент на конвекција во W/(m^2K);

h_r е коефициент на радијација во W/(m^2K).

Ова е апроксимативен третман на површинскиот трансфер на топлина. Прецизните калкулации на пренос на топлина се базираат на внатрешните и надворешните температури кај кои радијациските температури и температурите на воздухот се оценуваат според респективните коефициенти на радијација и конвекција и кои ја земаат во предвид геометријата на просторијата, градиентите на температура на воздухот и присилната конвекција. Ако внатрешните радијациски температури и температурите на воздухот не се многу различни, како оперативна температура може да се земе нивната средна вредност.

За надворешните површини вообичаено се зема надворешната температура на воздухот, при облачно небо, така да температурата на надворешниот воздух и температурата на зрачење се ефективно исти. Со ова се игнорира ефектот на краткобранова соларна радијација на надворешната површина, создавањето на роса, ноќната радијација и влијанието на околните објекти.

Површинските отпори се јавуваат како надворешни отпори R_{se} и внатрешни отпори R_{si}. Тие се во функција од коефициентот на емисија на површината ε_e, температурата на воздухот и брзината на ветерот. За внатрешна температура од 20°C, за надворешна температура од 10°C, за брзина на ветер од 4 m/s и за ε_e=0,9 површинските отпори според стандардот МКС EN ISO 6946:2007 изнесуваат:

Површински отпори	Правец и насока на топлински проток		
(m^2K)/W	нагорен	хоризонтален	надолен
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Табела 6: Површински отпори

Вкупниот топлински отпор на конструкцијата претставува сума од поодделните конвективни и кондуктивни топлински отпори. Вкупниот топлински отпор од кондукција е сума од топлинските отпори од спроведување на топлината низ сите поодделни слоеви од преградата. Топлинските отпори од конвективниот пренос на топлина од едната и од другата страна на конструкцијата се исти и за хомогена и за хетерогена/повеќеслојна конструкција.

Важен показател за термичките карактеристики на конструкцијата е коефициентот на премин на топлината *U*, кој е реципрочна вредност од вкупниот топлински отпор:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{Rsi + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{d_i}{\lambda_i} + Rse} \quad \text{во } (W/m^2K)$$

Пример за определување на *U*:

HS 1	Фасаден ѕид								
Опис на слоеви на конструкција		di	λ_i	R_i	U_i	со R_{si} и R_{se}	U		U_{doz}
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	(W/m^2K)	(m^2K/W)	(W/m^2K)		(W/m^2K)
Слој									
i	Внатрешен површински отпор R_{si}					0,13			
1	Гипсан малтер	0,010	0,280	0,04		0,04			
2	Керамички шуплив блок	0,250	0,520	0,48		0,48			
3	Термичка изолација	0,120	0,039	3,08		3,08			
4	Фасаден декоративен малтер	0,020	0,700	0,03		0,03			
e	Надворешен површински отпор R_{se}					0,04			
	Вкупно:	0,400		3,62	0,28	3,79	**0,26**	<	**0,35**

Табела 7: *U* на фасаден ѕид

За секој конструктивен елемент од термичката обвивка на објектот се прави пресметка на *U*- вредноста во соодветна табела.

6.7. Определување на H_T'

Пресметката на вкупните трансмисиски загуби низ обвивката на објектот се прави во согласност со стандардот МКС EN ISO 13789. Овој меѓународен стандард дава метод за пресметка на коефициенти на трансфер на топлина, со трансмисија и вентилација, при стационарни услови, како за целиот објект, така и за неговите делови. Применлив е и за топлински загуби (кога внатрешната температура е поголема од надворешната) и за топлински добивки (кога внатрешната температура е помала од надворешната).

Во стандардот вкупните трансмисиски топлински загуби низ обвивката на објектот се искажуваат со коефициентот за трансфер на топлина со трансмисија H_T:

$$H_T = H_D + H_g + H_U + H_A$$

каде што:

H_D е коефициент на директен трансфер на топлина низ обвивката на објектот, помеѓу загреан или изладен простор и надворешноста, изразен во W/K;

H_g е коефициент на трансфер на топлина низ тлото на објектот изразен во W/K;

H_U е коефициент на трансфер на топлина со трансмисија низ незагреани простори, изразен во W/K;

H_A е коефициент на трансфер на топлина со трансмисија низ соседни објекти, изразен во W/K.

Коефициентот на специфични топлински загуби со трансмисија се добива со формулата:

$$H_T' = \frac{H_T}{A} \quad \text{во} \quad W/(m^2K)$$

каде што A е површината на термичката обвивка на зградата во m^2.

Коефициентот H_T' мора да биде помал од вредностите на максимално дозволените коефициенти на специфични трансмисиски топлински загуби пропишани во Правилникот за енергетски карактеристики на згради, страна 63, и е во зависност од факторот на форма:

$$H_T' < H_{T\,doz}'$$

Табела П4-3: Максимално дозволени коефциенти на специфични трансмисиски топлински загуби H'_T на новоизградени згради и згради коишто подлежат на значителна реконструкција, со внатрешна температура $\theta_i \geq 18°C$, во зависност од факторот на форма на зградата (f_0)

f_0 m^{-1}	W/m²·K		W/m²·K	
	Нови згради за домување	Згради за домување при поголема реконструкција	Нови нестанбени згради	Нестанбени згради при поголема реконструкција
≤ 0,20	1,05	1,34	1,55	2,01
0,30	0,80	1,02	1,15	1,99
0,40	0,68	0,87	0,95	1,24
0,50	0,60	0,77	0,83	1,08
`0,60	0,55	0,71	0,75	0,98
0,70	0,51	0,66	0,69	0,90
0,80	0,49	0,63	0,65	0,85
0,90	0,47	0,60	0,62	0,80
≥ 1,00	0,45	0,58	0,59	0,77

Меѓувредности за факторот f_0 се добиваат со интерполација.

Табела 8: Дозволени вредности на H_T'

Во сите објекти постои коефициентот H_D и се пресметува по формулата:

$$H_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

каде што:

A_i е површината на елементот „i“ од обвивката на зградата, во m^2 (прозорците и вратите се земаат како отвори во обвивката);

U_i е коефициентот на пренос на топлина на елементот „i“ во $W/(m^2K)$;

l_k е должината на топлинскиот мост „k“ во m;

Ψ_k е линеарна термичка трансмисија на топлинскиот мост „k“ преземен од каталози направени во согласност со МКС EN ISO 14683 или пресметани во согласност со МКС EN ISO 10211 во W/(mK);

χ_j е трансфер на топлина во точка или точкаст топлински мост „j “пресметан во согласност со МКС EN ISO 10211 во W/K. Точкастите топлински мостови, земени како дел од рамни конструктивни елементи кои се вклучени веќе во пресметка, не се додаваат.

Според актуелниот Правилник за енергетски карактеристики на згради, Член 11 на страна 8, топлинските мостови можат да се земат процентуално, со зголемување на „*U*“ вредностите за:

- 15% за надворешна топлинска изолација која е континуирана и без прекини и
- 35% за прекината изолација, изолација од внатрешна страна или во средина на елементите.

Коефициентот H_g се пресметува кога постојат конструктивни елементи (подови) на терен или (подови и ѕидови) под ниво на терен. Пресметката се преви со стандардот МКС EN ISO 13370.

Пример за табела која ги покажува трансмисиските загуби по конструктивни елементи:

ПРОЕКТИРАНА СОСТОЈБА	A_e	U_{sr}	H_D	H_g	H_T / H_D+Hg	H_T'	%
	m^2	W/m^2K	W/K	W/K	W/K	W/m^2K	
Покриви	694,44	0,32	223,66		223,66		12%
Ѕидови	804,24	0,31	247,30		247,30		14%
Подови	694,44	0,71	339,86	154,30	494,16		27%
Прозорци и врати	310,56	2,70	838,51		838,51		46%
	2.503,69		1.649,33	154,30	1.803,63	0,72	100%
Со топлински мостови :					**2.074,17**	**0,83**	
					Ht'doz =	**1,02**	

Табела 9: Трансмисиски загуби по конструктивни елементи

Со оформување на оваа табела може да се види придонесот на секоја градежна конструкција во топлинските загуби на обвивката и е показател на конструкциите кои имаат приоритет во изолирањето, доколку тоа го потврди и економската анализа.

6.8. Определување на фактор на форма f_o

Факторот на форма ја дефинира разиграноста на една конструкција. Поразиграните конструкции имаат поголем фактор на форма и за да ги задоволат барањата на законската регулатива потребна е поголема изолација и подобри прозорци во однос на објектите со помал фактор на форма. Фактор на форма на објектот f_o се пресметува со формулата:

$$f_o = A/V_o \text{ во } m^{-1}$$

каде што:

А е вкупна површина на обвивката на објектот;

V_o е греан волумен.

6.9. Влијанието на f_o на H_T'

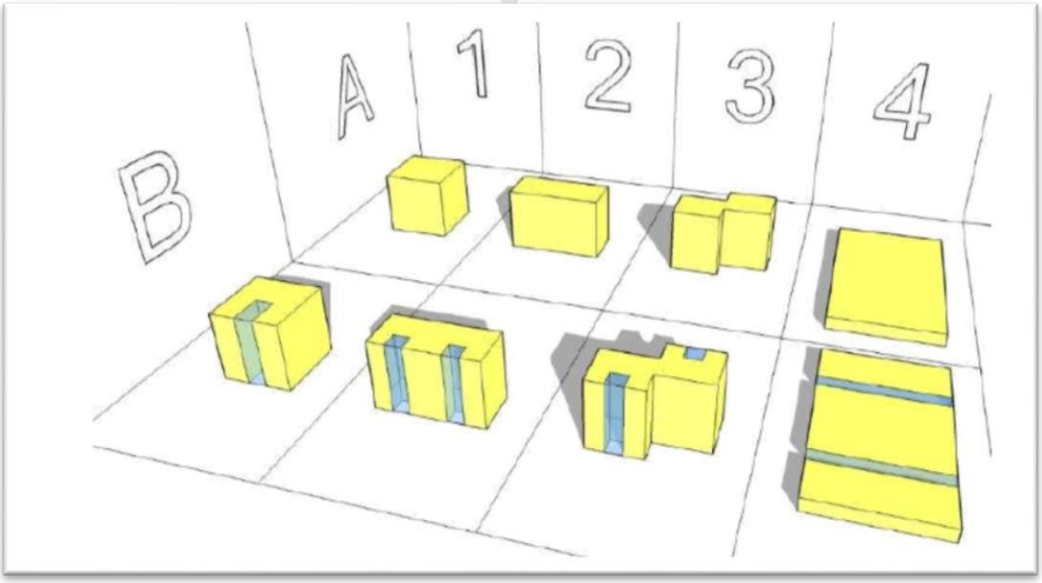
Дозволените вредности на коефициентот на специфични трансмисиски загуби H_T' се определува во зависност од тоа дали се работи за станбен, нестанбен, нов или стар објект под реконструкција, и се во функција од факторот на форма f_o:

Станбени згради	
$H_T' = 0{,}3+0{,}15/f_o$	нови
$H_T' = 0{,}39+0{,}19/f_o$	под реконструкција
Нестанбени згради	
$H_T' = 0{,}35+0{,}24/f_o$	нови
$H_T' = =0{,}46+0{,}31/f_o$	под реконструкција

Табела 10: Формули за определување на H't

Влијанието на факторот на форма f_o е обратно пропорционално на коефициентот на специфични трансмисиски загуби H_T'. Поголемите фактори на форма бараат поголеми изолации и подобра термичка заштита за да се задоволат законските барања. Препорака е објектите да се проектираат како покомпактни за да се намалат потребите за енергија.

Пример: Целта на овој пример (извор: *Metodologija provodjenja energetskog pregleda zgrada 2017)* е да се види влијанието на факторот на формата на потрошувачката на енергија. Споредбата се врши на објектите А и В кои имаат еднакви волумени. Објектот А нема незагреани простори. Во објектот В сините паралелопипеди означуваат незагреани делови:



Слика 9: Фактор на форма

Објектот е во континентална Хрватска. Предуслови во пресметките:

- Број на измени на воздух е 0,5 h^{-1};
- Отворите се 15% од фасадата;
- Режимот на работа е 24/7 на температура од 20°C;
- Греаниот волумен на објектот„А“ изнесува 3.375 m^3 за корисна површина од 1.012 m^2;
- Греаниот волумен на објектот„В“ изнесува 2.955 m^3 за корисна површина од 886,5 m^2;
- Однапред дефинирани коефициенти на пренесување на топлина:

Вредностите на коефициентот на пренесување се земени според табелата во продолжение и се однесуваат на сите објекти кои се предмет на анализата.

„*U*“ на:	(W/m^2K)
Надворешен ѕид	0,6
Рамен покрив	0,5
Отвори	1,6
Под на тло	0,5
Ѕид кон негреан простор	0,8

Табела 11: *U* вредности на објектот

Резултати од симулацијата во кои се дадени вредностите на потребната енергија за греење $Q_{H,nd}$ и $q_{H,nd}$ во зависност од факторот на форма:

ПРИМЕР	ВАРИЈАНТА	f_o (m^{-1})	1 $Q_{H,nd}$ $q_{H,nd}$	f_o (m^{-1})	2 $Q_{H,nd}$ $q_{H,nd}$	f_o (m^{-1})	3 $Q_{H,nd}$ $q_{H,nd}$	f_o (m^{-1})	4 $Q_{H,nd}$ $q_{H,nd}$	Единица мерка	Разлика во потрошувачка на „4“ во однос на „1“ (kWh/m^2)
ОБЈЕКТ	A	0,4	54.474	0,42	57.547	0,47	63.436	0,79	83.492	kWh	53,29%
			53,80		56,75		62,65		82,47	kWh/m^2	
	B	0,51	54.811	0,53	56.134	0,59	62.146	0,9	80.358	kWh	46,61%
			61,83		63,32		70,10		90,65	kWh/m^2	
Разлика во потрошувачка на „B“ во однос на „A“ (kWh/m^2)		**14,9%**		**11,6%**		**11,9%**		**9,9%**		Заклучок: За иста површина и волумен трошоците за греење се дуплираат заради „*fo*“ .	

Табела 12: Потребна енергија за греење во зависност од фактор на форма

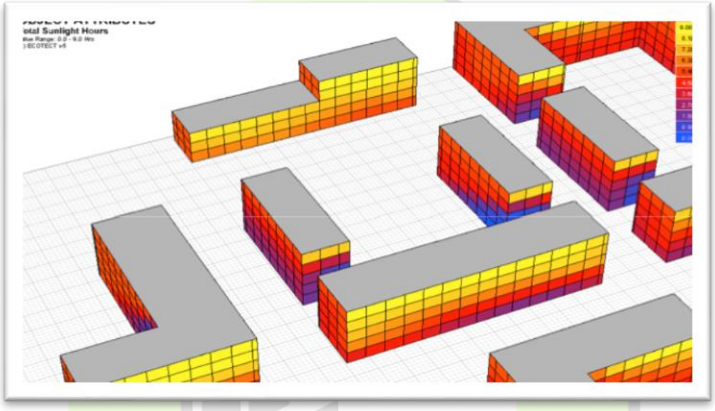
Од табелата се гледа дека со зголемување на факторот на форма расте и потребата за енергија, а со тоа растат и трошоците за истата, дури и над 50%. Кај објектите со поразиграна форма зголемената потребата за енергија за греење може да се намали со зголемување на изолационите својства на обвивката: подобра/поголема изолација и поквалитетни прозорци, односно со намалување на *U*-вредноста на конструктивните елементи што пак ја поскапува градбата.

Со оптимизирање на формата на објектот можат да се добијат најповолни решенија во однос на енергетската ефикасност што треба да се земе во предвид уште при урбанистичките решенија и при проектирање на енергетски ефикасни објекти.

6.10. Влијанието на местоположбата на објектот

Уште во урбанистичкото планирање, а потоа и во проектирањето, местоположбата на објектите има значајна улога во понатамошното користење на објектите, како во смисол на комфор така и во смисол на заштеди на енергија. Осонченоста на објектите во различни годишни времиња, ружата на ветровите и вегетацијата се важни фактори кои се земаат во предвид, за што ќе стане повеќе збор кога ќе се елаборираат сончевите добивки.

Пример: Проектот "*Lyon Confluence*", поддржан од Европската Унија, придонел урбанистите да размислуваат поинаку за енергетските аспекти кои имаат влијание на урбанистичкото планирање. Проектот покажал дека многу аспекти во проектирањето треба да се подобрат бидејќи потрошувачката на енергија не била навремено и соодветно вклучена. Главната цел на проектот е навремено земање во предвид на сончевата радијација како важен критериум во планирањето.



Слика 10: Урбанизам и сончеви добивки (извор: www.polis-solar.eu)

Слика 11: Положба на објектот и сончеви добивки (извор: sapa buildingsystem)

Ориентацијата во однос на страните на светот се прави врз основа на доминантната ориентација.

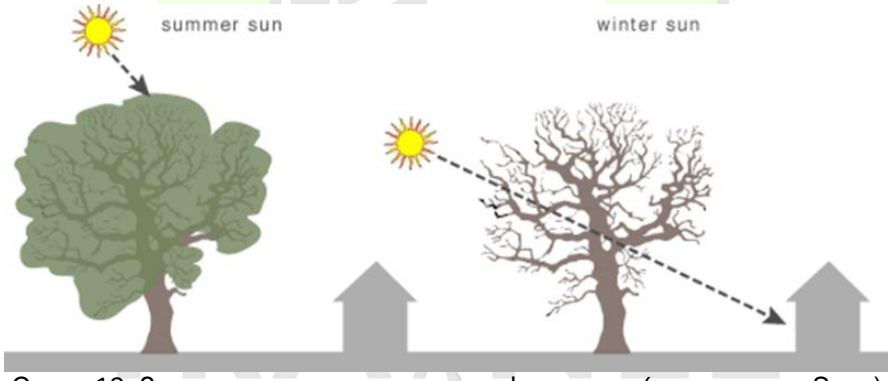
6.11. Влијанието на сончевите добивки

Сончевите добивки имаат големо влијание врз енергетската ефикасност, како во зимскиот период кога ја намалуваат потребната енергија за греење така и лете, кога треба да се заштитиме од истите и кога ја зголемуваат потребната енергија за ладење.

Сончевото зрачење ни помага зиме со загревање на конструкциите и предметите во внатрешноста кои потоа ноќе ја зрачат топлината назад и го помагаат греењето. Лете треба да се избегнува овој ефект со соодветни настрешници и заштита од сонце (ролетни и венецијанери).

Слика 12: Пасивна сончева енергија

И со партерното и хортикултурно уредување може да се влијае на енергетската ефикасност со обмислено засадување на зимзелени или листопадни дрвја и грмушки, соодветно на ефектот кој сакаме да го постигнеме.



Слика 13: Зеленилото и енергетската ефикасност (извор: greenSpec)

И од пресметката на сончевите добивки се гледа на кој начин архитектот-проектант може да влијае на истите. Сончевите добивки, за илустрација, со поедноставена постапка, може да се пресметуваат со формулата:

$$Q_{sol,g} = A_{sol,g} \cdot F_{sh} \cdot I_{sol} \cdot t_{sol}$$

$$A_{sol,g} = g_g \cdot A_w \cdot (1-F_F)$$

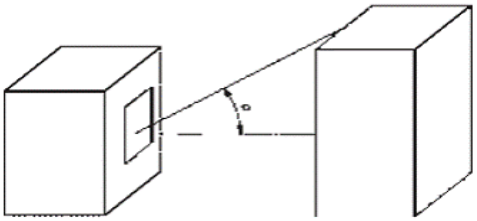
$$F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

F_{sh} е фактор на засенчување и се зема од 0,6 за засенчени до 0,9 за незасенчени објекти;
F_{hor} е фактор кој зависи од положбата и висината на соседни објекти;
F_{ov} е фактор кој зависи од големина на настрешницата;

F_{fin} е фактор кој зависи од големина на странично засенчување;
F_F е фактор кој го дава односот на рамката и стаклото;
g_g е фактор на сончево зрачење, карактеристичен за секој тип стакло.

Со помош на факторот g_{gl} може да се избира стакло според страните на светот и во зависност од тоа дали сакаме или не сакаме сончеви добивки. Колку е помало g_{gl} толку се помали и сончевите добивки. Се движи од 0,83 до 0,15 врз основа на стаклата кои може да се најдат на пазарот. Овој коефициент во пресметките се зема и намален за 10% заради евентуалната нечистотија на стаклата која ги намалува сончевите добивки. Корекционите фактори кои следуваат се илустрација за 45°СГШ. Скопје се наоѓа на 42°СГШ.

