

Изследване на показателите, характеризиращи битовото електропотребление в топлофициран жилищен район

Вяра Русева

Резюме: Битовите и обществени потребители заемат все по-голям дял в потреблението на електрическа енергия в България. След 2010 г. електрическата енергия, използвана от населението, надвишава 31 % от общата електрическа енергия, използвана в страната. Това налага да се провеждат периодични изследвания и да се актуализират данните, характеризиращи битовото електропотребление. В статията са представени данни за 2014 година за осреднени годишни и денонощни товарови графици за характерните периоди на годината на топлофицирани битови електропотребители. Определени са специфичните им показатели и е направено сравнение с аналогични данни за петнадесет годишен период.

Ключови думи: битово електропотребление, специфични показатели, товари

ВЪВЕДЕНИЕ

Битовите електропотребители в България съгласно [1] се разделят на три типични групи в зависимост от начина им на отопление. Една от тези типични групи жилища е жилища, отоплявани основно с друг вид енергия.

През последните години се промени характерът на битовото електропотребление по редица икономически, демографски и технически причини. Влияещите фактори върху електропотреблението на топлофицираните жилища са много, но определящите от тях са температурните условия, цените на електрическата и топлинната енергии и доходите на населението. Освен това през последните години се подобри топлинната изолация на жилищата и се използват енергоикономични уреди, енергиен клас А или АА. Всичко това налага да се провеждат периодични изследвания и да се дава актуална информация за основните показатели, характеризиращи битовото електропотребление. Те могат да се използват при проектиране и експлоатация на електрически мрежи, захранващи топлофицирани жилища.

Целта на статията е да се дадат данни за осреднени годишни и денонощни товарови графици за 2014 година и да се направи сравнение за петнадесет годишен период на специфичните показатели, характеризиращи битовото електропотребление на топлофициран жилищен район.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Като обект на експерименталното изследване е избран трафопост „Патлейна“, който е разположен в топлофициран жилищен район на гр. Русе. Обектът е бил изследван през 2000 г. и през 2005 г., като резултатите от тези изследвания са публикувани в [2, 3, 4, 5]. През този период трафопостът (ТП) е захранвал само жилищен блок „Вела Пискова“, в който има 99 жилища. Той представлява типична осем етажна панелна жилищна сграда, построена през 1977 година. През 2010 г. от трафопоста е захранена и новоизградена жилищна кооперация ЖК „ДАВ“ 1, в която, освен жилища, са разположени и няколко магазина, заведения за обществено хранене и офиси. Кооперацията е санирана и е със сравнително добра топлоизолация.

В ТП „Патлейна“ са монтирани два силови трансформатора от типа ТМ 400/10 с мощност по 400 kVA. От трафопоста има общо 5 кабелни извода на ниско напрежение за захранване на абонатите. Балансното измерване на електрическата енергия се извършва на страна ниско напрежение чрез два статични електромера от типа SMART. Те се захранват чрез токови трансформатори, съответно 800/5 А за единия и 500/5 А за другия трансформатор.

Получените резултати за товарите графици се отнасят за целия трафопост, а специфичните показатели са определени само за блок „Вела Пискова“, тъй като за него са извършени аналогични изследвания в предходни години и може да се направи сравнение на получените резултати.

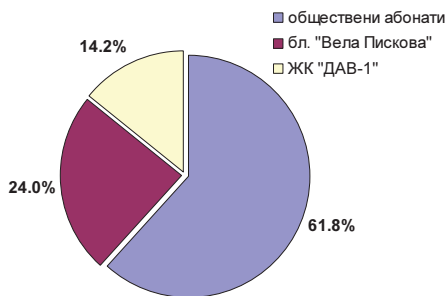
Таблица 1

Данни за абонатите, захранени от ТП „Патлейна“

ТП „Патлейна“					
Блок	Вход	Брой абонати, жилища/общо	Блок	Вход	Брой абонати, жилища/общо
ЖК „ДАВ“ 1	А	30/37	Блок „Вела Пискова“	А	17/19
	Б	31/42		Б	24/26
				В	16/18
				Г	24/26
			Д	18/20	
Общо		61/79	Общо		99/109

