

TYPICAL LOAD CHARTS OF HOUSEHOLD ELECTRICITY CONSUMERS ⁷

Assoc. Prof. Vyara Sabova Ruseva, PhD

Department of Electrical engineering, electronics and automation,
University of Ruse, Bulgaria
Tel.: +359 882 123 300
E-mail: vruseva@uni-ruse.bg

Abstract: *There are a lot of technical and economic reasons that have a continuous impact on the main indicators characterizing household electricity consumption. Therefore, it is necessary to have up-to-date information on typical load charts and their characteristic coefficients for typical groups of household electricity consumers. The obtained load schedules can be used in the design and operation of household electrical networks. They can also be used in modeling and forecasting household electricity consumption.*

Keywords: *household electricity load charts, specific indicators of household electricity*

ВЪВЕДЕНИЕ

Електропотреблението в битовия сектор непрекъснато се изменя под действието на редица фактори (Ruseva, V., 2007) и трябва периодично да се изследват неговите основни показатели.

Факторите с периодичен характер са годишен сезон, ден от седмицата и време в денонощието. Конкретните атмосферни условия в даден момент имат случаен характер и обуславят корелационния характер на товаровите графици (Коев К., Кр. Martev, L. Mihaylov, 2015). Фактори с детерминиран характер - от тях най-важният е степента на използване на електрическата енергия за отопление, следван от начина за нагряване на вода за битови нужди. Детерминирани фактори с относително по-малко, но постоянно значение са площта и строителния тип на жилището, положението му в населеното място и големината на населеното място. Детерминирани фактори със случайно изменение в дългогодишен период са цените на електрическата енергия и съотношението ѝ с цените на другите енергийни източници. Случайните фактори са свързани основно с броя и структурата на живущите в едно жилище и тяхното социално-икономическо положение

Съгласно действащата нормативна база (Ordinance No 3 on the electrical systems and power lines, 2004) битовите електропотребители могат да бъдат класифицирани в три типични групи. Най-голяма динамика има в режима на използване на електрическата енергия при абонатите, използващи електрическата енергия за отопление и нагряване на вода. При тях има един необходим минимум на консумацията на електрическа енергия, под който тя не може да се намали. Домакинствата масово търсят алтернативни начини за отопление, по-енергоефективни отоплителни уреди и системи и подобряване на топлинната изолация на жилищата.

Отчитането на консумираната електрическа енергия на почти всички абонати става със статични електромери, които са изнесени. Това е сериозна предпоставка за намаляване на кражбите на електрическа енергия.

Изброените причини оказват влияние върху основните показатели, характеризиращи битовото електропотребление и затова те трябва да се изследват и анализират.

Целта на работата е да се получат и изследват типови товарови графици за типичните групи битови електропотребители, които могат да се използват при проектирането, експлоатацията и прогнозирането на битовото електропотребление.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Обект и методика на изследването

⁷ Докладът е представен на заседание на секция 3.1 на 29 октомври 2021 с оригинално заглавие на български език: ТИПИЧНИ ТОВАРОВИ ГРАФИЦИ НА БИТОВИ ЕЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛИ

Обект на изследването са три трафопоста и захранваните от тях жилища, намиращи се в Русенска област, основните данни за които са дадени в (Ruseva, V., 2020). Изследването на електропотреблението за тези три трафопоста се извършва над 15 години.

За жилищата от първа група се изследват 4 входа от нетоплофициран панелен жилищен блок, които се захранват от един, избран за представителен, трафопост ТП110. Всички абонатни електромери са статични. Балансовото измерване се извършва на страна ниско напрежение, чрез два статични електромера от тип MT-830-T1A42R56S53 E1-M3K03Z4 3x58/100V...220/380V, 1(6)A, 50Hz на Iskra Emeco.

За жилищата от втора група се изследва топлофициран панелен жилищен блок, който се захранва от един, избран за представителен, трафопост ТП "Патлейна". От 2010 г. от този трафопост е захранена новоизградена жилищна кооперация ЖК „ДАВ“ 1, в която освен жилищата са разположени няколко магазина, заведения за обществено хранене и офиси. Кооперацията е санирана и е с много добра топлоизолация. Абонатните електромери също са статични. Балансовото измерване се извършва чрез два статични електромери от типа СМАРТ, които се отчитат дистанционно и позволяват получаване на денонощни товари графици.