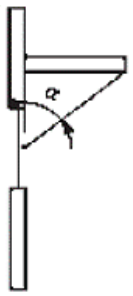
Корекционен фактор F_{hor} за 45° СГШ			
Агол [°]	Ј	И, З	С
0	1,00	1,00	1,00
10	0,97	0,95	1,00
20	0,85	0,82	0,98
30	0,62	0,70	0,94
40	0,46	0,61	0,90



Слика 14: Корекционен фактор F_{hor}

Корекционен фактор F_{ov} за 45° СГШ			
Агол [°]	Ј	И, З	С
0	1,00	1,00	1,00
30	0,90	0,89	0,91
45	0,74	0,76	0,80
60	0,50	0,58	0,66

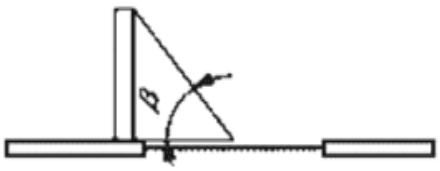
ВЕРТИКАЛЕН ПРЕСЕК



Слика 15: Корекционен фактор F_{ov}

Корекционен фактор F_{fin} за 45° СГШ			
Агол [°]	Ј	И, З	С
0	1,00	1,00	1,00
30	0,94	0,92	1,00
45	0,84	0,84	1,00
60	0,72	0,75	1,00

ХОРИЗОНТАЛЕН ПРЕСЕК



Слика 16: Корекционен фактор F_{fin}

Во нашиот Правилник за енергетски карактеристики на згради се бара да биде исполнет и условот:

$$f_g \cdot g < 0,25$$

$$f_g = A_g/A_f$$

каде што:

A_g е површина на прозирните делови на фасадата;
A_f е вкупна површина на фасадата.

Со горенаведените податоци може да се влијае на класата на објектот, намалувањето на потребите за греење и ладење и адаптирање на амбиентот според животните потреби на клиентот.

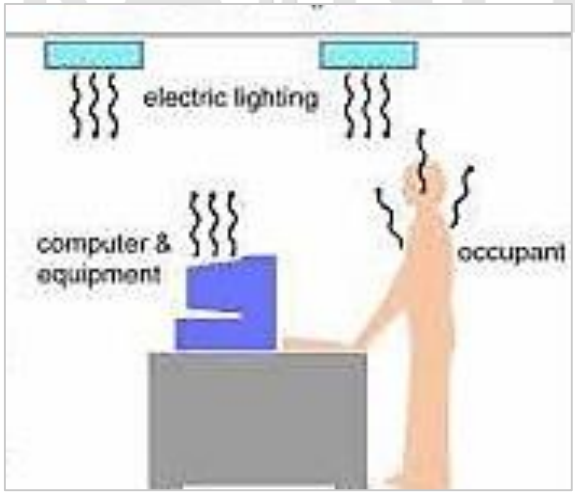
Примери за управување со сончевото зрачење, односно за негово користење зиме и заштита од него лете:

Слика 17: Заштита и користење на сончево зрачење

Во лето настрешницата заштитува од високото сонце. Во зима ниското сонце продира низ стаклата обезбедувајќи сончеви добивки.

6.12. Влијанието на интерните добивки

Интерните топлински добивки во еден објект се резултат на топлината од опремата и луѓето кои се во внатрешноста на објектите. Според нашиот Правилник интерните добивки се земаат од 2,1 W/m^2 до 7,5 W/m^2 корисна греана површина, во зависност од типот на објект. Најмали се за индивидуални куќи, старски домови и пансиони (2,1-3,75) W/m^2, а најголеми за комерцијални објекти.



Слика 18: Интерни добивки

Интерните топлински добивки се поволни за топлотниот биланс во зима, но неповолни во лето бидејќи треба да се надминат со енергијата за ладење.

6.13. Влијанието на масивноста на објектот

Со оглед на податокот дека градежните материјали, од кои се најчесто изградени градежните конструкции, се со голема густина и маса (бетон, полна цигла), тие во себе акумулираат и поголемо количество на енергија која во литературата погрешно се нарекува топлина. Како резултат на оваа појава, ако дојде до прекин на греењето во зимскиот приод, масивните градежни конструкции оддаваат топлина во просториите и на тој начин спречуваат нагло ладење.

Способноста за акумулација на енергија се искажува преку коефициентот за акумулација „*W*“, во kJ/m^{2}K, кој претставува количество на енергија која ја акумулира надворешниот конструктивен елемент (дел од термичката обвивка) на единица своја површина, за разлика на температура помеѓу надвор и внатре од 1°K, при стационарни услови, а се пресметува со формулата:

$$W = U \cdot \left[\begin{array}{l} d_1 \cdot \rho_1 \cdot c_1 \cdot \left(\frac{1}{h_e} + \frac{d_1}{2 \cdot \lambda_1} \right) + d_2 \cdot \rho_2 \cdot c_2 \cdot \left(\frac{1}{h_e} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{2 \cdot \lambda_2} \right) + \ldots \\ + d_n \cdot \rho_n \cdot c_n \cdot \left(\frac{1}{h_e} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \ldots + \frac{d_{n-1}}{\lambda_{n-1}} + \frac{d_n}{2 \cdot \lambda_n} \right) \end{array} \right] \text{[kJ/m}^2\text{ K]}$$

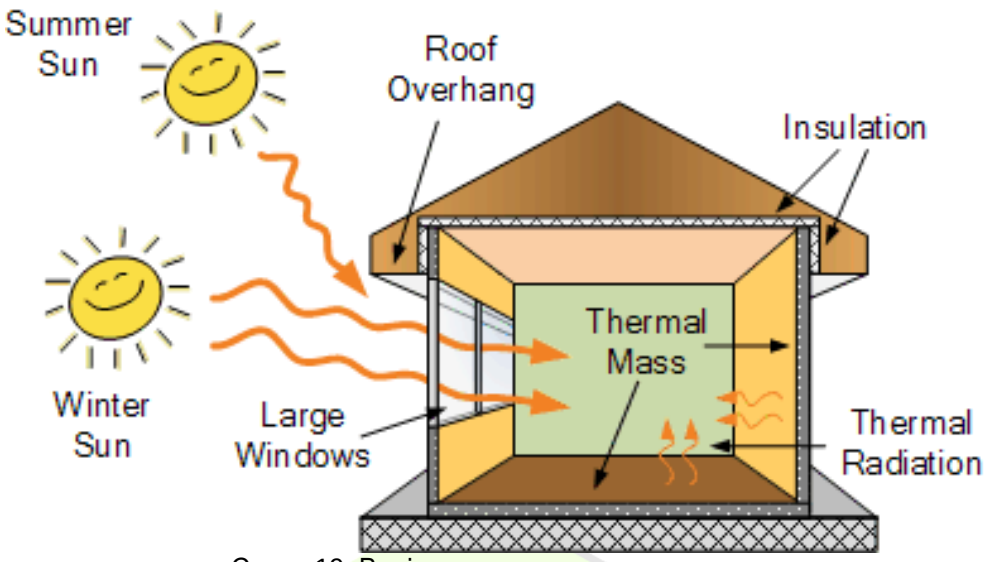
каде што:

d е дебелината на слојот изразена во m;
λ е коефициентот на топлинска спроводливост, карактеристичен за секој материјал, во W/mK;
r е густина на материјалот во kg/m^3;
c е специфичен топлински капацитет на материјалот во J/kgK;
h е коефициент на поминување на топлина на надворешната површина и го вклучува влијанито на конвекцијата и радијацијата во W/m^{2}K.

Коефициентот на акумулација зависи и од редоследот на слоевите во конструкцијата. Поголем е доколку изолацијата се наоѓа на надворешната незагреана површина, а масивните слоеви, со повисок топлински капацитет, се од внатрешната страна. Коефициентот на акумулација расте и со зголемување на дебелината и топлинскиот отпор на слојот на изолација.

Најдобро е изолацијата да се поставува на надворешната, незагреаната страна на конструкциите, освен кај објекти кои се користат повремено, како викендички, кај кои е подобро изолацијата да биде од внатрешната страна, за да биде загревањето побрзо и да не се губи енергија на загревање на ѕидовите.

Пример: Плочки на под кои акумулирале сончево зрачење и се пасивен извор на топлина.



Слика 19: Влијание на термичката маса

Важно е да се напомене и акумулационата способност на предметите во просторијата која исто така влијае на температурата во просторијата при прекин на греење.

6.14. Односот на загубите и добивките на енергија

Влијанието на загубите и добивките на енергија во еден објект при одредување на енергетските карактеристики на објектот се предвидува преку утилизациониот коефициент $\eta_{H,gn}$. Факторите од кои зависи се гледаат од формулата за неговата пресметка:

$$\eta_{H,gn} = \frac{1-\gamma_H^{a_H}}{1-\gamma_H^{(a_H+1)}},$$

каде што:

γ_H е фактор на искористување на топлински добивки:

$$\gamma_H = Q_{H,gn} / Q_{H,ht}$$

$Q_{H,gn}$ е енергија од топлински добивки, сончеви и интерни, во kWha;

$Q_{H,ht}$ е потребна топлинска енергија во kWha;

a_H е бездимензионален коефициент:

$$a_H = a_0 + \tau / \tau_{H,0}$$

Табела	a_0	$\tau_{H,0}$
месечна пресметка	1	15
сезонска пресметка	0,8	30

Табела 13: Вредности на a_0 и $\tau_{H,0}$

τ е временска константа, во часови (h), која ја дефинира интерната топлинска инерција на греаниот простот:

$$\tau = C_m / (H_t + H_v) \cdot 3{,}6$$

каде што:

H_t е коефициент на трансмисиски загуби во W/K;
H_v е коефициент на вентилациски загуби во W/K;
C_m е ефективен топлински капацитет, во J/K, и ја претставува складираната топлина во структурата на зградата кога температурата варира синусоидално, во приод од 24h со амплитуда од 1К:

$$C_m = C_i \cdot A_f$$

A_f е греаната површина во m^2;
C_i е коефициент кој зависи од масата на објектот;

КЛАСА НА ЗГРАДАТА	C_i kJ/K	Површинска маса kg/m^2
многу лесна	80	m' ≤ 100
лесна	110	250 ≥ m' ≥ 100
средно тешка	165	400 ≥ m' ≥ 250
тешка	260	550 ≥ m' ≥ 400
масивна градба	370	m' ≥ 550

Табела 14: Вредности на C_i

Од табелата која следува може да се определи за каков тип на конструкција се работи:

многу лесна	Надворешна обвивка - лесни монтажни и полумонтажни конструкции од дрво или метал со исполна од топлинско - изолациски материјал и тенки завршни облоги, или топлински панели како завршна облога. Внатрешни ѕидови изведени од гипскартон, порозен бетон, шуплива или полна тула со дебелина до 15,00 cm.
лесна	Зграда изведена претежно од лесни градежни материјали - надворешна обвивка од порозен бетон (гас бетон или пено бетон), шуплива тула од глина со густина ≤ 900 kg/m^3 и лесни преградни ѕидови (од гипс картон, порозен бетон, тули со дебелина до 15, 00 cm и сл.)
средно тешка	Зграда изведена претежно од шуплива тула од глина со густина > 900 kg/m^3 и удел на армирано - бетонски делови до 15% од вкупната плоштина на надворешните ѕидови, зграда со надворешни ѕидови од полна тула од глина, и лесни или масивни преградни ѕидови.
тешка	Зграда изведена од шуплива или полна тула од глина со густина > 900 kg/m^3 и дебелина > 20,00 cm и со удел на армирано бетонски делови повеќе од 15% од вкупната плоштина на надворешните ѕидови, зграда со ѕидови од шупливи блокови од бетон, и масивни внатрешни преградни ѕидови.
масивна градба	Зграда од надворешно армирано - бетонски ѕидови со дебелина ≥ 20, 00 cm, и масивни внатрешни преградни ѕидови.

Табела 15: Описи на масивност на конструкција

Утилизациониот коефициент се определува за три случаи:

$\eta_{H,gn}$ за $\gamma_H > 0$ и $\gamma_H \neq 1$	$\eta_{H,gn}$ за $\gamma_H = 1$	$\eta_{H,gn}$ за $\gamma_H < 0$
$(1-\gamma_H^{\,aH}) / (1-\gamma_H^{\,(aH+1)})$	$a_H / (a_H + 1)$	$1/\gamma_H$

Табела 16: Определување на утилизационен коефициент

Утилизациониот коефициент е потребен заради пресметување на редукциониот коефициент со кој се зема во предвид прекинот на греењето:

$$\alpha_{H,red} = 1 - 3\cdot(\tau_{H,0} / \tau_H)\cdot\gamma_H \cdot(1-f_{H,h})$$

$f_{H,h}$ е однос на часовите на греење:

$$f_{H,hr} = (7\cdot h_r)/(7\cdot 24)$$

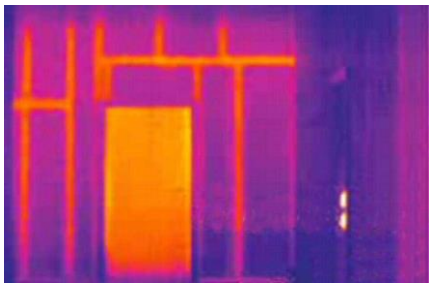
каде што h_r е бројот на часови кога се грее.

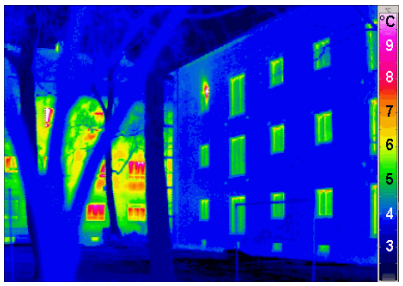
Заклучок е дека потребата од топлинска енергија зависи и од односот на добивките и загубите, времетраењето на греењето, инерцијата односно масата на објектот и од греаната површина. Овие услови ја одразуваат способноста на еден објект да ја задржи подолго време топлината во себе зиме, односно оптималната внатрешна температура лете. Проектантите преку изборот на тип на конструкција можат да влијаат на потребата од енергија за греење.

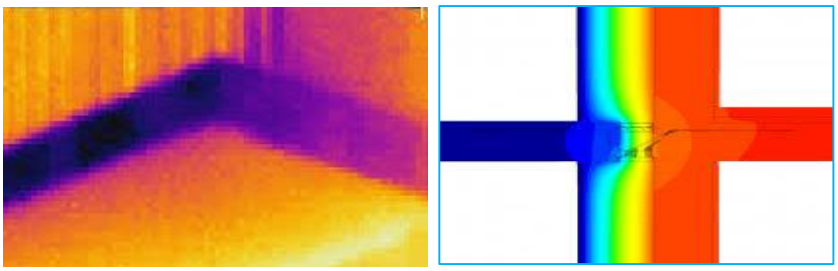
6.15. Толински мостови

Упростена дефиниција на топлинските мостови во зградите би била дека тоа се делови од термичката обвивка низ кои топлинските протоци се поголеми во однос на останатите делови од истата. Топлинските мостови се третираат со стандардите МКС EN ISO 10211 за детална пресметка и МКС EN ISO 14683 за упростена пресметка.

Топлинските мостови се јавуваат како последица на промена на дебелината на конструкцијата, промена во геометријата, на контакти на различни конструктивни елементи (на пример: ѕид и плоча) или при продор на елементи со други термички карактеристики. Топлинските мостови можат да бидат линеарни и точкасти. Тие јасно се согледуваат со термографска камера или се докажува дека се избегнати, како на втората слика, на куќа изградена како Passive haus:



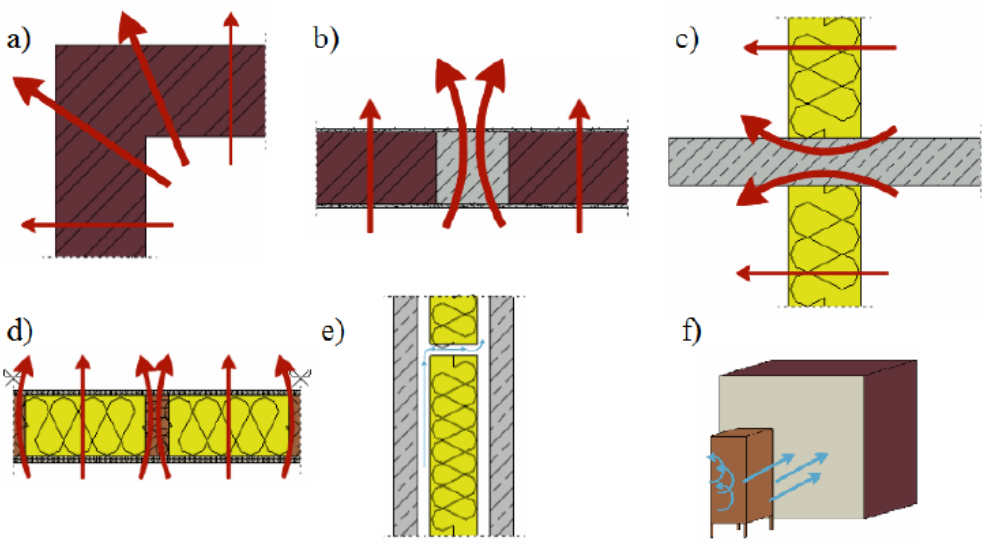




Слика 20: Топлински мостови со термографска камера

Топлинските мостови можат да се јават:

a) на места на промена на геометријата во конструкцијата;
b) на места на промена на материјалот;
c) на места на промена на структурата;
d) со периодично повторување;
e) како конвективни топлински мостови при прекин на изолација;
f) под влијание на околината;



Слика 21: Типови на топлински мостови

При проектирање, а особено при изградбата на објектите може многу да се влијае на намалувањето на топлинските мостови. Во поглавјето 6.19 се дадени детали за надминување на истите. Постои и „КАТАЛОГ на линеарни топлински мостови во згради во сеизмички региони“ изработен од д-р Петар Николовски диа, а издаден од Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Република Македонија.

6.16. Вентилација

За определување на енергијата за греење потребни се, освен трансмисиските и вентилационите загуби. Тие се пресметуваат според стандардот МКС EN ISO 13789 по формулата:

$$H_V = \rho \cdot c \cdot V \cdot n$$

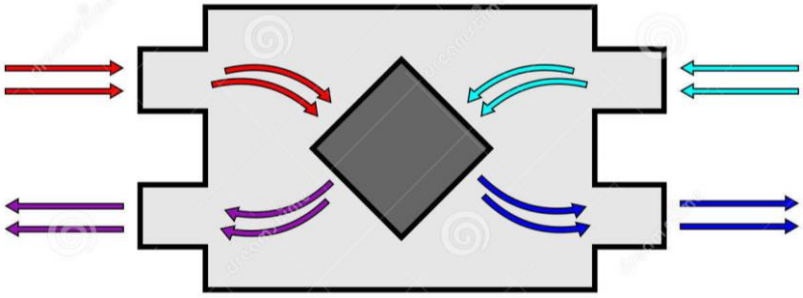
V е волумен на греаниот простор во m^3;

n е број на измени на воздух на час во h^{-1};
$\rho \cdot c$ се зама со вредност од 0,33 во $Wh/(m^3 K)$.

Неконтролираната вентилација, заедно со внатрешни температури на загреаниот простор повисоките од пропишаните, е најголемата причина зошто објектите не покажуваат потрошувачка на енергија за греење блиска до пресметаната.

Според Правилникот за енергетски карактеристики на згради, пропишаната природна вентилација на објектите се движи од 0,4 h^{-1} за индивидуални објекти до 3,0 h^{-1} за затворени базени и спортски објекти. Енергетски ефикасната измена на воздух пак оди до 5,0 h^{-1} за затворени базени, јавни места и ресторани.

Како посебна мерка за енергетска ефикасност е рекуперацијата со која се користи топлината на застоениот воздух за загревање или ладење на чистиот.



Слика 22: Рекуператор

Минималниот дозволен процент на рекуперација според Правилникот за енергетски карактеристики на згради, за објекти во кои има принудна вентилација, е 70%.