Данните за захранваните абонати от ТП „Патлейна“ са показани в табл. 1. В таблицата в числителя е посочен броят на всички захранвани жилища. В знаменателя е посочен общият брой на всички абонати, включително асансьори, стълбища, магазини и др. Общият брой на захранваните жилища е 160, а броят на всички абонати е 188. Обществените абонати (4 офиса и 6 абоната към средно инкасо) са малко на брой, но те консумират повече от половината годишна енергия – 61,8 %. На второ място по консумация са жилищата от блок „Вела Пискова“, а на трето – жилищата от ЖК „ДАВ-1“. Разпределението на годишната инкасирана електрическа енергия за ТП „Патлейна“ по видове абонати е показано на фиг.1 във вид на кръгова диаграма.

Изследване на годишни товари графици



Фиг. 1. Разпределение на годишната инкасирана електрическа енергия за ТП „Патлейна“ по видове абонати

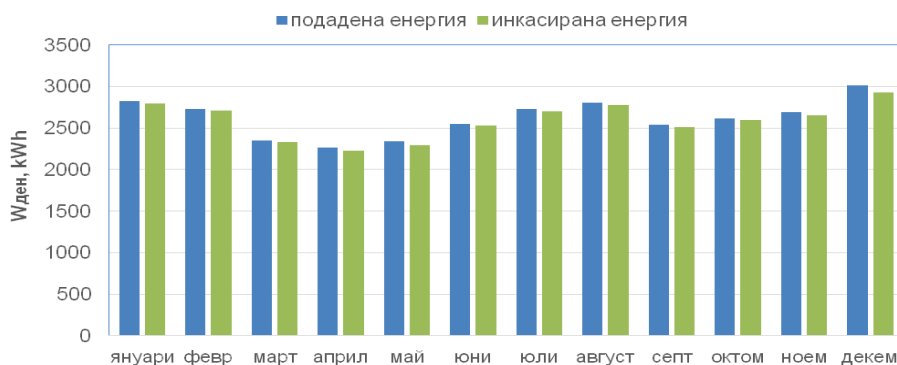
Методиката за съставяне на годишен товаров график е дадена в [2]. Продължителността на периодите на отчитане на електромерите на абонатите и този в трафопоста не съвпадат точно с броя на календарните дни за всеки месец. За да могат да се сравнят по-точно консумациите на енергия по месеци са пресметнати среднодневните стойности на подадената енергия, получена от данните записани от балансния електромер на трафопоста. Аналогични изчисления са направени и за инкасираната енергия, поотделно за трите групи абонати, и общо за трафопоста. Получените резултати са показани в табл.2. и по тези стойности е построена графиката на фиг.2.

Построените годишни товари графици показват, че годината може да се раздели на три периода. Първият е зимен период от месец декември до февруари, през който консумацията на електрическа енергия е най-голяма, което се дължи на по-голямата използваемост на осветлението и на частичното използване на електрическа енергия за отопление. Вторият е летен период от месец юли до август. През този период има интензивно използване на хладилници и на климатични уредби за охлаждане на помещенията. При този тип жилища има и трети преходен период, през който консумацията на електрическа енергия е най-малка. Този

Таблица 2.

Среднодневно потребление на ел. енергия за ТП "Патлейна"

Месец	Подадена енергия	Инкасирана енергия				Загуби
		обществени абонати	бл. "Вела Пискова"	бл. "ДАВ-1"	Общо	
			kWh	kWh		
януари	2818	1524	830	444	2797	0,74
февруари	2729	1599	720	390	2710	0,70
март	2347	1382	607	341	2330	0,73
април	2263	1365	539	319	2223	1,76
май	2337	1452	503	335	2290	2,01
юни	2549	1689	506	337	2532	0,70
юли	2723	1834	524	346	2703	0,75
август	2800	1801	562	408	2771	1,04
септември	2535	1672	519	317	2508	1,10
октомври	2615	1585	650	360	2595	0,74
ноември	2689	1554	708	390	2652	1,40
декември	3014	1752	763	415	2929	2,81
за 2014 г.	2620	1600	620	367	2588	1,22



Фиг.2. Среднодневно потребление на електрическа енергия за ТП „Патлейна“ по месеци през 2014 г.

