

СРАВНЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ



на Блок №10



и Блок №11

в ж.к. Захарна
Фабрика, София

Изготвен от:



София, бул. Хр. Смирненски 1
Рег. № 00063

Май 2006 г.

Общи сравнителни данни

Блоковете №№ 10 и 11 са еднотипни триетажни монолитни жилищни сгради с по два входа и общо по 13 апартамента. Сградите са построени през 1946 г. Сградите имат сутеренна част, в която са разположени един жилищен апартамент, абонатна станция и мазета, а в Блок 10 има допълнително устроено помещение наето за фризьорски салон. Блоковете се отопляват от "Топлофикация София". Абонатните станции са модерни от индиректен тип с пластинчати топлообменници и автоматично регулиране на топлоподаването.

През 2004 г. в рамките на проект "Управление и поддръжка на жилищния фонд в сгради с етажна собственост" на Българска жилищна асоциация и холандските жилищни асоциации "De Nieuwe Unie" от Ротердам и "Woondrecht" от Дордрехт е извършена енергийноэффективна реконструкция на сградата на блок 10. Реконструкцията включва ново архитектурно решение на таванския етаж, преустройство на съществуващите тавански помещения, оформяне на две нови тавански помещения и полагане на топлоизолация и хидроизолация на покрива и цялостно топлоизолиране на външните стени на сградата. След реконструкцията сградата има РЗП 1543 m². РЗП на блок № 11 е 1515 m².

Директното сравнение на потреблението на топлинна енергия на двете сгради за да се определи ефекта от изпълнените енергоспестяващи мерки в блок 10 би представило некоректни резултати. Освен разликата в топлофизическите характеристики на строителните материали, вложени в ограждащите елементи на двете сгради, между тях има и няколко други основни разлики пряко свързани с потреблението на енергия за отопление, които трябва да бъдат задължително отчетени:

- отопляемата площ на блок 10 – 1214 m², вследствие на реконструкцията е по-голяма в сравнени на блок 11 – 1019 m².
- всички помещения, принадлежащи към отопляемата площ в блок 10 се отопляват от централизираното топлоснабдяване, докато в блок 11 има четири апартамента, в които няма изградена отоплителна инсталация и се отопляват с електрически отоплителни уреди.
- в блок 10 се отопляват изцяло стълбищните клетки, докато в блок 11 в източното стълбище няма изградена инсталация, а в западното стълбище е демонтирано едно от трите отоплителни тела.
- поддържаните температури в двете сгради са различни

В рамките на гореспоменатия проект през 2006 г. бяха извършени енергийни обследвания на двете сгради с главната цел да се определят реалните енергийни характеристики на обектите и на базата на получените резултати ще бъде направено сравнение на енергийното поведение на двата блока.

Вътрешни температури

По време на енергийното обследване бяха инсталирани датчици за ежечасово отчитане и запис на вътрешна температура в различни представителни помещения на двата блока, както такива, които се отопляват, така и помещения, в които обитателите са изключили отоплението посредством радиаторните вентили. Целта на това измерване е да се направи заснемане на нивото на отопление в сградата и температурното ѝ поведение в зависимост от реалната външна температура и да се определи достоверно средната температура поддържана в сградата, необходима за извършване на енергийните анализи. В абонатните станции на обследвания блок бяха инсталирани температурни датчици на подаващият тръбопровод на вътрешната отоплителна инсталация. Периодът на измерванията е от 16 януари до 19 март 2006 г. Средната стойност на измерената температура за блок 10 е 20.2 °C. В блок 11 беше отчетена по-ниска средна температура 18.3 °C. Нормативната стойност на температурата за жилищни помещения е 20.0 °C.

В блок 10 средната температура в помещенията със спряно топлоподаване е под нормативната стойност, но с отклонение до 2.1 °C. Във всички помещения с включено отопление средните температури са над нормативните стойности, като за едно от помещенията завишението е с 2.5 °C. Средната температура за всички измервани помещения е 20.2 °C и е малко по-висока от нормативната стойност.

