

ИДЕЕН ПРОЕКТ

ЕНЕРГИЙНО-ЕФЕКТИВНО ОБНОВЯВАНЕ С ВЕИ НА ГРУПА ОБЩИНСКИ СГРАДИ В квартал „Църква“ - град Перник

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Настоящия Идеен проект (ИП) е разработен от експертен екип на Възложителя - НПО „За Земята“ през 2025г. въз основа на сключен Договор/06032025 с Изпълнителя - Черноморски изследователски енергиен център (ЧИЕЦ).

Предмет на ИП е енергийно-ефективното обновяване с ВЕИ на четири различни функционални типа общински сгради в кв.Църква, гр. Перник: Кметство, Читалище „Просвета-1919“, XVI СОУ „Св.Св. Кирил и Методий“ и Детска градина №12 „Радост“.

Главните цели на ИП и Техническото задание:

- Обновените общински сгради да служат като модел за декарбонизация на топлоснабдяването и охлаждането на сградния сектор в кв. Църква.
- Реновираните сгради да постигнат най-висок клас „А“ – сгради с близко до нула енергопотребление при мащабно използване на ВЕИ с обща система за интелигентно управление на енергоресурсите и енергопотреблението.
- ИП да служи на Община Перник при кандидатстване за финансиране от различни източници и за последващи възлагания на обследвания за енергийна ефективност на общински сгради в града и населените места в област Перник, както и за изготвяне на инвестиционни проекти за енергийно-ефективно обновяване с ВЕИ.
- Техническото Задание се основава на резултатите от технико-икономическите проучвания в ИП и на одобрените от Община Перник алтернативни решения за комплексно обновяване на сградите в съответствие с целите на проекта.
- С оглед на Директивата на ЕС за енергийна ефективност в сградния сектор (EPBD), Община Перник да демонстрира устойчив подход при обновяването на общинския сграден фонд,

който по своите енергийни и екологически показатели да бъде актуален в дългосрочна, 30-50 години, перспектива.

Проучвателните дейности в ИП са извършени в съответствие с изискванията на актуалната национална и европейска нормативни уредби.

съдържание НА ИП

1. ВЪВЕДЕНИЕ	1
2. Нормативна база и изходни данни за сградите.....	3
3. Резюме на основните дейности по договора за ИП	4
4. Методика за подбор на енерго-ефективни мерки (ЕЕМ).....	4
5. Обхват на предложените ЕЕМ и системи с ВЕИ.....	8
6. Енергийна ефективност на комбинациите от ЕЕМ.....	17
7. Икономическа ефективност на комбинациите ЕЕМ.....	22
8. Използване на отпадна топлина от индустрията.....	24
9. Въглеродни емисии и околна среда, ключови показатели.....	29
10. Фотоволтаична енергийна общност.....	36
11. Анализ на постигнатите цели с Идейния проект, изводи	39
12. Задание за реализация на ИП в инвестиционни програми и проекти.....	43
13. Методиката на ИП -	43

2. Нормативна база и изходни данни за сградите

2.1 Национална нормативна уредба :

Нормативна база (актуална към м.октомври 2025г.):

Наредба №4 за обем и съдържание на инвестиционните проекти.

Наредба №15 за проектиране на ОВК технически системи

Наредби свързани с обследвания за енергийна ефективност в сградите при основно реновиране

НАРЕДБА № РД-02-20-3 от 21.12.2015 г. за проектиране на сгради за обществено обслужване в областта на образованието и науката, здравеопазването, културата и изкуствата

Противопожарни строително-технически норми

2.2 Други :

Директива на ЕС за енергийна ефективност в сградния сектор (EPBD, обновена)

Справочници за проектиране на ОВК инсталации, том I, II, III

С. Стамов, Централни отоплителни инсталации, изд. Техника, София, 1980г.

Международни стандарти за устойчиво енерго-съобразно строителство: BREEAM, LEED, DGNB, PASSIVE HOUSE

Стандарти БДС, EN, ASHRAE, DIN

Експертиза и професионален опит на експерти към ЧИЕЦ

2.3 Изходни данни за сградите :

Наименование и адрес на сградите в кв.Църква

Имотни скици с данни за ЗП

Енергопотребление в месечен и годишен разрез за периода 2022-2024г.

Енергоносители – вид по сгради

Цени на енергоносителите в месечен и годишен разрез за периода 2022-2024г.

Брой обитатели по сгради, графици на обитаване

Кадастрална карта на кв. Църква и прилежащите територии в електронен формат

Данни за предходни проекти за енергийна ефективност

Данни за осъществени енергоспестяващи мерки по сградите преди ИП

3. Резюме на основните дейности по договора за ИП

- 1) Анализ на изходните данни предоставени от Община Перник
- 2) Местните климатични условия и енергопотреблението на сградите за периода 2022-2024г. и в дългосрочна перспектива
- 3) Определяне по A/V метод на ориентировъчните товари и енергийни разходи на 4-те сгради в трите състояния: по отчетни данни, базово или нормализирано и проектно състояние
- 4) Компютъризирани динамични модели (софтуер CASAnova, Германия) на четирите сгради в трите състояния за валидиране на резултатите от изчисленията по уедрени показатели
- 5) Изготвена статистика с данни за специфични инвестиции при реновиране на сгради и сградни системи
- 6) Подбор на основни девет оценени енерго-ефективни мерки (ЕЕМ 1-9) вкл. с ВЕИ и отпадни топлини, комбинирани в пет пакета ЕЕМ (К 1-5)
- 7) Инженерни схемни решения на сградните технически системи и централизирана топлопреносна мрежа
- 8) Изчислени необходимите инвестиции, икономическите и екологични ефекти за всяка комбинация/пакет ЕЕМ
- 9) Икономически изчисления на комбинациите от ЕЕМ на база анализ “Разходи-Ползи” за периода на жизнен цикъл на ЕЕМ
- 10) Систематизиране на резултатите, изводи
- 11) Изготвено Задание за реализация на ИП с избраните комбинации ЕЕМ

4. Методика за подбор на енерго-ефективни мерки (ЕЕМ)

По данни от актуални научни публикации, измененията на глобалния климат предизвикват двоен ефект: намалява необходимостта от енергия за отопление с над 30%, а същевременно се увеличава търсенето на енергия за охлаждане с около 70% (*т. нар. тренд „-30Н/+70С“*).

В тази връзка някои европейски държави поддържат база с моделирани климатични данни с хоризонт 30-50 и повече години напред.

Предвид посочените обстоятелства, методическият подход, като начална стъпка включва анализ на спецификата на местния климат и показателни тенденции в актуалното енергопотребление вкл. и цените на енергоносителите.

На следващите две графики са показани денградусите за отопление и охлаждане в района на гр. Перник за периода 2022-2024г.:

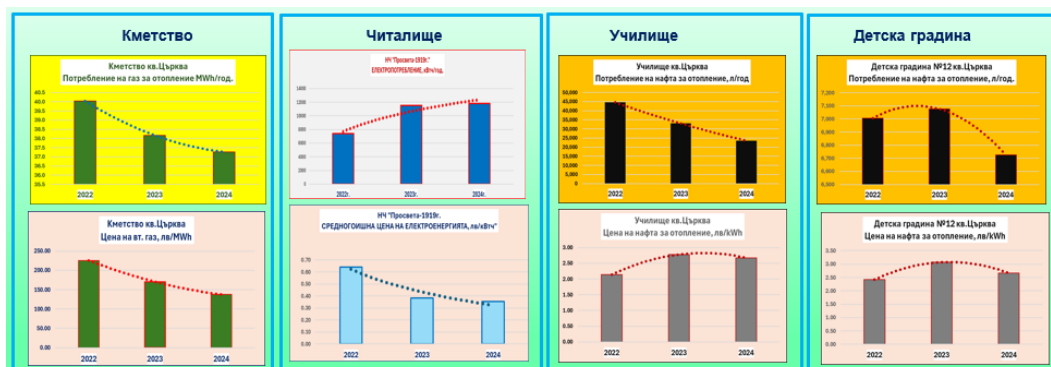


Денградусите са пропорционални на необходимата енергия през зимата за отопление и съответно за охлаждане през летния период.

И двете графики за денградусите или необходимите енергии за отопление и охлаждане показват тенденции към растеж. Това особено се отнася за нарастването на необходимостта от охлаждане на сградите (експоненциален характер на увеличение с над 16% спрямо 2022г.).

На следващите графики е показана динамиката на потреблението на енергия и на цените на енерго-носителите за предходните последователни три години за всяка от четирите сгради предмет на ИП.

Графики за динамиката на потреблението на енергия и цените на енергоносителите за периода 2022-2024г. по сгради.



Текущо състояние: Отоплението на сгради Кметство е с втечен газ, на Читалище – с ел. енергия, но практически сградата като цяло не се отоплява, Училище и Детска градина са на дизелово гориво (нафта).

От представените по-горе графики е видно, че тенденцията в потреблението на горива е обратна на тенденцията на необходимата енергия за отопление, т.е. в сградите не се поддържа нормативната комфортна температура.

Това експлоатационно състояние е типично при отопление със скъпите конвенционални горива (дизелово гориво, газ), когато се практикува прекъсвано отопление само за часовете на обитаване с цел икономия на средства за сметка на влошен термокомфорт.

Проблемът с нормативния термокомфорт е още по-характерен за всички училища, детски градини и културни домове в страната, при които нормативно се изисква висока степен на проверяване/вентилация с пресен въздух.

Поради описаните причини, в обследванията за енергийна ефективност на сгради актуалното енергопотребление служи главно за определяне на екологични ефекти от планираните енерго-ефективни мерки, а технико-икономически се анализират и оценяват т.нар. Базово (нормативно, преди ЕЕМ) и Проектно (след ЕЕМ) състояния на дадена сграда.

Методическият подход визира като основна неотменна мярка за енергийна ефективност в настоящия ИП - подобряване на топлозащитните качества на сградните обвивки на 4-те сгради във възможно най-висока степен.

В следващите две таблици са сравнение показателите на топлоизолационните качества на сградните обвивки на 4-те сгради за изходно състояние (база) и за фазата Идеен проект в съответствие с Наредба Е-РД-04-2/16 декември 2022г.

СГРАДНА ОБВИВКА НА ОБЩЕСТВЕНИ СГРАДИ - ИЗХОДНО СЪСТ. / БАЗА				
Сгради	Упод	Увс	Упк	Упр
Кметство	2.00	1.20	1.10	1.75
Читалище	2.00	1.30	1.20	1.75
Училище XVI ОУ	2.00	0.40	1.10	1.75
Детска градина 12	1.00	1.30	1.00	1.75

Допускания за ИП: Сменена дограма на всички общ. сгради (видимо, няма данни). ОУ 16 - топлоизолация по ВС 8см (по данни от Община Перник)

СГРАДНА ОБВИВКА НА ОБЩЕСТВЕНИ СГРАДИ - ИДЕЕН ПРОЕКТ				
Сгради	Упод	Увс	Упк	Упр
Всички 4 сгради	0.35	0.26	0.25	1.25

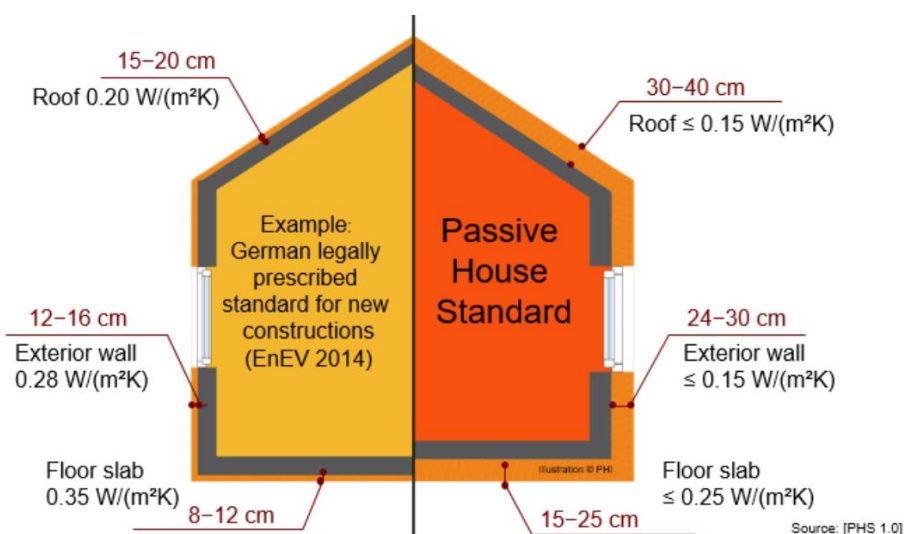
За анализите за енергийна ефективност в ИП са възприети минималните нормативни изисквания за топлинна защита на сградите (консервативен подход).

В следващата таблица е направено сравнение на нормативните коефициенти на топлопреминаване на основните сградни елементи в страните от Северна и континентална Европа.

Сграден елемент	Северна и континентална Европа	БГ норми за Енергийна ефективност 2022г.	Разлика, [%]
Външни стени	0.14	0.26	85.7
Прозорци	0.80	1.40	75.0
Коефициент $G_{\text{проз.}}$	0.50	Не се нормира	-
Покрив	0.11	0.25	127.3
Под над неотопл. сутерен	0.18	0.60	233.3
Под над терен	0.49	0.44	-10.2
Средно превъзвешение U [W/m^2K] в % =			102.2

От сравнението в таблицата се вижда, че сега действащите норми в България са средно два пъти „по-либерални“ от европейските с подобен климат.