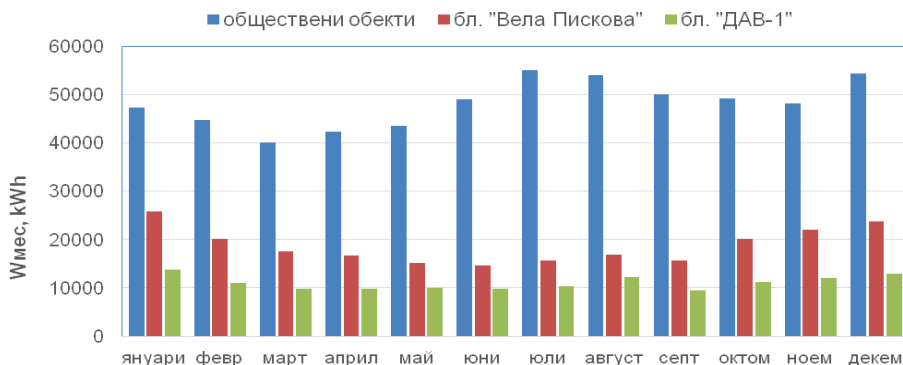
период е по-ясно изразен през пролетта от месец март до май, когато необходимата енергия за осветление е по-малко и не е необходима климатизация.

Изследване на денонощни товари графици

Използваните данните са от SMART система на Енерго-Про и са с период на дискретизация един час. Тъй като в годишен разрез има три характерни периода по отношение на електрическото натоварване: зимен, летен и преходен, са избрани три характерни месеца от 2014 г. (януари, юли и май), за които са построени и анализирани денонощни товари графици.

На фиг. 3 е показан годишният товаров график на инкасираната енергия от ТП „Патлейна“, разпределена по групи абонати. Вижда се, че характерът на графика се определя главно от групата с най-голямо потребление, и то преди всичко магазините и заведенията за обществено хранене. При жилищата има ясно изразен максимум през зимата (през най-студения месец януари) и след това потреблението плавно

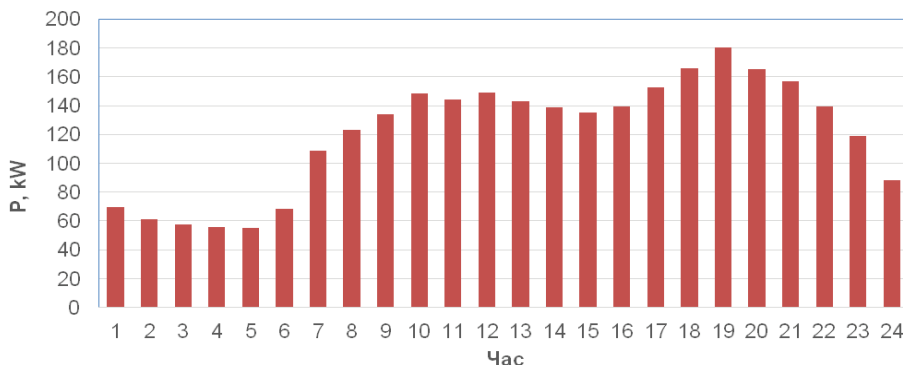
намалява. През юли и август има ново, макар и минимално увеличение, през септември следва спад, и след това плавно увеличение на потреблението към зимните месеци.



Фиг.3. Годишен товаров график на инкасираната енергия по групи абонати

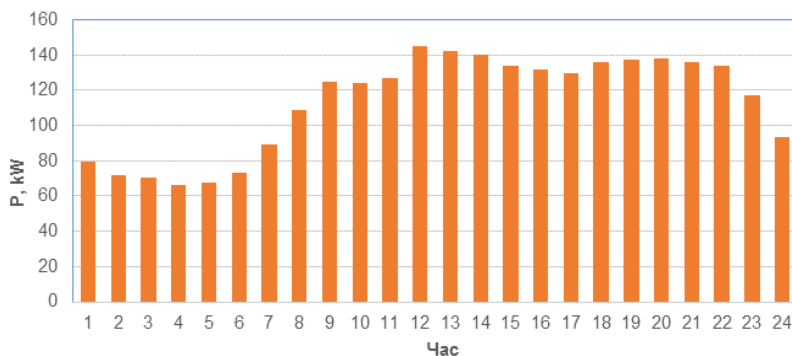
На фиг.4 е показан осреднен денонощен товаров график за зимен сезон – от 06.01. до 05.02.2014 г. Максималният среден товар е в 19 часа и съставлява 180,1 kW. Минималният среден товар е в 5 часа и съставлява 55,0 kW, т.е. 30,5 % от максималния товар. Абсолютният максимум на товара през изследвания период е в 19 часа на 30.01.2014 г. (четвъртък) и съставлява 219,3 kW. Абсолютният минимум на товара е в 4 часа на 19.01.2014 г. (неделя) и съставлява 39,9 kW.