6.17. Определување на енергија потребна за греење

Откако се пресметани сите параметри, образложени во претходните поглавја, може да се определи и енергијата потребна за непрекинато греење на објектот:

$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ во (Wh)

$Q_{H,nd} = (Q_T + Q_v) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$ во (kWh)

каде што:

$Q_{H,nd}$ е енергијата потребна за греење на објектот;
$Q_{H,ht}$ е топлинска енергија за покривање на сите загуби: трансмисиски и вентилациски/инфилтрациски;
Q_T е загуба на енергија од трансмисија;
Q_v е загуба на енергија од вентилација/инфилтрација;
Q_{int} се интерни добивки;
Q_{sol} се сончеви добивки;
$\eta_{H,gn}$ е утилизациониот коефициент.

Топлинските загуби од трансмисија се определуваат со изразот:

$$Q_T = H_{tr} \cdot (\Theta_{in} - \Theta_e) \cdot t$$

каде што:

Θ_{in} е внатрешна температура;
Θ_{in} е средна надворешна температура за пресметковниот период (зимска);
t е времетраење на пресметковниот период во часови (денови помножени со часови);

Производот од разликата во температурата помножена со деновите во грејната сезона ги дава таканаречените степен денови (DD). Во правилникот е дадена табела со степен денови за секој

град во Република Македонија. Доколку се работи со степен денови формулата за определување на загубата на енергија од трансмисија гласи:

$$Q_T = H_{tr} \cdot DD \cdot h$$

каде што „h“ се часови на греење. При прекин на греење има дополнителни изрази кои ја надополнуваат основната равенка за трансмисиски загуби и се предмет на продлабочена анализа. Топлинските загуби од вентилација се определуваат со изразот:

$$Q_V = H_v \cdot (\Theta_{in} - \Theta_e) \cdot t$$

Определувањето на Q_{sol} преку стакло е прикажано во поглавјето кое се однесува на сончевите добивки. Постојат сончеви добивки и преку нетранспарентни делови на конструкција и се предмет на продлабочена анализа. Определувањето на интерните добивки е прикажано во поглавјето кое се однесува на интерните добивки, а утилизациониот коефициент е објаснет во поглавјето за односот на загубите и добивките во еден објект.

Според важечката законска регулатива класата на објектите се определува врз основа на потребната енергија за греење (nominal demand).

6.18. Пародифузија

Во современите енергетски ефикасни објекти кондензацијата на водена пареа е еден од предизвиците кои се појавија во тек на користење на истите. Опасноста од кондензација е особено зголемена во првата година кога конструкциите ја испуштаат влагата вградена во бетонот, кошулицата, лепаците и т.н. Заради тоа на ова поглавје ќе му биде посветено поголемо влијание.

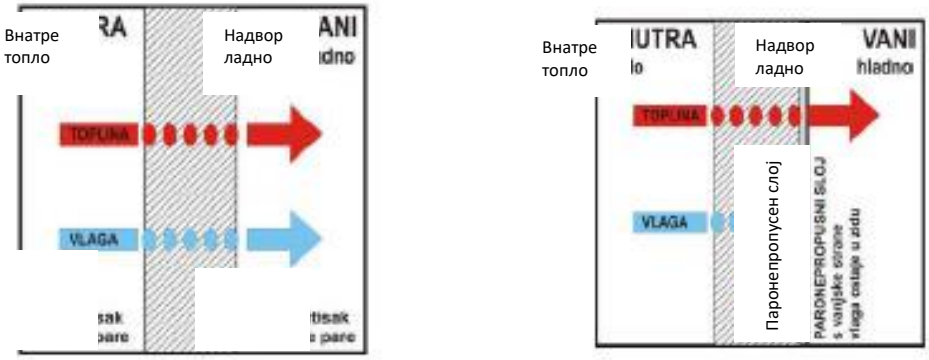
Објектите треба да бидат така проектирани и изградени да се спречи кондензација на водената пареа која заради дифузијата продира во градежната конструкција. Доколку сепак дојде до зголемена концентрација на водена пареа таа мора да биде ослободена во пресметаниот период на сушење.

Пресметката на физичките големини и параметри со кои се проверува дифузијата на водената пареа во градежните елементи е дел од елаборатот за енергетка ефикасност.

Дозволената температура на внатрешната површина на конструктивниот елемент, кој е дел од обвивката, мора да е поголема од температурата на создавање на роса која зависи од температурата и релативната влажност на воздухот во просторијата.

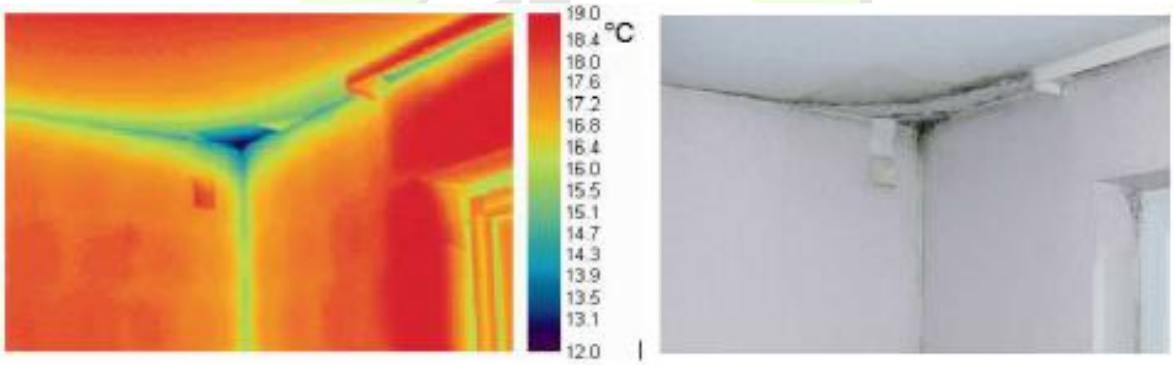
Докажано е дека семејство од 4 члена со метаболизмот и вообичаените активности во домувањето произведува 8 до 15 литра вода на ден. Имајќи во предвид дека енергетски

ефикасниот објект е солидно задихтуван, вишокот влага се задржува во воздухот и е потребно да се елиминира за да не дојде до кондензација.



Слика 23: Паропропусен и паронепропусен слој

Кондензацијата најчесто се јавува во аглите на просториите или зад мебелот каде што вентилирањето е отежнато и на стаклата или други места, како што се ѕидовите зад кои има инсталации, кои се постудени. Кондензираната влага не смее да доведе до штети како што е на пример корозија или појава на мувла.



Слика 24: Кондензација на водена пареа

Влажниот воздух и мувлата се штетни за здравјето и особено е важно да не се создадат услови за нивно појавување. Проектираните параметри кои треба да се одржуваат се: 20˚ C, 50 до 60% влажност на воздухот и 0,5 измени на воздух на час (според Правилникот за енергетски карактеристики на згради, важечките стандарди и Светската здравствена организација).

За илустрација на факторите од кои зависи кондензацијата, вкупната влажност на материјалот во градежниот елемент на крај на периодот на кондензација изнесува, во (%):

$$X'_{uk} = X'_{r} + X'_{dif}$$

X'_{r} е просечна пресметковна влажност на материјалот и е зададена во табела за секој материјал од која се превзима, во (%);

X'_{dif} е масена влажност во (%).

Мора да биде исполнет условот:

$$X'_{uk} \square X'_{max}$$

X'_{max} е најголемата дозволена масена влажност за слојот на материјалот во кој се случува кондензација и се пресметува со формулата:

$$X'_{max} = X'_r + X'_{dif,\,max}$$

$$X'_{dif,\,max} = q_{max} \cdot 100 / d_r \cdot \rho_o$$

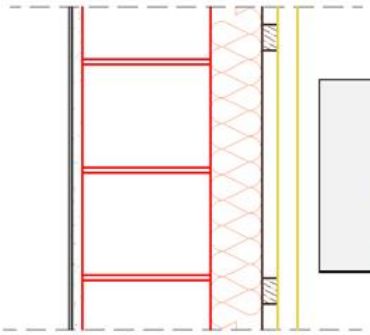
ρ_o е густината на материјалот во сува состојба во kg/m^3;

d_r е пресметковна дебелина на слојот на конструктивниот елемент во кој се случува кондензација;

q_{max} е најголемото дозволено количество на кондензирана водена пареа во конструктивниот елемент на крајот на пародифузијата во kg/m^2 и зависи од материјалите од кои се направена конструкцијата. Во општ случај q_{max} = 1,0 kg/m^2.

Пресметката на пародифузијата се врши според стандардот EN ISO 13788.

Пример за пресметка на пародифузија кај надворешен ѕид:



1	Глет маса	0,005	m
2	Продолжен малтер	0,020	m
3	Керамички шуплив блок	0,250	m
4	Термичка изолација меѓу дрвени гредички	0,100	m
5	Дрвени летви/ Воздушен слој		
6	Декоративни дрвени летви		

Слика 25: Надворешен изолиран ѕид

- Пресметка на „U” вредност:

HS3 (S5)	Фасаден ѕид обложен со дрво								
Опис на слоеви на конструкција		di (m)		λ_i (W/mK)	R_i (m^{2}K/W)	U_i (W/m^{2}K)	со R_{si} и R_{se} (m^{2}K/W)	**U** (W/m^{2}K)		**U_{doz}** (W/m^{2}K)
Слој										
i	Внатрешен површински отпор R_{si}						0,13			
1	Глет маса	0,005	m	0,280	0,02		0,02			
2	Продолжен малтер	0,020	m	0,870	0,02		0,02			
3	Керамички шуплив блок	0,250	m	0,310	0,81		0,81			
4	Термичка изолација	0,100	m	0,035	2,86		2,86			
5	Дрвени летви/ Воздушен слој									
6	Декоративни дрвени летви									
e	Надворешен површински отпор R_{se}						0,04			
	Вкупно:	0,375			3,70	0,27	3,87	**0,26**	**<**	**0,35**

Табела 17: Пресметка на „U” вредност на фасаден ѕид

- Пресметка на пародифузија:

НАДВОРЕШЕН ЗИД HS3

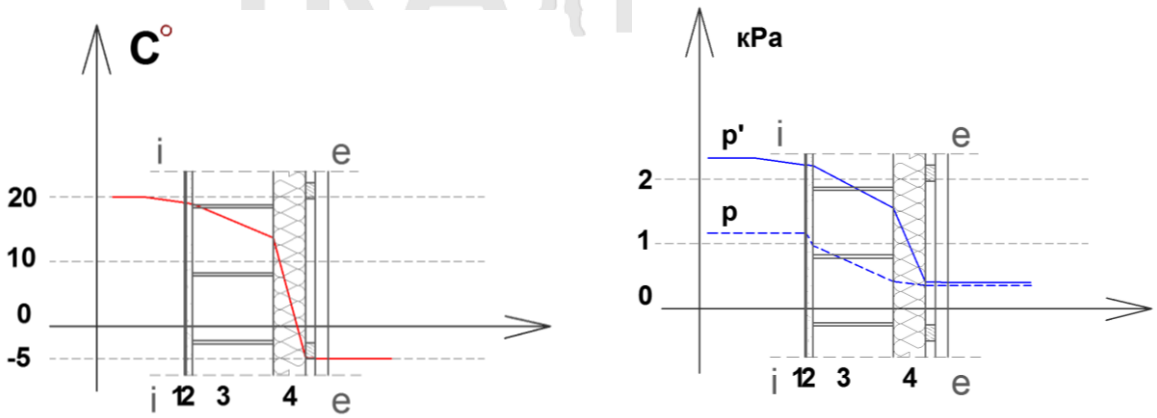
Θ_{in} = 20°C φ_{in} = 50%

Θ_e = -5°C φ_e = 90%

U= 0,26			ΔΘ= 25					q= 6,453
слој **j**	ΔT_j	T°C	d_j (m)	μ_j	λ_j (W/mK)	r_j (m)	**p'** (KPa)	**p** (Kpa)
i	0,84	20					2,338	1,169
		19,16					2,225	1,169
1	0,12		0,005	5	0,280	0,03		
		19,05					2,211	1,158
2	0,15		0,020	20	0,870	0,40		
		18,90					2,184	0,976
3	5,20		0,250	5	0,310	1,25		
		13,69					1,569	0,407
4	18,44		0,100	1	0,035	0,10		
		-4,74					0,412	0,362
e	0,26							
		-5,0					0,402	0,362
			Σd= 0,38			Σr= 1,78		

Сите p'>p: не се случува кондензација на водена пареа во конструкцијата

Табела 18: Пресметка на пародифузија



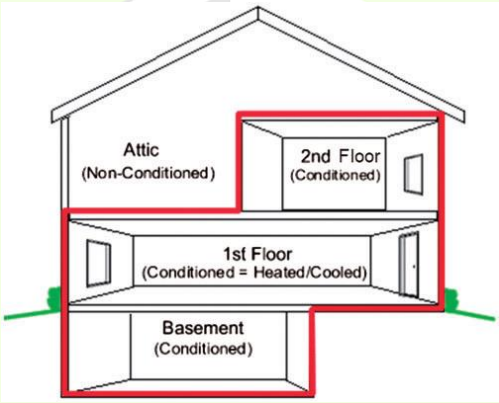
Слика 26: Дијаграми на температура и на пародифузија

Презентираната пресметка и дијаграми се стандарден составен дел на Елаборатот за енергетска ефикасност. Мерки кои се препорачуваат за да се оневозможи кондензацијата на водена пареа и појавата на мувла се:

- Најмалку три пати на ден целосно проветрување на просторот, но при тоа да се избегнува целодневно отворен прозорец на кип што доведува до поголеми загуби на енергија и ладење на просториите и опремата во станот;
- Избегнување на сушење на алишта во просториите во кои се живее;
- Вградување на соодветна вентилација во купатилата;
- Правилно поставување на парните брани, од топлата страна на термичката изолација;
- Минимизирање на топлинските мостови.

6.19. Детали на енергетски ефикасни конструкции

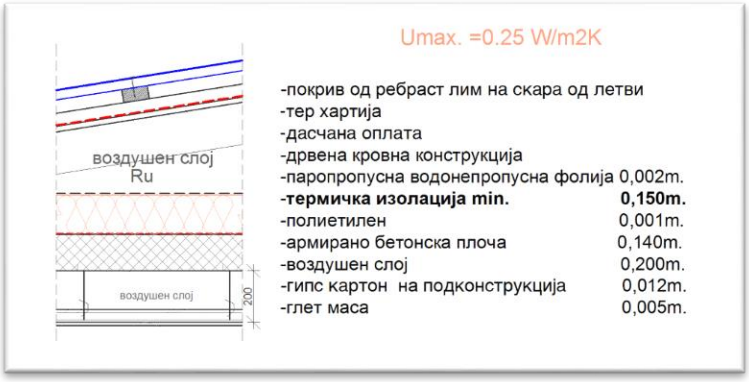
Целта при проектирањето на енергетски ефикасен објект е тој да биде „облечен“ со изолација и енергетски ефикасни прозорци и врати, односно да се избегнат топлинските мостови и неизолираните конструкции. За остварување на целта многу е важно деталите да се правилно проектирани и изведени.



Слика 27: Термичка обвивка

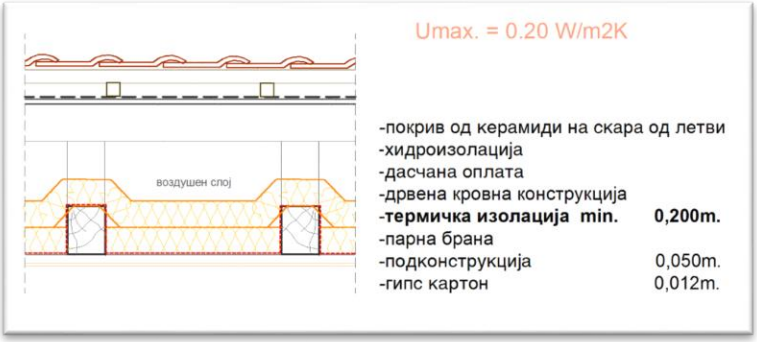
Детали на конструкции кај кои најчесто се јавува потреба од интервенција при изготвување на Потврда за енергетска ефикасност:

1. **ТЕЖОК ПОКРИВ** на објект каде постои завршна армирано бетонска плоча.



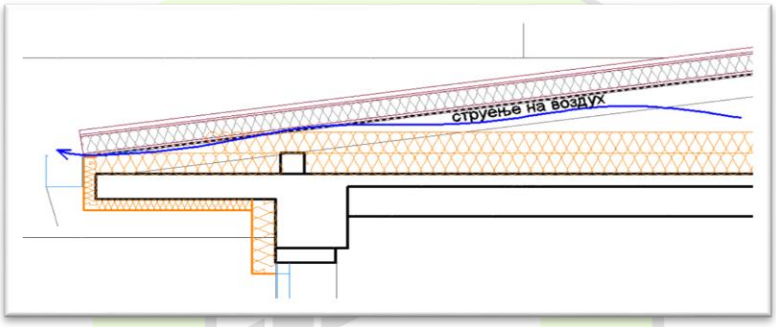
Слика 28: Детал на изолација кај тежок покрив

2. **ЛЕСЕН ПОКРИВ** на објект со поткровје:



Слика 29: Детал на изолација кај лесен покрив

3. **ПОКРИВ СО ТЕРМО-ПАНЕЛ:**



Слика 30: Детал на изолација со термо-панел

Примерот покажува изолација над плоча и покривање со термо панел. Во ваков случај доколку има струење на воздух под термо панелот, тој ја губи улогата на додатен термо-изолатор на покривот и покрај тоа што сам за себе има добри термички особини.

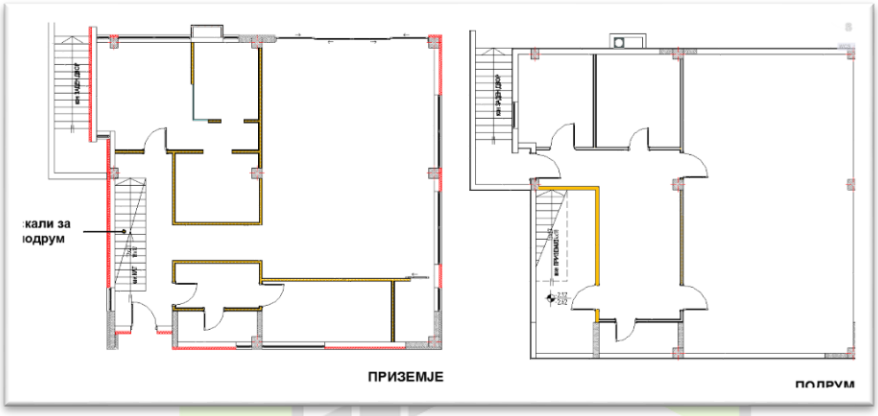
4. **ФАСАДНИ ЅИДОВИ**: пример за иста *U* – вредност, различна дебелина на ѕид, а мала разлика во цена.

Слика 31: Детал на изолација кај надворешен ѕид

Поради недостаток на релевантен податок за вредноста на коефициентот на топлинска спроводливост на керамичките производи, не може генерално да се препорача да се користи или предложи термо или клима блок. Највлијателно во составот на еден ѕид е сепак изборот и дебелината на термичката изолација.

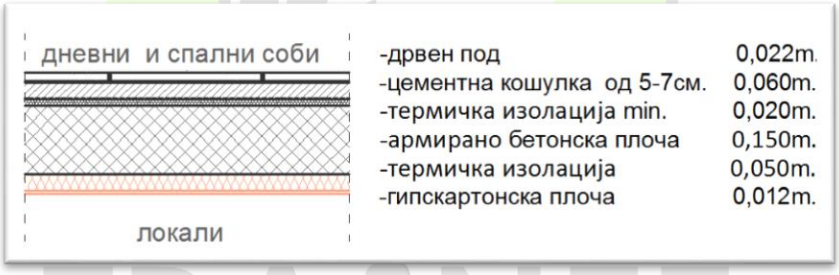
5. **ПРЕГРАДНИ ЅИДОВИ**

Доколку скалишниот простор не е загреан мора да се изолира ѕидот помеѓу загреаниот дел и скалишниот простор.