За жилищата от трета група се изследват еднофамилни жилища, намиращи се в селски район, които се захранват от избрания за представителен трафопост ТП4. При тях абонатните електромери са изнесени и разположени в електрически табла, които са монтирани на електрическите стълбове. Използваните абонатни електромери са статични. Измерването се извършва от електромер тип MT830-T1A42R56S53-E1-M3K03Z4 3x58/100V...220/380V, 1(6)A, 50Hz на Iskra Emeco.

Получените данни за товарите графици са статистически обработени по методиката дадена в (Ruseva, V., 2020). Резултатите се дават поотделно за работни и почивни дни, тъй като е статистически доказано, че товарът през работните дни съществено се различава от този през почивните дни.

Резултати от изследването

Получените резултати за усреднените денонощни товари графици могат да бъдат използвани като типови шаблони при проектиране. За целта, средната стойност на мощността за всеки интервал е определена в относителни единици (в проценти спрямо мощността за най-натоварения интервал от денонощието, която е приета за 100 %). За да бъдат сравними резултатите с тези в (Stefanov St., V. Ruseva, L. Mihaylov, D. Nikolov., 2000; Ruseva, V., 2007), мощностите са усреднени за един час и получените резултати са показани в табл. 1. В същата таблица са дадени стойностите за коефициента на запълване, който представлява отношението на средно денонощната към максималната мощност.

На фиг. 1...4 са показани усреднените денонощни товари графици за жилищата с преобладаващо електрическо отопление, като е направено сравнение с аналогичните данни получени през 2005 г. за характерните периоди от годината, поотделно за работни и почивни дни.

За сравнение между абсолютните стойности на товарите е определен коефициентът на сезонност, който представлява отношение между действителните стойности на максималните товари за летен и за зимен сезон. Показани са и аналогични резултати за коефициента на сезонност за 2005 г. (табл. 2).

Анализ на резултатите

Анализът на получените резултати показва, че най-голяма промяна във формата на типовите товари графици за 2019 г. има при жилищата със значително електрическо отопление, за зимен сезон, които са показани на фиг. 1 и фиг. 2. Промяна има и в типовите товари графици през летния сезон, като тя е по-голяма за почивните дни (фиг. 4).

Таблица 1.

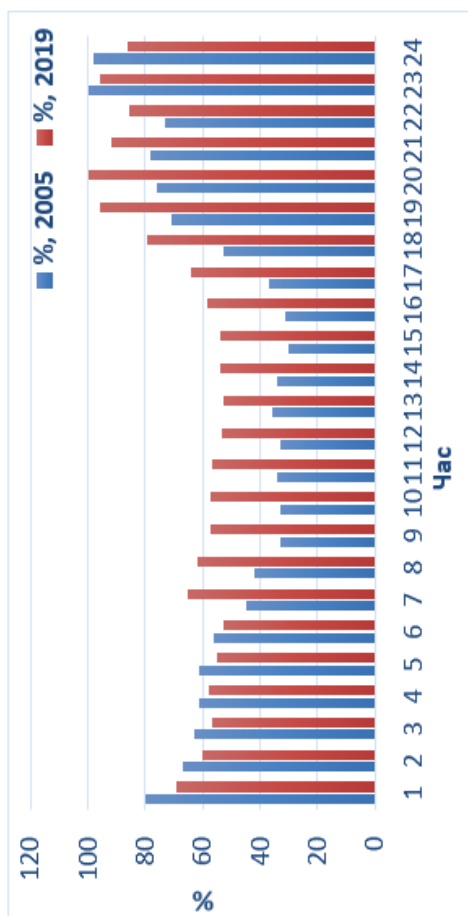
Типови денонощни товарови графици на битови електропотребители
по основни групи жилища, за характерните периоди на годината