За едно типично денонощие от средата на седмицата (21.01.2015 г. – сряда) е установено, че максимумът на товара е в 19,45 h и е равен на 158 kW, а минимумът на товара е в 2,15 h и съставлява 64 kW. Максималната реактивна мощност е 45 kVA_r, а средната стойност на фактора на мощността е 0,96.



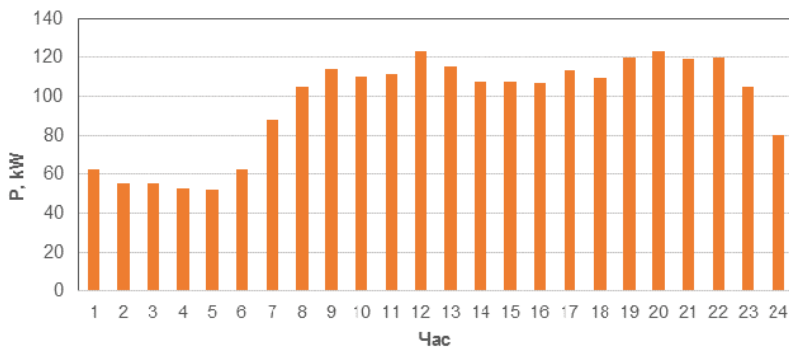
Фиг.4. Осреднен денонощен товаров график за зимен сезон (януари 2014 г.)

На фиг.5 е показан осреднен денонощен товаров график за летен сезон – от 03.07. до 02.08.2014 г. Максималният среден товар е в 12 часа и съставлява 145,0 kW. Минималният среден товар е в 4 часа и съставлява 65,9 kW, т.е. 45,5 % от максималния товар. Абсолютният максимум на товара през изследвания период е в 18 часа на 25.07.2014 г. (петък) и съставлява 173,8 kW. Абсолютният минимум на товара е в 4 часа на 26.07.2014 г. (събота) и съставлява 54,2 kW.



Фиг.5. Осреднен денонощен товаров график за летен сезон (юли 2014 г.)

На фиг.6 е показан осреднен денонощен товаров график за изследвания пролетен период от 05.05.2014 г. до 04.06.2014 г., с продължителност 30 дни. Максималният среден товар е в 12 часа (123,1 kW) и в 20 часа (122,9 kW). Най-натоварен е вечерният период от 19 до 22 часа. Минималният среден товар е в 5 часа и съставлява 51,5 kW, т.е. 41,9 % от максималния товар. Абсолютният максимум на товара през изследвания период е в 13 часа на 27.05.2014 г. (вторник) и съставлява 162,1 kW. Абсолютният минимум на товара е в 5 часа на 05.05.2014 г. (понеделник) и съставлява 38,4 kW.



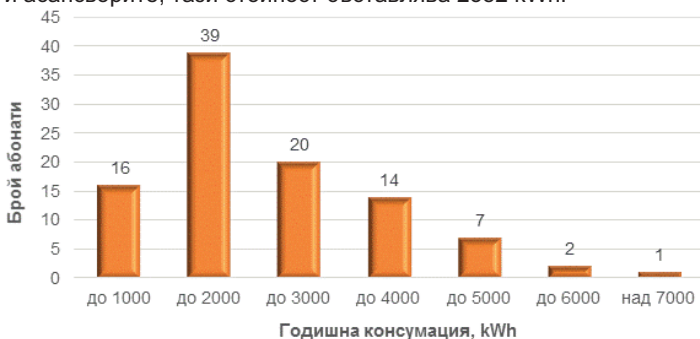
Фиг.6. Осреднен денонощен товаров график за пролетен сезон (май 2014 г.)