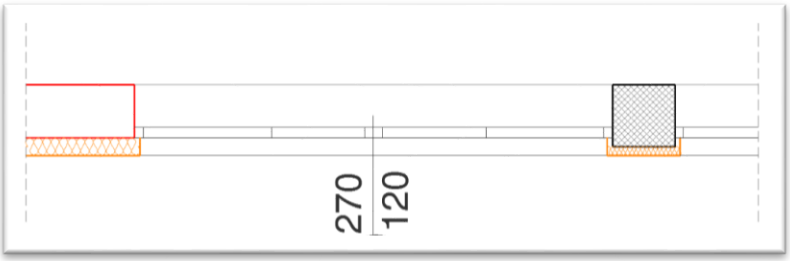
Слика 32: Детал на изолација кај преградни ѕидови

6. **ПОД** помеѓу стан и деловен простор



Слика 33: Детал на под помеѓу станбен и деловен простор

7. Кај **СТАКЛО ПАКЕТОТ** многу е важна различната коминација на стакла и избор на соодветен премаз на стаклото од кој зависи „*g*" вредноста која го дава коефициентот на сончеви добивки и истовремено ја намалува *U*- вредноста на стакло пакетот. Колку е „*g*" вредноста помала, толку се добивките од сончевата топлина помали како во лето, така и во зима.



Слика 34: Детал на прозорец

Посебно внимание треба да се посвети на обработката на прозорецот со термичка изолација. Најдобро е да се постави прозорецот во рамнина со ѕидот, а термичката изолација да помине преку профилот. Доколку тоа не е можно или пак инвеститорот сака поинаку, тогаш е важно да се направи обработката на ,,шпалетните".

6.20. Инсталации и нивно проектирање

При проектирањето на енергетски ефикасни објекти многу е важно да има усогласеност помеѓу фазите. Особено е важно во фазата машинство да се земат во пресметка термичките карактеристики на објектот кои се пресметани и се дел од Елаборатот за енергетска ефикасност и Потврдата за енергетска ефикасност. Внесување на вредности кои се дел од установена практика и не соодветствуваат со архитектонските подлоги можат да доведат до предимензионирање на инсталациите за климатизација (греење и ладење) и да се нанесе финансиска штета на инвеститорот.

6.21. Пасивна куќа

Пасивна куќа (Passive House) е стандард за згради кои се во исто време потполно енергетски ефикасни, удобни и достапни. Тоа не е бренд туку испробан и вистински концепт на градба кој може да биде применет од секого и секаде. На овој стандард, како на една од целите кон кои може да се стреми проектирањето, ќе му се посвети поголемо влијание.

Слика 35: Пасивни куќи во Нов Зеланд, Јужна Кореа и САД

Стандардот потекнува од Централна Европа, но може да се примени во целиот свет со адаптација на одредени детали за соодветната климатска област. Првиот објект изграден по овој стандард е зграда во Дармштад (Darmstadt) во Германија која датира од 1990 година. Во 1996 година е основан институтот Passivhaus-Institut со цел да се промовира истоимениот стандард.

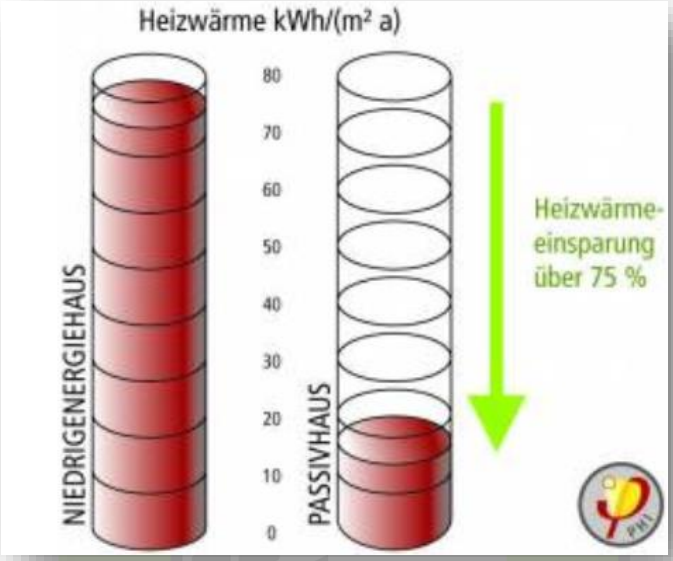
Пасивната куќа е повеќе од ниско енергетски објект:

- Пасивната куќа овозможува заштеда на енергијата за греење и ладење до 90% во споредба со постоечките објекти и 75% во однос на стандардна нова зграда. Пасивната куќа користи помалку од 1,5l масло за греење или 1,5 m^3 гас за греење на 1 m^2 корисна станбена површина годишно. Големи заштеди се докажани и во топли климатски региони каде што е потребно и активно ладење;

- Пасивната куќа ефикасно го користи сонцето, интерните добивки и рекуперацијата, овозможувајќи конвенционалните системи за греење да се непотребни дури и во најладните зими. Во потоплите месеци Пасивната куќа користи пасивни системи за ладење како што е стратешкото засенчување за одржување на пријатен амбиент;

- Пасивната куќа особено се цени заради високиот комфор кој го нуди. Температурата на внатрешните површини многу малку варира од амбиенталната температура, дури и при екстремни надворешни температури. Специјалните прозорци и обвивката на објектот која се состои од добро изолирани покриви, надворешни ѕидови и подови овозможува задржување на посакуваната топлина во објектот и на непосакуваната, надвор од објектот.

- Системот за вентилација постојано обезбедува свеж воздух без непријатен провев. Високо ефикасните системи за рекуперација овозможуваат искористување на топлината на застоениот воздух.



Слика 36: Заштеди кај пасивна куќа

За да може еден објект да биде сертифициран како Пасивната куќа, мора да ги задоволи следните критериуми:

1. Енергијата потребна за греење на објектот (Space Heating Energy Demand) не смее да биде поголема од 15 kWh/m^2 греана површина, на годишно ниво, или максимална инсталирана моќност од 10W/m^2. Во климатски подрачја каде што е потребно активно ладење, потребната енергија за ладење (Space Cooling Energy Demand) може, со груба проценка, да ги достигне потребите за ладење, со додатна потреба од извлекување на влагата;

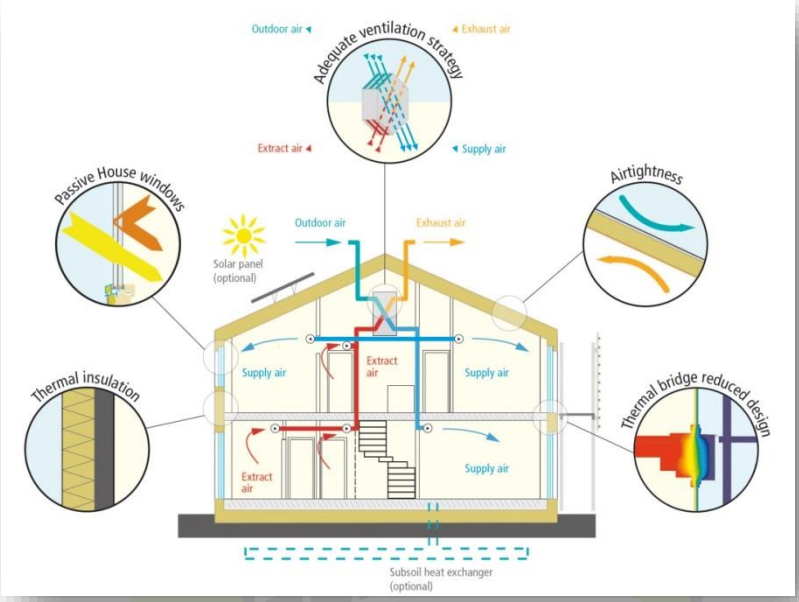
2. Потребата од примарна енергија од ОИЕ (Renewable Primary Energy Demand) за вкупната енергија за греење, топла вода и електрични уреди не смее да надминува 60 kWh/m^2 корисна површина за ниво Passive House Classic;

3. Што се однесува до заптивеноста, дозволен е максимум од 0,6 промени на воздух, на час, при притисок од 50 Pa, верификуван на лице место;

4. Термичкиот комфор мора да биде задоволен во целиот станбен простор, и зиме и лете. Максималниот процент на надминување на температурата од 25 °C на годишно ниво е 10%.

Сите горенаведени критериуми се задоволуваат со интелигентно проектирање и запазување на петте принципи на Пасив хаус: одсуство на топлински мостови, високо

енергетски ефикасни прозорци, вентилација со рекуперација, квалитетна изолација и заптиена конструкција. Сликовито прикажани критериумите би биле:



Слика 37: Критериуми за пасивна куќа

Термичка изолација: сите непросирни градежни конструкции кои се дел од обвивката на објектот, за климатски најстудените региони, треба да имаат коефициент на пренесување на топлина U < 0,15 W/(m²K).

Прозорци: рамката на прозорците треба да е добро изолирана. Просторот помеѓу стаклата треба да биде исполнет со аргон или криптон за да го спречи пренесувањето на топлина. За климатски најстудените региони треба коефициентот на пренесување на топлина U<0,8 W/(m²K) со g - факторот на сончево зрачење од околу 50%.

Рекуперација: ефикасната рекуперација, односно користењето на топлината на искористениот воздух, е клучна за квалитетен внатрешен воздух и заштеда на енергија. Во Пасивната куќа минималниот коефициент на рекуперација е 75%.

Заптиеност на објектот: Инфилтрацијата на воздухот мора да е помала од 0,6h^{-1} за целиот волумен на објектот, при притисок од 50 Pa, верификуван на лице место.

Отсуство на термички мостови: Сите рабови, ќошиња и пробиви мора да се внимателно испроектирани и изведени за да се избегнат и минимизираат топлинските мостови.

Постојат три нивоа на сертификација:

1. Passive House Classic, Plus and Premium
2. EnerPHit Classic, Plus und Premium
3. Low Energy Building

Слика 38: Нивоа на пасивна куќа

Повеќе за стандардот Пасивна куќа (Passive House Standard) на: http://www.passivehouse.com.

6.22. Објектите со потрошувачка блиска до нула (nZEB)

Објект со потрошувачка блиска до нула, кој се означува со nZEB, претставува објект со многу високи карактеристики на енергетска ефикасност, со потреби за енергија блиски до нула, која треба да се добие од ОИЕ, а да е произведена во објектот или неговата непосредна близина. Според EPBD (Energy Performance Building Directive) по 31.12.2018 година сите нови јавни згради, а по 31.12.2020 година и сите нови згради треба да бидат изградени според стандардот nZEB.

Стандардот nZEB е дефиниран со максималната годишна примарна енергија по m^2 корисна површина според типот на објект (индивидуални куќи, станбени згради, комерцијални објекти, хотели, станбени објекти и т.н.). Објектите со потрошувачка на енергија блиска до нула треба да имаат минимално 30% задоволување на потребите за енергија од ОИЕ. За нив е обврзателна контрола на пропусливост на воздух (blower door test). Тежиштето на nZEB е на користењето на обновливите извори на енергија.

7. МОДУЛ 3: ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА

Третиот модул се однесува на законската регулатива на Република Македонија и на соседните земји. Целта е да се обнови знаењето за потеклото на обврските кои треба да ги задоволат градежните објекти во однос на законската регулатива.

7.1. Законските барања во однос на енергетската ефикасност во регионот

Во Република Србија, во рамките на проектната документација, се приложува Елаборат за енергетска ефикасност со Изјава на лицето кое го изработило елаборатот. Сертификатот за енергетски карактеристики на згради е неопходен документ за добивање на Одобрение за употреба и мора да го имаат сите нови згради и згради под поголема реконструкција. Обврска за енергетска контрола имаат сите правни лица во областа на трговијата и производството кои се големи потрошувачи (трошат повеќе од количеството енергија кое го пропишува Владата), органите на државна управа, органите на локалната самоуправа за места со повеќе од 20.000 жители и други јавни установи кои користат објекти кои се во државна сопственост.

Во Република Црна Гора обврска за обезбедување на Сертификат за енергетски карактеристики на згради имаат сите инвеститори кои градат нови објекти, сите сопственици на згради или делови од згради кои издаваат или продаваат простор, органите на државна управа, локална самоуправа, јавните служби чиј оснивач е државата, за објекти кои се во државна сопственост и сопственици на објекти во кои се собираат повеќе луѓе како што се хотелите, кината, театрите, спортските хали, трговски центри, изложбени сали и други. Обврската за енергетска контрола ја имаат сите државни органи, јавни установи, локалната самоуправа и регулаторни тела кои се во објекти со корисна површина поголема од 1.000 m^2.

Во Република Хрватска обврска за поседување на Сертификат имаат сите јавни објекти со површина над 250 m^2, сите нови згради и објектите кои се продаваат или даваат на закуп или лизинг. Обврска за енергетска контрола имаат големите претпријатија, сите јавни згради и објектите кои се предмет на продавање или закуп, заради издавање на сертификат. Според Законот за градба, составен дел на проектот за добивање на одобрение за градба е Елаборатот за алтернативни системи за обезбедување на енергија со кој се гарантира енергетската ефикасност.

7.2. Законските барања во однос на енергетската ефикасност во Република Македонија

Во моментов во Република Македонија се работи на Закон за енергетска ефикасност кој би се вовел за прв пат. Во постоечката законска регулатува енергетската ефикасност е опфатена во два закона: Закон за енергетика и Закон за градење.

Во Законот за енергетика постојат два основни подзаконски акти: Правилник за енергетска контрола и Правилник за енергетски карактеристики објавени во Службен весник на РМ, бр. 94 од 04.07.2013 година.

Обуки за енергетски контролори беа изведени во пролетта 2014 година, а во септември 2014 година беа издадени првите Лиценци за вршење енергетска контрола. Во 2017 година беа одржани дополнителни обуки од страна на фирмите обучувачи.

Документите кои се однесуваат на енергетската ефикасност се:

1.Потврда со која се утврдува дека минималните барања за енергетска ефикасност кои се содржани во основниот проект се во согласност со минималните барања за енергетска ефикасност или скратено Потврда за енергетска ефикасност (ЕП);
2. Сертификат за енергетски карактеристики на згради (ЕС);
3. Извештај од енергетска контрола (ЕК) и
4. Елаборат за енергетска ефикасност (ЕЕ).

За секој од овие документи ќе стане повеќе збор во продолжение на овој Прирачник.

Обврски во однос на енергетската ефикасност имаат само новите објекти и објектите под значителна реконструкцита (ако реконструкцијата опфаќе повеќе од 25% од обвивката на објектот или од вредноста на објектот). За добивање на Одобрение за градба е неопходна Потврдата за енергетска ефикасност, а за Одобрение за употреба е неопходен Сертификат за енергетски карактеристики на згради.

Освен Елаборатот за енергетска ефикасност, останатите документи и услуги ги испорачува фирма која има Лиценца за вршење на енергетска контрла, а со тоа и најмалку двајца овластени енергетски контролори.

За подобрување на енергетската ефикасност се воведува и Систем за управување со енергија според стандардот МКС EN ISO 50001:2018 кого го спроведуваат интерни аудитори со соодветен сертификат издаден од овластен обучувач/правно лице.

7.3. Објаснување на Правилникот за енергетски карактеристики на згради

Правилникот за енергетски карактеристики на згради е објавен во Службен весник на РМ, бр. 94 од 04.07.2013 година. Се состои од 69 страни. Првите 24 страни, пред Прилозите, содржат:

I. Општи одредби;
II. Методологија за определување на енергетските карактеристики на зградите (прикажана во Прилог 1);
III. Минимални барања за енергетска ефикасност и услови за проектирање и градба на нови и значителна реконструкција на постојни згради или градежни единици од аспект на енергетска ефикасност;
IV. Начин на контрола на усогласеноста на зградите и градежните единици, уреди и постројки и форма и содржина на Потврда* за енергетска ефикасност со минималните барања за енергетски карактеристики на зградите (*внесена измена Службен весник на РМ бр. 7 од 16.01.2015 година);
V. Начин и период на контрола на системите за греење со котли, за греење на простории во згради со ефективна моќност поголема од 20kW;
VI. Начин и период на контрола на системите за климатизација во згради со ефективна моќност поголема од 12 kW;
VII. Типови на згради и градежни единици во сопственост на лицата од јавниот сектор за кои е задолжително вградување на сончеви колектори за топла вода при изградба на нови и значителна реконструкција на постојните згради;
VIII. Означување на зградите и градежните единици во поглед на енергетските карактеристики, формата, содржината и периодот на важење на сертификатите за енергетски карактеристики на зградите и најмалата плоштина на корисната подна површина на зградите или градежните единици за кои постои обврската за прибавување и истакнување на сертификатот за енергетски карактеристики;

IX. Надзор над издадените сертификати за енергетски карактеристики на зградите и на извештаите за контрола на системите за греење и системите за климатизација;
X. Преодни и завршни одредби.

Листата на Прилози на Правилникот за енергетски карктерстики на згради содржи:

Прилог 1: Методологија за определување на енергетските карактеристики на зградите;
Прилог 2: Македонски хармонизирани стандарди;
Прилог 3: Услови за комфор во зградите;
Прилог 4: Максимално дозволено пренесување на топлина;
Прилог 5: Потврда за енергетска ефикасност*;
Прилог 6: Сертификат за енергетски карактеристики на згради**;
Прилог 7: Климатски податоци и зони***.

* Правилникот е изменет со Службен весник на РМ бр. 7 од 16.01.2015 година така да Изјавата за усогласеност станува Потврда за енергетска ефикасност. Нејзиниот изглед е Прилог на овој Прирачник.
** Во Службен весник на РМ бр. 7 од 16.01.2015 дадени се и измени на член 31 и дадена е референтна вредност за нестанбен објект од 150 kWh/m^2, објаснета во поглавјето за одредување на енергетска класа на објект. Прилог е и изгледот на важечкиот Сертификат за енергетски карактеристики на згради.
*** Во Методологијата недостасува делот за топлински добивки кој треба да користи податоци од Хидрометеоролошкиот завод на Република Македонија, а кои не се дел од овој Правилник.

Коментар: Набројување на поглавјата од Правилникот и на Прилозите е направено заради полесно снаоѓање на корисниците во содржината на истиот.

7.4. Објаснување на Правилникот за енергетска контрола

Со оглед на фактот дека овој Прирачник е наменет за архитекти, а заради комплексноста на оваа тема, објаснувањето на Правилникот за енергетска контрола има информативна улога.

Правилникот за енергетска контрола е донесен во Службен весник на Република Македонија, број 94 од 04.07.2013. Правилникот, кој заедно со прилозите е 235 страници, и содржи:

I. Општа одредба;
II. Спроведување на енергетска контрола (Прилог: 1,2,3,4,5,6 и7);
III. Начин на проценка на основна потрошувачка на енергија (Прилог 8);
IV. Содржина и форма на Извештај за енергетска контрола (Прилог: 9, 10 и 11);
V. Начин, постапки и услови за избор на правни лица што ќе вршат обуки за енергетски контроли;
VI. Основни елементи на програмата за обука и полагање на испити и програмата за усовршување на начинот на вршење на обука и полагање на стручен испит за енергетски контролори и обука за усовршување на енергетски контролори (Прилог: 12 и 13);
VII. Постапка за издавање, продолжување и одземање на овластување за енергетски контролор како и постапка за издавање, продолжување и одземање на лиценца за вршење на енергетска контрола;
VIII. Содржина и форма на барањето, издавање, продолжување и признавање на овластување за енергетски контролор и барањето за издавање, продолжување и признавање лиценца за вршење на енергетска контрола (Прилог: 14 и 15);

IX. Форма, содржина и начин на водење на регистарот на издадени, одземени и признаени овластувања за енергетски контролори и регистарот за издадени, одземени и признаени лиценци за вршење на енергетски контроли (Прилог: 16 и 17);
X. Содржина и форма на овластување на енергетски контролор и лиценцата за вршење на енергетска контрола (Прилог: 18 и 19);
XI. Содржина и форма на збирните извештаи за извршените енергетски контроли (Прилог: 20 и 21);
XII. Завршна одредба.

Во Република Македонија не постои законска обврска за извршување на енергетска контрола, освен за потребите за издавање на Сертификат за енергетски карактеристики на згради, за постоечки згради, за добивање на Одобрение за употреба при нивна реконструкција.

7.5. Објаснување на Енергетска контрола

Енергетска контрола е преглед на техничките карактеристики на објектот, на техничките системи и инсталациите во објектот, на потрошувачката на енергија и на трошоците за неа засновани на сметките за потрошените енергенси. Резултат на спроведена Енергетска контрола е Извештај. Во него се содржани и можностите за заштеда на енергија преку мерки за енергетска ефикасност, чинењето на истите како и економските параметри кои ја дефинираат исплатливоста на инвестицијата. Една енергетска контрола треба да содржи:

1. Резиме
2. Листа на табели, графикони, слики и симболи
3. Вовед
4. Анализа на енергетски карактеристики на објектот
5. Анализа на потрошувачката на енергенси и вода
6. Емисија на CO_2
7. Мерки за подобрување на енергетската ефикасност
8. Предлог - план за спроведување на мерките
9. Предлог за следење, мерење и верификација на мерките

Пред почетокот на енергетската контрола нарачателот пополнува „Прашалник за собирање на податоци за потрошувачката на енергија и активности кои се извршуваат на одредена локација“ (Прилог 1 на Правилникот).