Друго показателно сравнение е следващата фигура на актуалните изисквания немските стандарти DGNB и доброволния широко прилаган стандарт PASSIVE HOUSE.



Comparison of typical U-values and wall thickness of typical German building stock and Passive House construction.

Твърде вероятните в близките години актуализации на нашите норми към по-високи изисквания са основателна причина да препоръчаме планирането на бъдещото основно реновиране да предвижда поне 25-30% по-добри топлотехнически показатели на външните ограждащи елементи на сградите.

Критерий за ефективност при това изискване трябва да бъде **обобщения коефициент на топлопреминаване ($U_{сгр} \cdot W/m^2K$)** на дадена сграда:

$$U_{сгр} = (\sum U_{вс} A_{вс} + \sum U_{пк} A_{пк} + \sum U_{пр} A_{пр} + \sum U_{пп} A_{пп} + 0.50 \sum U_{пд} A_{пд}) / A_{сгр.об.}$$

и спазване на **основният критерий при реновирането на сградните елементи в кв.Църква да отговаря на условието:**

$$U_{сгр.проект} \leq (0.60 \div 0.70) U_{сгр.норми}$$

Индексите към формулата:

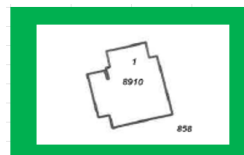
сгр. – сграда *вс* – външни стени *пк* – покрив
пд – подове *пп* – подове над проходи и еркери

За постигане целите на ИП, ключът към интелигентността на сградите от висок енергиен клас (A, nZEB) е интеграцията на сградните енергийни съоръжения и мрежи в единна система за сградна автоматизация и управление (BACS) и еволюцията на сградните технически системи към приложения с готови технологии за интелигентни функционалности и динамично управление и мониторинг. Аналогично, този процес се отнася и за интеграцията на такъв тип сгради в локални енергийни общности за оптимално разпределение на енергоресурсите и с динамични връзки от/към селищната енергийна инфраструктура.

5. Обхват на предложените ЕЕМ и системи с ВЕИ

Четири сгради – предмет на ИП:

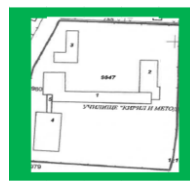
Кметство на кв.Църква



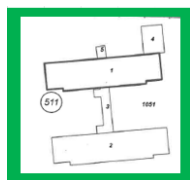
Читалище „Просвета-1919г.“



XVI ОУ „Св. Св. Кирил и Методий“



Детска градина 12 „Радост“



При реновирането на тези сгради за постигане на една от главните цели е необходимо да се изпълни изискването на нормативната уредба за сгради с близко до нулево потребление на енергия.

Справка: Национална дефиниция за сгради с близко до нулево потребление на енергия:

"Сграда с близко до нулево потребление на енергия" е сграда, която отговаря **едновременно** на следните условия:

а) енергопотреблението на сградата, определено като **първична енергия**, отговаря на **клас А** от скалата на класовете на енергопотребление за съответния тип сгради;

б) не по-малко от **55 на сто** от потребената (доставената) енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода за битови нужди и осветление е **енергия от възобновяеми източници**, разположени на място на ниво сграда или в близост до сградата.

За анализ на технико-икономическа приложимост са подбрани девет основни енерго-ефективни мерки (ЕЕМ) с използване на възобновяеми енергийни източници (ВЕИ):

Анализирани девет ЕЕМ	
ЕЕМ №	ОПИСАНИЕ
1	Реновирани всички сградни обвивки по актуалните норми (12.2022г.)
2	Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
3	Слънчеви топлинни системи за БГВ
4	Системи за естествено осветление Sunpipe
5	Геотермално ТП "Вода-Вода" отопление, охлаждане и БГВ
6	ТП за отопление, охлаждане и БГВ „Въздух-Вода“
7	ТП "Въздух-Въздух" за отопление, охлаждане и БГВ тип VRF
8а	Отпадна топлина с ЦТП станция и ВТМ
8б	Отпадна топлина с ЦТО станция, ВТМ и ТП "Вода-Вода"

Съкращения в таблицата:

ЕЕМ: енерго - ефективна мярка

ТП: Термопомпа(и)

VRV: климатична термопомпена система „Въздух-Въздух“

БГВ: битова гореща вода

ЦТП: централна термопомпена станция „Вода-Вода“

ВТМ: водна топлопреносна мрежа

ЦТО: централна топлообменна станция „Вода-Вода“

ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ ЗА ПРЕДЛОЖЕНИТЕ ТЕХНОЛОГИИ С ВЕИ

ЕЕМ-2: ФОТОВОЛТАИЧНА ОБЩНОСТ ЗА ЗЕЛЕНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ



Три системни решения:

А. „Отворена“ система, без акумулация (батерии), ФВ система е свързана с външната електропреносна мрежа. Излишната електроенергия се подава към мрежата и обратно - енергийния недостиг се покрива от външната електропреносна мрежа.

Б. „Автономна“ система, с акумулация на свръхпроизведената електроенергия, без външна енергийна връзка. Акумулираната енергия се използва в часовете на недостиг на слънчева енергия и нощно време.

В. „Енергийна фотоволтаична (ФВ) общност“ - с няколко разновидности:

Единична или обединени повече от една ФВ сградни инсталации интегрирани в единна система за производство, разпределение и потребление от местно акционерно дружество за зелената енергия. Може да бъде отворена към външна електропреносна мрежа без акумулация или да бъде автономна с или без акумулация.

И трите описани типа А, Б, В могат да имат различна степен на динамично управление на производството, разпределението и потреблението на енергийните потоци.

Технологиите на ФВ системи са достъпни и пазарно утвърдени с доказана енергийна, екологическа и икономическа ефективност.

Ползи от ФВ общност:

- независимо електрозахранване;
- оптимално динамично разпределение на енергоресурса;
- без риск за сигурността при доставките на енергия;
- цената е фиксирана не зависи от пазарната конюнктура на електроенергия;
- подобро качество на атмосферния въздух;
- допринася за формиране енергосъобразна култура и поведение на участниците/потребителите;
- повишава цената и привлекателността на имотите в енергийната общност;
- принос към националните и европейски цели за сгради с нулеви въглеродни емисии към 2050г.

В ИП ФВ системи се предвиждат за всяка от четирите сгради интегрирани в единна система.

ЕЕМ-3: Слънчеви топлинни системи за топла битова вода (БГВ)

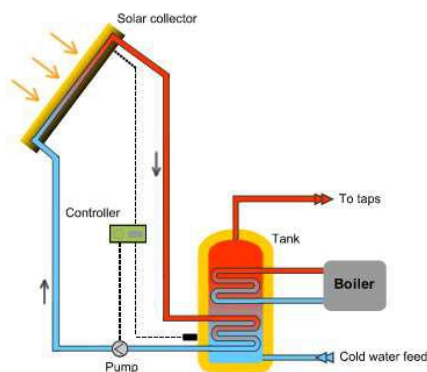
Технологичните решения с термични колекторни инсталации за производство на топла вода са с дългогодишна успешна история в Европа и България.

За района на гр. Перник годишната слънчева енергия върху хоризонтална равнина е приблизително в диапазона 1400–1450 kWh/m²/год.



Икономически оптимално е слънчевата инсталация да е с площ, осигуряваща 40–60% от годишната енергия за подгряване на топла вода.

Слънчевите термични инсталации са икономически изгодни в сгради с повишено потребление на БГВ.



В ИП са предложени за две сгради: Детска градина №12 и подобект Физкултурен салон към Училище “Св.Св. Кирил и Методий”.

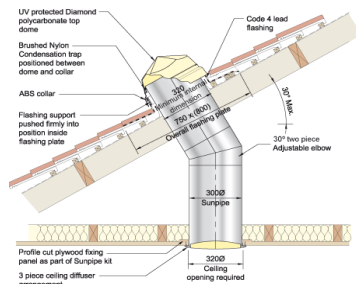
ЕЕМ-4: системи за естествено осветление тип „слънева тръба“

Предимствата на ВЕИ технологията

– горно/стенно осветление със слънчеви тръби:



Не се нуждае от енергия, лесен и бърз монтаж, не изисква поддръжка, осигурява ежедневна безплатна естествена светлина, не влияе на топлинния или охладителен товар на помещенията, 10 години гаранция.



Покритата със сребро огледална повърхност на алуминиевата тръба усилва и отразява дневната светлина надолу (до 20м) през тавана и осветява от изгрев до залез. Видове системи „Сънпайп“: тип диамантен купол, купол “капандура”, купол квадратен тип и кръгли или квадратни таванни дифузори

В ИП тази система ВЕИ е предложена при комплексното реновиране за две сгради: Детска градина №12 и Читалище “Пробуда 1919“.



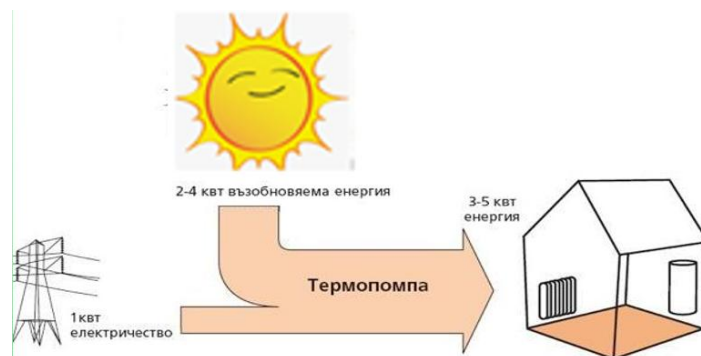
Срокът на откупуване за тези системи е в диапазона 4 – 5 години в зависимост от специфичните особености на сградните системи за изкуствено осветление и режимите на експлоатация.

ЕЕМ-5, 6 и 7: ТЕРМОПОМПЕНИ системи за ОТОПЛЕНИЕ И ОХЛАЖДАНЕ

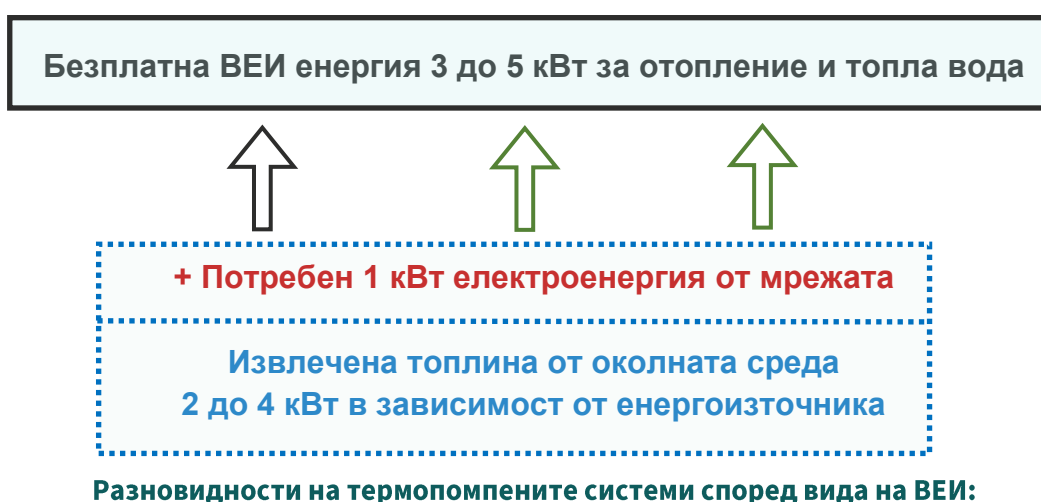
ПРЕДИМСТВАТА НА СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕРМОПМПИ:

- Една и съща машина отоплява, охлажда и произвежда евтина топла вода напълно автоматично
- В наши дни термопомпите са признати като най-ефективният и икономически изгоден, пазарно достъпен начин за отопление
- Те са природо-опазващи и драстично могат да намалят разходите за отопление и вредните емисии, които са нарастваща заплаха за нашето здраве и бъдещите поколения
- Имат много висока енергийна ефективност с тенденция да расте
- Предотвратяват кондензация на влага в помещенията, плесени, мухъл
- Подобряват качеството на въздуха в сградите и комфорта на обитаване

На следващата схема е илюстрирана енергийната ефективност на термопомпените системи.



Енергийнен баланс на термопомпите:



Разновидности на термопомпените системи според вида на ВЕИ:

Енергиен източник ➡	Въздух	Вода	Земя	Слънце
Термопомпена система :	„Въздух-Въздух“ Въздух-Вода (Въздушна)	„Вода-Вода“ (Хидротермална)	„Вода-Вода“ (Геотермална)	Вода-Вода (Соларна)

В ИП за кв.Църква са предложени три типа термопомпени системи – посочени в таблицата по-долу с анализираниите 9 основни енерго-ефективни мерки:

Анализирани девет ЕЕМ	
ЕЕМ №	ОПИСАНИЕ
1	Реновиране всички сградни обвивки по актуалните норми (12.2022г.)
2	Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
3	Слънчеви топлинни системи за БГВ
4	Системи за естествено осветление Sunpipe
5	Геотермално ТП "Вода-Вода" отопление, охлаждане и БГВ
6	ТП за отопление, охлаждане и БГВ „Въздух-Вода“
7	ТП "Въздух-Въздух" за отопление, охлаждане и БГВ тип VRF
8а	Отпадна топлина с ЦТП станция и ВТМ
8б	Отпадна топлина с ЦТО станция, ВТМ и ТП "Вода-Вода"

- Геотермални термopомпи система “Вода-Вода” (ЕЕМ-5). Този тип система се прилага и анализира в две разновидности:
 - 1) За геотермално отопление и охлаждане с вертикални сондажи (x120м) в затворен хидравличен цикъл и
 - 2) За оползотворяване на отпадната топлина от индустриалния източник.
- Въздушна термopомпи система “Въздух-Вода” (ЕЕМ-6). Този тип система може да се интегрира лесно в сгради с водни отоплителни системи (радиатори, лири, конвектори, лъчисто подово отопление), когато съществуващата инсталация е в добро техническо състояние и има остатъчен експлоатационен ресурс минимум 10 години.
- Въздушна термopомпи система “Въздух-Въздух” VRF/VRV (ЕЕМ-7). Този тип система се прилага когато съществуващата отоплителна инсталация е с изтекъл амортизационен срок и подлежи на демонтаж при комплексното реновиране на сградата.