Група жилища	Годи-щен сезон	Ден	Процент от мощността за най-натоварения час от денонощието																								Коеф. на запълване
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1. Жилища с електрическо отопление	Лято	Раб	61,8	44,7	38,5	35,6	36,5	39,6	58,4	53,0	44,0	46,1	44,4	41,8	43,6	42,8	44,6	44,0	49,8	65,9	95,8	100	98,7	94,7	95,3	88,0	0,59
		Поч	71,1	53,1	42,2	39,9	35,8	35,8	36,5	44,7	60,6	73,4	77,5	81,5	74,9	70,5	67,5	69,9	72,3	86,5	100	100	96,6	89,9	90,2	87,3	0,67
	Зима	Раб	69,3	60,0	56,7	58,1	55,3	52,7	65,2	61,7	57,1	57,2	56,8	53,1	52,7	53,7	54,2	58,6	64,0	79,2	96,0	100	91,7	85,7	95,8	86,4	0,68
		Поч	74,9	64,5	60,8	58,2	53,6	49,7	48,8	56,5	68,5	79,0	84,7	85,7	82,4	80,0	79,5	80,2	85,2	97,5	100	96,4	90,0	83,2	98,6	89,9	0,71
2. Топло-фицирани жилища	Лято	Раб	52,4	48,2	47,8	44,9	45,9	49,9	63,1	75,1	83,2	82,7	85,2	100	99,4	95,9	89,8	88,1	88,7	92,5	94,2	95,0	93,8	91,8	79,3	63,0	0,77
		Поч	61,7	54,1	50,7	47,1	48,1	52,7	57,0	74,5	92,1	92,8	93,9	100	94,2	99,1	99,2	98,6	92,2	96,6	96,8	96,1	95,1	94,1	85,5	67,7	0,81
	Зима	Раб	37,5	33,5	32,2	31,3	30,7	40,1	65,4	71,7	73,1	81,3	76,9	79,8	78,6	74,9	74,1	75,5	82,5	90,2	100	91,8	86,9	77,2	66,0	48,7	0,67
		Поч	42,3	36,5	31,8	30,0	30,8	34,1	47,8	60,5	79,7	87,1	89,3	91,1	81,3	81,9	80,8	81,4	91,9	97,6	100	92,6	87,2	78,5	68,1	50,4	0,69
3. Едно-фамилни жилища	Лято	Раб	66,1	50,4	49,5	50,2	49,5	53,0	67,8	73,8	71,7	67,9	66,1	70,5	77,3	69,5	65,0	72,2	69,9	73,6	79,9	79,5	82,0	86,2	95,1	100	0,70
		Поч	70,5	57,0	48,8	50,7	48,6	51,3	64,5	70,9	72,9	72,2	90,3	88,0	94,3	88,2	82,3	83,7	82,3	81,1	80,9	89,5	86,0	93,8	100	97,5	0,77
	Зима	Раб	51,8	49,4	47,8	46,8	45,6	64,1	73,9	77,4	95,9	83,6	77,7	80,3	78,6	66,8	59,2	67,7	76,3	100	96,3	93,1	86,2	84,1	80,2	62,3	0,72
		Поч	51,4	43,4	39,9	40,3	45,4	56,5	55,9	57,2	82,8	80,0	71,4	81,4	77,0	71,9	69,6	75,1	77,0	100	93,2	92,0	79,3	74,5	74,7	54,9	0,68

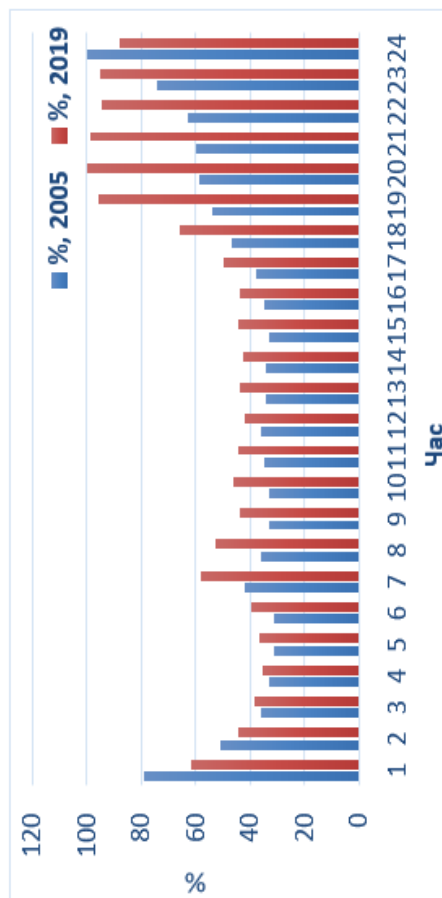
Таблица 2.