В блок № 11 в отопляваните помещения се наблюдава също преотопляване, като средните температури превишават нормативните. В помещенията със спряно топлоподаване обаче са измерени много ниски температури, средно 12.5 °C и 16.4 °C за всяко от двете помещения. Средната стойност на температурата за всички наблюдавани помещения за измервания период е 18.3 °C.

Много по-лошите температурни условия в блок 11 се илюстрират много добре на представените графики в Приложение 1, които са едноседмични извадки от извършените температурни измервания в двете сгради. На графиката на блок № 10 се наблюдава, че кривите на изменение на температурата в неотопляваните помещения се доближават до кривите на отопляваните помещения, като всички криви стоят сравнително групирани около нормативната стойност от 20 °C. В блок № 11 има ясно изразено разделяне на температурните криви на отопляваните и неотопляваните помещения, като температурата във вторите има много по-ниски стойности. Това е явен показател за наличието на по-големи топлинни загуби и по-лоши топлоизолационни характеристики на сградата на блок 11.

Средната стойност на температурата при нормативни стойности във всички типове помещения за цялата сграда на блок № 11 е 18.1 °C, а в блок № 10 е 18.8 °C.

Ограждащи елементи на сградата

Външни стени

В блок 10 е изпълнена допълнителна топлоизолация на външните стени на сградата. На външните стени на етажите от южната и източната фасади на сградата е монтирана топлоизолация от 50 mm EPS. На стените на северната и западната фасада на сградата е монтирана топлоизолация от 100 mm стъклена вата и е изпълнена фасадна облицовка с PVC профили тип "сайдинг". На външните стени на фризьорския салон и отопляемата партерна част на стълбищата е монтирана топлоизолация от 30 mm XPS и е изпълнена фасадна мазилка. Партерния апартамент във вход Б е с монтирана външна топлоизолация от 50 mm XPS и фасадна мазилка, като има монтирана допълнително и вътрешна топлоизолация от 20 mm EPS. Обобщеният коефициент на топлопреминаване на външните стени в блок 10 с отчитане на стоманобетонната конструкция на сградата е $U_{\text{стена10}} = 0.42 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Обобщеният коефициент на топлопреминаване на външните стени в блок 11 с отчитане на стоманобетонната конструкция на сградата е $U_{\text{стена11}} = 1.91 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Прозорци и врати

В блок 10 прозорците и вратите могат да бъдат сведени до седем типа: PVC с двоен стъклопакет, дървени двукатни, дървени еднокатни, дървени слепени, алуминиеви с двоен стъклопакет, дървени с двоен стъклопакет и врата от алуминиева рамка с ПДЧ. Повече от 30 % от дограмата е подменена с нова добре уплътнена дограма. Остъкляването се поддържа, а някои от дървените прозорци са снабдени с уплътнителни ленти с което е намалена инфилтрацията на студен въздух през тях. Обобщения коефициент на топлопреминаване на прозорците в сградата на жилищния блок $U_{\text{прозорец10}} = 2.96 \text{ W/m}^2\text{K}$.

В блок № 11 също има голямо разнообразие от различни видове прозорци. Броят на жилищата, в които е подменена дограмата с нова PVC дограма е сравнително по-малък спрямо блок 10. В голямата си част преобладава старата дограма, в не добро състояние. Остъкляването се поддържа, но състоянието на голяма част от дървената дограма е влошено и прозорците не могат да се затварят добре. Килерите на северната фасада са с метална или дървена дограма с единично остъкляване. На места, в общите части на сградата, сутерена и покрива, се наблюдават измятия на рамките, което води до завишена инфилтрация в помещенията. Осредненият коефициент на топлопреминаване е $3.25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Покрив

На таванския етаж на блок № 10 са оформени 14 помещения, като част от тях са отопляеми от отоплителната инсталация на сградата, а останалите са неотопляеми. Вътрешните преградни стени между таванските помещения са