По отношение на енергийната ефективност описаните по-горе типове системи могат да се сравняват по два начина:

- **Първи опростен**, но сравнително груб начин – по каталожни данни на термopомпите посредством критерий COP/EER. По този критерий с най-висока ефективност са геотермалните термopомпи „Вода-Вода“, следвани от термopомпите „Въздух-Въздух“ и на трето място термopомпите „Въздух-Вода“.
- **Втори детайлен**, значително по-достоверен – чрез софтуерна симулация на поведението на машината при конкретните условия на сградата. В този случай сравнението е по критерий SCOP/SEER. При този критерий подредбата по ефективност на термopомпените системи може да остане същата, но често разликите между тях могат да намалеят до незначителни или да станат отчетливи в зависимост от климатичната зона, продължителността на

обитаване на сградата, съотношението на отоплителните и охладителните товари вкл. и за БГВ и съответните им разходи на енергия.

КОМБИНАЦИИ НА ЕНЕРГО-ЕФЕКТИВНИТЕ МЕРКИ (ЕЕМ) В ИП

ЕЕМ са оценени за необходимите инвестиции и икономически ефект, като са изчислени началните инвестиции, експлоатационните разходи и икономическия ефект.

Деветте основни ЕЕМ са групирани в пет комбинации (пакети ЕЕМ):

ЕЕМ Комбинация-1	
ЕЕМ №	ОПИСАНИЕ
1	Реновирани всички сградни обвивки по актуалните норми (12.2022г.)
2	Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
3	Слънчеви топлинни системи за БГВ
4	Системи за ест. осветление Sunpipe
6	ТП за отопление, охлаждане и БГВ „Въздух-Вода“

ЕЕМ Комбинация-2	
ЕЕМ №	ОПИСАНИЕ
1	Реновирани всички сградни обвивки по актуалните норми (12.2022г.)
2	Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
3	Слънчеви топлинни системи за БГВ
4	Системи за ест. осветление Sunpipe
7	ТП за отопление, охлаждане и БГВ тип VRF

ЕЕМ Комбинация-3	
ЕЕМ №	ОПИСАНИЕ
1	Реновирани всички сградни обвивки по актуалните норми (12.2022г.)
2	Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
4	Системи за ест. осветление Sunpipe
5	Геотермално ТП отопление, охлаждане и БГВ

ЕЕМ Комбинация-4	
ЕЕМ №	ОПИСАНИЕ
1	Реновирани всички сградни обвивки по актуалните норми (12.2022г.)
2	Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
4	Системи за ест. осветление Sunpipe
8a	Отпадна топлинна енергия с ЦТП станция, ВТМ и АС

ЕЕМ Комбинация-5	
ЕЕМ №	ОПИСАНИЕ
1	Реновирани всички сградни обвивки по актуалните норми (12.2022г.)
2	Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
4	Системи за ест. осветление Sunpipe
8б	Отпадна топлинна енергия с ЦТО станция, ВТМ и ТПАС

Във всички комбинации на ЕЕМ са включени:

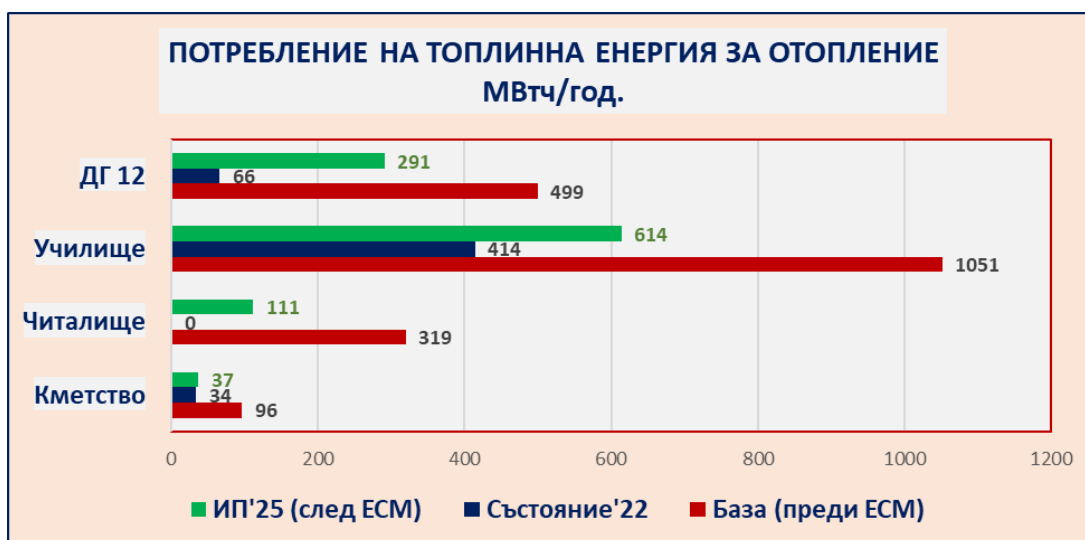
- (1) Реновираните сградни обвивки,
- (2) Фотоволтаична енергийна общност и
- (4) Система за естествено осветление тип “Слънчева тръба” (Sunpipe)

6. Енергийна ефективност на комбинациите от ЕЕМ

В ИП са анализирани ТРИ СГРАДНИ КАТЕГОРИИ МОДЕЛИ:

№1 АКТУАЛНО СЪСТОЯНИЕ, №2 БАЗОВ (НОРМАЛИЗИРАН) и №3 ПРОЕКТ

На следващата графика са показани четирите сгради в трите категории модели по отношение на потреблението им на топлинна енергия за отопление.



Поради недоотопляване (60% - 80%) на 4-те сгради до нормативната средна температура при съществуващото състояние за периода 2022-2024г., сравнителната енерго-икономическа ефективност се извършва за **две категории енергийни модели на сградите - Базов и Проектен.**

Какво е комплексно обновяване?

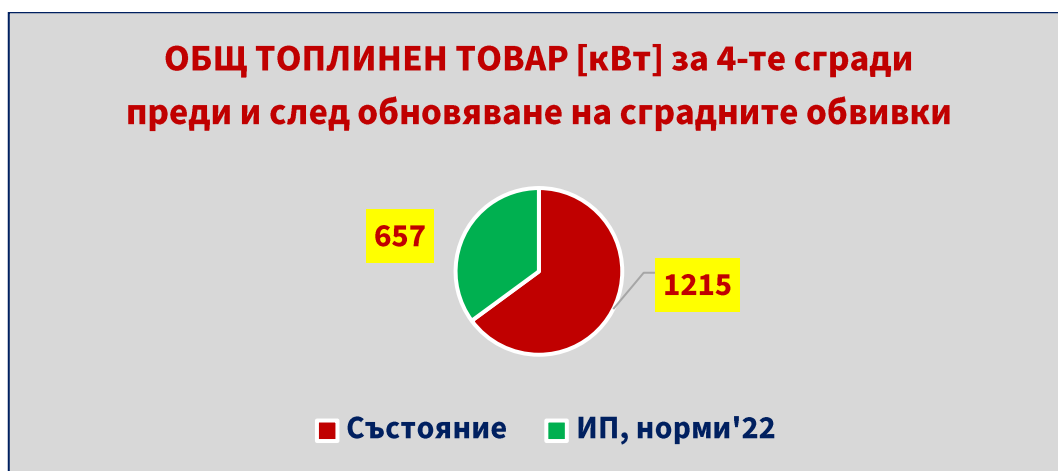
Комплексно саниране или т.нар. „дълбоко“ енергийно саниране е термин за саниране, което обхваща пълния потенциал за икономическа енергийна ефективност на дейностите по подобряване, **с основен акцент върху обвивката на съществуващите сгради, което води до високи топлотехнически характеристики на сградните конструктивни елементи.**

На следващите две графики са енергоспестяващите ефекти в кВт за топлинните товари и в % икономия на топлинна енергия при реновиране на сградните обвивки на четирите сгради по сегашните минимални изисквания на нормативната уредба за енергийна ефективност в сградите.

ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩ ЕФЕКТ ОТ РЕНОВИРАНЕТО НА СГРАДНИТЕ ФАСАДИ, ПОКРИВИ, ПОДОВЕ



При обновяването на сградните обвивки дори по минималните изисквания на актуалната нормативна уредба за енергийна ефективност се постига висок енергоспестяващ ефект (42-65%) и при четирите сгради в ИП.



Чрез тази основна ЕЕМ се намаляват два пъти необходимите инвестиции в топлоизточните за осигуряване на отоплението през зимния период.

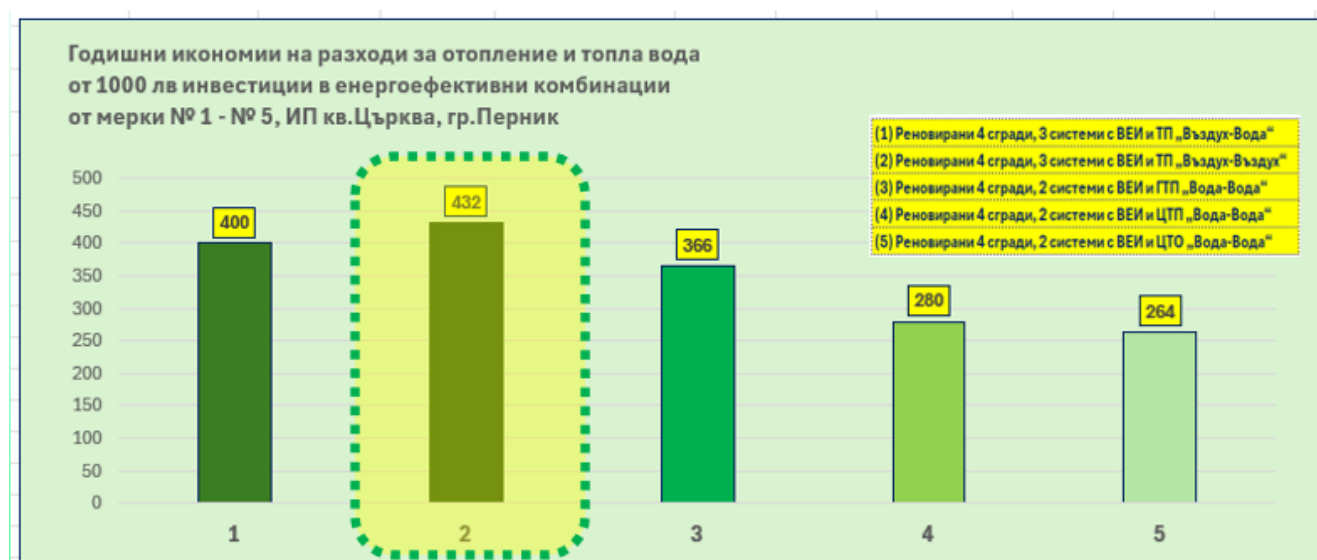
В следващата таблица са резюмирани оценените инвестиции, brutния икономически ефект, експлоатационните разходи и експлоатационния срок (жизнения цикъл) за основните технически сградни системи включени в петте комбинации от ЕЕМ.

ЕЕМ Комбинации 1-5	ИНВЕСТИЦИЯ	ИЕ бруто	ЕКСПЛ. Р-ДИ	ЕКСПЛ.СРОК
ОПИСАНИЕ НА КОМБИНАЦИИТЕ ЕЕМ	млн, лв	млн, лв	млн, лв	ГОДИНИ
[1] Реновирани 4 сгради, 3 системи с ВЕИ и ТП „Въздух-Вода“	8.61	3.55	0.10	15
[2] Реновирани 4 сгради, 3 системи с ВЕИ и ТП „Въздух-Въздух“ (VRF)	8.00	3.56	0.10	15
[3] Реновирани 4 сгради, 2 системи с ВЕИ и ГТП „Вода-Вода“	9.43	3.57	0.12	20
[4] Реновирани 4 сгради, 2 системи с ВЕИ, ЦТП, ВТМ и ТО в АС	12.23	3.55	0.13	25
[5] Реновирани 4 сгради, 2 системи с ВЕИ, ЦТО, ВТМ и ТП в АС	12.97	3.55	0.13	20

Въз основа на стойностите от горната таблица, по-долу са показани няколко оценки по „статични“ икономически критерии, които дават предварителна представа за изгодите от инвестиране в петте комбинации ЕЕМ.

ОПРОСТЕНИ ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКИ ОЦЕНКИ ЗА КОМБИНАЦИИТЕ ЕЕМ

Критерий: Икономии за отопление и БГВ генерирани от 1000 лв инвестиция



Най-изгодни инвестиционни комбинации са децентрализираните термопомпени системи с ВЕИ, на първо място термопомпените системи от Пакет (2) VRF - термопомпени системи “Въздух ”-Въздух“.