За определянето на специфичните показатели на електропотреблението са събрани необходимите данни и са обработени по методиката, описана в [4]. Използвани са данни за консумацията на електрическа енергия за всеки абонат по месеци за 2014 г. За целите на изследването, с всички обитатели на блока е проведена анкета, чрез която е установена площта на жилищата и броят живущи в тях.

В блок „Вела Пискова“ през 2014 г. са инкасирани общо 223888 kWh електрическа енергия. От тях 1963 kWh (0,9 % от общата енергия) са отчетени от електромерите за стълбища и мазета, и 8981 kWh (4,0 %) са използвани от асансьорите на петте входа. Останалите 212944 kWh (95,1 %) са използвани от 94 обитаеми жилища. Статистическата обработка е извършена само по данните за инкасираната енергия от жилищата.

На фиг.7. е показана хистограма на абонатите от бл. "В. Пискова", според годишната им консумация на електрическа енергия. От общо 99 жилища, 3 броя

имат нулева консумация, а 2 броя са със закрити партиди. Най-много са абонатите с годишна консумация между 1000 и 2000 kWh – общо 39 броя. Максималната годишна консумация на електрическа енергия от едно жилище е 7142 kWh. Още 2 жилища имат годишна консумация над 5000 kWh. Средногодишната консумация от едно обитаемо жилище е 2265 kWh, а с отчитане на енергията, използвана за стълбите и асансьорите, тази стойност съставлява 2382 kWh.



Фиг.7. Хистограма на абонатите от бл. "В. Пискова" според годишната консумация на електрическа енергия

В [5] е доказано, че основните фактори, които влияят върху консумацията на електрическа енергия, са броят живущи и площта на жилището. Затова е изследвана корелацията между годишната консумация и тези два фактора.

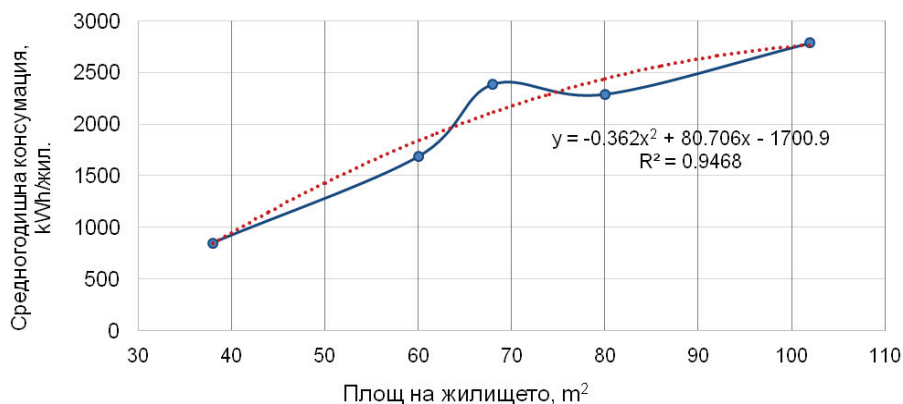
В табл.3. са представени данни за годишната консумирана електрическа енергия от обитаемите жилища, разпределена на групи, според площта на жилищата. Пресметнати са средногодишните електропотребления за едно жилище $W_{огж}$ и за единица жилищна площ $W_{огс}$.

Таблица 3.

Зависимост на годишната консумация на електрическа енергия от площта на жилището

Вид на жилището		Мярка	едност.	двуст.	двуст.+	трис.	четирист.	Общо
Площ на жилището	Sж	m ²	38	60	68	80	102	7468
Брой обитаеми жилища	n	брой	8	8	7	47	24	94
Средно годишно ел.потребление за едно жилище	Wогж	kWh/жил	850	1685	2387	2290	2787	2265
Средно годишно ел.потребление за единица жилищна площ	Wогс	kWh/m ²	22,4	28,1	35,1	28,6	27,3	28,3
Максимално годишно ел. потребление за едно жилище	Wгmax	kWh/жил	1548	2885	4202	5095	7142	7142
Минимално годишно ел. потребление за едно жилище	Wгmin	kWh/жил	253	120	1410	491	392	120

На фиг.8. е показана зависимостта на годишната консумация на електрическа енергия от площта на едно жилище. От получените резултати може да се констатира, че има ясно изразена положителна корелация между тези две величини. Апроксимиращата крива, получена като полином от втора степен, с достатъчна точност съответства на практическите данни.