изпълнени от конструкция олекотен тип с гипсокартон. Покривната част на таванския етаж представлява дървено скеле от греди, обшивка от MDF плоскости с дебелина 0.025 m върху която е изпълнена хидроизолация от битумни декоративни листове с посипка. От вътрешната страна на MDF плоскостите е монтирана топлоизолация от 0.12 m минерална вата с висока плътност, върху която са положени плоскости от гипсокартон с обща дебелина 0.024 m. На височина 2.40 m от подовата плоча на таванския етаж е монтиран окачен таван от гипсокартон. Покривната конструкция е скатна, като горната част от ската е с малък наклон (23%) а долната част е с голям наклон близък до 90°. Покривът на блок №10 в ж.к. Захарна фабрика може да се раздели на два типа. Първият тип е покрив на отопляемата част от таванските помещения, чиято граница е окачения таван над помещенията, а втория тип покрив е към неотопляемо подпокривно пространство, чиято граница е таванската плоча на последния жилищен етаж. Осредненият коефициент на топлопреминаване през пода на блок 10 отнесен към външния въздух е $U_{\text{покрив10}}=0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

В блок №11 има типичен случай на скатен покрив с неотопляеми тавански помещения. Височината до върха на ската е 3.50 m. Подовата плоча на таванския етаж е изпълнена от стоманобетон, без допълнителна изолация. Коефициентът на топлопреминаване до външен въздух на покрива с неотоплявани тавански помещения е $U_{\text{покрив11}}= 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Под

Осредненият коефициент на топлопреминаване през пода на блок 10 отнесен към външния въздух е $U_{\text{под10}}=0.42 \text{ W/m}^2\text{K}$, а на пода на блок 11 е $U_{\text{под11}}=1.04 \text{ W/m}^2\text{K}$. Коефициентът в блок 10 е подобрен вследствие на поставянето на 50 mm допълнителна топлоизолация от EPS на еркерния под и поставянето на допълнителна топлоизолация на външните стени на неотопляемите помещения от сутерена на 30 mm допълнителна топлоизолация от XPS с фасадна мазилка.

Таблица 1. представя обобщено коефициентите на топлопреминаване на отделните ограждащи елементи на двете сгради и ги съпоставя помежду им и спрямо еталонните стойности на изискванията за сертификат А за енергийна ефективност.

Таблица 1. Коефициенти на топлопреминаване на ограждащите елементи на двете сгради

Елемент	Еталон, $\text{W/m}^2\text{K}$	Блок 10, $\text{W/m}^2\text{K}$	Блок 11, $\text{W/m}^2\text{K}$
Стени	0.50	0.42	1.91
Прозорци	2.65	2.96	3.49
Покрив	0.30	0.20	0.88
Под	0.30	0.42	1.04

Енергопотребление

Двете сгради използват топлинна енергия от “Топлофикация - София” ЕАД за отопление и гореща вода за битови нужди (БГВ). В блок №11 четири от общо тринадесет апартамента се отопляват на електрическа енергия.

На базата на всички входни данни за вида и състоянието на ограждащите елементи на сградите и обслужващите системи и инсталации беше разработен компютърен енергиен модел със специализиран софтуер ЕНСИ “Ключови стойности”. Софтуерът е одобрен от Министерство на енергетиката и енергийните ресурси и Агенцията за енергийна ефективност за сертифициране на сгради за енергийна ефективност.



Моделът на съществуващото енергийно състояние на сградите е изграден на база на оценката на сградната обвивка, топлинните загуби и топлинните притоци в сградата и на работата на различните електрически консуматори и температурните измервания, в резултат на което е направен общ енергиен баланс. Компютърният енергиен модел на сградата е калибриран съгласно предоставените данни за топлопотреблението на обекта за 2005 г. и измерените стойности на потреблението на електроенергия за период от 82 дни в рамките на обследването.

За да се отстрани влиянието на климатичния фактор съгласно утвърдените методики е направена корекция на консумираните годишни количества енергия с корекционен коефициент равен на отношението на нормативните денградусите при съответната средна температура за всяка сграда и нормативните климатични данни за София и реалните за съответната календарна година. Средната нормативна вътрешна температура за блок 10 е 18.8 °C, а за блок 11 е 18.1 °C.

В долната таблица са дадени стойностите на коригираните количества консумирана енергия, както и специфичните енергийни консумации отнесени към единица отопляема площ на сградата.