Коефициент на сезонност

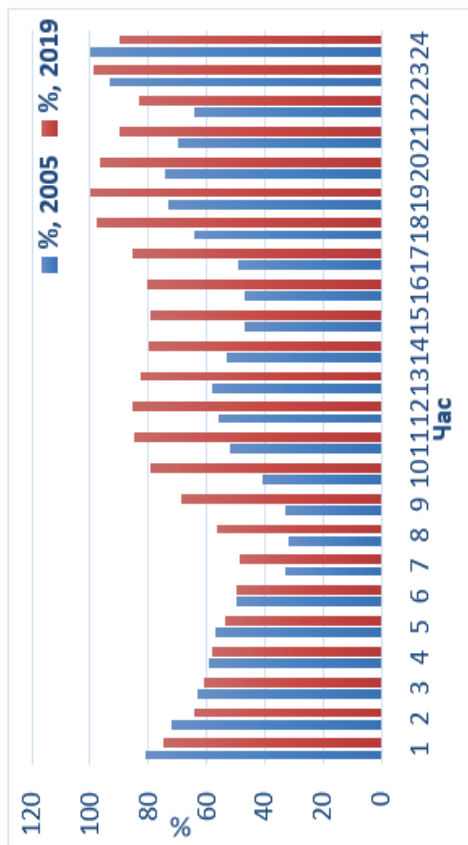
коэффициент на съобразност					
Година		2005 г.		2019 г.	
Група жилища		Работен ден	Почивен ден	Работен ден	Почивен ден
Първа		0,59	0,52	0,60	0,58
Втора		0,69	0,66	0,79	0,79
Трета		0,72	0,81	0,89	0,68



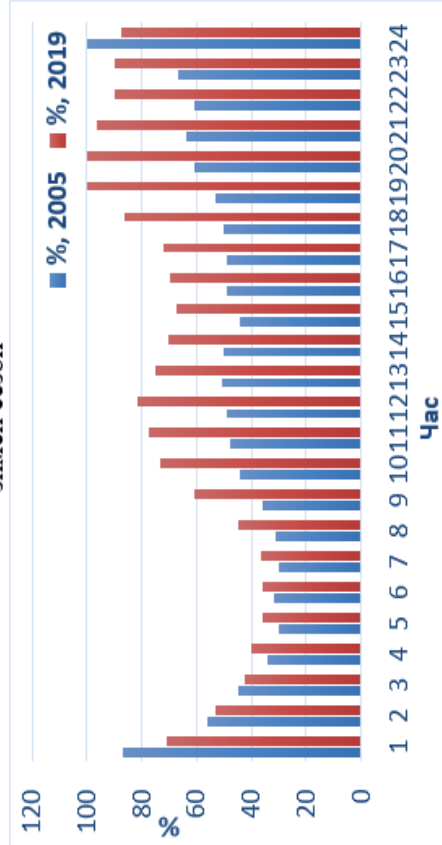
Фиг. 1. Осреднени денонощни товарови графици в относителни единици за работен ден в нетоплофициран жилищен район за зимен сезон



Фиг. 3. Осреднени денонощни товарови графици в относителни единици за работен ден на ТП110 в нетоплофициран жилищен район за летен сезон



Фиг. 2. Осреднени денонощни товарови графици в относителни единици за почивен ден в нетоплофициран жилищен район за зимен сезон



Фиг. 4. Осреднени денонощни товарови графици в относителни единици за почивен ден на ТП110 в нетоплофициран жилищен район за летен сезон

През дневната част от денонощието за зимен работен и почивен ден се наблюдава увеличаване на натоварването с над 1,5 пъти. Причините за посочената промяна се обясняват с използването на нови ефективни отоплителни източници с терморегулатори. През нощта има незначително намаляване в натоварването. Максималните товари за зимен работен ден през 2019 г. са в периода от 19 до 21 часа, а за зимен почивен ден са от 18 до 21 часа. Наблюдава се и втори максимум в периода от 23 до 24 часа, който се дължи на използването на уреди, които се включват след като започне нощната тарифна зона.

През дневната част от денонощието за летен работен и почивен ден също има увеличаване на товара, което е по-голямо през почивните дни. Повишената консумация на електрическа енергия през летния сезон е свързана с климатизацията на жилищата. Максималните товари за 2019 г. за летен работен и почивен ден са в периода от 19 до 22 часа. За летен почивен ден се наблюдава втори максимум от 11 до 13 часа.