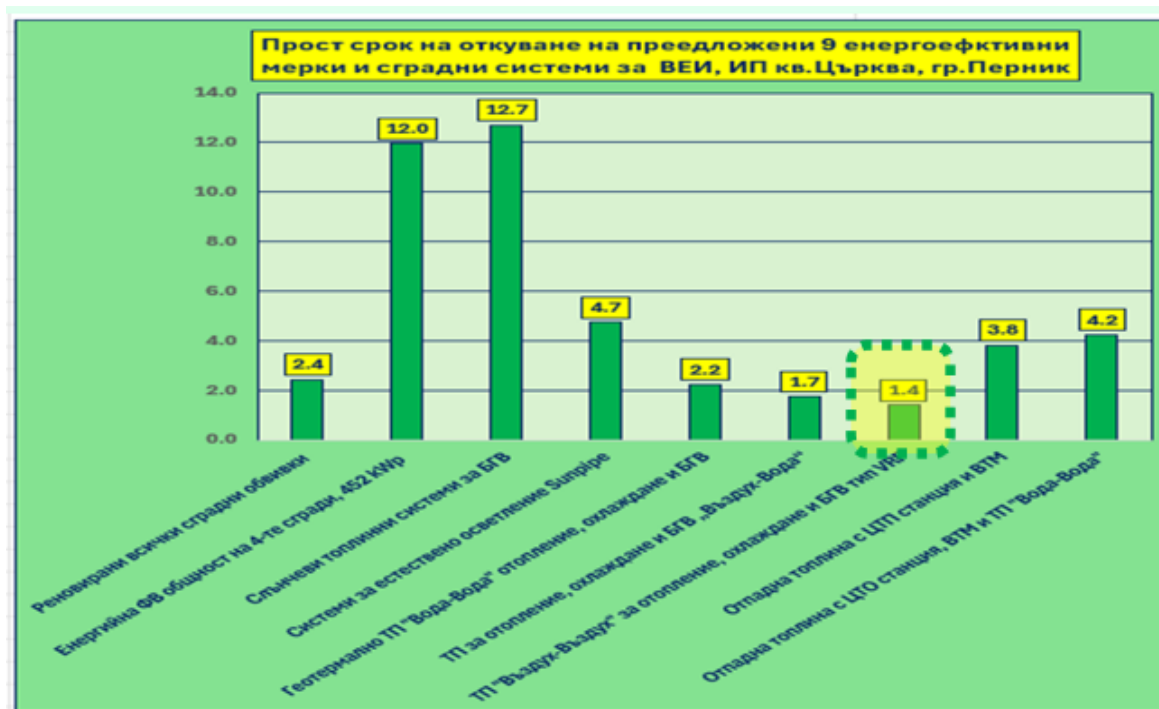
Критерий: Инвестиционна тежест и енерго-икономически ефект, [%]



От горната графика е видно, че и по този критерий най-изгодните комбинации са сградните термопомпени системи с ВЕИ, на първо място - термопомпените системи от пакет (2) VRF - “Въздух”-Въздух“.

Следващата графика илюстрира простите срокове на откупуване за всяка отделна енерго-ефективна мярка (ЕЕМ).

Критерий: Прост срок на откупуване на предложените девет бр. ЕЕМ

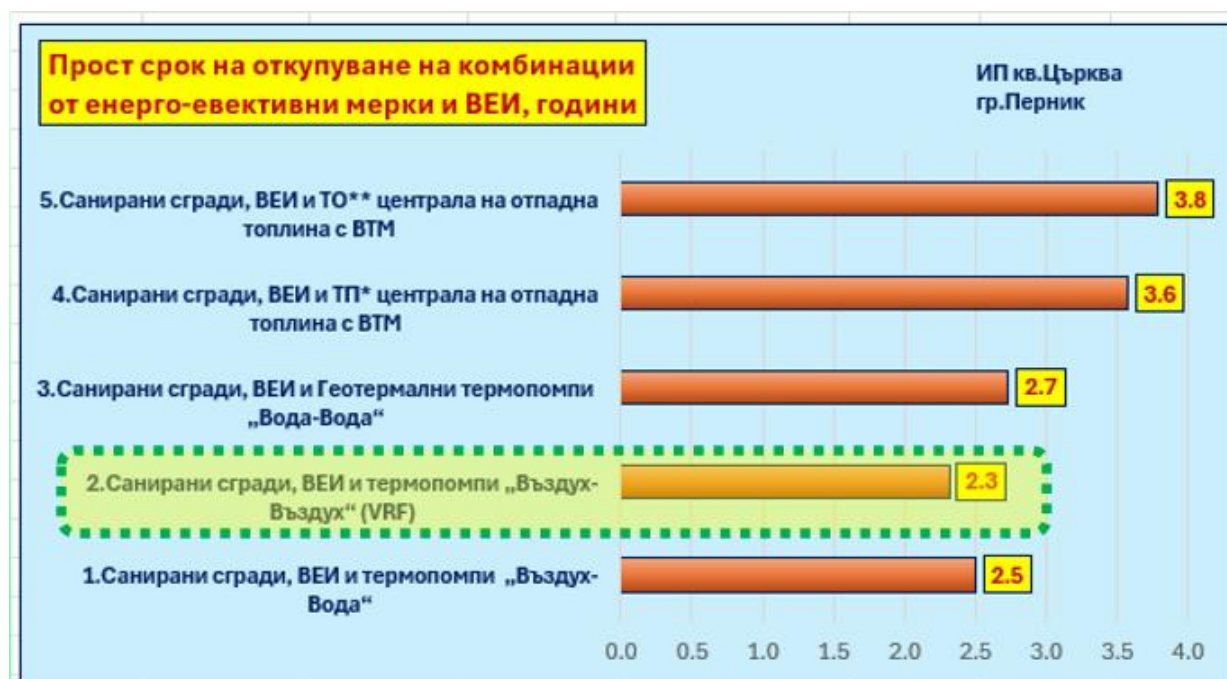


От резултатите в графиката може да се направи извода, че с най-къси срокове на откупуване са децентрализираните термопомпени системи и реновираните сградни конструкции, най-дълго се откупват слънчевите системи за електрическа и топлинна енергия.

От методическа гледна точка, **коректната оценка на ЕЕМ е обединяването им в комбинации/пакети по техническа съвместимост и общ енерго-икономически ефект**. По този начин се постига оптимално балансирано отношение „Разходи – Ползи“.

Чрез този комплексен подход, ЕЕМ свързани най-вече с използването ВЕИ и отпадни енергии за централизирано топлоснабдяване (или охлаждане) могат да постигнат приемливи икономически параметри. Илюстрация на изложеното е следващата графика.

Критерий: Прост срок на откупуване на 5-те комбинации ЕЕМ, години



Очевидна е разликата между сроковете на откупуване при оценяване на всяка ЕЕМ поотделно и обединени в комбинациите на горната графика.

Най-бързо се откупват пакетите ЕЕМ с децентрализираните термопомпени системи с ВЕИ, всички с ПСО под 3 години.

7. Икономическа ефективност на комбинациите ЕЕМ

ИКОНОМИЧЕСКИ ОЦЕНКИ НА КОМБИНАЦИИТЕ ЕЕМ

ПО МЕТОДА НА ЖИЗНЕНИЯ ЦИКЪЛ

(В съответствие с методическите изисквания на Наредба за енергийна ефективност в сградите (м.12/2022г.)

Изчисленията за икономическа ефективност са извършени със софтуер ENSI Economy Software – одобрен от Агенция за устойчиво енергийно развитие (АУЕР) за приложение в обследванията за енергийна ефективност в сградите в България.

В табличен вид, по-долу, пакетите ЕЕМ са класирани за икономическа ефективност по показател коефициент на нетната сегашна стойност за жизнения цикъл (NPVQ).

Критерий: Нетна сегашна стойност (лева) за жизнения цикъл (NPV/NPVQ)

Printed from the ENSI® Economy Software

Project: **Id. Proekt EE & VEI kv. Tsarkva**
All Measures

Company: EnEffect
Licence: 282208661

Real interest rate: 1,2 %

Measures	*)	Investment [Lev]	Net savings [Lev/Year]	Lifetime [Year]	PB [Year]	PO [Year]	IRR [%]	NPV [Lev]	NPVQ	Max. Investment 1) [Lev]	2) [Year]
EEMs-3 Ren.bldgs, RES, HPs W-W		9.430.513	3.447.744	20	2,7	2,8	36	51.708.129	5,48	16.631.664	5,0
EEMs-4 Ren.bldgs, RES&WW HPS W-W		12.232.540	3.440.537	25	3,6	3,7	28	61.932.079	5,06	16.596.898	5,0
EEMs -2: Ren. bldgs, RES & HPs VRF		7.999.683	3.453.686	15	2,3	2,4	43	39.246.650	4,91	16.660.328	5,0
EEMs-1 Ren.bldgs, RES, HPs A-W	R	8.606.961	3.445.697	15	2,5	2,6	40	38.530.083	4,48	16.621.790	5,0
EEMs-5 Ren.bldgs, RES&WW, HES W-W	R	12.974.713	3.423.127	20	3,8	3,9	26	47.727.397	3,68	16.512.914	5,0
Total all Measures		51.244.410	17.210.791		3,0	3,0		239.144.338			

PB = Payback, PO = Pay-off, IRR = Internal Rate of Return, NPV = Net Present Value, NPVQ = Net Present Value Quotient

1) Maximum investment with 2) years pay-off

*) N = Non-profitable Measure, I = Indoor Environment Measure, R = Renovation Measure

Calculated by: Petar Kamburov Address: BSERC, Sofia, Bulgaria Phone: 0888922977

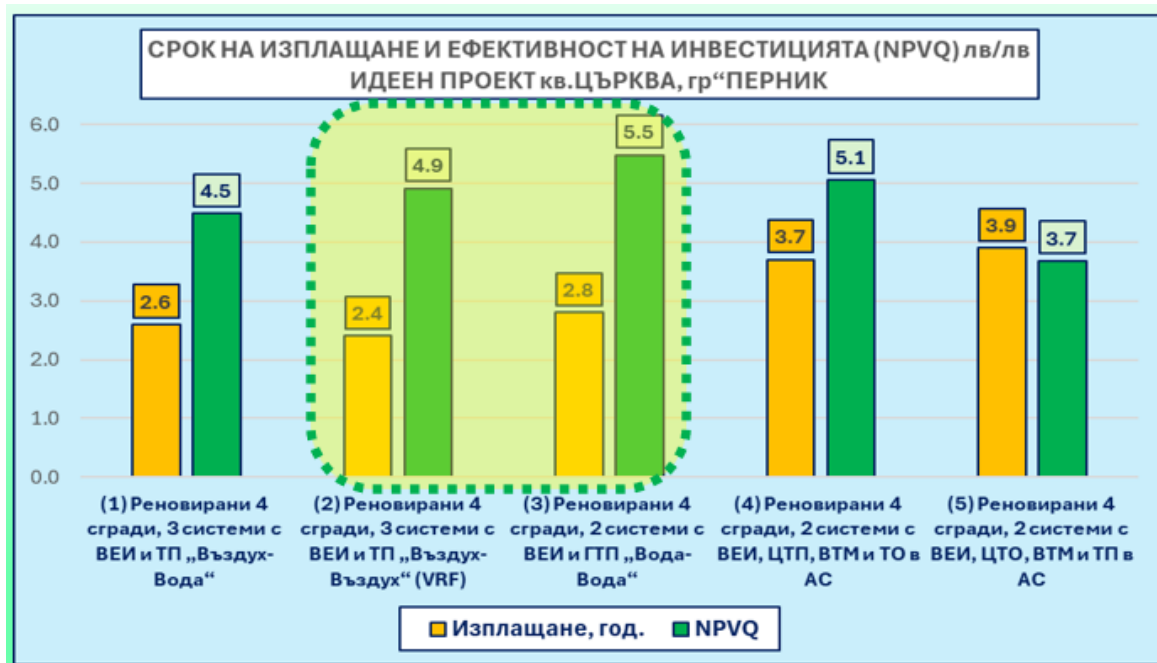
С най-високи NPV/NPVQ са пакети ЕЕМ №3, №4 и №2 със сградни термопомпени системи с топлоизточници геотермия и отпадна енергия „Вода-Вода“ и атмосферния въздух „Въздух-Въздух“/VRF.

С най-ниски NPV/NPVQ е пакет №5 с централна топлообменна станция и водна топлопреносна мрежа.

Икономическите показатели NPV/NPVQ се влияят в голяма степен от амортизационния срок или жизнения цикъл на основните енергоефективни мерки с най-висок енергиен ефект.

Допълваща представа за икономическата ефективност е срокът на изплащане на инвестицията за периода на жизнен цикъл на дадена комбинация от ЕЕМ – следващата графика.

Критерии: Срок на изплащане (RO) и Коефициент на нетната сегашна стойност (NPVQ)



По двата критерия с най-висок (NPVQ = 5.5) е комбинация ЕЕМ №3 със сградни геотермални термопомпени системи „Вода-Вода“.