Таблица 2. Коригирано потребление на енергия в сградите

	Електрическа енергия		Отопление		БГВ	
	Блок 10	Блок 11	Блок 10	Блок 11	Блок 10	Блок 11
Коригирана енергия, kWh	42 440	45 975	79 061	81 274	53 206	31 094
Специфична коригирана енергия, kWh/m ² год.	34.96	45.12	65.12	79.76	43.83	30.51

След коригирането на енергопотреблението чрез компютърно моделиране се разработва енергиен баланс на всяка сграда, който се калибрира спрямо тези коригирани стойности и реалните поддържани температури в сградите. За да се определят енергийните характеристики на сградата се извършва т.н. “нормализиране” на калибрирания енергиен модел, като се симулира вътрешна температура в сградата съгласно действащите нормативи за отделните типове помещения в съответната сграда. В блок №10 в следствие на поддържането на по-високи средни температури спрямо нормативните, “нормализираното” енергопотребление на сградата е по-ниско от коригираната стойност, посочена в Таблица 10. В блок 11 се наблюдава обратния случай, сградата е недоотоплена, поради което “нормализираното” енергопотребление е по-високо от коригираната стойност

Енергийните баланси на сградите са обобщени в Таблица 3. Показано е годишното потребление на енергия по различните пера на баланса и съответното специфично годишно енергопотребление.

Таблица 3. Енергийни баланси на сградите

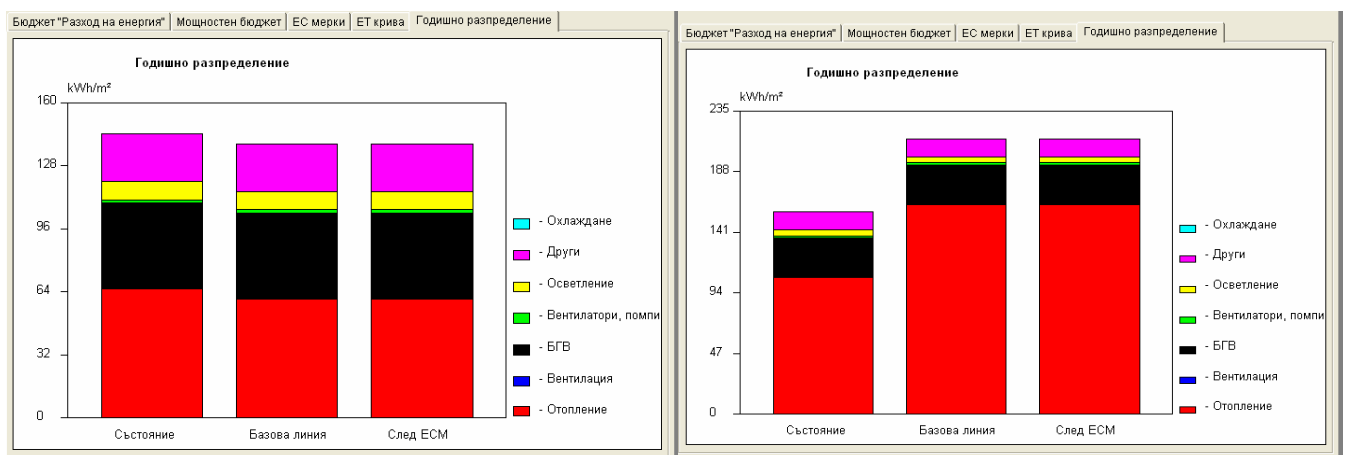
Перо от баланса	Блок 10		Блок 11	
	kWh/год.	kWh/m ² год.	kWh/год.	kWh/год.
1. Отопление	73 036	60.2	165 722	162.6
2. Вентилация	0	0.0	0	0.0
3. БГВ	53 159	43.8	31 051	30.5
4. Вентилатори/помпи	1 938	1.6	1 626	1.6
5. Осветление	11 204	9.2	4 854	4.8
6. Разни	29 321	24.2	14 137	13.9
7. Охлаждане	0	0.0	0	0.0
Общо	168 658	138.9	217 390	213.3