Изгледот и содржината на Извештајот од енергетската контрола се пропишани во Прилог 9 на Правилникот за енергетска контрола каде е објаснета содржина на поглавјата и изгледот и содржината на резимето. Содржината на планот за спроведување на мерења во рамките на енергетската контрола е пропишана во Прилог 2. Методологијата за мерење и верификација на заштедите на енергија е прикажана во Прилог 4. Во Прилог 10 и Прилог 11 се дадени формата и содржината на Извештајот за спроведена контрола на сестемот за греење и климатизација, соодветно. Формата и содржината на енергетскиот и трошковниот биланс се пропишани во Прилог 3. Параметрите за основната потрошувачка на енергија се дадени во Прилог 8. Системот за оценување на управувањето со енергија е Прилог 5. Коефициентите за пресметка на емисијата на CO_2 при согорување на фосилни горива во Република Македонија се прикажани во Прилог 6. Постапката за оценка на вложувањата за подобрување на

енергетската ефикасност е дадена во Прилог 7. Параметрите за потрошувачка на енергија се дадени во Прилог 8.

Примери за табели и графикони кои се дел од Извештај од енергетска контрола:

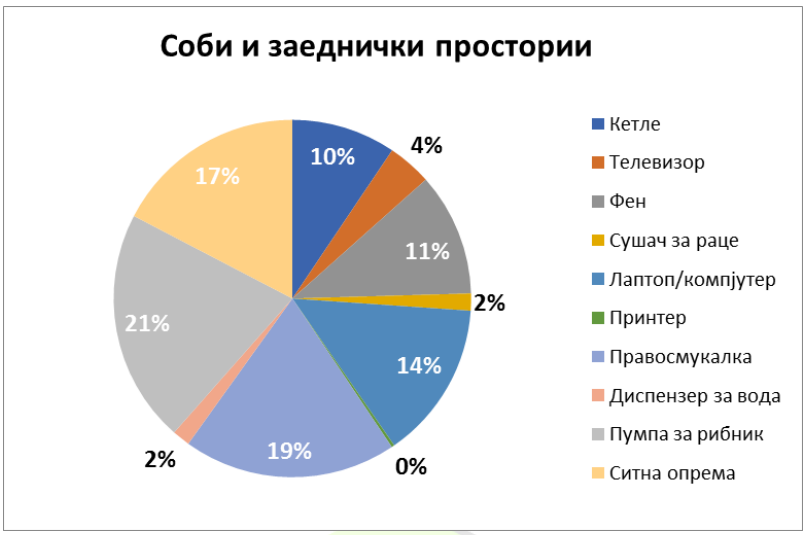
Средна годишна потрошувачка на електрична енергија						
Година	Потрошувачка		Трошок нето	Трошок нето	Среден трошок	Среден трошок
	kWh	**GJ**				
			ден	**евра**	**ден/kWh**	**euro/kWh**
2014	421.956,30	1.519,04	2.036.363,36	32.950,86	4,83	0,08
2015	428.865,12	1.543,91	2.055.434,86	33.259,46	4,79	0,08
2016	440.292,48	1.585,05	2.167.196,52	35.067,90	4,92	0,08
Средна годишна потрошувачка:	**430.371,30**	**1.549,34**	**2.086.331,58**	**33.759,41**	4,85	0,08

Табела 19: Средна потрошувачка на електрична енергија

2014																	
	Броило 1 - 01042992												Цена на ВТ kWh	Цена на НТ kWh	Цена на АМ kW	Цена на ВТ kVArh	Цена на НТ kVArh
месец	Потрошена ел. енергија ВТ	Износ од фактури ВТ	Потрошена ел. енергија НТ	Износ од фактури НТ	Вкупно потрошена ел.енер.	Потрошена реактивна ен. ВТ	Износ од фактури ВТ	Потрошена реактивна ен. НТ	Износ од фактури НТ	Активна моќност	Активна моќност	Вкупен износ					
	(kWh)	(денари нето)	(kWh)	(денари нето)	(kWh)	kVArh	(денари нето)	kVArh	(денари нето)	(kW)	(денари нето)	(денари нето)	(ден.нето)	(ден.нето)	(ден.нето)	(ден.нето)	(ден.нето)
1	20.427	71.086	13.623	23.296	34.050	2.403	2.067	3.041	1.338	77	56.323	154.109	3,48	1,71	727,18	0,86	0,44
2	18.143	63.138	12.567	21.490	30.710	2.451	2.108	3.009	1.324	75	54.792	142.850	3,48	1,71	727,18	0,86	0,44
3	18.362	63.898	15.066	25.763	33.428	4.202	3.613	4.220	1.857	96	69.966	165.098	3,48	1,71	727,18	0,86	0,44
4	17.404	60.565	14.603	24.971	32.007	4.967	4.271	5.241	2.306	79	57.265	149.379	3,48	1,71	727,18	0,86	0,44
5	19.443	67.663	14.944	25.553	34.387	4.892	4.207	4.903	2.157	94	68.551	168.132	3,48	1,71	727,18	0,86	0,44
6	19.835	69.026	16.316	27.901	36.151	4.844	4.166	5.185	2.282	100	73.045	176.419	3,48	1,71	727,18	0,86	0,44
7	24.473	88.102	17.306	30.631	41.779	2.051	1.825	2.275	1.047	106	79.500	201.105	3,60	1,77	752,41	0,89	0,46
8	21.046	75.764	16.321	28.887	37.366	1.441	1.282	1.697	780	98	73.495	180.210	3,60	1,77	752,41	0,89	0,46
9	20.377	73.358	15.244	26.982	35.621	1.786	1.589	1.814	835	97	73.270	176.034	3,60	1,77	752,41	0,89	0,46
10	22.355	80.479	16.177	28.634	38.533	761	677	1.130	520	101	75.617	185.927	3,60	1,77	752,41	0,89	0,46
11	20.995	75.583	17.554	31.071	38.549	378	336	732	337	103	77.333	184.659	3,60	1,77	752,41	0,89	0,46
12	17.022	61.280	12.353	21.865	29.375	0	0	195	90	92	69.207	152.441	3,60	1,77	752,41	0,89	0,46
Сума ден:	**239.882,13**	**849.942,04**	**182.074,17**	**317.044,13**	**421.956,30**	**30.173,36**	**26.141,56**	**33.442,37**	**14.871,50**	**1.118,47**	**828.364,14**	**2.036.363,36**					
Сума €:												**32.950,86**					

Табела 20: Анализа на годишни сметки за електрична енергија

Графикон 1: Потрошувачка на електрична енергија



Графикон 2: Потрошувачка на електрична енергија според опрема

Средна потрошувачка на ел. енергија за опремата	kWh	%	емисија на tCO_2/a
Опрема по соби	4.443,70	1%	4,44
Опрема: заедн. прост. и админ.	17.032,37	5%	17,03
Сауна	61.320,00	18%	61,32
Перална	91.712,10	27%	91,71
Кујна	160.629,88	48%	160,63
Вкупно:	335.138,04	100%	335,14

Табела 21: Средна потрошувачка на енергија според опрема

Графикон 3: Потрошувачка на вода

Анализата на енергетските карактеристики на објектот се заснива врз постоечки проекти на изведена состојба (доколку постојат) и увид и мерења на лице место. Со анализата на енергетските карактеристики на објектот (Глава 2 од контролата) се одредува класата на објектот за стандардизирани услови на користење, дефинирани за секој објект, а со цел да може да се врши споредба и класификација на објектите според потебите за енергија. Реалната потрошувачка на објектот се одредува преку потрошувачката на енергенсите, односно со фактурите за секој енергенс. За да може да се направи увид во најголемите потрошувачи и за да може да се предвидат мерки за енергетска ефикасност се прави и попис на потрошувачите со нивна моќност и време на работа.

Како резултат од енергетската контрола се изготвува Сертификатот за енергетски карактеристики на згради за објекти кои се во функција повеќе од три години.

7.6. Објаснување на Елаборат за енергетска ефикасност

Елаборатот за енергетска ефикасност е документ кој се изработува во фаза на проектирање. Целта на овој документ е да се добие објект кој ќе има мали потреби од енергија за греење, кој ќе обезбеди врвен комфор на живеење и кој нема да ја загадува

животната средина. Кога елаборатот се однесува само на конструкцијата тогаш тој е Елаборат за градежна физика. Елаборатот за енергетска ефикасност опфаќа и предлози за енергетски ефикасно греење, ладење, вентилација и осветлување. Се изработува согласно законската регулатива и барањата на инвеститорот.

Според важечката законска регулатива Елаборатот за енергетска ефикасност не е обврзателен дел на проектната документација. Елаборатот нема законски пропишана содржина, но врз основа на искуството на авторот на овој текст, би требало да содржи:

1. ВОВЕД
2. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА ОБЈЕКТОТ
   - 2.1 Основни податоци
   - 2.2 Технички опис на зградата и локација
   - 2.3 Геометриски карактеристики
   - 2.4 Локација
   - 2.5 Фасади
   - 2.6 Климатски податоци
3. КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ОД ОБВИВКА
   - 3.1 Покривни конструкции
   - 3.2 Надворешни ѕидови
   - 3.3 Подни конструкции
   - 3.4 Прозорци и врати
4. ПРЕСМЕТКА НА ЕНЕРГИЈА ПОТРЕБНА ЗА ГРЕЕЊЕ
5. ИНСТАЛАЦИИ
   - 5.1 Инсталација за греење/ладење
   - 5.2 Електро инсталации
   - 5.3 Инсталации за водовод и канализација
6. ДЕТАЛИ НА ТОПЛИНСКИ МОСТОВИ

ПРИЛОЗИ

По барање на инвеститорот, во Елаборатот за енергетска ефикасност може да има и економска анализа за различни технички решенија за обвивката на објектот и инсталациите. Во глава 3 од елаборатот, за конструктивните елементи од обвивката, се приложуваат подлоги со обележана местоположба на конструкцијата, детал со опис на слоеви, пресметка на коефициентот на пренесување на топлина „*U*“, пресметка на пародифузија и дијаграм на температура и дифузија на водена пареа.

Основната цел е предлозите, кои се дел од елаборатот, да ја задоволуваат законската регулатива и да се економски оправдани и во согласност со барањата и можностите на инвеститорот.

7.7. Објаснување на Потврда за усогласеност / енергетска ефикасност

Потврдата за енергетска ефикасност е официјален документ кој се издава врз основа на проектната документација и е задолжителен дел од документацијата за добивање на Одобрение за градба. Го издава фирма со Лиценца за вршење на енергетска контрола. Во Потврдата за енергетска ефикасност се наведуваат податоци за термичките карактеристики на сите градежни елементи кои се дел од објектот, проектираната класа на објектот и процентот на рекуперација, доколку постои. Сите наведени параметри треба да се еднакви или помали од дозволените, согласно законската регулатива. Со овој документ се докажува дека објектот е проектиран како енергетски ефикасен. Секоја табела од Потврдата (презентираина како прилог на Прирачникот) има свое значење:

Табела 1 претставува: Споредба на максимално дозволените и пресметани коефициенти на пренос на топлина на нетранспарентни градежни конструкции**.** Редовите од оваа табела се повторуваат онолку пати колку што има нетранспарентни градежни конструкции со различни карактеристики. За редовите кои се однесуваат на конструкции кои не постојат во основниот проект, во колоната за пресметани коефициенти на пренос на топлина, се пополнува „/”. Пресметките се во согласност со МКС ISO 6946 и со МКС ISO 13370.

Табела 2 претставува: Споредба на максимално дозволените и пресметани коефициенти на пренос на топлина на транспарентни фасадни елементи. Оваа табела се повторува онолку пати колку што има транспарентни фасадни елементи со различни карактеристики. За редовите кои се однесуваат на елементи кои не постојат во основниот проект, во колоната за пресметани коефициенти на пренос на топлина се пополнува „/”. Пресметките се во согласност со МКС EN ISO 10077-1, МКС EN ISO 1077-2, МКС EN ISO 15099 и МКС EN 13947.

Табела 3 претставува: Споредба на вредностите на коефициентот на специфични трансмисиски топлински загуби (H_T’) во зависност од факторот на форма на зградата (f_0), со дозволените вредности. Во табелата се пополнува само онаа вредност за коефициентот на специфични трансмисиски топлински загуби која соодветствува на пресметаната вредност на факторот на форма на зградата според типот на зграда. Сите останати полиња се пополнуваат со „/”.

Табела 4 претставува: Споредба на останатите барања за минимални енергетски карактеристики на згради. Тука спаѓаат: Бројот на измени на надворешен воздух пресметани врз основа на нето загреван волумен (h^{-1}), минимален коефициент на ефикасност на опремата за повраток на топлината од отпадниот воздух (рекуперација) во случај на принудна вентилација во (h^{-1}), највисоката енергетска класа за новите згради и градежни единици, највисоката енергетска класа за зградите и градежните

единици кои се предмет на значителна реконстуркција и вкупната специфична годишна потребна енергија за греење (во kWh/m2 год за станбен или во % за деловен објект).

На крајот се внесува името и презимето на енергетските контролори вработени во правното лице/трговецеот поединец кои ја изработиле потврдата и нивен потпис, име и презиме на одговорното лице на правното лице/трговецот поединец со Лиценца за вршење на енергетска контрола и негов потпис, датум и место на издавање на Потврдата.

Комплетниот документ кој е дел од проектната документација содржи:

1. Насловна страна;
2. Содржина;
3. Копија од Лиценцата за вршење на енергетска контрола;
4. Тековна состојба на правното лице;
5. Копија од овластувања на енергетските контролори вклучени во изработката на Потврдата;
6. Потврдата за енергетска ефикасност.

Документот електронски се потпишува и испраќа до нарачателот.

7.8. Објаснување на Сертификат за енергетски карактеристики на згради

Сертификат за енергетски карактеристики на згради е документ кој се издава за нов објект врз основа на проектот на изведена состојба, а за постоечки објект врз основа на енергетска контрола. Го издаваат фирми со Лиценца за вршење на енергетска контрола.

На **првата страна** се внесуваат општите податоци како: вид на зграда, локација, сопственик/инвеститор/правен застапник, енергетска класа, дали е нова или реконструирана зградата, изведувач, година на завршување на градење, број на катови, број на станови, бруто површина, нето подна површина, волуман на објектот, начин на ладење, вид на вентилација (природна; принудна без враќање на топлина/рекуперација; принудна со враќање на топлина/рекупарација), користење на обновливи извори на енергија, климатска зона (број на топлински степен денови), име на правно лице/трговец поединец кое го издава сертификатот, име и потпис на одговорното лице, име и потпис на извршителите на означувањето (енергетските контролори), датум на извршување на означувањето и рок на важност на сертификатот.

На **втората страна** се внесуваат коефициентите на пренос на топлина на обвивката на зградата. Поделени се во две групи:

1. Коефициенти на пренесување на топлина (*U*) за непросирни елементи (ѕидови, покриви и подови) и
2. Коефициенти на пренесување на топлина (*U*) за просирни елементи.

И за двете групи на елементи треба да се внесе ознака на елеметот, ориентација, површина, коефициент на пренесување на топлина за изведената состојба и максимално дозволена вредност на коефициентите на пренесување на топлина. За просирните елементи се внесува и вредноста на сончевиот фактор (*fg, g*).

На **третата страна** се внесува потрошувачката на енергија и индикаторите. Кај новите згради внесените вредности соодветствуваат на проектот на изведена состојба, а кај

постоечките се добиваат врз основа на енергетска контрола. Податоците се поделени во три групи:

1. Пресметана годишна потрошувачка на финална енергија по категории на потрошувачи (за секоја категорија на потрошувачи треба да се даде учество на одделни извори на енергија: гас, нафта, електрична енергија и т.н.): за греење, ладење, вентилација, топла вода, осветление, помошна енергија и вкупна финална енергија.

2. Пресметана годишна потрошувачка на примарна енергија по категории на потрошувачи (за секоја категорија на потрошувачи треба да се даде учество на одделни извори на енергија: гас, нафта, електрична енергија и т.н.): за греење, ладење, вентилација, топла вода, осветление, помошна енергија и вкупна потрошувачка.

3. Индикатори за енергетска ефикасност: специфична потрошувачка на примарна енергија во kWh/m^2 годишно и специфична емисијата на CO_2 за пресметаната примарна енергија на годишно ниво во $kgCO_2/m^2$.

На **четвртата страна** од сертификатот за енергетски карактеристики за постојните згради се внесуваат предлог мерки за подобрување на енергетските карактеристики на зградата кои се **економски оправдани**. Предлог-мерките може да се однесуваат на реконструкција на обвивката на зградата како целина или на некои нејзини делови, за подобрување на изолационите својства, но и за воведување на нови системи за греење и ладење, рекуперација, енергетски ефикасно осветлување и подготовка на санитарна топла вода.

Секоја од мерките мора да се процени како инвестиција и да се одреди нејзината економска исплатливост (преку период на поврат на инвестицијата, со нето сегашната вредност и коефициентот на рентабилност). За новите згради или зградите кои биле предмет на значителна реконструкција сертификатот содржи препораки за користење на зградата од аспект на заштеда на енергија преку начинот на користење на истата (регулирање на внатрешна температура и вентилација, користење на заштита од сонце и т.н.).

Сертификатот за енергетски карактеристики на згради може да се издаде за објектот како целина или за негови посебни единици/делови како што се дел од зградата, кат или стан, под услов да можат да бидат третирани како засебна единица и/или се во сопственост на посебни правни или физички лица.

Доколку во зграда за домување се јавува градежна единица со површина поголема од 20% од вкупната корисна подна површина, и која според намената значително се разликува од намената, изведбата и опремеоста во однос на станбениот дел, таа се сертифицира одвоено како деловна единица. Важи и спротивниот случај.

За комплексни згради не може да биде издаден заеднички сертификат заради различната намена, режим на работа и комплексноста на техничките системи. Сертификатите се издаваат со важност од 10 години и доколку во тој период објектот претрпи значителна промена во термичката обвибка или техничките системи/инсталации, треба да се издаде нов сертификат.
Агенцијата за енергетика на Република Македонија најмалку еднаш во три години врши надзор над најмалку еден случајно избран сертификат издаден од правното лице со Лиценца за вршење на енергетска контрола.

Сертификатите за енергетски карактеристики на згради се задолжителен дел од документацијата за добивање на Одобрение за употреба. Секој Сертификат треба да биде јавно изложен на увид на јавноста во секој објект за кој е издаден.

Изгледот на Сертификат за енергетски карактеристики на згради е прилог на овој Прирачник.

7.9. Разграничување на документите за енергетска ефикасност

Документите кои се однесуваат на енергетската ефикасност имаат сличности, но и суштински разлики. Ова поглавје има за цел да ги дефинира односите меѓу тие документи и да овозможи нивно лесно разграничување, што авторот на овој текст го согледа како потреба во комуникација со клиентите и колегите.

СПОРЕДБА НА ПОТВРДА ЗА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ (ЕП) И ЕЛАБОРАТ ЗА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ (ЕЕ):

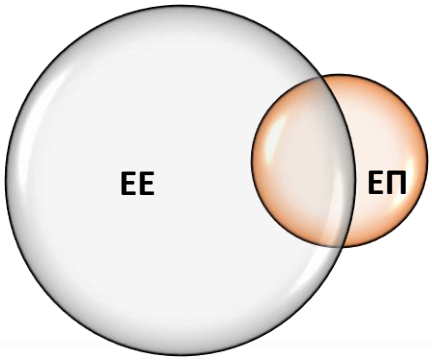
ЕП се прави врз основа на основен проект и е законски обврзателен документ за добивање на Одобрение за градба. ЕЕ е дел од проектна документација и се изготвува во почетна фаза на изработка на основниот проект. Според важечката законска регулатива не е обврзателен дел од проектот, но некои општини го бараат заради контрола на Потврдите за усогласеност (ЕП).