Фиг.8. Зависимост на годишната консумация на електрическа енергия от площта на жилището

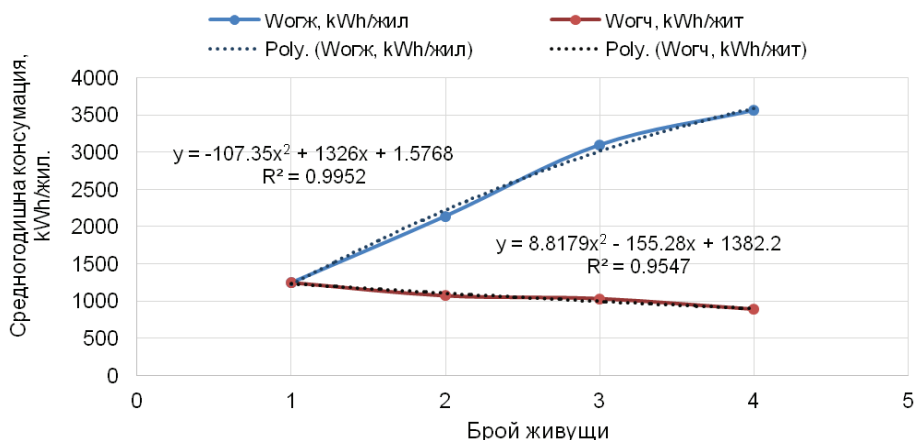
В табл.4. са представени данни за годишната консумирана електрическа енергия от обитаемите жилища, разпределена на групи, според броя на живущите в тези жилища. Пресметнати са средногодишните електропотребления за едно жилище $W_{огж}$ и за един жител (човек) $W_{огч}$. На фиг.9. е показана зависимостта на годишната консумация на електрическа енергия от броя живущи в едно жилище, както за жилището като цяло, така и за един жител. От получените резултати може да се констатира, че има ясно изразена положителна корелация между годишната консумацията за едно жилище и броя живущи, и по-слаба отрицателна корелация между годишната консумацията за един жител и броя живущи. Апроксимиращите криви, получени като полиноми от втора степен, с достатъчна точност съответстват на практическите данни.

Таблица 4.

Зависимост на годишната консумация на електрическа енергия от броя живущи в едно жилище

Брой живущи	N	Мярка						Общо
		бр./жил.	1	2	3	4	5	
Брой обитаеми жилища	n	брой	24	40	22	7	1	94
Средно годишно ел. потребление за едно жилище	$W_{огж}$	kWh/жил	1248	2141	3097	3560	2885	2265
Средно годишно ел. потребление за един жител (човек)	$W_{огч}$	kWh/жит	1248	1071	1032	890		1042
Максимално годишно ел. потребление за едно жилище	$W_{гmax}$	kWh/жил	4069	4917	5661	7142		
Минимално годишно ел. потребление за едно жилище	$W_{гmin}$	kWh/жил	120	765	918	1812		

В табл.5 са пресметнати специфичните показатели на електропотреблението за изследваните топлофицирани жилища. За сравнение са посочени аналогични данни от предходни изследвания [4, 5] през 2000 г. и през 2005 г. за същите жилища. Може да се констатира, че има трайна тенденция за намаляване на общия брой живущи и средния брой живущи в едно жилище. Причините за това са демографската криза, застаряването на населението и намаляване броя на децата. Броят на обитаемите жилища се запазва почти постоянен, тъй като наблюдаваният блок се намира в широкия център на гр. Русе.