При топлофицираните жилища също се наблюдава съществена промяна в типовите товарови графици. Има увеличаване на натоварването през дневната част от денонощието, което е най-голямо за зимен работен ден и е 1,57 пъти. За зимен почивен ден увеличението е по-малко – 1,27. През нощта почти няма промяна в натоварването. Повишената консумация на електрическа енергия се обяснява с отказа на абонати от топлофицирането на жилищата им. Освен това непрекъснато нараства броят и вида на използваните електроуреди. Максималния товар за зимен работен ден през 2019 година е в периода от 18 до 21 часа, а за зимен почивен ден е в периода от 17 до 21 часа. През почивните дни има и втори максимум в периода от 11 до 13 часа.

През дневната част от денонощието за летния сезон също се наблюдава увеличаване на натоварването, като за работните дни е 1,4. За почивните дни увеличението е по-малко – 1,26. Както и при нетоплофицираните жилища, повишената консумация през летния сезон е свързана с климатизацията. Максималния товар за 2019 г. за летен работен ден е в периода от 12 до 14 часа. За летен почивен ден максималният товар е около 12 часа, а товаровия график в голяма степен е равномерен.

При жилищата с комбинирано отопление, намиращи се малко населено място промяната в типовите товарови графици е най-малка в сравнение с другите две типични групи битови електропотребители. Наблюдава се незначително увеличение на натоварването през дневната част от денонощието, което за зимен работен ден и е 1,24 пъти. За зимен почивен ден увеличението е 1,17. Причините са свързани с начина за отопление, като се увеличава делът на използваната електрическа енергия. Максималните товари за зимен работен и почивен ден през 2019 година са в периода от 18 до 20 часа.

През летен работен ден почти няма разлика в типовите товарови графици за 2005 и 2019 г. Има незначително увеличение на натоварването за летен почивен ден и то е 1,25. Максималният товар за 2019 г. през работните и почивните дни е в периода от 22 до 24 часа. През почивните дни има и втори максимум в периода от 11 до 14 часа.

От табл. 2 се вижда, че най-голяма промяна в коефициента на сезонност при жилищата с комбинирано отопление, намиращи се малко населено място. Това показва, че има изравняване на годишните товарови графици.

Получените типови товарови графици могат да се използват при проектирането и експлоатацията на битовите електрически мрежи и при моделиране и прогнозиране на битовото електропотребление (Paatero, J. V., and Lund, P. D., 2006). Получените в табл. 1 проценти от мощността за най-натоварения час от денонощието, могат да се използват за моделиране на денонощни товарови графици на произволна група разнородни битови електропотребители за бъдещ период. Те могат да се използват и като изходни данни при определянето на прогнозната консумация на електрическа енергия и денонощната използваемост на максималния товар.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получени са типови денонощни товарови графици на битови електропотребители по основни групи жилища, за характерните периоди на годината потделно за работни и почивни дни и е изчислен коефициентът на сезонност.

Направен е анализ на типовите товари графици за типични групи жилища за 2005 и 2019 г. Посочени са причините, поради които има промяна в типовите товари графици. Установени са периодите с максимално натоварване.

Сравнението между стойностите на коефициентите на сезонност показва, че най-голяма промяна има в коефициента на сезонност при жилищата с комбинирано отопление, намиращи се малко населено място. Има изравняване на годишните им товари графици.

Получените типови товари графици могат да се използват при проектирането и експлоатацията на битовите електрически мрежи и при моделиране и прогнозиране на битовото електропотребление.

REFERENCES

Koev K., Kr. Martev, L. Mihaylov. (2015). Study of household electricity consumption for the summer season. Scientific works of the University of Ruse, item 54, p.3.1. pp.50-54, ISSN 1311-3321

Ordinance No 3 on the electrical systems and power lines. (2004). Sofia, Balkanpress, p. 542.

Paatero, J. V., and Lund, P. D. (2006). A model for generating household electricity load profile. Int. J. Energy Res 30, 273–290. doi:10.1002/er.1136

Ruseva, V. (2007). Modification of the standard load schedules of household electricity consumers.// Electrical Engineering and Electronics, 2007, issue 3-4, pp. 90-95, ISSN 0861-4717

Ruseva, V. (2020). Analysis of household electricity consumption in Bulgaria, Monograph, Ruse, Academic Publishing House of the University of Ruse "Angel Kanchev", p. 110, ISBN 978-954-712-824-8

Stefanov St., V. Ruseva, L. Mihaylov, D. Nikolov. (2000). Typical load schedules for household electricity consumers. In: Energy Forum, NEK, NTS, Varna, p. 248 ... 251, ISSN 2367-6728