ЕП содржи, во однос на термичката обвивка:
- Пресметани *U*-вредности;
- Пресметана $Q_{H,nd}$;
- Пресметано H_T';
- Број на измени на воздух;
- Рекуперација;
-

Разлика на ЕП во однос на ЕЕ:
- Се пополнува образец (прилог 5 од Правилник) за ЕП;
- Се изготвува документот ЕП со сите прилози;

ЕЕ содржи повеќе од ЕП во однос на термичката обвивка:
- Табели со пресметката на *U*-вредности;
- Табели со пресметката на $Q_{H,nd}$;
- Табела за H_T';
- Табели со пресметка на пародифузија;
- Рекапитулари по конструктивни елементи;
- Рекапитулари по страни на свет;
- Дијаграми на температура;
- Дијаграми на пародифузија;
- Штрафирани основи со местоположба на конструкции;
- Детали на коструктивни елементи;

ЕЕ содржи повеќе од ЕП дел за инсталации:
- Предлози на енергетски ефикасни инсталациони системи;



Слика 39: Споредба на ЕП и ЕЕ

Соодносот на површините на круговите зависи од типот на објектот и неговата функција.

СПОРЕДБА НА ПОТВРДА ЗА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ (ЕП), ЕЛАБОРАТ ЗА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ (ЕЕ) И ЕНЕРГЕТСКА КОНТРОЛА (ЕК):

ЕК содржи повеќе од ЕЕ:

I. ВО ОДНОС НА ТЕРМИЧКАТА ОБВИВКА:
- Табели за пресметките на *U* за постоечка состојба, но и за состојба по примена на мерки за енергетска ефикасност;
- Табели со пресметката на $Q_{H,nd}$ за постоечка состојба, но и по примена на мерки за енергетска ефикасност, поединечно и вкупно;
- Табели со споредбена анализа на термичките карактеристики пред и по мерки за енергетска ефикасност;
- Мерења;

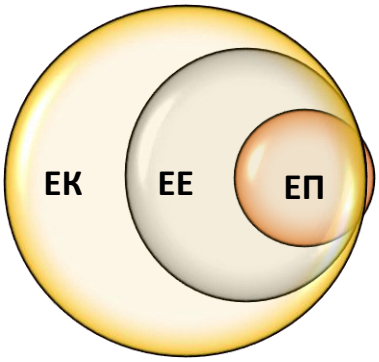
II. ВО ОДНОС НА ИНСТАЛАЦИИТЕ:
- Преглед и извештај за постоечките инсталациони системи;
- Предлог-мерки за енергетска ефикасност на инсталациите;
- Анализа на инсталациони системи;

III. АНАЛИЗА НА СМЕТКИ
- Табели, дијаграми и графикони за сметки по години и енергенси;

IV. ПОТРОШУВАЧИ
- Табели, дијаграми и графикони со потрошувачи и нивна потрошувачка на енергија според вид на енергија и вид на потрошувачи;

V. ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА
- Табели со економска анализа за поединечни конструктивни елементи;
- Табели со вкупна економска анализа;

VI. БИЛАНСИ
- Енергетски и трошковни биланси;
- Пресметка на емисија на CO_2;



Слика 40: Споредба на ЕП, ЕЕ и ЕК

Соодносот на површините на круговите зависи од типот на објектот и неговата функција.

ЕНЕРГЕТСКИ СЕРТИФИКАТ (ЕС) И ПОТВРДА ЗА ЕНЕРГЕТСКА ФИКАСНОСТ (ЕП) ЗА НОВИ ОБЈЕКТИ:

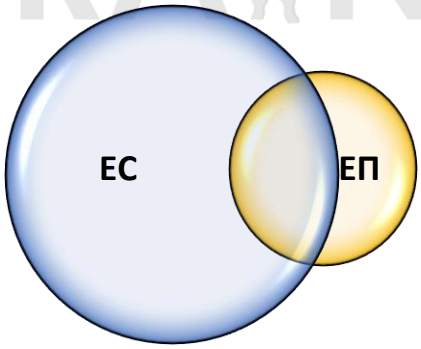
ЕС се прави врз основа на проект на изведена состојба и сертификати на вградените материјали.

ЕС содржи повеќе од ЕП:

I. ВО ОДНОС НА ТЕРМИЧКАТА ОБВИВКА:
- Податок за *g*;
- Однос на површина на стакло и на непросирна фасада;

II. ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА:
- Податоци за потребни енергии од проектот;
- Пресметка на емисија на CO_2 во однос на тип на енергија;
- Податоци за финална и примарна потрошувачка на енергии;

Разлика на ЕП во однос на ЕС:
- Се пополнува урнек за ЕС;
- Се даваат прилози за подобрување на енергетската ефикасност;



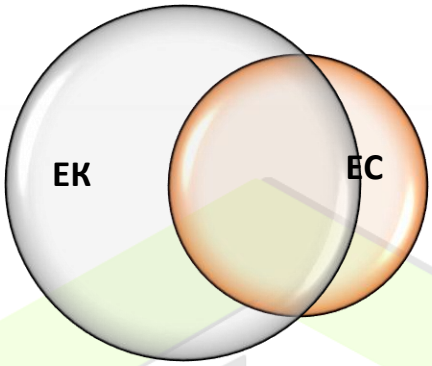
Слика 41: Споредба на ЕС и ЕП

Соодносот на површините на круговите зависи од типот на објектот и неговата функција.

ЕНЕРГЕТСКИ СЕРТИФИКАТ (ЕС) И ЕНЕРГЕТСКА КОНТРОЛА (ЕК) ЗА ПОСТОЕЧКИ ОБЈЕКТИ:

ЕС се прави врз основа на енергетска контрола. Разлика на ЕС во однос на ЕК:

- Се прават пресметки на $Q_{H,nd}$ за стандардизирани услови;
- Се пополнува урнек за ЕС.



Слика 42: Споредба на ЕК и ЕС

Соодносот на површините на круговите зависи од типот на објектот и неговата функција.

7.10. Објаснување на СУЕ

Енергетските цели на компаниите или институциите како и начините на нивно остварување се дефинираат со Енергетска политика и Акционен план. Ниту една цел на компанијата/институцијата и ниту една мерка за енергетска ефикасност нема да се покаже како оправдана ако не постои Систем за управување со енергија СУЕ. Системот за управување

со енергија треба да и овозможи на компанијата/институцијата планирање и следење на потрошувачка на енегија во согласност со енергетската политика на компанијата.

Интернационалниот стандард MKS EN ISO 50001 : 2018 ги специфицира барањата за основање, воведување, одржување и подобрување на СУЕ. Стандардот има за цел да им овозможи на компаниите систем за следење на енергетската ефикасност, на употребата на енергија и потрошувачката на енергија за подобрување на користењето на енергијата и намалување на трошоците за истата.

Стандардот специфицира барања, соодветни за користење и потрошувачка на енергија, вклучувајќи: мерења, документација и извештаи, проекти и процедури за набавка на опрема и системи, процеси и персонал кој има влијание на користењето на енергијата. Меѓународниот стандард се применува на целокупната потрошувачка на енергија која може да биде мониторирана и управувана од компанијата, но не пропишува специфични критериуми за користење на енергијата. Стандардот може да се користи независно, но може да биде и поврзан или интегриран со други системи за управување.

Концептот на процесот на енергетско планирање најдобро се прикажува преку дијаграм:

Слика 43: Процес на енергетско планирање

Стандардот е применлив за секоја организација која има желба да го контролира спроведувањето на својата енергетска политика, за сопствено вреднување, или која има намера да го сертифицира системот за управување со енергија (СУЕ) од страна на надворешна институција.

Резултатите од потрошувачката на енергија, добиени во претходно споменатите енергетски контроли, се основа за следење и намалување на потребите на различни потрошувачи на енергија. Податоците од овие извештаи се актуелизираат со секоја промена во карактеристиките на градежната обвивка, системот за климатизација, електричните уреди, опрема, апарати и осветлување или пак режимот на работа на компанијата/институцијата.

Компанијата/институцијата треба да ги препознае потребите од специфични обуки од областа на управувањето со енергијата и да обезбеди соодветна обука за одговорните лица како и едукација на вработените за правилно и ефикасно користење и трошење на енергијата. Компанијата треба да се осигура дека секое лице кое работи за неа или во нејзино име е свесно за:

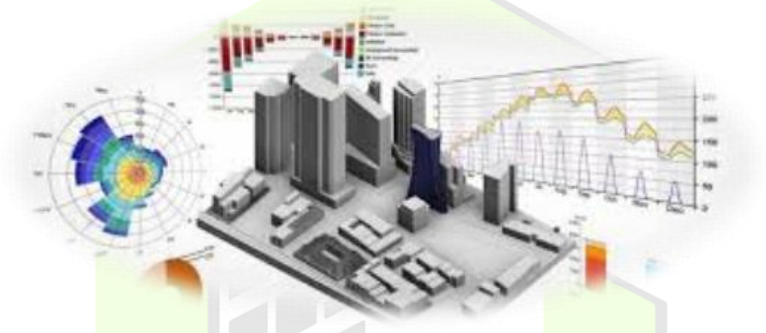
- Важноста на усогласувањето со енергетската политика, процедурите и барањата на СУЕ;
- Сопствената улога, одговорност и авторитет во постигнување на барањата на СУЕ;
- Придобивките од ефикасното користење на енергијата;
- На влијанието, моментално или потенцијално, на нивните активности врз потрошувачката на енергија и на последиците од непочитување на утврдените процедури.

Извештаите за менаџментот треба да содржат:

- Информации во однос на претходните извештаи;
- Информации во однос на енергетската политика;
- Информации во однос на потрошувачката на енергија и на нејзините индикатори;
- Евалуација на усогласеност со законската регулатива;

- Евалуација на степенот на достигнување на предвидените цели;
- Евалуација на резултатите од енергетска контрола;
- Информации за корективните и превентивните активности;
- Предвидување на идната потрошувачка на енергија и
- Препораки за подобрување.

Вработените, запознаени со енергетската политика на фирмата и системот за управување со енергија, се залагаат за остварување на целите преку енергетски ефикасно користење на објектот и опремата: со одржување на оптимални внатрешни температури, со регулирање на природното вентилирање на објектот, со ефикасно користење на опремата и осветлувањето, на дневно, месечно и годишно ниво. Управувањето со енергијата е континуиран процес кој со доследната примена постојано се надополнува и прилагодува на развојот на компанијата. БИМ технологијата е еден од најдобрите начини за следење на однесувањето на објектите во секое поле, па и на полето на енергетската ефикасност.



Слика 44: Енергетската ефикасност и БИМ

Во понатамошниот развој на проектот БИМ технологијата ќе биде тема на подлабока анализа и презентирање.

7.11. Задоволување на повисоки критериуми од законските барања

Законската регулатива во Република Македонија поставува барања:

1. Максималната класа на нови станбени објекти да биде „Ц“ („C“);
2. Максималната класа на реконструирани станбени објекти да биде „Д“ („D“);
3. Максималната класа на нови нестанбени објекти да биде „Ц“ („C“);
2. Максималната класа на реконструирани нестанбени објекти да биде „Д“ („D“);

Законската регулатива во Република Македонија поставува барања и во однос на максималните вредности на коефициентите на пренесување на топлина (*U*), измените на воздухот и рекуперацијата (презентирани во Потврда за енергетска ефикасност, прилог на Прирачникот).

Но, не мора да се оди на задоволување само на минималните барања зададени со законската регулатива кога може да се премине на следното скалило и да се зголемат критериумите при проектирање и изведба на енергетски ефикасните објекти. Тоа зависи од инвеститорите и нивните можности, но во голема мерка и од проектантите, особено архитектите, кои најчесто се во директен контакт со инвеститорите. Следното поглавје е посветено на оваа тема.

8. МОДУЛ 4: КЛИЕНТИТЕ - СОЈУЗНИЦИ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ

Четвртиот модул се однесува на запознавање на клиентите со значењето и можностите за примена на мерки за зголемување на енергетската ефикасност на нивните објекти и нивно придобивање за сојузници во примената на енергетската ефикасност.

8.1. Енергетската ефикасност како дел од проектната задача

Енергетската ефикасност мора адекватно да се популаризира и да се шири знаењто за придобивките од неа, не само во стручните кругови и помеѓу представниците на јавниот сектор, туку и помеѓу инвеститорите и клиентите. Клучна улога во овој дел имаат пректантите, пред се, архитектите кои имаат директен контакт и влијание на инвеститорите. Знаењето и искуството на архитектите треба да биде во функција на информирање на клиентот за можностите кои постојат и придобивките во однос на енергетската ефикасност. Добро информираниот клиент, врз основа на факти за чинењето на инвестицијата во подобра класа на објектот или воведување на обновливи извори на енергија, ќе може да донесе одлука која најмногу му одговара и таа треба да биде дел од проектната задача. Меѓусебната соработка на сите фази во проектирањето од самиот почеток е од клучно значење.

8.2. Запознавање на клиентот со придобивките од енергетската ефикасност

Информциите кои треба да бидат споделени со клиентот, односно она што треба да го знае клиентот на самиот почеток, при дефинирање на проектната задача, е дека:

1. Постои законска обврска за примена на мерки за енергетска ефикасност која е преточена во документот „Потврда за енергетска ефикасност“ кој е неопходен за добивање на Одобрение за градба;

2. Освен задоволување на минималните барања може да се испроектира и изведе објект со поголема енергетска ефикасност кој ќе овозможи помали трошоци за енергија и поголем комфор на живеење;

3. За обезбедување на поголема енергетска ефикасност се изработува Елаборат за енергетска ефикасност кој може да ги опфати и системите за греење, ладење, осветлување, санитарна топла вода и евентуално вентилација;

4. Доколку се третира само градежната конструкција се изработува Елаборат за градежна физика;

5. Елаборатот за енергетска ефикасност, на барање на клиентот, може да содржи и варијантни решенија за различни материјали за изолирање, различни системи за греење и ладење, избор на прозорци според страните на светот и специјалните барања во однос на користењето или заштитата од сончевото зрачење, варијантни решенија за подготовка на санитарна топла вода, препораки за осветлување, за обновливи извори на енергија (ОИЕ) и други информации поврзани со енергетската ефикасност.

6. Елаборатот за енергетска ефикасност може да содржи и економска анализа на понудените опции, на ниво на проектантски цени.

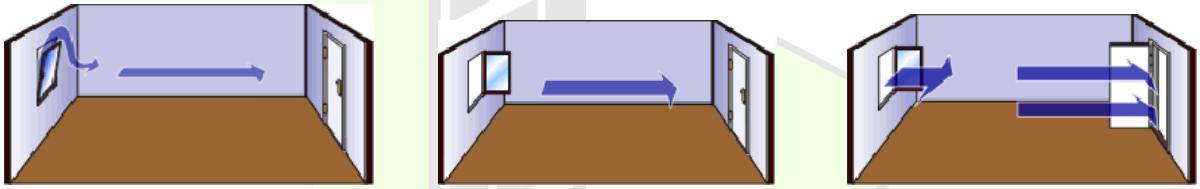
7. Елаборатот обврзателно треба да содржи анализа на пародифузија заради спречување на кондензација на водена пареа.

8. Заради добивање на Одобрение за употреба треба да се издаде Сертификат за енергетски карактеристики на згради кој се изготвува врз основа на проектот на изведена состојба, сертификатите на вградените материјали и увидот на лице место. Одобрението за градба треба да се приложи на увид.

9. Вообичаено, цената на Елаборатот не е вклучена во основниот проект туку се добива дополнителна понуда за неа. Цената на Сертификатот и на Потврдата може, но не мора, да е дел од цената на основниот проект. Во секој случај и за секој клиент се решава индивидуално, според начинот на работа на проектантот.

10. Во изработка на проект добро е со клиентот да се разгледаат и желбите за користење на објектите и во однос на комфорот. На пример: доколку клиентот би сакал минималната внатрешна температура во зимскиот период да биде 22°C, треба да му се укаже дека тоа барање е повисоко од законски предвидените услови и ќе придонесе за поголема потрошувачка на топлинска енергија од пресметаната за класата на објектот врз основа на внатрешна температура од 20°C.

11. Во користење на објектот клиентот треба да се придржува на нормите за вентилација на просторот за да има има трошоци за топлинска енергија кои одговараат на пресметаната класа. Држење на прозорците по цел ден отворени на кип ќе ги зголеми трошоците за греење/ладење кои ќе дојдат до израз доколку има индивидуален систем на греење. Пример за времетраење на комплетна измена на воздух за три случаи:



30 до 60 минути 5 до 10 минути 1 до 5 минути

Слика 45: Вентилирање

12. Во современите добро изолирани објекти постои опасност од кондензација на водена пареа, особено во првата година по изградбата на објектот или во случаи на зголемена влага во станбениот простор заради сушење алишта или интензивно готвење. Вентилирањето на просторот треба да биде соодветно на ова барање.

13. Класата на објектот ја дава и енергија за греење, според актуелната законска регулатива. Трошокот за греење се засновува на финалната енергија која е поголема од потребната енергија согласно коефициентите на загуби на системот за греење. Исклучок се ОИЕ како што се топлинските пумпи кај кои финалната енергија е помала за 3, 4 па и повеќе пати во зависност од коефициентот на ефикасност.

8.3. Класата на објектот како додадена вредност на објектите

Со Службен весник број 33, од 05.03.2015 година, во Законот за енергетика, со одложување на обврските на став 5 од Член 136 (според кој продавачи или закуподавачи на згради или градежни единици се должни на купувачите или закупците да им да им го предадат Сертификатот за енергетски карактеристики на згради, во оригинал или копија заверена на нотар) до влегување на Република Македонија во Европската Унија, се предизвика големо забавување во експанзијата на енергетската ефикасност, која се очекуваше.

Со новиот закон за енергетика не се повлече оваа одредба, но реално е очекувањето дека или ќе биде вратена или заради фактот дека објектите со подобра енергетска класа предизвикуваат помали трошоци за енергија и подобар комфор, самиот пазар ќе ја наметне потребата за сертифицирање на приватни објекти. Како во развиениот свет, и кај нас, оние објекти кои се енергетски ефикасни, односно изолирани и со енергетски ефикасно греење, ладење и осветлување и со вградени ОИЕ, ќе бидат барани и подобро платени, и во случај на изнајмување и во случај на продавање.

И на објектите кои се во сопственост на правни лица, со зголемувањето на свесноста за енергетската ефикасност, ќе им расте вредноста со воведување на енергетската ефикасност. Се повеќе фирми сакаат да им биде верификувана заложбата за намалување на потрошувачката на енергија и на емисијата на стакленички гасови, односно загадувањето, така да енергетското сертфицирање на објектите и воведувањето на СУЕ станува дел од корпоративната култура и социјалната одговорност.

8.4. Економска оправданост на воведување на енергетската ефикасност

Енергетската ефикасност го почитува принципот на финансиска исплатливост при нејзиното воведување. Секогаш се предлагаат оние мерки за енергетска ефикасност кои се економски оправдани, освен во случаите кога некој друг критериум ќе превлада, како на пример комфорот, заради кој се случува најголемиот број на замена на прозорци во Република Македонија.

Најевтина и најлесно применлива мерка за енергетска ефикасност е воведувањето на Систем за управување со енергија (СУЕ). Таа може да предизвика заштеди на енергија вообичаено од (10-15)% па се до 26% (*The Scope for energy savings from energy management, Waide Strategic Energy Limited, Final Report jume 2016*).

Една од наједноставните методи за утврдување на оправданоста на мерките за енергетска ефикасност е периодот на поврат на инвестицијата (ППИ). За економски оправдани, во оваа област, се сметаат инвестициите со ППИ до 7 година.

За многу од вложувањата во енергетска ефикасност периодот на поврат на инвестицијата е помал од 2 години, како на пример кога се работи за замена на типот на осветлувањето.

Пример за енергетски ефикасно осветлување:

Тип на светилка	број на свети-лки	број на часови работа годишно	работен век	моќ	годишна потрош.	единечна цена на енергија	вредност на потрошена енергија	емисија на $_{e}tCO_2$	набавна вредност на светилки	вкупна набавна вредност	ППИ
			часови	W	kWh/a	ден/kWh	ден/а	t	ден/ком	денари	год.
вжарено влакно	154	224.840	1.500	40	8.994	4,85	43.619	8,99	30	4.620	1,08
вжарено влакно	293	555202	1.500	60	33.312	4,85	161.564	33,31	40	11.720	
Вкупно светилки со вжарено влакно					***42.306***		***205.183***	***42,31***		***16.340***	
LED	154	224.840	15.000	6	1.349	4,85	6.543	1,35	350	53.900	
LED	293	555.202	15.000	10	5.552	4,85	26.927	5,55	450	131.850	
Вкупно LED светилки					***6.901***		***33.470***	***6,90***		***185.750***	
ГОДИШНИ ЗАШТЕДИ					**35.405**		**171.713**	**35,40**			

Табела 22: Анализа на воведување на енергетски ефикасно осветлување

Енергетската ефикасност овозможува самообновување на буџетот, односно заштедите од намалените трошоци за енергија можат да ја исплатат инвестицијата и да овозможат примена на друга мерка за енергетска ефикасност. Врз основа на овој принцип функционираат и ЕСКО компаниите (ESCO – Energy Service Company).