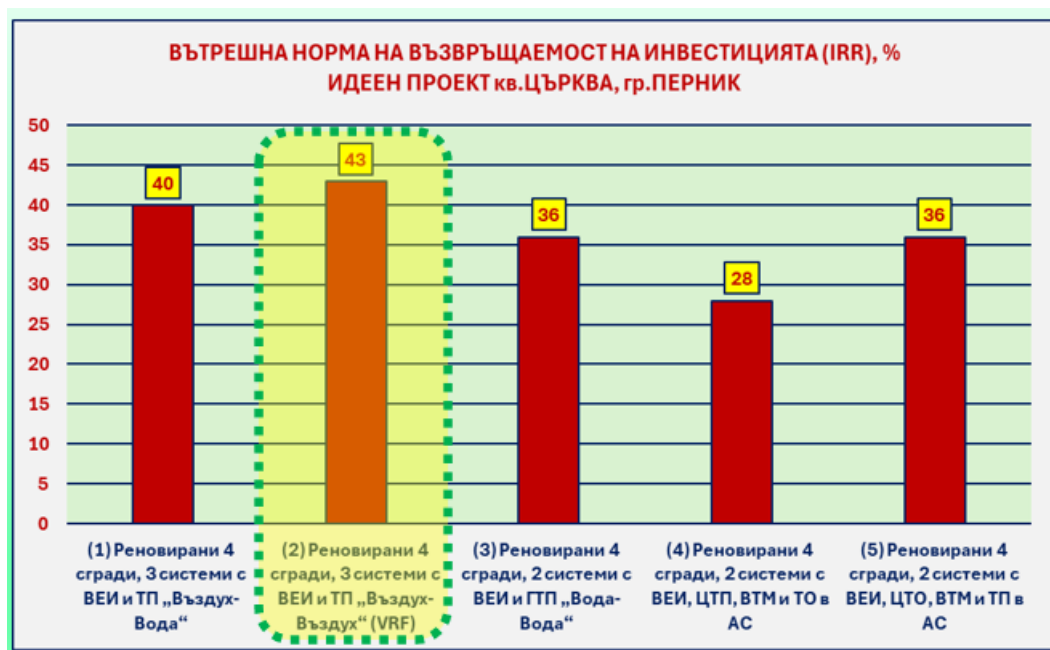
С най-къс срок на изплащане (PO = 2.4год.) е пакет ЕЕМ №2 със сградни VRF термопомпени системи „Въздух-Въздух“.

Друг важен критерий за оценка на икономическата изгода е т.нар. **Вътрешна норма на възвръщаемост на инвестицията, (IRR%).**

Този критерий е особено показателен при оценки на проекти с привлечени или инвестиции от трета страна (кредитиране).

Колкото процентът на този показател е по-висок, толкова по-атрактивен и надежден е дадения проект.

Критерий: Вътрешна норма на възвръщаемост (IRR%)



С най-високи IRR (%) са пакети ЕЕМ №1 и №2, съответно със сградни термопомпени системи „Въздух-Въздух“ / VRF и „Въздух-Вода“.

С най-ниска IRR е пакет №4 с централна термопомпена станция и водна топлопреносна мрежа.

Независимо от големината на разликите в стойностите на вътрешната норма на възвръщаемост (IRR), всички комбинации ЕЕМ показват достатъчно висока икономическа сигурност на потенциалните инвестиции за реализация.

Този резултат, от икономическа гледна точка, потвърждава правилния подбор на комбинираните ЕЕМ в 5-те пакета.

8. Използване на отпадна топлина от индустрията

Кв. Църква граничи с промишления район на металургичния конгломерат Stomana Industry, като на площадката на Stomana Industry функционират и други предприятия, вкл. и Air Liquide.

Проучването показва, че в споменатите две предприятия съществуват потенциални възможности за използване на евтина отпадна топлинна енергия, която би могла да се използва в кв. Църква: отпадна топлинна енергия от Stomana Industry с мощност 3-6 MW и отпадна нископотенциална топлинна енергия от Air Liquide 3-5 MW.

Технически осъществими варианти за кв. Църква са:

а/ Вариант А: **Термопомпена централа (ТПЦ) на площадка на предприятието:** Помпено подаване на индиректен топлоносител от отпадната топлинна енергия чрез топлообменна термопомпена станция.

б/ Вариант Б: **Топлообменна централа (ТОЦ) на площадка на предприятието:** Помпено подаване на индиректен топлоносител от отпадната топлинна енергия чрез топлообменна станция към сградни термопомпени абонатни станции за повишаване на температурното ниво на топлоносителя за отопление.

И в двата случая е необходимо прекарване на топлопреносна мрежа до кв. Църква и свързване на групата потребители.

Такова решение е по-добре обосновано при включване и на други потребители, освен общинските четири сгради – предмет на настоящия ИП.

По главното трасе на топлопреносната мрежа, като абонати биха могли да бъдат присъединени сгради в сферата на търговията и услугите, къщи и многофамилни блокове – съгл. примерния списък по-долу.

Мебелен салон
AXAT Shopping Mall
Аптека "НОВЕ"
"Сладко Солено"
"Термодом"
"Комфорт Терм"
"Медената питка"
"Ралиа 1221"
Магазин
Кафе "Ролис"
Ресторант "Дъблин"
Ресторант "Ролис"
"Нон-стоп" Бакалия
Кафе "Симони"
"Александра" Ресторант
Мебели "ВИКИ"
Сладкарница "Милена"
Рестоант "Кралевски"
Многофамилни блокове
Къщи

Като подходящ допълнителен потребител на топлина е предложен потребител през топлия период на годината (април-октомври) – проектиране и изграждане на плувен комплекс с открит плувен басейн с олимпийски размери 50 x 25м вкл. и закрит целогодишен топъл басейн.

Топлинни товари: Върхов кратковременен – 0.9 до 1.7 МВт (при първоначален подгрев) и постоянен топлинен товар 0.3-0.4 МВт (в експлоатация), покриващ минималния технологичен капацитет на термопомпената централа (150кВт). За целта е необходимо да се изготви конкретен Идеен проект

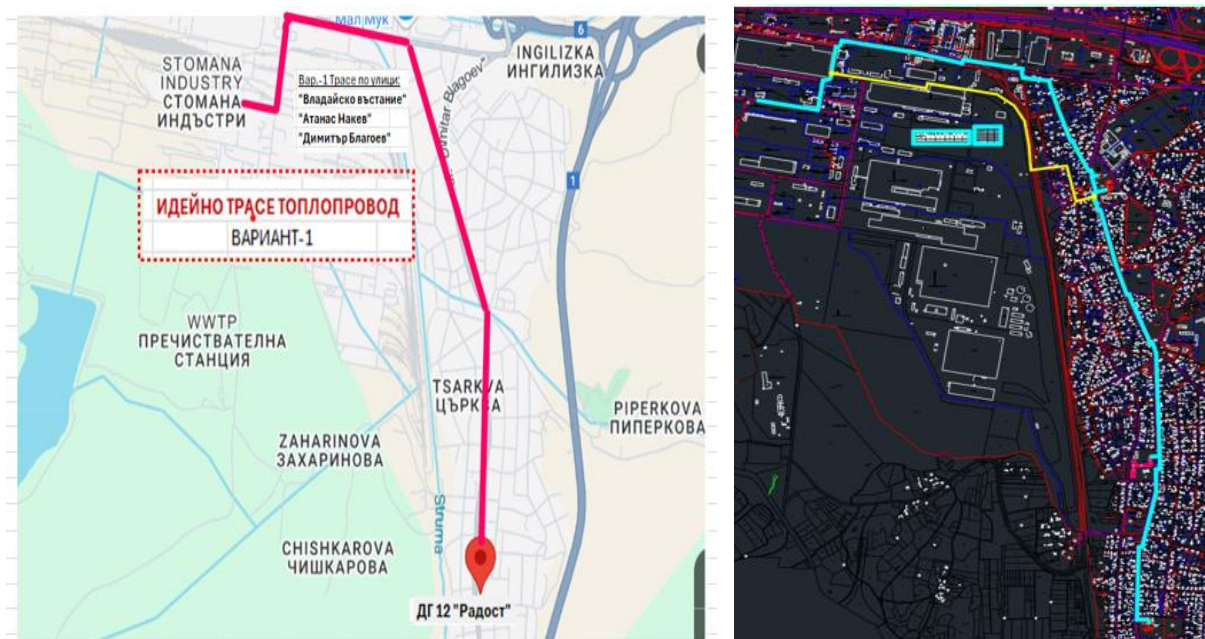
във варианти с подробна технико-икономическа обосновка, съгласувано с предприятието - собственика на топлоизточника и потенциалните потребители.

По-долу са показани принципни идейни схеми на трасе на топлопреносната мрежа, на централна термopомпeна/топлообменна станция за варианти А и Б и сградни абонатни станции.

Принципни схеми на алтернатива за централизирано топлоснабдяване на сгради в кв.Църква чрез термopомпeна утилизация на отпадна топлина от „Стомана Индъстри“ АД:

ИДЕЕН СИТУАЦИОНЕН ПЛАН НА ТОПЛОПРЕНОСНАТА МРЕЖА

Възможни трасета на топлопреносната мрежа

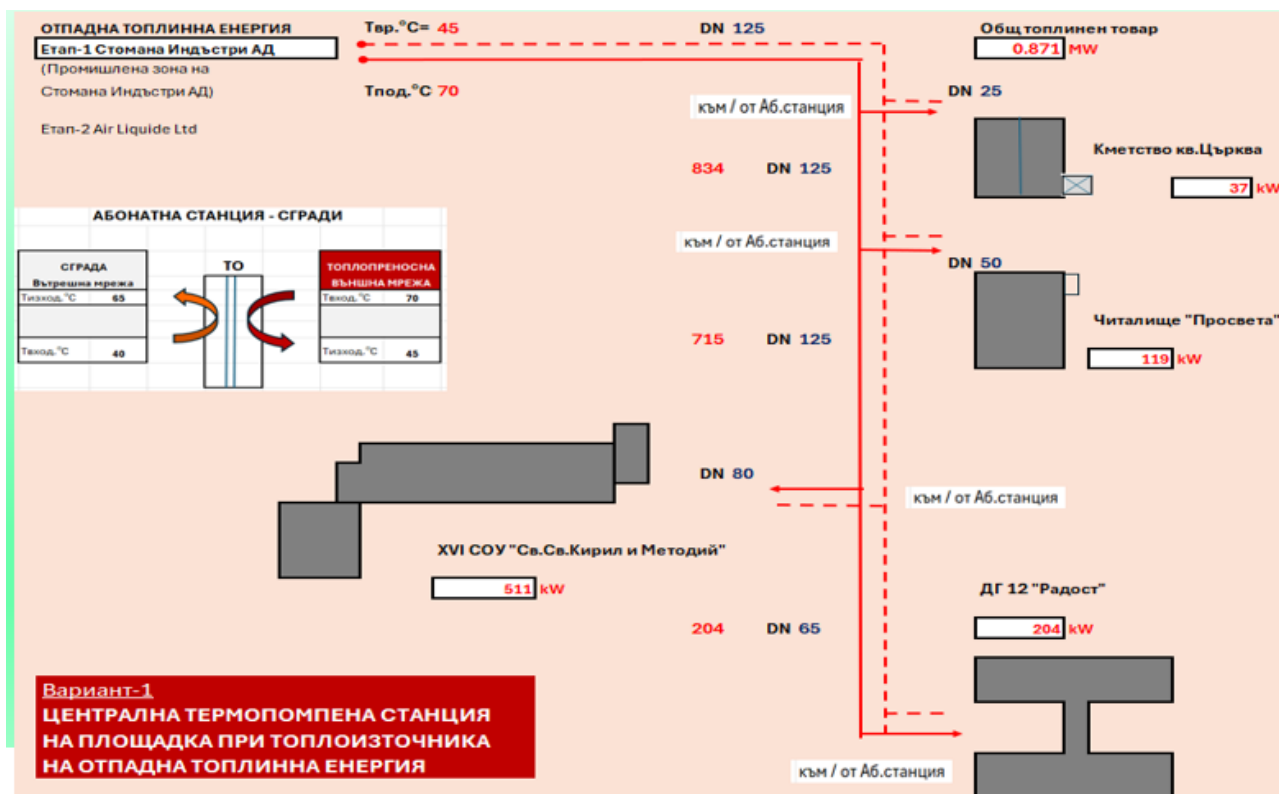


Забележка:

Показаните схеми на топлопреносната мрежа имат индикативен характер и служат за определяне на технико-икономическите параметри на предложението в ИП. Окончателното решение на трасето на главната топлопроводна мрежа е предмет на бъдещ инвестиционен Технически/Работен проект с отразени предписанията на съгласуващите институции.

Генплан схема 1/2:

Възможни трасета на главната топлопреносна мрежа показани на картна и кадастрална основи – Промислена зона и кв.Църква.



Генплан схема 2/2:

Трасе на топлопреносната мрежа с връзки към четирите общински сгради в кв.Църква. Оразмерена топлопреносна мрежа от фабрично изолирани тръби и схема индиректна абонатна станция.

Предвижда се автоматизирана 24/365 сигнална система за евентуални течове/дефекти по топлопреносната мрежа и абонатните станции.