При поддържане на нормативните параметри на температурата в различните помещения в блок 10 (осреднена температура за сградата 18.8 °C), общата енергийна консумация на обекта е 168 658 kWh/год. Енергията за отопление е 73 036 kWh/год., а електрическата енергия е 42 463 kWh/год. Топлинната енергия за БГВ е 53 159 kWh/год. Общото количество на топлинната енергия нужна на сградата е 126 195 kWh/год. Електрическата енергия за нуждите на абонатната станция, които са 1 938 kWh/год. се използват за работата на помпите за отопление и БГВ и разходите за тази енергия са за сметка на топлофикационното дружество. Общото количество на електрическата енергия за сметка на обитателите на сградата е 40 525 kWh/год.

При “нормализираното” енергийно състояние на блок 11, общото годишно потребление на енергия в обекта ще е 217 390 kWh/год. Енергията за отопление е 165 722 kWh/год., от които топлинната енергия е 110 482 kWh/год., а електрическата енергия е 55 240 kWh/год. Топлинната енергия за БГВ е 31 051 kWh/год. Общото количество на топлинната енергия необходима на сградата е 141 533 kWh/год.

Електрическата енергия за други нужди на сградата 20 617 kWh/год., от които 1 626 kWh/год. се използват за работата на помпите за отопление и БГВ и разходите за тази енергия са за сметка на топлофикационното дружество. Общото количество на електрическата енергия за сметка на обитателите на сградата 74 231 kWh/год.

На фигури 1а и 1б са представени графики на годишното разпределение на потреблението на енергия във всяка от сградите, копирани от софтуера ЕНСИ “Ключови стойности”. На графиките в първата колона е представено енергопотреблението при реалното енергийно състояние на сградите, а във втората и третата “нормализираното” енергопотребление. Ясно се наблюдава, че в блок № 10 енергията за отопление е редуцирана при “нормализирането” на енергопотреблението вследствие на преотопляване, а при блок № 11 “нормализираната” енергия за отопление се завишава вследствие на занижен температурен комфорт. При блок №10 вследствие на подобрените топлофизически характеристики на ограждащите елементи на сградата е осезаемо по-малък дялът на енергията за отопление спрямо цялото енергопотребление на сградата спрямо същото съотношение за блок №11.

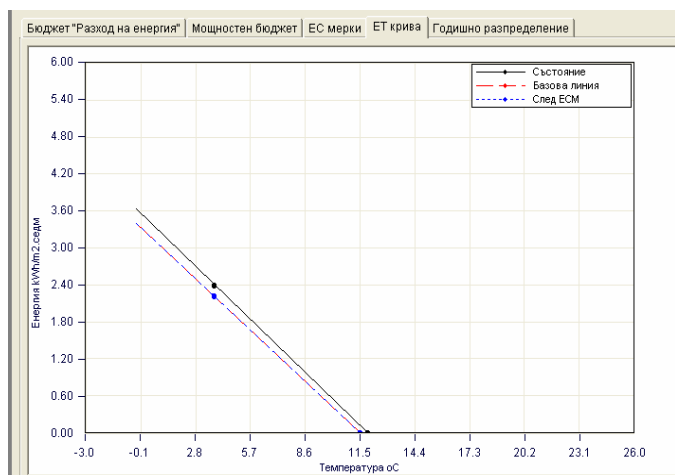


Фигура 1а. Годишно разпределение на енергопотреблението в Блок № 10

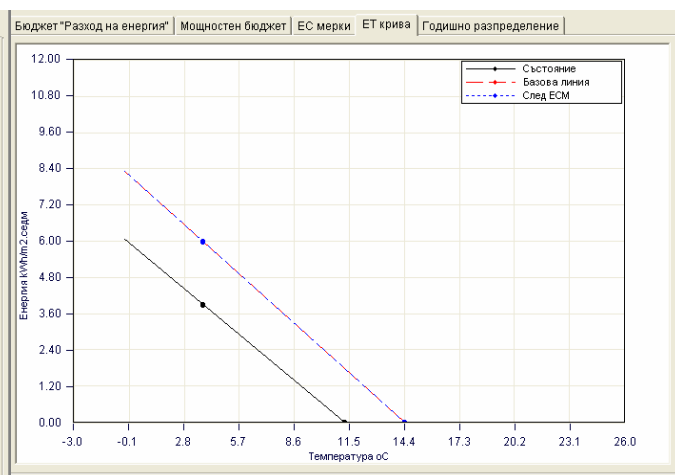
Фигура 1б. Годишно разпределение на енергопотреблението в Блок № 11

На фигури 2а и 2б са представени графики на кривите Енергия-Температура построени при моделирането със софтуера ЕНСИ “Ключови стойности”. По ординатата на графиките е представено седмичното специфично енергопотребление на сградите отнесено към отопляемата площ, а по абсисата външната температура на въздуха. “Нормализираното” енергопотребление е представено на графиката като “Базова линия”. В избраната точка, при външна температура от 3.8 °C, специфичното седмично енергопотребление на блок № 10 е 2.21 kWh/m², а на блок № 11 е значително по-висока 6.00 kWh/m².

Сравнение на енергийната ефективност на
Блок №10 и Блок №11 в ж.к. Захарна Фабрика, гр. София



Фигура 2а. ET-крива на Блок № 10



Фигура 2б. ET-крива на Блок № 11

Енергийни характеристики

Всички енергийни характеристики на сгради се определят при “нормализирано” енергопотребление. Енергийната характеристика за отопление се отнася до загуби през ограждащите елементи и от инфилтрация и загуби при производство и разпределение на топлинна енергия, както и до вътрешни топлопритоци.

Еталонните енергийни характеристики за блок 10 са определени съгласно чл. 19, ал. 2 на Наредба №18 за енергийните характеристики на сгради, тъй като сградата не попада като тип в групата от сгради с посочени еталонни стойности по ал. 4 на същия член. За сертификат А, енергийната характеристика за отопление на блок № 10 в кв. “Захарна Фабрика”, София трябва да не превишава 61.3 kWh/m²год. Тази стойност е определена при следните стойности на основните параметри на техническите норми: $U_{\text{стена}} = 0.56 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{прозорец}} = 2.65 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{покрив}} = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{под}} = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$, неорганизиран въздухообмен 0.5 h^{-1} и средна вътрешна температура $18.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Изискването за този сертификат към енергийната характеристика за БГВ е 55.0 kWh/m²год., а за вентилатори/помпи е 5.3 kWh/m²год.

Таблица 4. Енергийни характеристики на Блок № № 10,11 в кв. Захарна Фабрика, София

Енергийни характеристики	Сертификат А	Блок 10	Блок 11
Отопление и вентилация	61.4	60.2	162.6
Вентилация	-	-	-
БГВ	55.0	43.8	30.5
Вентилатори и помпи	5.3	1.6	1.6
Интегрирана характеристика	121.7	105.6	194.7

Именно енергийните характеристики на сградите са показателя за оценка на тяхната енергийна ефективност. Енергийната характеристика за отопление на блок 11 превишава чувствително тази на блок 10, 162.7 kWh/m²год. спрямо 60.2 kWh/m²год., което е показател за значително по-лошото енергийно поведение на

тази сграда по отношение на разхода на енергия за отопление. Специфичните енергийни характеристики за отопление, БГВ и вентилатори и помпи, както и интегрираната енергийна характеристика на блок № 10 в кв. “Захарна Фабрика”, София, отговарят на изискванията за сертификат А за енергийна ефективност, което определя блок 10, като високо енергийноефективна сграда.