8.5. Воведување на ОИЕ

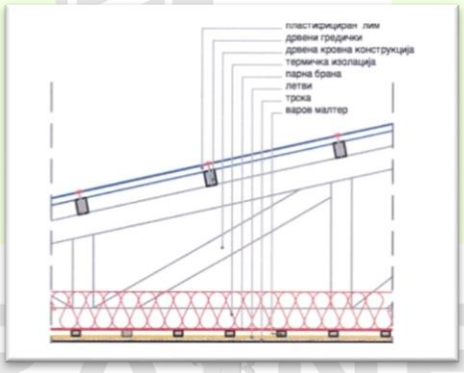
При воведување на ОИЕ, енергетската ефикасност на објектот во градежен смисол овозможува нивната примена да биде финансиски поповолна и оправдана. Колку се помали потребите на објектите за енергија за греење и ладење, толку е помала и инсталираната моќност на опремата, а со тоа и цената на чинење на системот на ОИЕ. Најчесто користени обновливи извори на енергија, во рамките на објект, во Република Македонија се: пелетите, топлинските пумпи, сончевите колектори и фотоволтаиците.

Пример: Воведување на топлинска пумпа во основно училиште

Примерот се однесува на основно училиште со површина од 2.223,57 m^2. Во училиштето се превземени мерки на енергетска ефикасност после кои е направена анализа на можноста за воведување на топлински пумпи.

Со мерките за енергетска ефикасност, базирани на енергетската контрола, училиштето е реновирано 2013 година. Предвидените мерки за изолирање на обвивката на училиштето се:

- **Изолирање на покрив со 20 cm минерална волна**



Слика 46: Изолирање на покрив

- **Изолирање на надворешен ѕид со 10 cm EPS**

Слика 47: Изолирање на надворешен ѕид

- **Замена на старите прозорци со нови од PVC со U = 1,1 W/m²K.**

Со примена на прикажаните мерки за изолација се добива заштеда од :

Случај	H_t'	q	Q	Трошок	Заштеда	
	W/m²K	kWh/m²	kWh	€	kWh	€
Постоечка состојба	1,68	183,34	407.668	52.997	308.764	40.140
Изолирана состојба	0,41	44,48	98.904	12.857		

Табела 23: Потреби од топлинска пумпа во зависност од изолираноста на објектот

Од табелата се гледа деке не е сеедно за која состојба на објектот ќе се применува топлинската пумпа, во смисол на нејзиниот капацитет и чинење. Направена е анализа за оправданост на воведување на топлинска пумпа за изолираниот објект.

За имплементација на топлотна пумпа за греење потребно е да се обезбедат 4,8 до 5 lit/sec подземна вода, што по стручно мислење, на локацијата каде се наоѓа објектот можно е да се очекуваат. Потребно е да се изработат два бунари, еден работен од кој ќе се црпи потребната вода, а друг попивателен во кој ќе се враќа термички обработената вода.

Површина во m²	**2.223,57**
Потребна топлинска енергија - kWh/год	**98.904**

Табела 24: Почетни елементи за избор на топлинска пумпа

Потребната топлотна пумпа, за изолиран објект, би била со греен капацитет од 100 kW и би се сместила во постоечката топлотна подстаница.

Потребен инсталиран греен капацитет - kW	**100**

Табела 25: Избран капацитет на топлинска пумпа

Трошоците за топлинска енергија се направени врз основа на анализа на сметките за централно греење за последните три години и се презентирана во енергетската контрола. Тие се споредени со трошоците кои би постоеле по воведување на топлинската пумпа.

Извор на греење	Трошок во евра годишно за греење
Топлотна пумпа	4.256 €
Централно греење	12.602 €
ЗАШТЕДА	**8.346 €**

Табела 26: Заштеди со топлинска пумпа

Во предвидената инвестиција се пресметани трошоците за изработка на бунарите заедно со целокупната инсталација за потопната пумпа, набавката и инсталирањето на топлотата пумпа, изведбата на потребните корекции во топлотната станица, и евентуални преправки на грејните тела по просториите (онаму каде е потребно).

Начин на греење	Инвестиција	ППИ во години
Топлотна пумпа со бунар	**40.000 €**	**4,6**

Табела 27: ППИ за топлинска пумпа

Од погоре изнесените параметри може да се донесе заклучок дека инсталирање на еден ваков систем е технички изводлив и економски оправдан. Инвестицијата изнесува 18 евра по m^2 нето греана површина.

Калкулацијата е релевантна само за овој објект.

8.6. Изборот на клиентот поткрепен со факти

За да се овозможи клиентот/инвеститорот да е сојузник во примена на мерките за енергетска ефикасност потребно е, како што беше претходно потенцирано, тој да е правилно информиран, а информациите да се поткрепени со факти. Основното правило е:

- кон проектот да се пристапи **холистички**, земајќи ги во предвид сите негови аспекти и
- со **индивидуализација**, почитувајќи ги сите специфичности кои ги содржи конкретниот објект.

Не постојат универзални решенија во проектирањето и изведбата на објектите. Советите кои можат да бидат дадени се поткрепени со факти доколку се направи Енергетска контрола за постоечки објект или Елаборат за енергетска ефикасност за нов објект.

Фактите се најсилниот аргумент во преговарањето со клиентот. Тие треба да се докажат и во пракса и да станат лично искуство.

Пример 1: Изолирање на јавен објект 1

Се работи за јавен објект кој се грее на електрична енергија. За објектот е направена енергетска контрола врз основа на која се предложени мерки за реконструкција.

На барање на клиентот предложена е нова челична покривна конструкција со покривни прозорци за да се овозможи користење на подкровјето. Во цената на прозорците се вклучени и венецијанери, обработка на шпалетни, поправка на ѕидовите од внатрешна страна и прозорските даски.

За надворешните ѕидови се предвидени 10 cm изолација што произлезе од пресметките, а заради задоволување на критериумите од законската регулатива.

ПОЗИЦИИ	А (m2)	Цена нето €/m2	Цена ден/m2	Вкупно ден
Изолирање на плафони:	595,11	86,41	5.314,27	3.162.597,00
Изолирање на ѕидови:	470,77	22,00	1.353,00	636.955,06
Изолирање на подови:	199,65	0,00	0,00	0,00
Промена на стакла и прозорци:	128,79	118,30	7.275,30	936.975,55
Вкупно:			8.628,30	4.736.527,61
			€	77.016,71

Табела 28: Пример за нвестиција при изолирање на јавен објект 1

Вредноста на инвестицијата изнесува 110,4 евра по m^2 нето греана површина. Беше направена и поединечна економска анализа за секоја од предложените мерки, а од анализата која се однесува на изолирање на целиот објект се доби:

ИЗОЛИРАЊЕ НА ЦЕЛ ОБЈЕКТ		
Намалување на потреба од финална топлиска енергија	72.166,43	kWh
Монетарна годишна заштеда	613.414,69	ден
	9.974,22	евра
Инвестиција	4.736.527,61	ден
	77.016,71	евра
Поврат на инвестицијата	**7,72**	години

Табела 29: Пример за ППИ при изолирање на јавен објект 1

Со предочените податоци клиентот може да избере како да настапи понатаму. Калкулацијата е релевантна само за овој објект.

Пример 2: Изолирање на јавен објект 2

За објектот е направена енергетска контрола врз основа на која се предложени мерки за реконструкција. Јавниот објект имаше стилизирана фасада со големи прозорци со надпрозорци, од почетокот на дваесетиот век, и задачата беше да, по изолирањето на фасадата и замена на прозорците, се задржи автентичниот изглед што беше испочитувано.

На покривот беше доволно само да се положи изолација, без некои големи интервенции. Во цената на прозорците се вклучени и венецијанери, обработка на шпалетни, поправка на ѕидовите од внатрешна страна и прозорските даски.

За надворешните ѕидови се предвидени 8 cm изолација што произлезе од пресметките, а заради задоволување на критериумите од законската регулатива.

ПОЗИЦИИ	А (m2)	Цена нето €/m2	Цена ден/m2	Вкупно ден
Изолирање на покриви:	204,69	11,15	685,92	140.400,00
Изолирање на ѕидови:	580,97	30,00	1.845,00	1.071.891,86
Изолирање на подови:	2,47	30,00	1.845,00	4.557,15
Промена на стакла и прозорци:	110,72	163,53	10.056,80	1.113.488,58
Вкупно:			13.746,80	2.189.937,60
			€	35.608,74

Табела 30: Пример за инвестиција при изолирање на јавен објект 2

Вредноста на инвестицијата изнесува 72,0 евра по m^2 нето греана површина. Беше направена и поединечна економска анализа за секоја од предложените мерки, а од анализата која се однесува на изолирање на целиот објект се добива:

ИЗОЛИРАЊЕ НА ЦЕЛ ОБЈЕКТ	
Намалување на потреба од финална топлиска енергија	53.133,47 kWh
Монетарна годишна заштеда	451.634,51 ден
	7.343,65 евра
Инвестиција	2.189.937,60 ден
	35.608,74 евра
Поврат на инвестицијата	**4,85** години

Табела 31: Пример за ППИ при изолирање на јавен објект 2

Со предочените податоци клиентот може да избере како да настапи понатаму. Калкулацијата е релевантна само за овој објект.

Пример 3: Рекуперација во хотел

По енергетска контрола на хотел во Република Македонија една од мерките кои беа предложени е воведување на систем за рекуперција и обезвлажнување на базенот и фитнес-салата. Пресметките покажаа дека оваа мерка е исплатлива и му дадоа јасна слика на клиентот за нивото на инвестицијата и времето на поврат на истата:

МЕРКА 7	ДЕЛ ОД ОБЈЕКТОТ	ПОТРОШУВАЧКА НА ЕНЕРГИЈА ПРЕД МЕРКА	ПОТРОШУВАЧКА НА ЕНЕРГИЈА ПО ПРЕВЗЕМЕНА МЕРКА	ЗАШТЕДА НА ЕНЕРГИЈА	ВРЕДНОСТ НА ИНВЕСТИЦИЈА	ЦЕНА НА ЕНЕРГИЈА	ВРЕДНОСТ НА ЗАШТЕДАТА	ППИ	ЗАШТЕДА НА ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА (МАЗУТ)	НАМАЛУВАЊЕ НА ЕМИСИЈА НА CO_2
		kWh/a	kWh/a	kWh/a	MKD	MKD/kWh	MKD	години	kWh/a	$_{e}tCO_2$
Воведување на рекупеарција и обезвлажнување	Базен и фитнес сала	152.064	91.238	60.826	620.000	2,49	151.457	4,1	74.178	24,63

Табела 32: Пример за рекуперација во хотел

Инвестицијата изнесува 3,2 евра на m^2 нето греана површина на хотелот или 39,7 евра на m^2 површина на базенот со фитнес центар, за која предложената мерка се однесува. Со предочените податоци клиентот може да избере како да настапи понатаму. Калкулацијата е релевантна само за овој објект.

Пример 4: Автоматика во машинска сала во хотел

Станува збор за хотел за кој е правена енергетска контрола. Една од мерките која се предлага е воведување на автоматика за регулирање на термотехничките инсталации. Регулацијата во машинската сала е рачна, со помош на рачни трокраки вентили, така да не е можна регулација на температурата на котлите во зависност од надворешната температура и од барањата за енергија на потрошувачите.

Предложено е инсталирање на автоматски систем за регулација и контрола на котлите и дистрибуцијата на топлотна енергија. Решението се состои од инсталирање на контролер, кој

ќе ја регулира потребата од вклучување на котлите; инсталирање на EPIV вентили со соодветни димензии, кои имаат задача да влијаат на хидро балансот на системот; на пумпите да се инсталираат фреквентни регулатори; за линијата на бојлерите за санитарна топла вода предвидено е да се инсталира температурен сензор кој ќе ја мери температурата на водата во бојлерот и преку кој ќе се регулира циркулационата пумпа за СТВ и предвидено е на главниот доводен вод од котлите да се инсталира енерџи вентил кој ќе има улога да го регулира потребниот проток на вода во инсталацијата, но и ќе ја мери произведената енергија од котлите. Сето ова може да се постави на компјутер каде ќе се контролира комплетната работа на системот.

Мерка 6 -автоматика во машинска сала	Потрошени kWh/a	ден/ kWh	вк. ден. год	По мерката kwh/a	ден/ kWh	вк. ден. год	заштеда kWh год	заштеда ден год	намалување на CO_2
Енергија од мазут	519.399	2,49	1.293.304	467.459	2,49	1.163.973	51.940	129.330	17,24
Енергија од лесно масло	80.120	3,64	291.637	72.108	3,64	262.473	8.012	29.164	2,55
Вкупно енергија	708.856		1.584.940	539.567		1.426.446	59.952	158.494	19,79

Табела 33: Пример за автоматика на машинска хала

Инвестиција за Мерка 6	900.000	ден
Заштеда / год.	**158.494**	ден
ППИ	**5,68**	години

Табела 34: Пример за ППИ при автоматика

ППИ ја оправдува оваа мерка. Со предочените податоци клиентот може да избере како да настапи понатаму. Калкулацијата е релевантна само за овој објект.

Пример 5: Неизолирана и изолирана семејна куќа

Овој пример укажува на влијанието на изолацијата и енергетски ефикасните прозорци врз класата на објектот и реперкусијата што ја имаат на потрошувачката на енергија во користење на објектот. Во неизолирана состојба:

НЕИЗОЛИРАНА СОСТОЈБА	A_e	U_{sr}	H_D	H_g	H_{tr} / H_D+Hg	$H_{tr'}$	%
	m^2	W/m^2K	W/K	W/K	W/K	W/m^2K	
Покриви	91,21	2,08	189,43		189,43		41%
Ѕидови	73,04	1,40	102,14		102,14		22%
Подови	91,21	0,57	5,01	46,90	51,91		11%
Прозорци и врати	45,31	2,50	113,28		113,28		25%
	300,77		409,86	46,90	456,76	1,52	100%
Со топлински мостови :					**525,27**	**1,75**	
					Ht'doz =	**0,56**	

Табела 35: Анализа на неизолирана семејна куќа

q_{tr}=	147,04 kWh/m^2a	Q_{tr}=	20.958,13 kWh/a
$q_{i,ve}$=	14,43 kWh/m^2a	$Q_{i,ver}$=	2.056,50 kWh/a
q_{nd}=	**161,47** kWh/m^2a	Q_{nd}=	**23.014,64** kWh/a
Класа „Е“			

Табела 36: $Q_{h,\ nd}$ за неизолирана семејна куќа

Изолираната состојба на објектот подразбира: прозорци со *U*=0,97 kWh/m^2 (просечната вредност во табелата е поголема заради влијанието на надворешните врати); g=0,45; изолација на покрив со минерална волна со дебелина од 20 cm; изолација на ѕидови со EPS со дебелина од 10 cm и изолација на под со XPS со дебелина од 6 cm. Во изолирана состојба:

ИЗОЛИРАНА СОСТОЈБА	A_e	U_{sr}	H_D	H_g	H_{tr} / H_D+Hg	$H_{tr'}$	%
	m^2	W/m^{2}K	W/K	W/K	W/K	W/m^{2}K	
Покриви	91,21	0,17	15,88		15,88		15%
Ѕидови	73,04	0,30	22,27		22,27		20%
Подови	91,21	0,27	4,07	20,54	24,61		23%
Прозорци и врати	45,31	1,02	46,36		46,36		42%
	300,77		88,59	20,54	109,12	0,36	100%
Со топлински мостови :					**125,49**	**0,42**	
					Ht'doz =	**0,56**	

Табела 37: Анализа на изолирана семејна куќа

q_{tr}=	24,33 kWh/m^{2}a	Q_{tr}=	3.467,95 kWh/a
$q_{i,ve}$=	14,43 kWh/m^{2}a	$Q_{i,ver}$=	2.056,50 kWh/a
q_{nd}=	**38,76** kWh/m^{2}a	Q_{nd}=	**5.524,45** kWh/a
Класа „Б“			

Табела 38: $Q_{h,\ nd}$ за изолирана семејна куќа

Под претпоставка дека објектот се грее на електрична енергија, разликата во финалните енергии за изолиран и неизолиран објект изнесува 17.490 kWh или дополнителен трошок за греење од 76.956 денари (1.251 евро) на годишно ниво. Тоа се 4,2 евра поголем трошок по m^2 греана корисна површина. Соодветна реперкусија се случува и лете, за енергијата и трошоците за ладење. Калкулацијата е релевантна само за овој објект.

Завршен коментар: Пожелно е да се одржува контактот со клиентот и да се добијат информации за неговото задоволство во однос на комфорот од применетите мерки за енергетска ефикасност и ОИЕ, како и да се добијат податоци/факти за трошоците и потрошувачката на енергија во неговиот енергетски ефикасен објект. Снимки со термографска камера на изведениот објект се исто така добар показател за ефектите од мерките за подобрување на енергетска ефикасност. Личните позитивни искуства, споделени со другите, се најдобрата реклама за придобивките на енергетската ефикасност и нејзин двигател кон сеопшта примена.

Библиографија:

[1] Directive 2010/31/EU;

[2] Directive 2012/27/EU;

[3] Regulation 1369;

[4] МКС EN ISO 13790;

[5] МКС EN ISO 13789;

[6] МКС EN ISO 13786;

[7] МКС EN ISO 6946;

[8] МКС EN ISO 13370;

[9] МКС EN ISO 50001:2018;

[10] Правилник за енергетски карактеристики на згради (Сл. весник РМ број 74/2013);

[11] Правилник за енергетска контрола (Сл. весник број 74/2013);

[12] Измена на Правилникот за енергетски карактеристики на згради (Сл. весник РМ број 07/2015);

[13] Стратегија за унапредување на енергетската ефикасност во Република Македонија до 2020 година;

[14] Zakon o energetskoj učinkovitosti, NN 127/2014, Republike Hrvatske;

[15] Metodologija provodjenja energetskog pregleda zgrada 2017, Republike Hrvatske;

[16] Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju, NN 88/17 Republike Hrvatske;

[17] Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС", бр. 61/2011) републике Србије;

[18] Пravilniko minimalnim zahtjevima energetske efikasnosti zgrada, Službeni list CG, broj 29/10, Republike Crne Gore;

[19] Методи за утврдување и подобрување на енергетската ефикасност на градежните објекти, Магистерски труд, м-р Жанина Стаменкова дги, 2012;

[20] Наредба № е-рд-04-1 от 22.01.2016 г. За обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради, Република Бугарија;

[21] Vom Altbau zum Effizienzhaus, Ingo Gabriel, Heinz Ladener, ISBN: 978-3-936896-75-6;

[22] Архивата на проекти на Делта проект доо Скопје;

[23] Топлински мостови во градежните конструкции, д-р Петар Николовски,Скопје: ИСРМ, 2012;

[24] Каталог на линеарни топлински мостови во згради во сеизмички региони, д-р Петар Николовски,Скопје: КОАИ, 2017;

[25] Прирачник за топлинска заштита на градежни објекти, енергетски ефикасни згради, практична примена на новите МКС ЕН ИСО стандарди, Скопје: ААМ, 2005;

[16] Understanding energy efficiency in the European Commission's Clean Energy Package, The European Council for an Energy Efficient Economy (eceee) 2017;

[27] http://www.passivehouse.com

[28] https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en

[29] https://www.onlyelevenpercent.com

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1: Изглед на Потврда за енергетска ефикасност

ПРИЛОГ 2: Изглед на Сертификат за енергетски карактеристики на згради

ПРИЛОГ 3: Табела на основни материјали

ПРИЛОГ 4: Табела на стандарди

ПРИЛОГ 1: Изглед на Потврда за енергетска ефикасност

ПОТВРДА СО КОЈА СЕ УТВРДУВА ДЕКА МИНИМАЛНИТЕ БАРАЊА ЗА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ КОИ СЕ СОДРЖАНИ ВО ОСНОВНИОТ ПРОЕКТ СЕ ВО СОГЛАСНОСТ СО МИНИМАЛНИТЕ БАРАЊА ЗА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ

Јас долу потпишаниот по кривична, материјална и морална одговорност дека _____(*основен проект за градење/проект за реконструкција*) на _____

(податодци за зградата: име, презиме, адреса и катастраска парцела), во сопственост на _____ (*име, презиме и адреса*) дека -
_____
_____

(*врз основа на пополнетите табели, се наведува општа констатација дали минималните барања за енергетски карактеристики на новата зграда или зградата која е предмет на значителна конструкција, утврдени со Основниот проект број _____ се во согласност со минималните барања за енергетска ефикасност утврдени во Правилникот за енергетски карактеристики на зградите*).

Табела 1. Споредба на максимално дозволените и пресметани коефициенти на пренос на топлина на нетранспарентни градежни конструкции [1]

Бр.	**Градежна конструкција**	**Максимално дозволени коефициенти на пренос на топлина**[1)], U_{max} (W/m^{2}K).	**Пресметани коефициенти на пренос на топлина од проектот,** $U_{pres.}$ (W/m^{2}K)
1	Надворешни ѕидови и ѕидови кон негреани простори	0,35	
2	Надворешни ѕидови и ѕидови кон негреани простори (мали простори со ѕидна површина којашто не надминува 10% од нетранспарентниор дел)	0,60	
3	Надворешни ѕидови што се граничат со греани простории со различни грејни системи, различни корисници или различни сопственици на нестанбени згради)	0,90	
4	Надворешни ѕидови кон дилатациска фуга со соседна зграда (постоечка или предвидена за соседна зграда)	0,50	
5	Надворешни ѕидови вкопани во земја [2)]	0,50	

[1] Оваа табела се повторува онолку пати што има нетранспарентни градежни конструкции со различни карактеристики (доклуку има) и според страните на светот. За редиците кои се однесуваат на конструкции кои не постојат во основниот проект, во колоната за пресметани коефициенти на пренос на топлина се пополнува "/".

[2)] Пресметка во согласност со МКС ISO 13370

1/5

6	Внтарешни преградни ѕидови помеѓу греан и помалку греан простор (скалишта, ходници)	0,70	
7	Внатрешни преградни ѕидови помеѓу станови	1,60	
8	Меѓукатни конструкции под негреан тавански простор (венитилиран и неизолиран)	0,25	
9	Меѓукатна конструкција над негреани простори во зграда (подрум, гаража)	0,35	
10	МеѓукатнИ конструкциИ над отворен простор (пасаж, еркер)	0,30	
11	Меѓукатни конструкции помеѓу простории за домување и деловни простори	0,90	
12	Меѓукатни конструкции помеѓу греани простори	1,40	
13	Рамни или закосени покриви помеѓу греани простори - површинска маса на конструкција ≤ 150 kg/m^2 - површинска маса на конструкција > 150 kg/m^2	0,20 0,25	
14	Подови на терен (земја) [2)] (не важи за индустриски згради)	0,40	
15	Подови на терен и меѓукатни конструкции над негреани простори во зграда (подрум, гаража), во случаи на панелно подно греење	0,50	

[1)] Пресметка во согласност со МКС ISO 6946

[2)] Пресметка во согласност со МКС ISO 13370

Табела 2. Споредба на максимално дозволените и шресметеани коефициенти на пренос на топлина на транспарентни фасадни елементи [2]

Бр.	Застаклени отвори и други компоненти на фасади [1)]	Максимално дозволени коефициенти на пренос на топлина[1)], $U_{w,max}$ (W/m^{2}K).	Пресметани коефициенти на пренос на топлина од проектот, $U_{w,\,pres.}$ (W/m^{2}K)
I) Прозорци, балконски врати и висечки фасадни ѕидови			
1	Прозорци и прозорец – врати од ПВЦ рамки, со дво- или тројслојно застаклување, со исполна со воздух или	1,70	

[2] Оваа табела се повторува онолку пати што има транспарентни фасадни елементи со различни карактеристики (доклуку има) и според страните на светот. За редиците кои се однесуваат на елементи кои не постојат во основниот проект, во колоната за пресметани коефициенти на пренос на топлина се пополнува "/".

	благороден гас, со или без нискоемисионен премаз		
2	Прозорци или прозор – врати (вклучително прозорци во поткровна контрукција) со рамки од дрво, со двојно или трослојно застаклување, со исполна со воздух или благороден гас, со или без нискоемисионен премаз	1, 80	
3	Прозорци или прозорец – врати со метални рамки со прекини на топлински мостоиви, со дво- или трослојно застаклување, со исполна со воздух или благороден гас, со или без нискоемисионен премаз	2,00	
4	Висечки фасадни завеси [2)]	1,90	
5	Други транспарентни компоненети, хоризонтални или под агол, помеѓу внатрешен греан и надворешен воздух	2,00	
6	Вертикални застаклени површини или балконски врати во греани зимски градини, со рамки од дрво или пластика Вертикални застаклени површини или балконски врати во греани зимски градини, со метални рамки	1,30 1,60	
II) Останати компоненти			
1	Максимално дозволен коефициент на пренесување топлина за рамки на дрво, профили од пластика или за комбинација на материјали на база на дрво или пластика	$U_{fr} \leq 1,6$	
2	Максимално дозволен коефициент на пренесување на топлина за метални рамки со прекини на топлински мостови	$U_{fr} \leq 1,8$	
3	Максимално дозволен коефициент на пренесување на топлина на кутија за надворешни ролетни или друг елемент за засенчување	$U_{fr} \leq 0,6$	
4	Максимално дозволен коефициент на пренесување на топлина на стакло - пакет	$U_{fr} \leq 1,8$	

[1)] Пресметка во согласност со МКС EN ISO 10077-1, МКС EN ISO 1077-2, МКС EN ISO 15099

[2)] Пресметка во согласност со МКС EN 13947

Табела 3. Споредба на вредностите на коефициентот на специфични трансмисиски топлински загуби (H'_T) во зависност од факторот на форма на зградата (f_0)

3/5

Бр.	Тип на згради	Форма на фактор на зграда (m^{-1})	Максимално досволена вредност H'_T според правилникот (W/m^2K)	Пресметана вредност за H'_T (W/m^2K) [3]
1	Нови згради за домување	≤ 0,20	1,05	
		0,30	0,80	
		0,40	0,68	
		0,50	0,60	
		0,60	0,55	
		0,70	0,51	
		0,80	0,49	
		0,90	0,47	
		≥ 1,00	0,45	
2	Згради за домување при поголема реконструкција	≤ 0,20	1,34	
		0,30	1,02	
		0,40	0,87	
		0,50	0,77	
		0,60	0,71	
		0,70	0,66	
		0,80	0,63	
		0,90	0,60	
		≥ 1,00	0,58	
3	Нови нестанбени згради	≤ 0,20	1,55	
		0,30	1,15	
		0,40	0,95	
		0,50	0,83	
		0,60	0,75	
		0,70	0,69	
		0,80	0,65	
		0,90	0,62	
		≥ 1,00	0,59	
4	Нестанбени згради при поголема реконструкција	≤ 0,20	2,01	
		0,30	1,99	
		0,40	1,24	
		0,50	1,08	
		0,60	0,98	
		0,70	0,90	
		0,80	0,85	
		0,90	0,80	
		≥ 1,00	0,77	

[3] Во табелата се пополнува само онаа вредност за коефициентот на специфични трансмисиски топлински загубо која соодветствува на пресметананта вредност на факторот на форма на зградата според типот на зграда. Сите останати полиња се пополнуваат ''/''.

4/5

Табела 4. Споредба на останатите барања за минимални енергетски карактеристики на згради

Бр.	Параметар	Максимално дозволена вредност според правилникот	Пресметана вредност од проектот [4]
1	Бројот на измени на надворешен воздух пресметани врз основа на нето загреван волумен (h-1)	0,5	
2	Минимален коефициент на ефикасност на опремата за повраток на топлината од отпадниот воздух, во случај кога бројот на измени на надворешниот воздух е поголем од 0,7 h-1	0,7	
3	Најниска енергетска класа за новите згради и градежни единици	C	
	Вкупна специфична годишна испорачана енергија за греење (во kWh/m^2 год. или во %) [5]	100	
4	Најниската енергетска класа за зградите и градежните единици кои се предмет на значителна реконстуркција	D	
	Вкупна специфична годишна испорачана енергија за греење (во kWh/m^2 год. или во %)[6]	150	

	Име и презиме	Потпис
Енергетски контролори вработени во трговоцеот поединец/ правното лице кои ја изработиле потврдата		

Датум: **Место:**

	Име и презиме	Потпис
Одговорно лице на трговецот поединец / правното лице со лиценца за вршење на енергетска контрола		

МП*

Датум: **Место:**

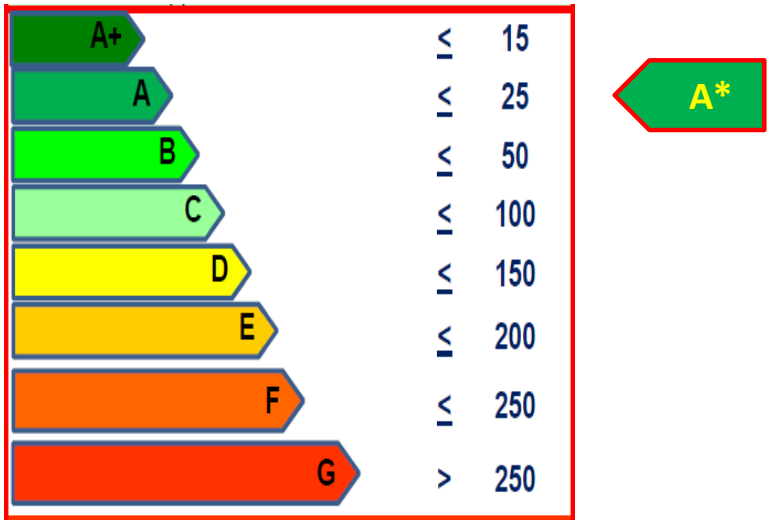
[4] Се пополнуваат само полињата кои се релевантни за проектот.
[5] За гради за домување се изразува во kWh/m^2,додека за нестанбени згради во %
[6] За гради за домување се изразува во kWh/m^2,додека за нестанбени згради во %
* За трговскки друштва не е задолжителна употреба на официјалмиоот печат, според Законот за трговските друштва.

5/5

ПРИЛОГ 2: Изглед на Сертификат за енергетски карактеристики на згради

СЕРТИФИКАТ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СТАНБЕНИ ЗГРАДИ

Општи податоци	нова	постоечка	реконструирана	вид на зграда	**станбена**
име на објектот				К.О	
				К.П	
адреса				климатска зона	
место		поштенски број		степен ден	
сопственик					
изведувач на работите			година на завршување на градба		
			година на завршување на технички системи		
ЕНЕРГЕТСКО БАРАЊЕ НА ЗГРАДАТА ЗА ГРЕЕЊЕ					
Qh,nd,ref			kWh/m²a		



Технички податоци	вкупна подна површина (m²)		бр. на катови	
	нето корисна подна површина (m²)		бр. на станови	
	загреан волумен на зградата (m³)			
	начин на ладење			
	вид на вентилација			
	користење на обновливи извори на енергија			

Правно лице кое го издава сертификатот	Име и презиме на одговорното лице	потпис

Име и презиме на енергетските контролори	број на овластување	потпис

реден број	дата на издавање	рок на важење	печат

2. Коефициенти на специфични трансмисиски топлински загуби на обвивката на зградата

2.1 Коефициенти на пренесување на топлина (*U* вредности) на непросирни елементи

Покриви	Површина	U_{cp}	U_{doz}
Тип	(m2)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)
ПК 1			0,25
Вкупно	**0,00**		**0,25**

Надворешни ѕидови	Ориентација					U_{cp}	U_{doz}
	И	З	С	Ј	Вкупно		
Тип	Површина (m2)					W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)
HS 1					0,00		0,35
HS 2					0,00		0,35
Вкупно	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**		**0,35**

Подови	Површина	U_{cp}	U_{doz}
Тип	(m2)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)
ПП 1/ПП 2			0,35
Вкупно	**0,00**		**0,35**

2.2 Коефициенти на пренесување на топлина (*U* вредности) на просирни елементи

Застаклени површини	ориентација					U_{cp}	U_{doz}	***fg***
	И	З	С	Ј	Вкупно			
Тип	Површина (m2)					W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	
НО 1					0,00		**1,70**	***g***
НО 2					0,00		**2,00**	
Вкупно	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**			

3.1 Пресметана годишна потрошувачка на финална енергија по категории на потрошувачи

Енергетски потреби				Извор на енергија	
Видови потрошувачи		Вкупно kWh/a	Специфични kWh/m²a	природ. гас	ел . енергија
				%	
Греење	$Q_{H,an}$				
Ладење	$Q_{c,an}$				
Вентилација	$Q_{v,an}$				
Санитарна топла вода	$Q_{w,an}$				
Осветление	$W_{L,an}$				
Помошна енергија	$W_{A,an}$				
Вкупна потрошувачка	Q_{an}				

3.2 Пресметана годишна потрошувачка на примарна енергија по категории на потрошувачи

Енергетски потреби				Извор на енергија	
Видови потрошувачи		Вкупно kWh/a	Специфични kWh/m²a	природ. гас	ел . енергија
				%	
Греење	$Q_{H,an}$				
Ладење	$Q_{c,an}$				
Вентилација	$Q_{v,an}$				
Санитарна топла вода	$Q_{w,an}$				
Осветление	$W_{L,an}$				
Помошна енергија	$W_{A,an}$				
Вкупна потрошувачка	Q_{an}				

3.3 Индикатори за енергетска ефикасност

Специфична потрошувачка на **примарна енергија**	kWh/m² a	
Специфична емисија на **CO_2** за пресметана примарна енергија	kg CO_2/m²a	

4.1 Предлог-мерки за подобрување на енергетските карактеристики

ПРИЛОГ 3: Табела на основни материјали

Материјал	Густина ρ kg/m^3	Специфична топлина c J/kg·K	Коефициент на топлинска спроводливост λ W/(m^{2}K)	Релативен коефициент на дифузија **m** -
Полна тула	1.800	920	0,76	12
Шуплива тула 1	1.400	920	0,61	6
Шуплива тула 2	1.200	920	0,52	4
Камен	2.000	920	1,16	22
Бетон 1	2.500	960	2,33	90
Бетон 2	2.400	960	2,04	60
Бетон 3	2.200	960	1,51	30
Цементен естрих	2.200	1.050	1,4	30
Варов малтер	1.600	1.050	0,81	10
Продолжен малтер	1.800	1.050	0,87	20
Фасаден малтер	1.850	1.050	0,7	15
Терацо	2.600	880	2,3	50
Керамички плочки	2.300	920	1,28	200
PVC под	1.400	960	0,23	10.000
PVC покривна облога	1.200	960	0,19	50.000
Битуменска лепенка	1.100	1.460	0,19	2.000
Полиетиленска фолија	1.000	1.250	0,19	100.000
Дрво	700	2.090	0,21	40
Гипс-картон	900	840	0,21	12
Челик	7.800	460	58,5	600.000
Салонит	1.800	960	0,35	50
Прозорско стакло	2.500	840	0,81	10.000
Земја	1.700	840	2	50
EPS	25	1.260	0,04	40
Минерална волна	50	840	0,04	1

ПРИЛОГ 4: Табела на стандарди

Стандарди	Назив
МКС EN ISO 7345	Топлинска изолација – Физички големини и дефиниции
МКС EN ISO 9288	Топлинска изолација – Пренесување топлина со зрачење – Физички големини и дефиниции
МКС EN 15217	Енергетски карактеристики на згради – Методи за изразување на енергетски карактеристики на згради и на енергетско сертифицирање на згради
МКС EN ISO 13790	Енергетски карактеристики на згради – Пресметка на влезна енергија за греење и ладење на простор
МКС EN ISO 13789	Топлински карактеристики на згради – Коефициенти на трансмисиски и вентилациски пренос на топлина – Метод за пресметка
МКС EN ISO 13786	Термички карактеристики на компоненти за згради – Динамички термички карактеристики – Методи за пресметка
МКС EN ISO 6946	Градежни конструкции и компоненти – Топлински отпор и коефициент на пренесување на топлина – Пресметковен метод
МКС EN ISO 13370	Топлински карактеристики на згради – Пренесување на топлина низ тло – Методи за пресметка
МКС EN ISO 14683	Топлински мостови во градежна конструкција – Коефициент на линеарнно пренесување на топлина – Упростени методи и вообичаени вредности
МКС EN ISO 10211	Топлински мостови во градежна конструкција – Топлински протоци и површински температури – Детални пресметки
МКСEN 1745	Ѕидање и ѕидарски производи – Методи за одредување на проектирани топлиснки вредности
МКС EN 410	Градежно стакло – Одредување на светлосните и соларните карактеристики на застаклувањето
МКС EN 673	Стакло во згради – Одредување на коефициент на пренесување на топлина (U – вредност) – Метод за пресметка
МКС EN ISO 10077 – 1	Топлински карактеристики на прозорци, врати и капаци – Пресметка на коефициент на пренесување на топлина – Дел 1:Општо
МКС EN ISO 10077 – 2	Топлински карактеристики на прозорци, врати и капаци – Пресметка на коефициент на пренесување на топлина – Дел 2: Нумеричка метода за рамки
МКС EN 12412 – 2	Топлински карактеристики на прозорци, врати и капаци – Определување на коефициент на пренесување на топлината со метода на загреана комора – Дел 2: Рамки
МКС EN 13363 – 1 + A1	Опрема за заштита од сонце во комбинација со застаклувањето – Пресметка на пропуштање на сонце и светлина – Дел 1: Поедноставена метода
МКС EN 12792	Вентилација на објекти – Симболи, терминологија и графички симболи
МКС EN 15241	Вентилација на објекти – Методи за пресметка на загуби на енергија поради вентилација и инфилтарција на комерцијални објекти
МКС EN 15242	Вентилација на објекти – Методи за пресметка на проток на воздух во објекти вклучувајќи и инфилтрација

МКС EN 15243	Вентилација на објекти – Пресметка на температури, оптоварување и енергија за простории во објекти со собни системи за вентилација
МКС EN 15316	Системи за греење на објекти – Метода на пресметување на потребната енергија за греење и ефикасноста на системи
МКС EN 13779	Вентилација на нестанбени објкети – Барања за перформанси на собни системи за вентилација и климатизација
МКС EN 15377 – 1	Системи за греење на објекти – Проектирање на системи за греење и ладење со вградени површини, со работен флуид вода – Дел 1: Одредување на проектни капацитети за греење и ладење
МКС EN 15377 – 2	Системи за греење на објекти – Проектирање на системи за греење и ладење со вградени површини, со работен флуид вода – Дел 2: Проектирање, димензионирање и изведување
МКС EN 15377 – 3	Системи за греење на објекти – Проектирање на вградени површински системи за греење и ладење со вода – Дел 3: Оптимална примена со обновливи извори на енергија
МКС U.J5.520 / 530	Стандарди за пресметка на дифузија на водена пареа

Наслов

Прирачник за обука на архитекти
за интегриран и систематизиран пристап во проектирањето на енергетски ефикасни објекти

*

Издавач

Центар за менаџирање на знаење и вештини

*

За издавачот

Проф. д-р Христина Спасевска

*

Автори

М-р Жанина Стаменкова дги

Д-р Ристо Иванов

*

Лектор

Ана Бранковска

*

Печати

ДИГИПРИНТ ДООЛ - Скопје

*

Тираж

50 примероци

CIP – Каталогизација во публикација
Народна и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски“, Скопје
69.01:72.012]:620.92-027.236(035)

СТАМЕНКОВА, Жанина
Прирачник за обука на архитекти за интегриран и систематизиран пристап во проектирањето на енергетски ефикасни објекти / [автори Жанина Стаменкова, Ристо Иванов]. – Скопје : Центар за менаџирање на знаење и вештини К&С, 2019

Начин на пристап (URL): http://www.trainee-mk.eu. – Текст во PDF формат, содржи 90 стр., илустр. – Наслов преземен од екранот. – Опис на изворот на ден 11.12.2019

ISBN 978-608-4903-02-4
1. Стаменкова, Жанина [автор]; Иванов, Ристо [автор]
а) Градежни објекти – Проектирање – Енергетска ефикасност – Прирачници
COBISS.MK-ID 111842826