Принципна схема Топлоизточник вариант А:

Термопмпена централа (ТПЦ) на площадка на предприятието

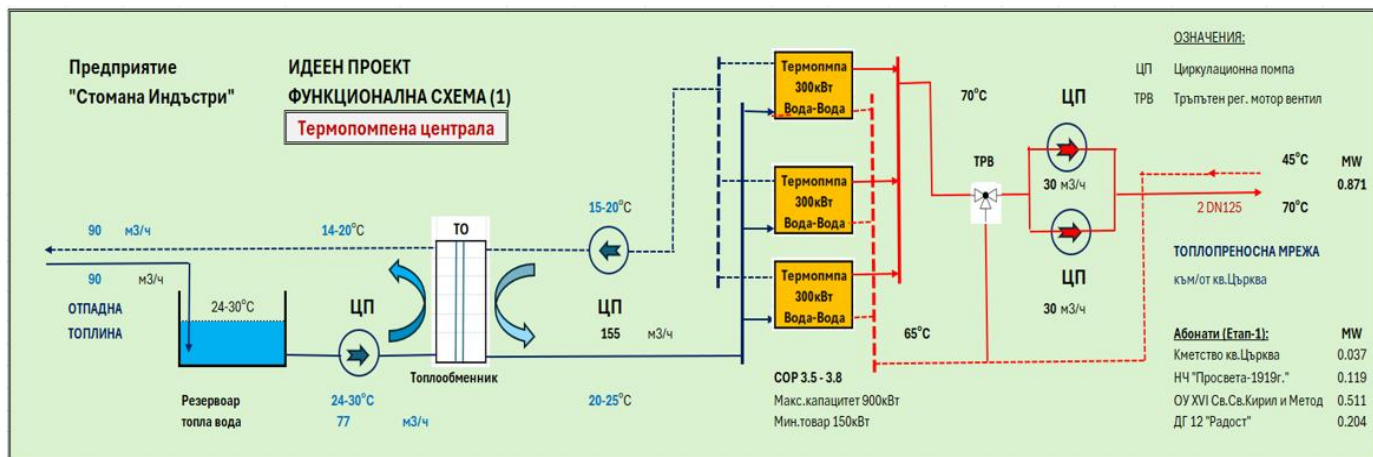


Схема: Помпено подаване на индиректен топлоносител 70/45°C от отпадната топлинна енергия чрез топлообменна термопомпена станция.

Предимства на Функционална схема (1) Термопомпена централа (ТПЦ)

Централизирано управление на ТПЦ	Възможност за безконфликтно разширение	По-малки диаметри на външна мрежа	Ниски инвестиции в аб.станции (АС)
Централизирана поддръжка на ТПЦ	Оптимизация на цялата система	По-ниска инвестиция за външна мрежа	По-ясни отношения с потребителите

Недостатъци на Функционална схема (1) Термопомпена централа

По-голяма застроена площ на ТПЦ	По-големи помпени мощности	Изисква мин. праг на натоварване	Еко-ограничения за хлад. агенти
Висока начална инвестиция в ТПЦ	По-високи топлинни загуби по преноса	По-високи разходи в ТПЦ	Изисква по-висока квалификация

Принципна схема Топлоизточник вариант Б:

Топлообменна централа (ТОЦ) на площадка на предприятието

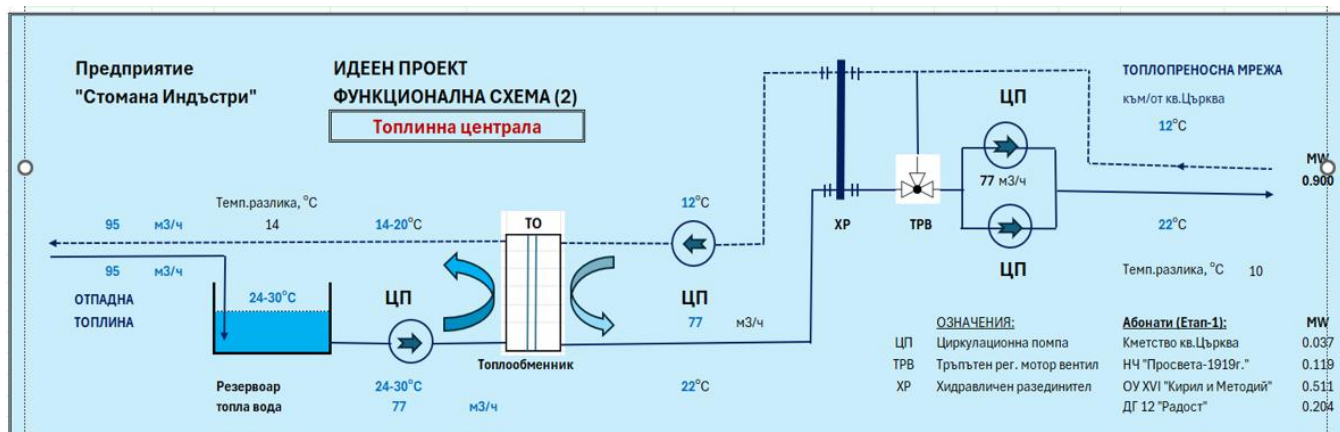


Схема: Помпено подаване на индиректен топлоносител 22/12°C от отпадната топлинна енергия чрез топлообменна станция към сградни термопомпени абонатни станции за повишаване на температурното ниво на топлоносителя за отопление.

Предимства на Функционална схема (2) Топлинна централа (ТОЦ)

По-малка застроена площ на ТЦ	По-малки помпени мощности	По-малко тръби и арматури	По-ниска температура на охладената отпадна вода
Многократно по-ниска инвестиция	Много ниски топлинни загуби по преноса	По-евтина поддръжка на ТЦ	По-просто управление

Недостатъци на Функционална схема (2) Топлинна централа

По-големи диаметри на външна мрежа	Високи инвестиции в аб.станции (АС)	По-ограничен потенциал на нови абонати	По-дълго време за реакция при аварии в АС
По-висока инвестиция за външна мрежа	По-високи разходи за поддръжка на АС	По-сложно управление на външната мрежа	По-комплицирани отношения с потребителите

Важно е да се подчертае, че алтернативата за централизирано топлоснабдяване с отпадна топлина технико-икономически ще е по-атрактивна при значително по-висока плътност на топлинните товари и енергопотреблението чрез включване на повече консуматори на топлинна енергия от кв. Църква.

Въз основа на технико-икономическите анализи, по-долу са изведени основните причини за изключване на алтернативата “Система за използване на отпадна топлина от промишлени предприятия” (комбинации от ЕЕМ №4 и №5) са следните:

- Значително по-висока инвестиционна тежест
- По-сложно техническо и икономическо управление на проектната реализация
- Усложнено техническо и икономическо управление при експлоатацията на топлоизточника, топлопреносната мрежа, абонатните станции, разпределението и отчитането на разходите и балансирането на цената на топлинната енергия в интерес на страните Доставчик - Потребители
- Зависимост от пазарната конюнктура и икономическите интереси на промишления Доставчик на енергия
- По-дълги срокове на откупуване на инвестициите
- Значително по-дълъг срок на строителство
- По-сложна и оскъпена поддръжка
- Натрупано с годините недоверие на потребителите към начините на разпределение и ценообразуването при централизираното топлоснабдяване („топлофикация“)

9. Въглеродни емисии и околна среда, ключови показатели

9.1 Въглеродни емисии и екология

В таблицата по-долу са сравнени потребената и първичната енергии по четирите сгради преди и след реновиране.

Потребена и Първична енергии по сгради преди и след реновиране

СГРАДА	Енерго-източник БГВ	Преди реновиране		След реновиране		% Намалено потребл. на От и БГВ	% Намалено потребл. Първична енергия
		Потребл. От и БГВ MWh/год	Първич. енергия От и БГВ MWh/год	Потребл. От и БГВ MWh/год	Първич. енергия От и БГВ MWh/год		
Кметство	Ел. енергия	97,9	110,2	38,9	45,3	60,3	58,9
Читалище	Ел. енергия	341,3	784,9	133,3	306,5	60,9	61,0
Училище	Ел. енергия	1142	1365	704,3	883,5	38,3	35,3
ДГ 12	Нафта	511,5	562,7	303	333,3	40,8	40,8
Общо		2092,7	2822,8	1179,5	1568,6	43,6	44,4

В следващата таблица са показани изчислените въглеродни емисии преди и след прилагането на ЕЕМ.

Посочен е и съществения екологичен ефект от реализацията на Фотоволтаична общност обединяваща ФВ системи на четирите сгради.

Емисии CO₂ (t/год) – преди и след ЕЕМ с ВЕИ

СГРАДА	Енерго-източник ОТОПЛЕНИЕ	Енерго-източник БГВ	ПРЕДИ реновир.	СЛЕД реновир.	% Намаление емисии CO ₂
			общо Емисии CO ₂ (t/год)	общо Емисии CO ₂ (t/год)	
Кметство	Природен газ	Ел. енергия	19,9	8	59,8
Читалище	Ел. енергия	Ел. енергия	93,9	36,6	61,0
Училище	Нафта	Ел. енергия	305,6	188,8	38,2
ДГ 12	Нафта	Нафта	136,6	80,9	40,8
Общо			556	314,3	43,5

Предложената за четирите сгради Фотоволтаична общност с инсталирана мощност от 450 kWp може да задоволи изцяло потребностите им за термопомпено отопление, охлаждане и БГВ и да доведе до 100% спестяване на първична енергия и избягване на съответните въглеродни емисии.

9.2 ключови показатели НА проекта (KPI)

При евентуално финансиране на проекта по програма LIFE или други подобни европейски програми, в тази част на ИП са показани изчислените ключови показатели – релевантни към изисквания на евро програми и фондове.

Ключовите показатели за проекти (KPI) на програма LIFE съдържат информация за резултатите постигнати от даден проект. KPI са предназначени да характеризират въздействието на енергията върху околната среда и социално-икономическите ефекти на проектите.

Основното предназначение на показателите KPI е:

- да способстват за мониторинг на изпълнението на финансиращата програмата спрямо нейните цели
- да предоставят информация за въздействието на проекта в съответствие със специфични цели и приоритети

а) Енергийни индикатори

Спестена крайна /потребена/ и първична енергия (MWh/год).

Получените нормализирани данни за потребление на енергия на обследваните четири общински сгради в кв. Църква формират базови стойности на потребена и първична енергия по обекти.

Базови стойности на потребена и първична енергия

Сграда	Енерго-източник Отопление	Потребление (MWh/год) Отопление	Коеф. f_nren Отопл.	Енерго-източник БГВ	Потребл. (MWh/год) БГВ ел.	Коеф. f_nren БГВ	Потребл. MWh/год общо	Първична енергия От. и БГВ
Кметство	Природен газ	95,8	1,1	Ел. енергия	2,1	2,3	97,9	110,2
Читалище	Ел. енергия	319,3	2,3	Ел. енергия	22,0	2,3	341,3	784,9
Училище	Нафта	1051,3	1,1	Ел. енергия	90,7	2,3	1142,0	1365,0
ДГ 12	Нафта	499,4	1,1	Нафта	12,1	1,1	511,5	562,7
Общо		1966			127		2093	2823

Предложените ЕЕМ за постигане на енергиен клас А на сградите осигуряват съществена редукция на потребената и съответната първична енергии.

Потребена и първична енергия по сгради след реновиране на сградните обвивки

Сграда	Енерго-източник Отопление	Потребление (MWh/год) Отопление	Коеф. f_nren Отопление	Енергоизточник БГВ	Потребление (MWh/год) БГВ ел.	Коеф. f_nren БГВ	Потребление MWh/год, общо	Първична енергия От и БГВ
Кметство	Природен газ	36,8	1,1	Ел. енергия	2,1	2,3	38,9	45,3
Читалище	Ел. енергия	111,3	2,3	Ел. енергия	22,0	2,3	133,3	306,5
Училище	Нафта	613,6	1,1	Ел. енергия	90,7	2,3	704,3	883,5
ДГ 12	Нафта	290,9	1,1	Нафта	12,1	1,1	303,0	333,3
Общо		1052,6			126,9		1179,5	1568,7

Произведена енергия от ВЕИ (MWh/год) и дял на ВЕИ в крайното потребление (%).

Реалистичен сценарий за кв. Църква е осигуряващ зелена ел. енергия чрез енергийна фотоволтаична общност, приета за четирите сгради с общ инсталиран 452 kWp и термопомпено отопление и БГВ тип „Въздух-Вода“ или тип VRF за всяка сграда.

Предложен е анализ на производство, потребление и първична енергия на такъв обобщен вариант.

Входни стойности: $Q_{\text{потребл.}} = 1180 \text{ MWh/год}$; $PV = 452 \text{ kWp} \rightarrow PV_{\text{ген}} \approx 633 \text{ MWh/год}$.

Сценарий А — годишно нетиране (PV може да покрие целия електрически товар за отопление, БГВ и охлаждане)

A1. ТП „Въздух–Вода“ (SCOP = 3.9)

- Електричество за термопомпи: 302.4 MWh/год
- PV използвано за термопомпи: 302.4 MWh/год (PV е достатъчно и за охлаждане)
- Мрежов внос: 0.0 MWh/год
- Нова първична енергия: 0.0 MWh/год
- Спестена първична енергия: 1568.7 MWh/год

A2. VRF (SCOP = 4.2)

- Електричество за ТП: 280.8 MWh/год
- PV използвано за ТП: 280.8 MWh/год
- Мрежов внос: 0.0 MWh/год
- Нова първична енергия: 0.0 MWh/год
- Спестена първична енергия: 1568.7 MWh/год

Коментар: при годишно нетиране PV е по-голямо от необходимия ток за отопление и БГВ и следователно тези случаи водят до нулев мрежов внос за този товар.

И в двата случая, охлаждането може да бъде осигурено с електрическа енергия от PV.

Сценарий В — консервативен (40% от PV реално служи за осигуряване на топлинна енергия през годината)

Допускане 1: без батерия и без виртуално годишно нетиране; само 40% от PV годишно може да бъде използвано за покриване на отоплителния товар)

Допускане 2: 40% от PV годишно за отопление и БГВ - остатъкът за охлаждане при възможност.

B1. ТП „Въздух–Вода“ (SCOP = 3.9)

- Електричество за ТП: 302.4 MWh/год
- PV, отнесено към ТП (40%): 253.1 MWh/год
- Мрежов внос: 49.3 MWh/год

- Нова първична енергия: ≈ 113.4 MWh/год
- Спестена първична енергия: ≈ 1455.3 MWh/год

B2. VRF (SCOP = 4.2)

- Електричество за ТП: 280.8 MWh/год
- PV, отнесено към ТП (40%): 253.1 MWh/год
- Мрежов внос: 27.7 MWh/год
- Нова първична енергия: ≈ 63.7 MWh/год
- Спестена първична енергия: ≈ 1505.0 MWh/год

Коментар:

- 1) И в двата случая при охлаждане мрежовият внос на ел. енергия при охлаждане ще се увеличи с 10-12 МВтч/год.
- 2) Следва да се отбележи, че санирането на сградите до клас А и вариантите и подвариантите, включващи фотоволтаици, слънчеви колектори и външна енергия от утилизационни установки, енергията получена от тях е с нулева първична енергия и нулеви емисии на CO₂.
- 3) При отсъствие или частично покриване на нуждите от PV електроенергия за термопомпи /наличие на мрежови внос/ спестената първична енергия ще бъде по-малко от 100%.
- 4) При пълно задоволяване на нуждите от топлинна енергия за обектите от външна утилизирана топлинна енергия, спестените първична енергия и емисии ще бъдат 100% (без вкл. електроенергия за помпена циркулация на водата в топлопреносната мрежа).

Ключови показатели - ЕНЕРГИЯ

КРІ	Единица	Цел (проект)	Постигнато (очаквано)
Спестена първична енергия	MWh/год	1 570	$\sim 1\,393 - 1\,523$ (според сценарий)
Спестена крайна енергия	MWh/год	1 000	$\sim 940 - 1\,050$
Произведена енергия от ФВ	MWh/год	~ 540	~ 540
Дял на ВЕИ в крайното потребление	%	40 %	~ 50 %
Избегнати CO ₂ емисии	t CO ₂ /год	430	$\sim 260 - 320$

Емисии и околна среда

Емисии CO₂ (t/год) – преди ЕЕМ

Обект	Източник отопление	Емисионен фактор (tCO ₂ /MWh)	Емисии CO ₂ отопл. (t/год)	източник БГВ	Емисионен фактор (tCO ₂ /MWh)	Емисии БГВ (tCO ₂ /y)	общо Емисии (tCO ₂ /y)
Кметство	Природен газ	0,202	19,4	Ел. енергия	0,275	0,6	19,9
Читалище	Ел. енергия	0,275	87,8	Ел. енергия	0,275	6,1	93,9
Училище	Нафта	0,267	280,7	Ел. енергия	0,275	24,9	305,6
ДГ 12	Нафта	0,267	133,4	Нафта	0,267	3,2	136,6
Общо			521,2			34,8	556,0

Емисии CO₂ (t/год) - след ЕЕМ

Обект	източник отопление	Емисионен фактор (tCO ₂ /MWh)	Емисии отопление (tCO ₂ /y)	източник БГВ	Емисионен фактор (tCO ₂ /MWh)	Емисии БГВ (tCO ₂ /y)	общо Емисии (tCO ₂ /y)
Кметство	Природен газ	0,202	7,4	Ел. енергия	0,275	0,6	8,0
Читалище	Ел. енергия	0,275	30,6	Ел. енергия	0,275	6,1	36,6
Училище	Нафта	0,267	163,8	Ел. енергия	0,275	24,9	188,8
ДГ 12	Нафта	0,267	77,7	Нафта	0,267	3,2	80,9
Общо			279,5			34,8	314,3

Само от подобряване на топлотехническите характеристики на сградите, намалените емисии възлизат на $556,0 - 324,3 = 231,7 \text{ t CO}_2/\text{y}$

Избегнати CO₂ емисии (tCO₂/MWh) от прилагане на термопомпи, използващи PV електроенергия /след реновиране на сградите/

Сценарий А — годишно нетиране (PV може да покрие целия електрически товар за отопление, БГВ и охлаждане и следователно тези случаи водят до нулев мрежов внос за този товар.)

ТП „Въздух–Вода“ или VRF

- Нови емисии CO₂: **0.0 t/год**
- Спестени CO₂: **≈ 320 t/год**

Коментар: при годишно нетиране PV производството е по-голямо от необходимата ел. енергия за термопомпено отопление + БГВ + охлаждане

Сценарий В — консервативно (40% от PV реално служи за ТП през годината)

(предположение: без батерия и без виртуално годишно нетиране; само 40% от PV годишно може да бъде използвано за покриване на отоплителния товар)

ТП „Въздух–Вода“ (SCOP = 3.9)

- Нови емисии CO₂: 17.3+6.0 ≈ **23.3 t/год**
- Спестени CO₂: ≈ **290 t/год**

С отчитане на охлаждането, спестените емисии са с около 6 t/год по-малко.

VRF (SCOP = 4.2)

- Нови емисии CO₂: 9.7+ 4.3 ≈ 14 t/год
- Спестени CO₂ : ≈ 300 t/год

С отчитане на охлаждането, спестените емисии са с около 4 t/год по-малко.

- Икономически индикатори – разгледани са подробно в раздел 7.
- Социални показатели – индикативни стойности

КРІ	Единица	Цел (проект)	Постигнато (очаквано)
Служители, деца и др. благодетелствани	бр.	≈ 450	≈ 450
Общински обекти, включени в енергийна общност	бр.	4	4–20
Създадени/подкрепени работни места	бр.	2–4	2–4
Изготвени енергийни планове	бр.	4	4
Проведени информационни кампании	бр.	2–3	2–3

10. Фотоволтаична енергийна общност

ЕНЕРГИЙНИ ОБЩНОСТИ – ВЪВЕДЕНИЕ

През 2019 г. ЕК въведе понятието за енергийни общности в законодателството си, като граждански енергийни общности и общности за енергия от възобновяеми източници. Понастоящем, законодателството за енергийните общности е подкрепено от нови и актуализирани правила на ЕС.

Дефиниция: Енергийните общности са местни енергийни системи, в които участниците произвеждат, споделят и потребяват енергия.

Енергийната общност включва колектив от индивиди, домакинства, фирми или организации, които се обединяват за да генерират, споделят и управляват енергийни ресурси.

Енергийните общности произвеждат енергия от възобновяеми енергийни източници (ВЕИ), в случая зелена електроенергия от интегрирани 4 сградни фотоволтаични инсталации.

Посредством индивидуално адаптиран софтуер за управление на енергията, участниците в общността получават информация в реално време и оптимизират производството, разпределението и потреблението.

ЕНЕРГИЙНА ФВ ОБЩНОСТ в кв. Църква

В таблицата са посочени ориентировъчния капацитет на ФВ инсталации по сгради и прогнозния им годишен добив на зелена електроенергия.

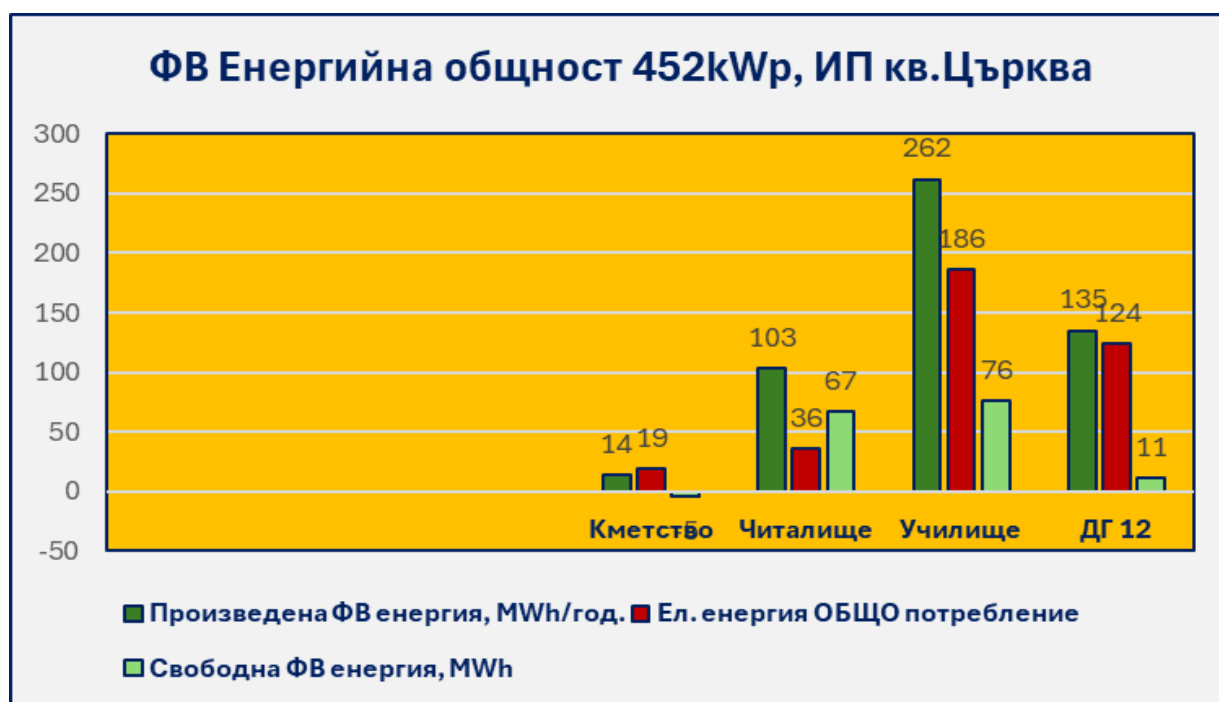
Общински сгради с ФВ системи	Възможен капацитет на ФВ инсталации kWp	Прогнозен добив на ел. енергия, MWh/год.
Кметство на кв. Църква	10-12	14
Читалище	80	103
Училище 16 СОУ с физк. салон	240	262
Детска градина 12	120	135
ОБЩО за 4-те сгради =	452	514

Основните функционални показатели

- ФВ електро-енергийна общност на Община Перник с обща инсталирана мощност 452 kWp на 4-те покрива на сградите с участие на частни потребители/акционери от кв.Църква (предимно в близост до трасето между Кметство и ДГ12).

- Интелигентно разпределение на зелената електроенергия според динамиката на сградните товари и сигналите от външната електромережа.
- Свободен енергоресурс - около 150MWh годишно със значително по-ниска цена от тази на „Електрохолд“ АД.
- Централа за мониторинг и управление на енергомрежата монтирана в сградата Кметство на кв.Църква.
- Визуализация в реално време на дисплеи в сградите Кметство и Община Перник на енергопроизводството и енергопотреблението, спестените разходи и въглеродни емисии.
- Явява се възможност за изграждане на водопровод за поливни нужди от р. Струма или сондаж с безплатна електроенергия за помпаж.

На следващата графика е показано съотношението на годишно произведената зелена електроенергия, потреблението на електроенергия на всяка от четирите сгради и свободния, неусвоен енергоресурс.



Общият излишък/свръхпроизводство на ФВ енергия е около 154 MWh, като с най-голям дял са сградите на училището и читалището.

Потенциални акционери в енергийната общност освен Община Перник биха могли да бъдат прилежащите сгради по линията Кметство – Детска градина №12. Примерен списък на такива потенциални членове на енергийната общност е посочен по-долу.

ПОТЕНЦИАЛНИ АКЦИОНЕРИ
Мебелен салон
АХАТ Shopping Mall
Аптека "НОВЕ"
"Сладко Солено"
"Термодом"
"Комфорт Терм"
"Медената питка"
"Ралиа 1221"
Магазин
Кафе "Ролис"
Ресторант "Дъблин"
Ресторант "Ролис"
"Нон-стоп" Бакалия
Кафе "Симони"
"Александра" Ресторант
Мебели "ВИКИ"
Сладкарница "Милена"
Рестоант "Кралевски"
Многофамилни блокове
Къщи

Предложената комбинация от ВЕИ в ИП на фотоволтаично електричество захранващо термопомпени системи за отопление и охлаждане е изключително енергоефективно, икономически изгодно и екологично решение в дългосрочен план.

Примери за енергийни ФВ общности в страната

Към периода на този ИП, в България има четири установени енергийни общности – две Габрово, в Бургас и София.

По-долу е представено описанието на първата успешна фотоволтаична енергийна общност на Община Габрово, която е последвана и 4е3333тбътот втора с по-голям капацитет.

От есента на миналата година вече функционира първата в България ФВ енергийна общност "РДНО". Общността е учредена като гражданско сдружение, тип кооператив, с цел защита на общия интерес за дългосрочно устойчиво енергоснабдяване. Тя е регистрирана като сдружение по Закона за задълженията и договорите и обединява 73 участници - 69 физически лица, 5 НПО и Община Габрово.

За два месеца след учредяването на енергийната общност участниците събират необходимите 160 хил. лв. за изграждане на ФВ инсталация с мощност 100 kWp монтирана върху покрива на Регионално депо за отпадъци.

Енергиен доставчик е компанията „ТОКИ“ която оперира разпределението на произведената зелена енергия. Фирмата - оператор е избрана след обществена поръчка. Ползвателите получават енергия на фиксирана цена от 230 лв. за мегаватчас с включен ДДС.

Понастоящем Община Габрово съвместно с граждани, малки предприятия и сдружения регистрира втора енергийна общност „ОПТ“.

На покрива на сграда на предприятието за общински пътнически транспорт ще бъде монтирана нова фотоволтаична инсталация с мощност 150 kWp.

Втората енергийната общност се реализира по инициатива на Община Габрово в партньорство с Общински пътнически транспорт ЕООД и ще включва физически и юридически лица и малки и средни предприятия (МСП).

Дружеството включва 59 участника и са събрани средства в размер на 197300 лева. Инвестицията за реализация на проекта е 216000 лв, а физическите и юридическите лица се включват със сума не по-малко от 500 лева и не повече от 5000 лева.

Енергийната общност се сформира за период от 20 години, при ред и условия съгласно проектните документи.

Процедурата по включване в ОПТ е улеснена - осъществява се по електронен път, като заинтересованите лица изпращат декларация по образец.

11. Анализ на постигнатите цели с Идейния проект, изводи

Анализ на съответствието на предложените ЕЕМ с целите на Идейния проект:

Четири основно реновирани с ВЕИ общински сгради с почти нулево енергопотребление (СПНЕ/nZEB) т.е. постигнат енергиен клас „А“ с дял на ВЕИ над 55% спрямо потребната енергия за отопление, за топла битова вода, за охлаждане и за осветление.

Главен фактор е нормативно регламентирания комплексния показател – специфичен разход на първична енергия (ПЕ) в kWh/m2год. определящ класа на енергийно съвършенство на различните категории сгради.

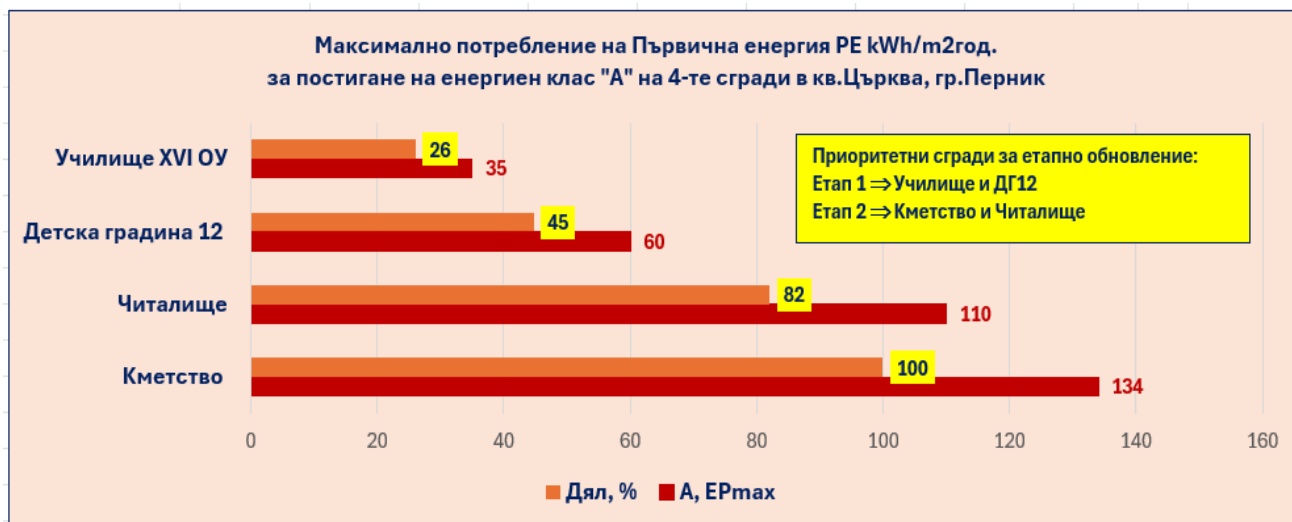
В съответствие с изискванията на Наредбата за енергийна ефективност в сградния сектор, за клас „А“, годишното потребление на ПЕ за сгради Кметство трябва да е под 134 kWh/m2, за Читалище - под 110 kWh/m2, за Училище - под 35 kWh/m2 и за Детска градина №12 - под 60 kWh/m2 – фигурата по-долу.



Съотношението на специфичните разходи на ПЕ по сгради е дадено в следващата таблица.

Сграда, клас на ЕЕ „А“	Макс. РЕ kWh/m2год.	Съотношение РЕ, %
Кметство кв.Църква	134	100.0
Читалище „Просвета“	110	82.1
Училище XVI СОУ	35	26.1
Детска градина-12	60	44.8

На следващата графика е посочена приоритетната етапност за обновяване на сградите в обхвата на ИП.



Анализирани са два сценария – без и с изграждане на ФВ инсталации поради съображението, че тази ЕЕМ(2) е с най-дълъг срок на изплащане на инвестицията.

Сценарий без ФВ енергийна общност:

Реновирани сградни фасади, покриви и подове по минималните изисквания на актуалните норми за ЕЕ (2022г.), но без ФВ инсталации на сградите.

⇒ **Резултат:**

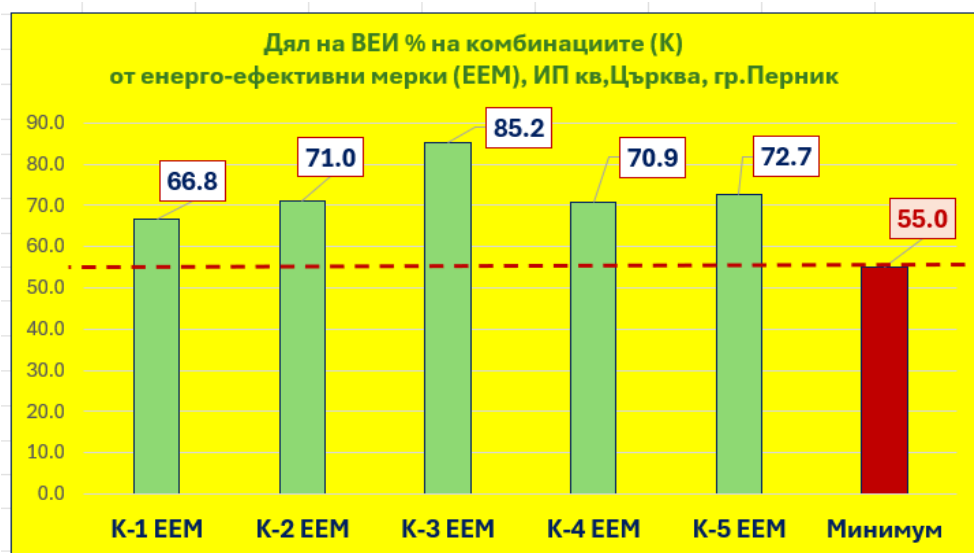
Енергиен клас “А” постигат само две сгради: Кметство и Читалище при всички предложени системи на отопление и ВЕИ.

Сценарий с ФВ енергийна общност:

Реновирани сградни фасади, покриви и подове по минималните изисквания на актуалните норми за ЕЕ (2022г.) и изграждане на ФВ инсталации на сградите интегрирана в енергийна общност.

⇒ Резултат:

Енергиен клас “А” постигат всички 4 сгради при всички предложени системи на отопление и ВЕИ.



С най-висок дял е Комбинация №3 с дял над 85%.

ЕЕМ Комбинация- 3
Реновирани всички сградни обвивки
Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
Системи за ест. осветление Sunpipe
Геотермално ТП отопление, охлаждане и БГВ

ИЗВОДИ:

1. За постигане на енергиен клас СПНЕ от ключово значение е реализацията на три ЕЕМ: №1, №2 и № 5, или №6, или №7, или №8.

Енергоефективни мерки (ЕЕМ)
(1) Реновирани всички сградни обвивки
(2) Енергийна ФВ общност на 4-те сгради, 452 kWp
(3) Слънчеви топлинни системи за БГВ
(4) Системи за естествено осветление Sunpipe
(5) Геотермално ТП "Вода-Вода" отопление, охлаждане и БГВ
(6) ТП за отопление, охлаждане и БГВ „Въздух-Вода“
(7) ТП "Въздух-Въздух" за отопление, охлаждане и БГВ тип VRF
(8а) Отпадна топлина с ЦТП станция и ВТМ
(8б) Отпадна топлина с ЦТО станция, ВТМ и ТП "Вода-Вода"

2. Всички типове ТП системи не могат да достигнат енергиен клас „А“ на енергопотребление без използване на ФВ електроенергия, произведена на място или в непосредствена близост, както и без използване на съвременни технологии за увеличаване дяла на естественото осветление. Причината е, че компресорните термopомпени системи консумират електроенергия, а тя е с висок коефициент на трансформация (≈ 2.50) за привеждане на крайната към първичната енергия PE [kWh/год.].
3. Всички типове термopомпени системи трябва да имат сезонни коефициенти на енергийно съвършенство във възможно най-голяма степен над 3.50.
4. За постигане клас „А“ на сградите, от съотношението на максималните нормативни разходи на първична енергия (PE) детските градини трябва да потребяват по-малко от половината PE от тази на административните сгради, а за училищата почти 4 пъти по-малко PE.
5. Относно практиката на обследванията за ЕЕ:
6. При комплексно реновиране на сгради с цел постигане на класове „А“ и сгради с близко до нула енергопотребление (nZEB/СБНЕ) изискванията на наредбата от 2022г. за топлинна защита на сградните конструкции следва да бъдат прилагани със значително по-добри показатели. Това особено се отнася за училищата и детските градини. Обобщен критерий за оценка на надвишаването на минималните изисквания за топлинна защита може да бъде сградния коефициент на топлопреминаване $U_{сгр.}$ [W/m²K], който, за постигане на енергиен клас „А“ на сградите трябва да е по-нисък с минимум 30% от нормативния в зависимост от категорията на изследваната сграда.
7. При комплексно реновиране на сгради по минималните нормативни изисквания (2022г.) за сградна топлозащита с комбинации от ТП и ФВ системи без акумулация и автономно изпълнение постигането на енергийни класове „А“ е възможно за 3 типа сгради Кметство, Читалище и Детска градина-12. За сграда Училище XVI СОУ ще е необходимо повишаване на нивото на топлинна защита с минимум 20% над изискванията на Наредбата за ЕЕ'22.
8. Изпълнението на по-висока от нормативната топлоизолационна защита на сградите в комбинация с изграждане на фотоволтаични и термopомпени системи е най-добрата стратегия за широко използване на ВЕИ и ефективна декарбонизация на енерго-снабдяването на сградния сектор.

12. Задание за реализация на ИП в инвестиционни програми и проекти

Детайлното техническо Задание по сгради е неотменна част от ИП.

Заданието е приложено към настоящия ИП, Приложение №14.1.

13. Методиката на ИП -

Насоки за приложение при основно реновиране на сгради с ВЕИ

Приложението на методическия подход за нови и основно реновирани сгради в област Перник обхваща следните основни дейности и етапи :

Планиране на дейностите

по комплексното реновиране на сградния фонд

При планиране и реализация на основно енергийно-ефективно реновиране в сгради с широко използване на ВЕИ, освен „традиционните“ обследвания за енергийна ефективност са необходими възлагане и изготвяне на ПСД на инвестиционни проекти по части: Архитектура, Конструкции, ОВК и ЕЕ, Електро, ВМК, Автоматизация/BACS.

- Административна реформа за създаване на действащ механизъм за селищно енергийно планиране, финансиране, управление и мониторинг на етапната реализация на Енергийната и инвестиционна стратегия за основно реновиране на сградния сектор
- Енергийна и инвестиционна дългосрочна стратегия за основно реновиране на сградния фонд
- Дългосрочна и краткосрочни програми за нови и основно реновирани сгради: определените с идейни проекти инвестиции са релевантни за планови цели
- Енергийни обследвания и инвестиционни проекти за приоритетни класове сгради на база типизирани технико-икономически Задания

ОСНОВНИТЕ ДЕЙНОСТИ в процеса на планиране:

- Отчитане на тенденциите в дългосрочен план на промените в местния климат и цените на енергоносителите
- Редуциране на топлинните загуби на сградните ограждащи конструкции в по-висока степен от сегашните минимални изисквания на нормите за ЕЕ

- Постигане на енергиен клас А и СПНЕ/nZEB с дял на ВЕИ над 55% в съответствие с нормативната уредба и Европейска директива за енергийна ефективност в сградния сектор (на фокус - обществени сгради)
- Мащабно използване на комбинации от ВЕИ за отопление, топла вода, охлаждане и естествено осветление
- Използване на отпадни топлини от индустриалния сектор за централизирано топло/студоснабдяване
- Интегрирани на сградните инсталации в централна система за автоматизирано интелигентно управление и мониторинг (BMS/BACS)
- Интеграция на сградите в Енергийни общности за оптимално разпределение на енергоресурсите при фиксирана цена в дългосрочен план
- Ранжиране на комбинациите от ЕЕМ на база икономически анализ “Разходи-Ползи” за периода на жизнен цикъл, всички решения в ИП се оценяват технико-икономически със софтуер ENSI одобрен от АУЕР или по методиката публ. в Наредба Е-РД-04-2/16 декември 2022г. за обследване на сгради за енергийна ефективност („Изчисляване на икономическата ефективност и ефикасност за жизнения цикъл на технически решения за съхранение на енергията в сгради“)
- Класификация на обществените сгради – предмет на основно обновяване, по приоритети: класове на потребление на първична енергия (приоритет са Е, F, G), ниво на въглеродни емисии, година на въвеждане в експлоатация
- Класификация на жилищните сгради – подлежащи на основно обновяване по представителни типове – еднофамилни с РЗП до и над 200м², многофамилни - ниско и високоетажни
- Отчитане динамиката на местните демографски тенденции и заетостта на сградния фонд за административни и жилищни сгради
- Индустриални предприятия на или в близост до селищните територии с оценка на потенциала на отпадна топлина
- Поддържане на компютъризирана База данни за сградния и индустриалния сектори
- Изготвяне на топлинни карти на населените места – товари и енергопотребление, потенциали на ВЕИ (наличие на европейски софтуерни програми като www.hotmaps.eu и подобни.)

- База данни за оценени потенциали и приложимост на ВЕИ по населени места
- Административно и методическо съдействие за насърчаване формирането на енергийни общности на територията на областта с мащабно използване на ВЕИ и отпадни топлини от индустрията