Екологични характеристики

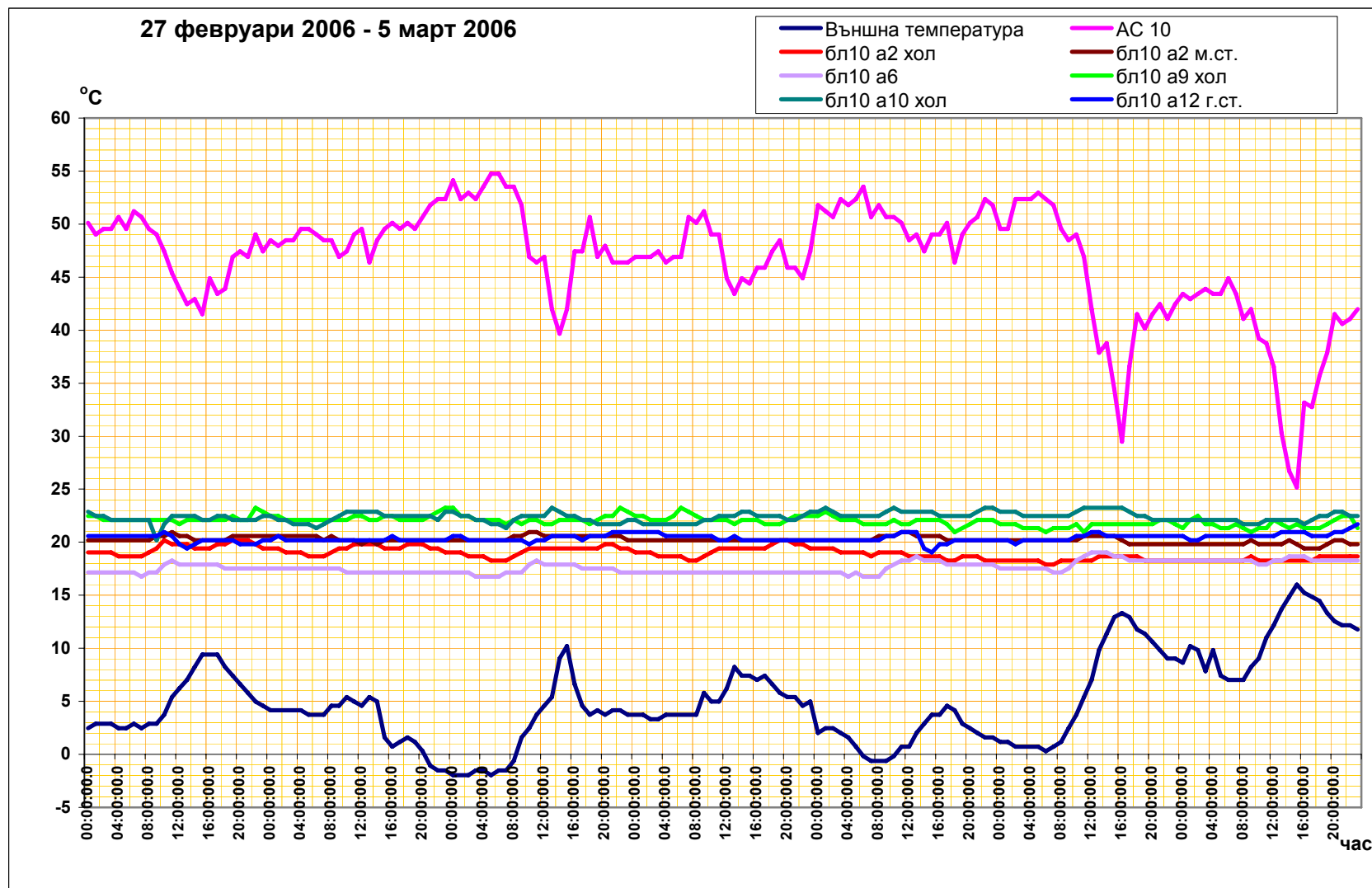
След приемането на националния план за действие по изменение на климата за изпълнение на задълженията на Република България по Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата и протокола от Киото, от съществено значение в проектите за енергийна ефективност е намаляването на емисиите от парникови газове в околната среда. Най-същественият дял в случая се пада на въглеродния диоксид (CO₂), емитиран при процеса на горене в топлофикационната централа и централите на НЕК при производството на електрическата енергия, която е консумирана в сградата.

Таблица 5. Емисии на CO₂ отделяни в атмосферата вследствие на енергопотреблението на двете сгради

Блок 10	Блок 11
121.3	193.9

Приложение 1

Графика П1.1. Измерени температури в блок 10



Графика П1.2. Измерени температури в блок 11