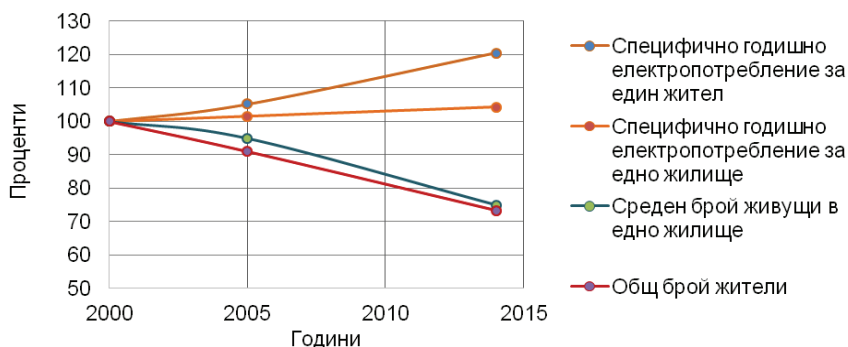


Фиг.9. Зависимост на годишната консумация на електрическа енергия от броя живущи в едно жилище

Таблица 5.

Специфични показатели на електропотреблението за топлофицирани жилища

Специфични показатели	Означение	2000 г.	2005 г.	2014 г.
Захранвани абонати, жилища/общо	n, бр.	99/109	99/109	99/109
Обитаеми жилища	n _о , бр.	96	92	94
Общ брой жители	N _о , бр.	277	252	203
Среден брой живущи в едно жилище	N, бр.	2,89	2,74	2,16
Специфично годишно ел. потребление за едно жилище	Wогж, kWh/жил	2286	2321	2382
Специфично годишно ел. потребление за един жител	Wогч, kWh/жит	916	963	1103



Фиг.10. Изменение на специфичните показатели на електропотреблението за топлофицирани жилища

На фиг.10. е показано изменението на специфичните показатели на електропотреблението за наблюдаваните жилища през изследвания 15 годишен период. Може да се констатира, че въпреки намаляването броя живущи, специфичното

годишно електропотребление за едно жилище бавно нараства, като за 15 години това нарастване е с 4,2 %. В по-голяма степен (с 20,4 % за 15 години) нараства специфичното годишно електропотребление за един жител.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получени са годишни и денонощни товарови графици на трафопост, захранващ топлофицирани жилища. От анализа на годишните товарови графици е установено, че годината се разделя на три характерни периода – зимен, летен и преходен и за тях са получени средните максимални и минимални електрически товари. Дадени са получените действителни абсолютни минимални и максимални електрически товари.

Получената зависимост на годишната консумация на електрическа енергия от площта на едно жилище показва, че има ясно изразена положителна корелация между тези две величини. Зависимостите на годишната консумация на електрическа енергия от броя живущи в едно жилище, както за жилището като цяло, така и за един жител показват, че има ясно изразена положителна корелация между годишната консумацията за едно жилище и броя живущи, и по-слаба отрицателна корелация между годишната консумацията за един жител и броя живущи.

От сравнението между специфичните показатели на електропотреблението за наблюдаваните жилища през изследвания 15 годишен период може да се констатира, че има трайна тенденция за намаляване на общия брой живущи и средния брой живущи в едно жилище. Причините за това са главно от демографски характер. Въпреки намаляването броя живущи, специфичното годишно електропотребление за едно жилище бавно нараства, като за 15 години това нарастване е с 4,2 %. В по-голяма степен (с 20,4 % за 15 години) нараства специфичното годишно електропотребление за един жител.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии, обн. ДВ, бр. 90 и 91 от 2004 г.

[2] Стефанов Ст., В. Русева, Л. Михайлов, Д. Николов, Изчислителни товари и годишни товарови графици на битови електропотребители, Енергетика, 3/4, 2001.

[3] Стефанов Ст., В. Русева, Л. Михайлов, Сравнителен анализ на денонощните товарови графици на битови електропотребители, Енергетика, 4, 2006.

[4] Стефанов Ст., В. Русева, Л. Михайлов Статистически показатели, характеризиращи битовото електропотребление, Енергетика, 4, 2003.

[5] Русева В., Тенденции в изменението на основните показатели, характеризиращи битовото електропотребление, Трудове на научна сесия на РУ „А. Кънчев“, 2006.

За контакти: доц. д-р инж. Вяра Русева, катедра “Електроснабдяване и електрообзавеждане”, Русенски университет “А. Кънчев”, Тел. 082 888 616; E-mail: vruseva@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран