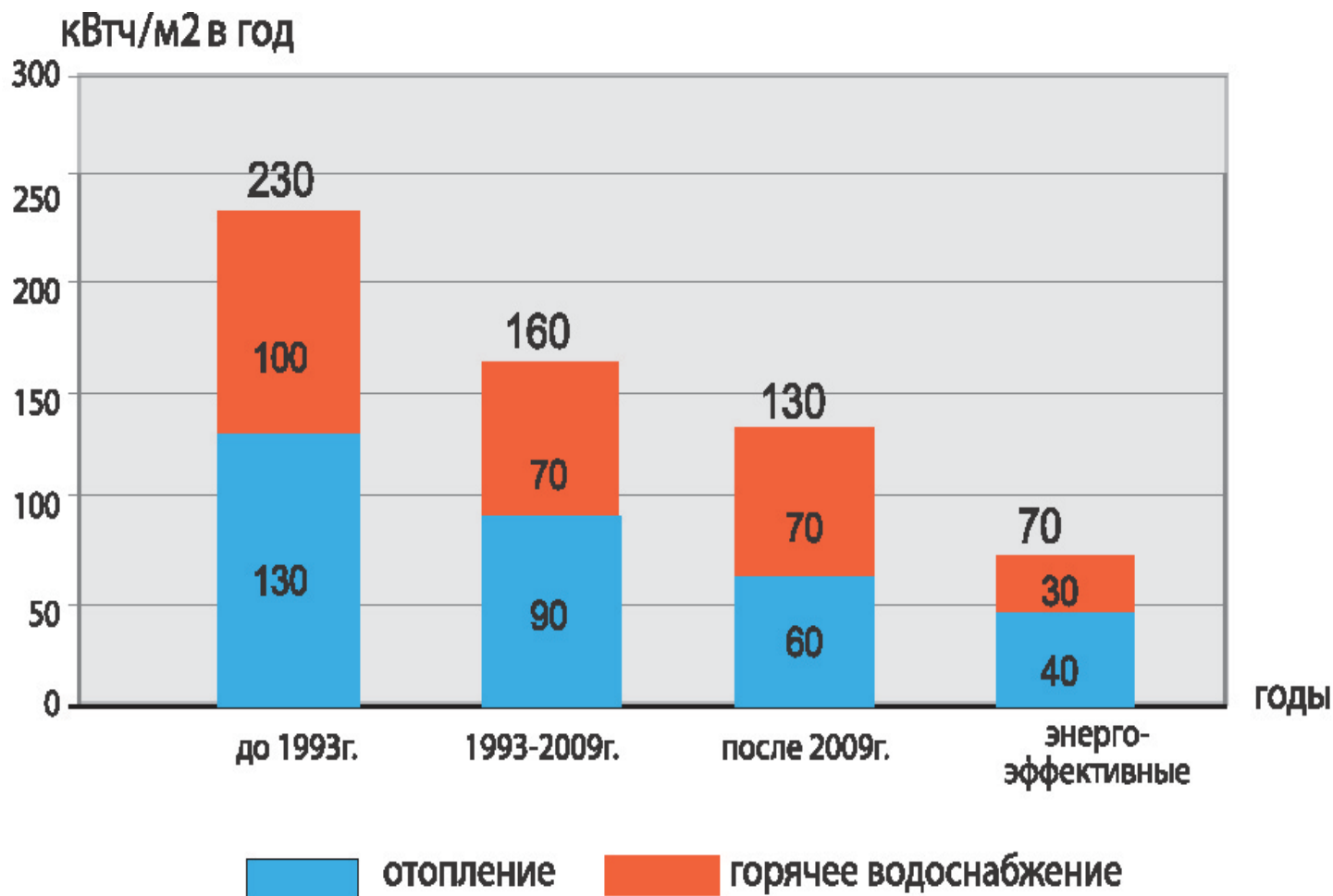


Интегральные характеристики зданий

Леонид Николаевич Данилевский
первый заместитель директора,
национальный эксперт
ПРООН/ГЭФ

Суммарные удельные (на 1м²) годовые расходы тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение жилых зданий в Республике Беларусь



**Нормативное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций согласно
ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» для
проектируемых зданий**

(до 01.07.2009)

(после 01.07.2009)

Ограждающие конструкции	Нормативное сопротивление теплопередаче $R_{т.норм}$, м ² ·°С/Вт
Строительство	
Наружные стены крупнопанельных, окасно-панельных и объемно-рачков зданий	2,5
Наружные стены монолитных зданий	2,2
Наружные стены из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т.п.)	2,0
Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия (кроме теплых чердаков) и перекрытия над проездами	3,0
Покрытия теплых чердаков	По расчету, обеспечение между температурой температурой помещения последние не более 2 °С
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями	По расчету, обеспечение между температурой температурой воздуха первого этажа не более :
Заполнения световых проемов	0,6

Ограждающие конструкции	Нормативное сопротивление теплопередаче $R_{т.норм}$, м ² ·°С/Вт
Жилые и общественные здания	
А Строительство, реконструкция, модернизация	
Наружные стены зданий	3,2
Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия и перекрытия над проездами	6,0
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями	2,5
Заполнения световых проемов	1,0
Перекрытия над техническими подпольями, ограждающие конструкции технических подпольий	По расчету, из условия обеспечения перепада между температурой пола и температурой воздуха помещений первого этажа не более 0,8 °С и отсутствия конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций
Перекрытия между теплым чердаком и помещениями последнего этажа, ограждающие конструкции теплых чердаков	По расчету, из условия обеспечения перепада между температурой потолка и температурой воздуха помещений последнего этажа не более 0,8 °С и отсутствия конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций

* - проект Изменения № 4 ТКП 45-2.04-43-2006

Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии за отопительный период на отопление и вентиляцию жилых зданий кВтч/м² (МДж/м²)

Этажность здания	Витебск		Минск		Гродно		Могилев		Брест		Гомель	
	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум
1..3	108	(388)	96	(346)	88	(315)	101	(364)	79	(283)	92	(329)
4	65	(232)	55	(198)	50	(179)	58	(210)	44	(158)	52	(189)
5	63	(226)	53	(191)	49	(175)	57	(205)	43	(154)	51	(185)
6	62	(220)	51	(184)	47	(168)	55	(198)	42	(150)	50	(178)
7	59	(213)	50	(180)	45	(162)	53	(191)	40	(144)	48	(171)
9	58	(210)	49	(176)	44	(158)	52	(187)	39	(140)	47	(168)
12	57	(206)	48	(173)	43	(155)	51	(183)	38	(137)	46	(165) »

Классы жилых и общественных зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию

Обозначение класса	Наименование класса здания по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию		Отклонение (« + » или « - ») значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормативных значений, установленных в таблице 2 , %
A+	<i>Очень высокий*</i>		от - 30 до -100
A			От - 20 до -30 включительно
B	<i>Высокий</i>		От - 10 до -20 включительно
C	<i>Нормальный</i>		От + 10 до - 10 включительно
D	<i>Пониженный</i>	От +10 до + 50 включительно	
E	<i>Низкий</i>	От +50 до + 125 включительно	
G	<i>Очень низкий</i>	Более + 125	

**Усредненные удельные бытовые тепловыделения в жилых домах
серий 90, 464, с газовыми плитами для приготовления пищи**

Группа дома	Год постройки	Тепловые выделения, Вт/чел.			Суммарная величина бытовых тепловыделений	
		От электр.	От газ.	От чел.	Вт/чел	Вт/м2
Серия 90	до 1995	52,14	35	47	134,14	6,30
	1995 -2003	54,32	35	47	136,32	6,20
Серия 464	до 1995	48,90	35	47	130,90	6,00
Среднее значение		51,79	35	47	133,79	6,17

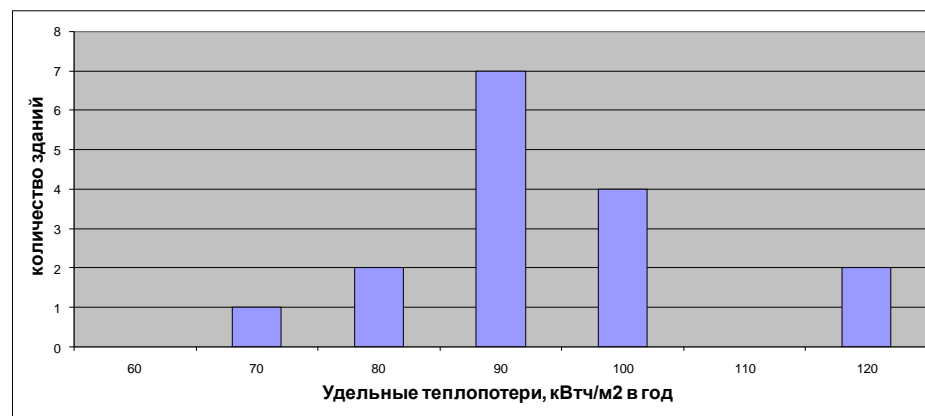
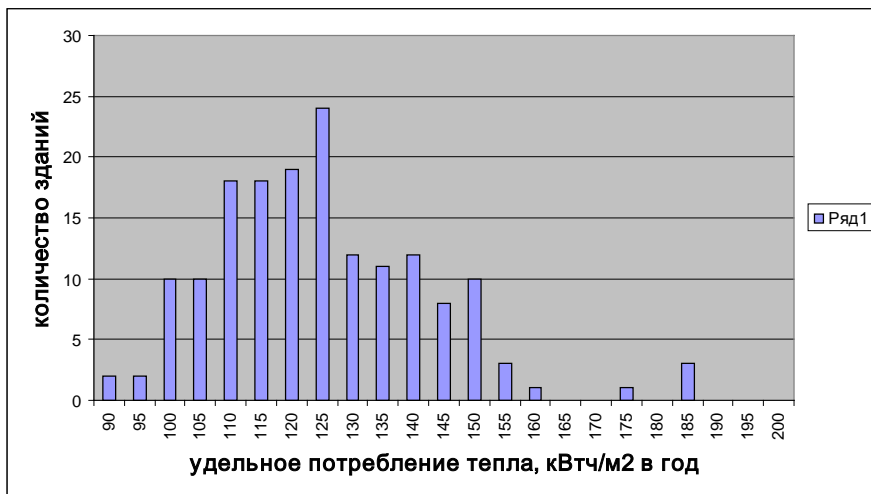
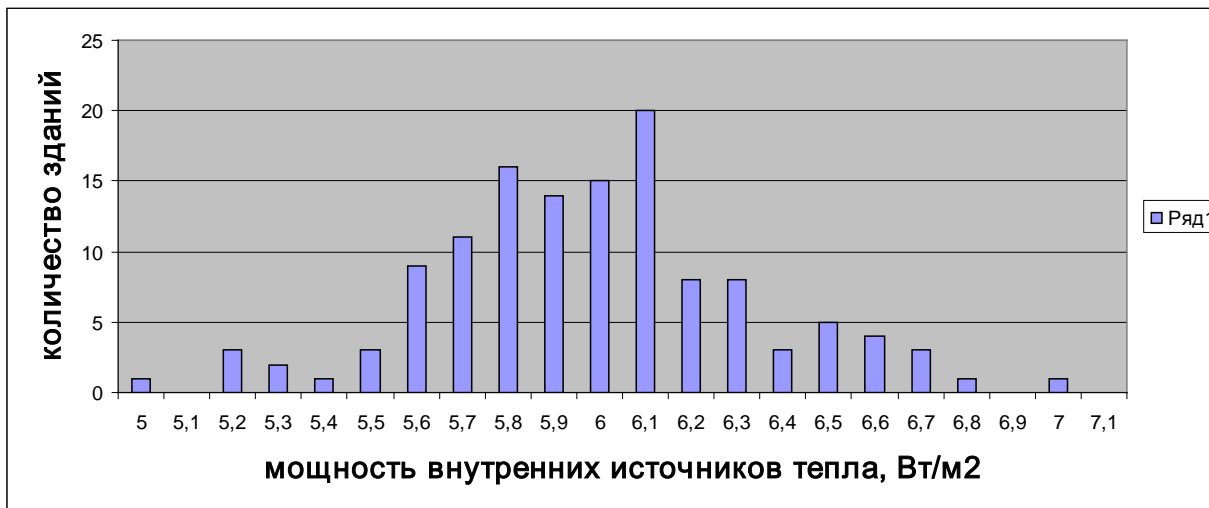
Усредненные удельные бытовые тепловыделения в жилых домах серий 90, 464, с электрическими плитами для приготовления пищи

Группа дома	Год постройки	Тепловые выделения, Вт/чел.			Суммарная величина бытовых тепловыделений	
		От электр.	От газ.	От чел.	Вт/чел	Вт/м ²
Серия 90	до 1995	85,44	-	47	132,44	5,2
	1995 -2003	80,58	-	47	127,58	5,0
Среднее значение		83,01	-	47	130,01	5,1

**Усредненные удельные бытовые тепловыделения в жилых домах с учетом
полотенцесушителя**

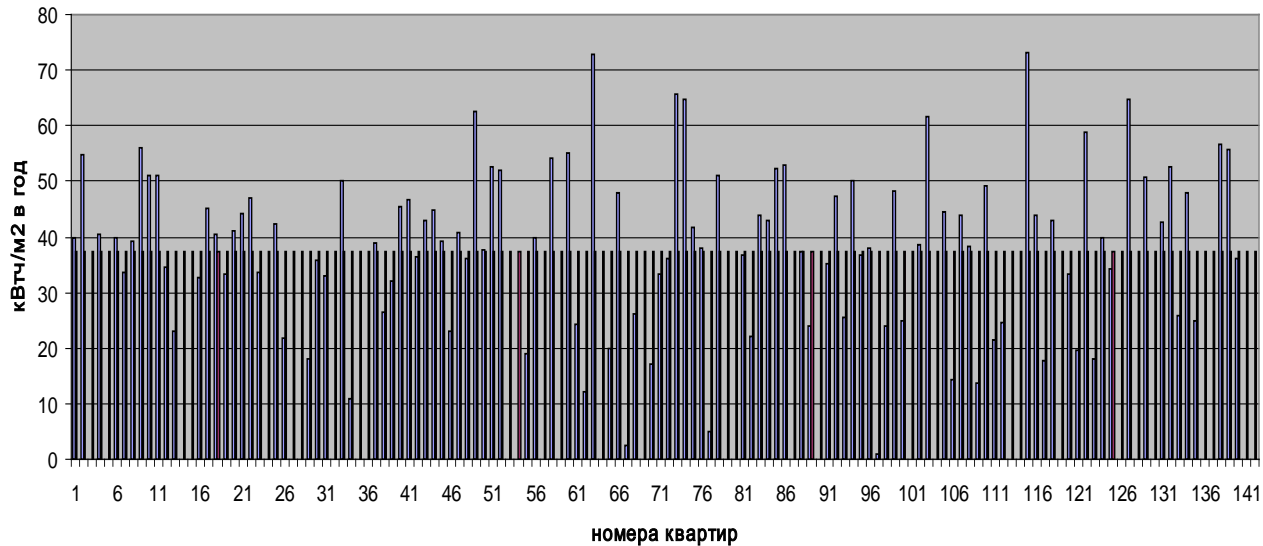
Для зданий с естественной вентиляцией		Для зданий с принудительной приточно-вытяжной системой вентиляции с рекуперацией тепла		Вклад полотенцесушителя	
133,79	6,17	190,03	8,94	56,24	2,74

Теплоэнергетические характеристики зданий: удельная мощность внутренних источников тепла; удельный расход тепла на отопление зданий старого жилого фонда и новых зданий



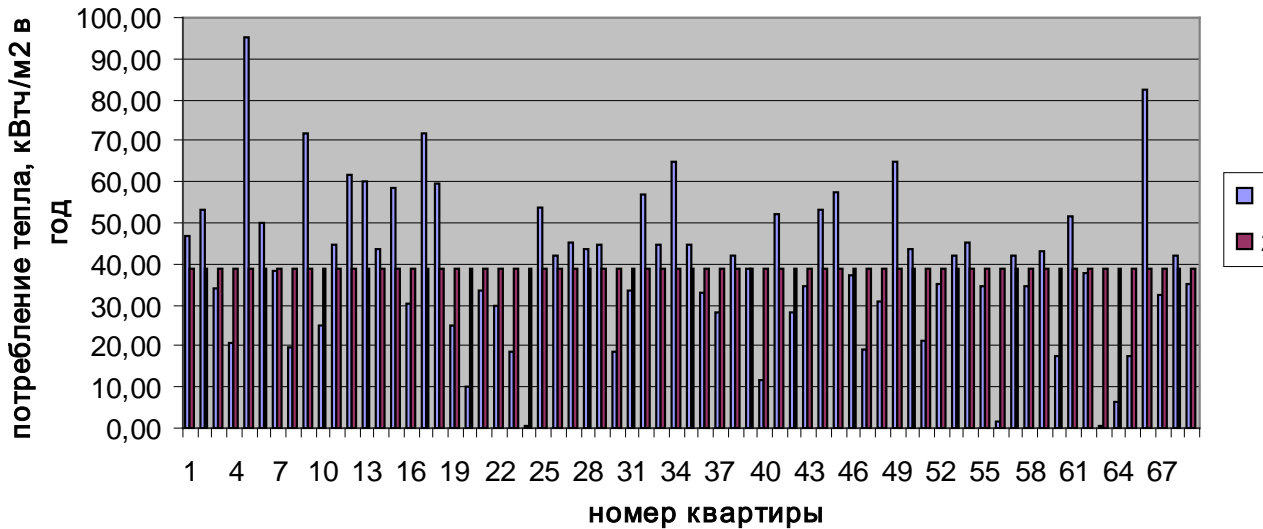
Удельное потребление тепла в квартирах, кВтч/м² в год

Удельное потребление тепла в квартирах и средний уровень в сезоне 2009-2010 гг.



Минск,
Притыцкого, 107
2009 -2010 гг.

1 - квартиры;
2 - среднее значение



г. Гродно.
2010-2011 гг

Удельная отопительная характеристика,
класс зданий С Вт/(м²*К)

$$e=q/(\text{ГСОП}*0,024)$$

Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1,071429	1,052632	1,062802	1,052083	1,061828	1,064815
0,644841	0,60307	0,603865	0,604167	0,591398	0,601852
0,625	0,58114	0,591787	0,59375	0,577957	0,590278
0,615079	0,559211	0,567633	0,572917	0,564516	0,578704
0,585317	0,548246	0,543478	0,552083	0,537634	0,555556
0,575397	0,537281	0,531401	0,541667	0,524194	0,543981
0,565476	0,526316	0,519324	0,53125	0,510753	0,532407

Удельная отопительная характеристика, класс зданий D Вт/(м²*К)

Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1,607143	1,578947	1,594203	1,578125	1,592742	1,597222
0,967262	0,904605	0,905797	0,90625	0,887097	0,902778
0,9375	0,871711	0,887681	0,890625	0,866935	0,885417
0,922619	0,838816	0,851449	0,859375	0,846774	0,868056
0,877976	0,822368	0,815217	0,828125	0,806452	0,833333
0,863095	0,805921	0,797101	0,8125	0,78629	0,815972
0,848214	0,789474	0,778986	0,796875	0,766129	0,798611

Удельная отопительная характеристика,
класс зданий E, Вт/(м²*К)

$$e=q/(\text{ГСОП}*0,024)$$

Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
2,410714	2,368421	2,391304	2,367188	2,389113	2,395833
1,450893	1,356908	1,358696	1,359375	1,330645	1,354167
1,40625	1,307566	1,331522	1,335938	1,300403	1,328125
1,383929	1,258224	1,277174	1,289063	1,270161	1,302083
1,316964	1,233553	1,222826	1,242188	1,209677	1,25
1,294643	1,208882	1,195652	1,21875	1,179435	1,223958
1,272321	1,184211	1,168478	1,195313	1,149194	1,197917

Все города

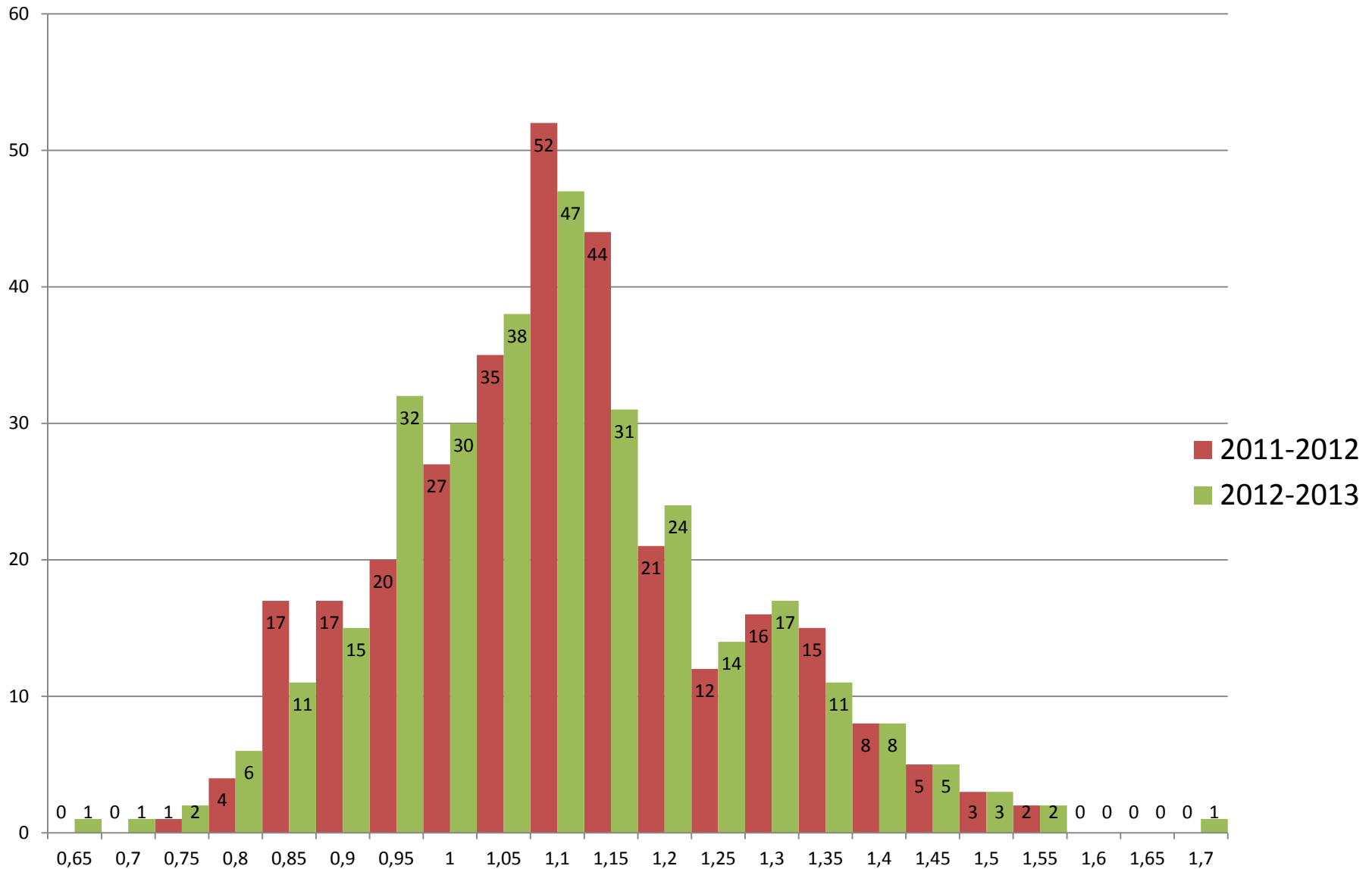


Рисунок 4.1 – Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по республике.

Минск и Минская область

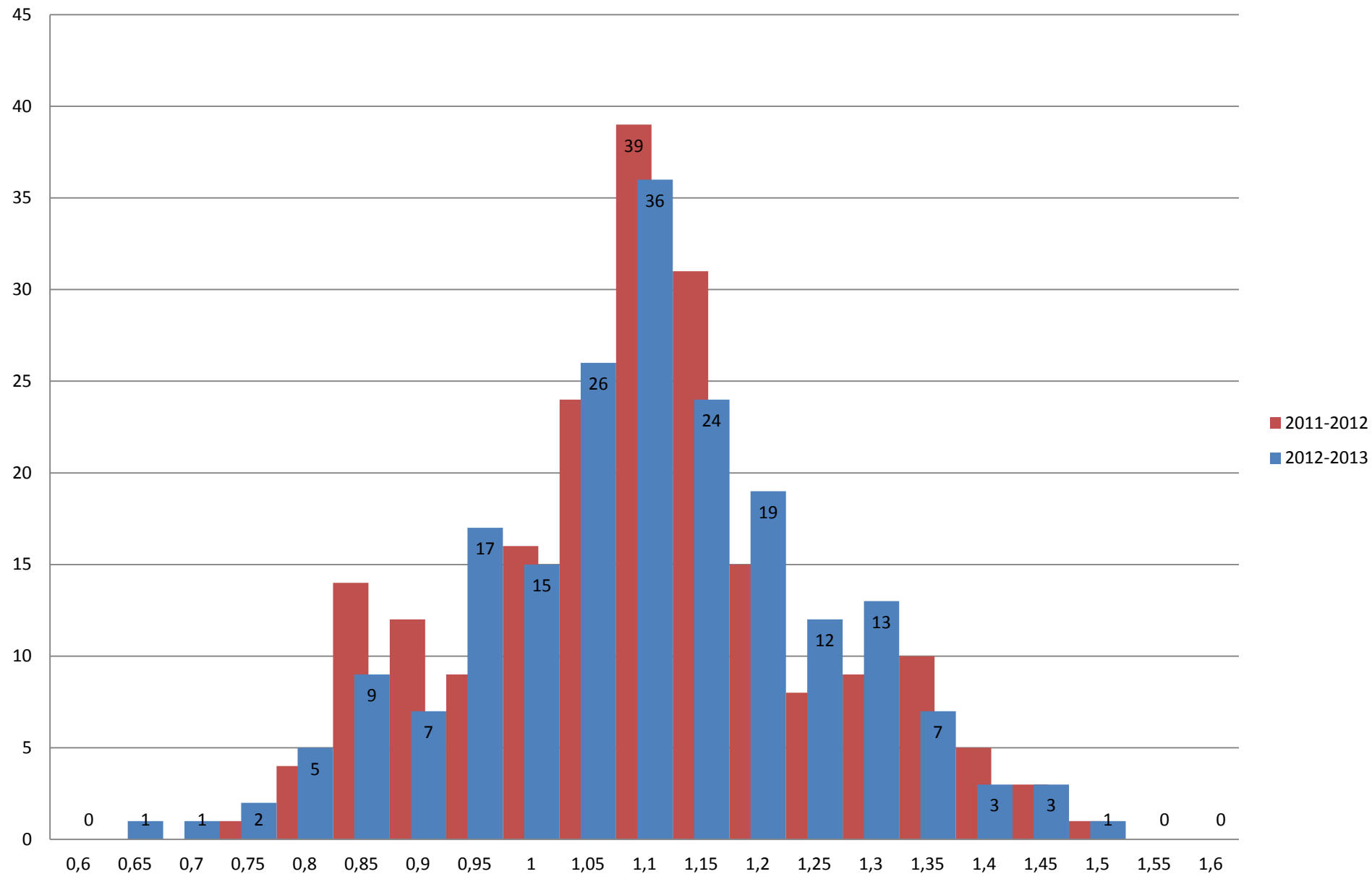


Рисунок 4.2 - Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по г. Минску и Минской области.

Брест и Брестская область

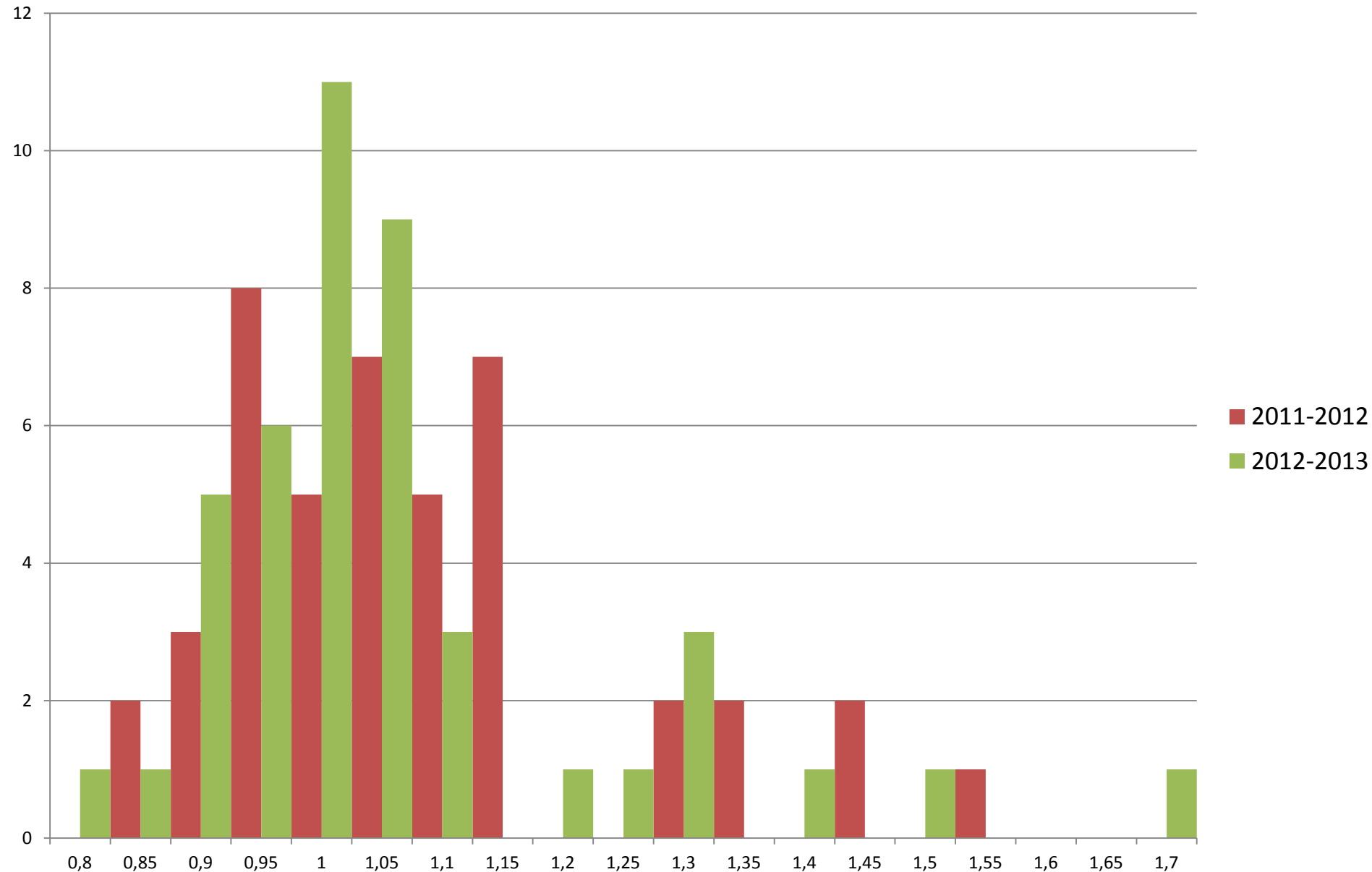


Рисунок 4.3 – Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по г. Бресту и Брестской области.

Гомель и Гомельская область

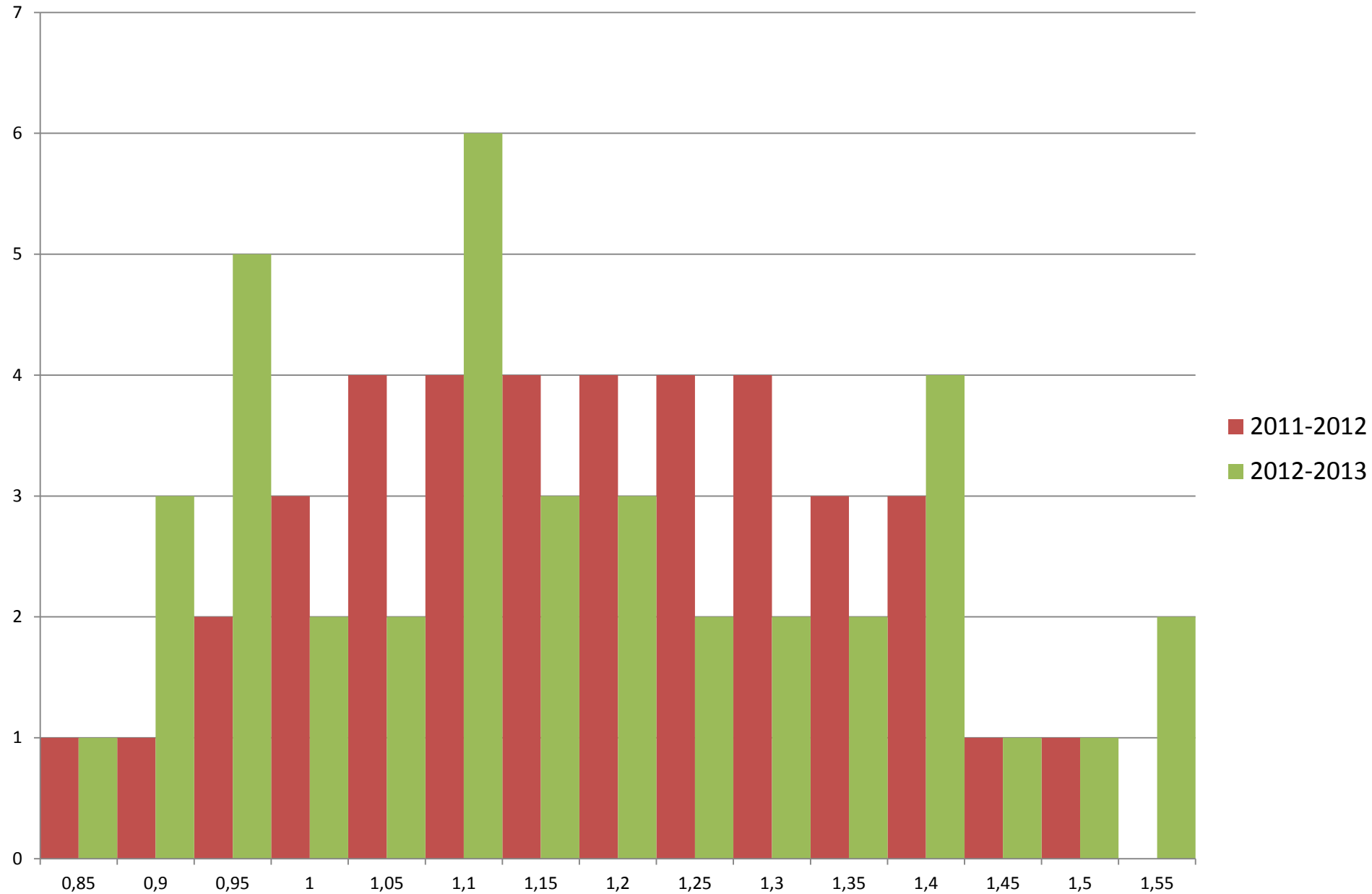


Рисунок 4.4 - Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по г. Гомелю и Гомельской области.

Способ определения коэффициента удельных теплотерь, f_1 , мощности внутренних источников тепла, f_2 , и средней температуры воздуха эксплуатируемых зданий - стандарт «Измерение теплоэнергетических характеристик жилых зданий ...»

- $[A] \cdot \vec{f} = \vec{P}$
- где $[A]$ – матрица размерностью $NN*2$, элементы которой равны: $a_{i1}=\Delta T_i$; $a_{i2}=1$;
- f - вектор размерностью 2 с компонентами f_1 и f_2 ;
- P - вектор размерностью N с компонентами, равными P_i .
- система преобразуется к виду:

$$[B] \cdot \vec{f} = \vec{P}_1 \quad \text{где} \quad [B] = [A]^T [A]$$

$$b_{11} = \sum_{i=1}^N \Delta T_i^2 \quad b_{12} = b_{21} = \sum_{i=1}^N \Delta T_i \quad b_{22} = NN$$

$$\vec{P}_1 = [A]^T \cdot \vec{P} \quad P_{11} = \sum_{i=1}^N P_{1i} \cdot \Delta T_i \quad P_{12} = \sum_{i=1}^N P_{1i}$$

Расчет удельной характеристики тепловых потерь выполняется по следующей формуле:

$$f_1 = \frac{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}$$

где a_1 – сумма квадратов разницы температур в помещении $T_{вн}$, принятой плюс 20°C и средней температуры за месяцы, по которым считаем:

$$a_1 = \sum_{i=1}^n (T_{вн} - T_{нi})^2$$

a_2 - сумма разниц температур в помещении $T_{вн}$, принятой плюс 20°C и средней температуры за месяцы, по которым считаем:

$$a_2 = \sum_{i=1}^n (T_{вн} - T_{нi})$$

$b_2 = 4$, т.е. количеству месяцев, по которым идёт расчёт;

$$d_1 = \sum_{i=1}^n (T_{вн} - T_{нi}) q_i$$

$a_2 \cdot q_i$, где q_i – это удельная мощность теплоснабжения зданий в i -м месяце;

$$d_2 = \sum_{i=1}^n q_i$$

И по упрощенной формуле:

$$f_1 = |(q_1 - q_2) / (T_1 - T_2)|,$$

где q_1 и q_2 - удельная мощность теплоснабжения зданий в месяцы со среднемесячной максимальной и минимальной температурой;

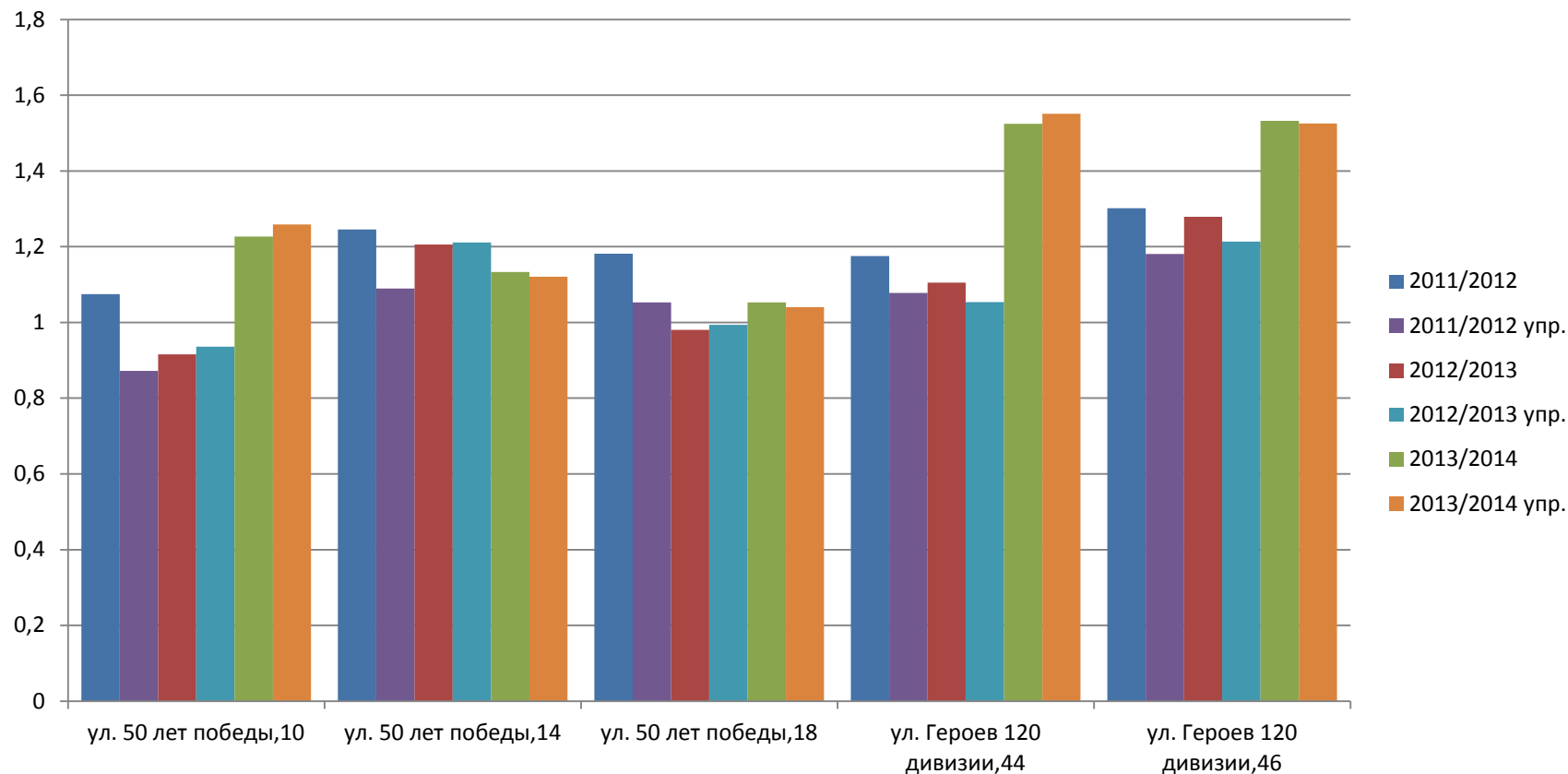
T_1 и T_2 - максимальная и минимальная среднемесячная температура.

- Расчёт мощности внутренних источников здания выполняется следующим образом :

$$f_2 = \frac{(d_1 \cdot a_2 - d_2 \cdot a_1)}{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}$$

Значения удельной характеристики тепловых потерь 4-х зданий, выполненные с использованием данных по 4-м месяцам и по упрощенной формуле.

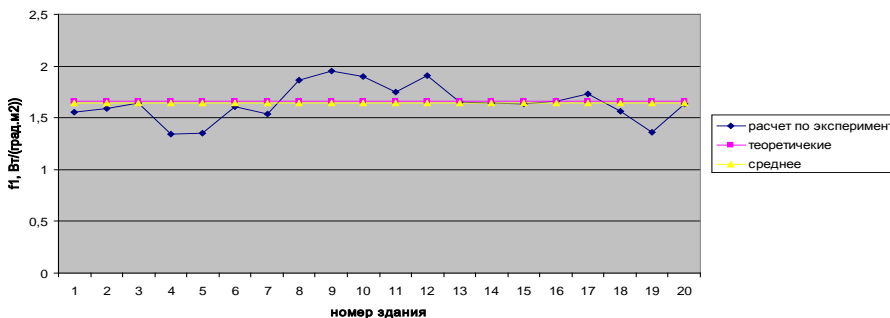
f1



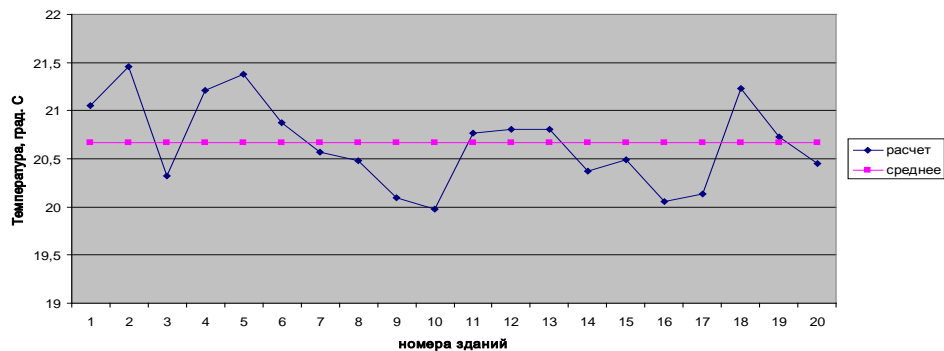
Коэффициент удельных теплотерь и температура воздуха в зданиях

старого жилого фонда

Обобщенные энергетические характеристики для зданий старого жилого фонда (до 2003 г. постройки)

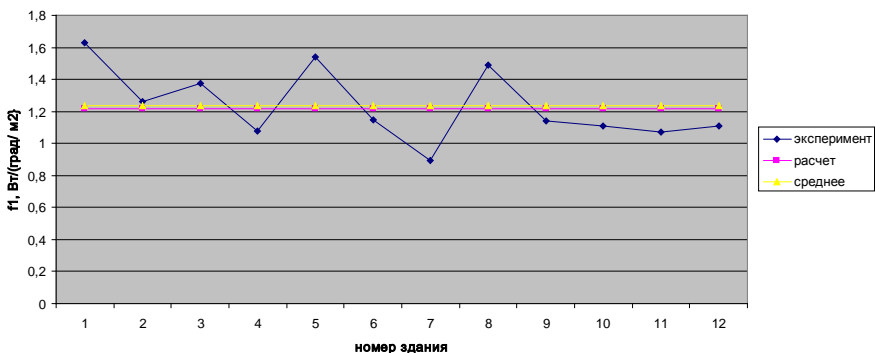


Расчетные температуры для зданий старого жилого фонда (до 2003 г.)

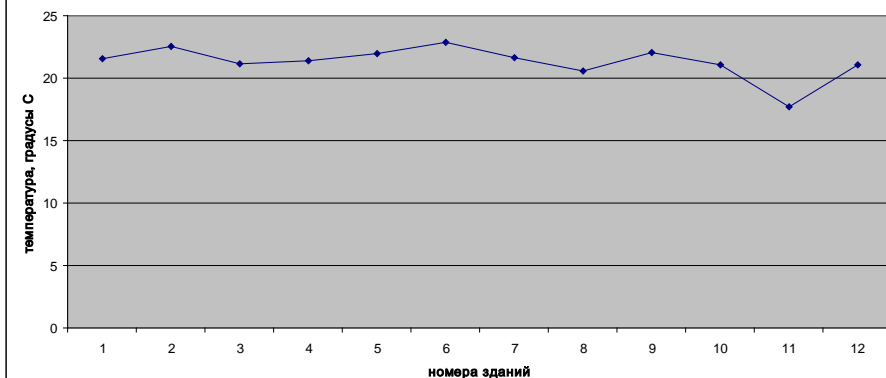


Нового жилого фонда

Обобщенные энергетические характеристики зданий нового жилого фонда (2000 - 2003 гг строительства)



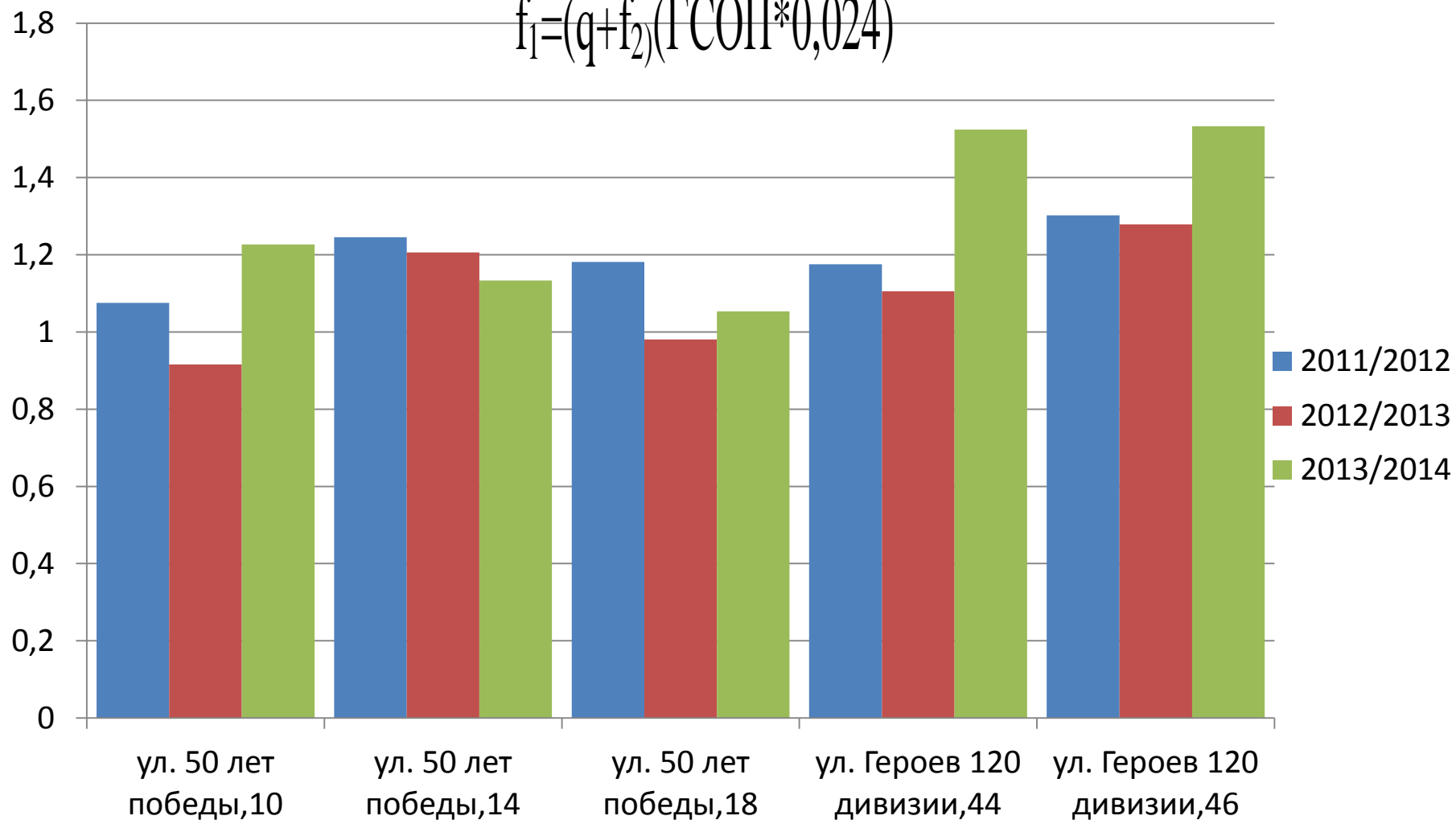
Температура в зданиях 2000-2003гг. постройки согласно расчету



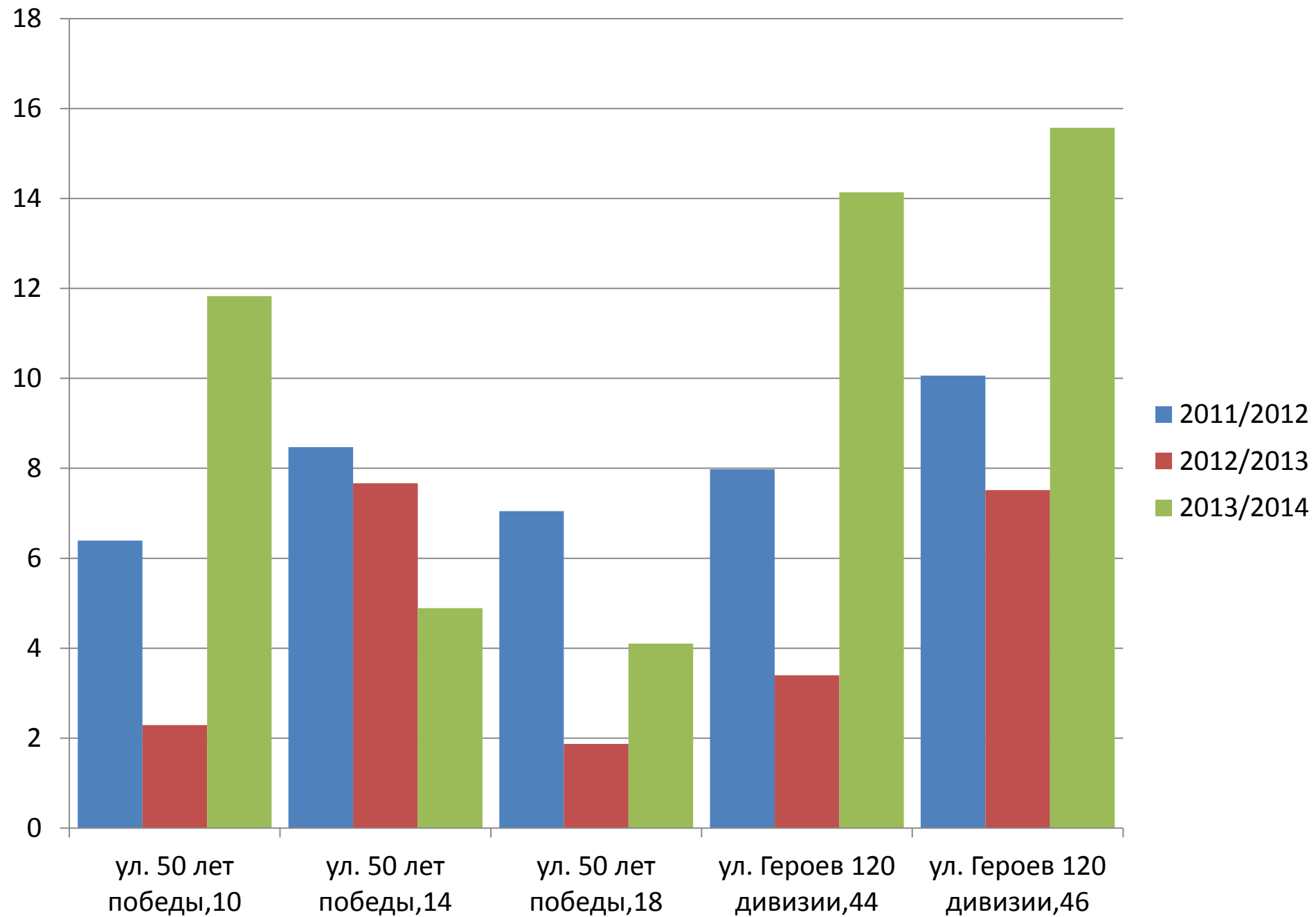
f1

Удельная характеристика теплопотерь

$$f_1 = (q + f_2)(\text{ГСОП} * 0,024)$$

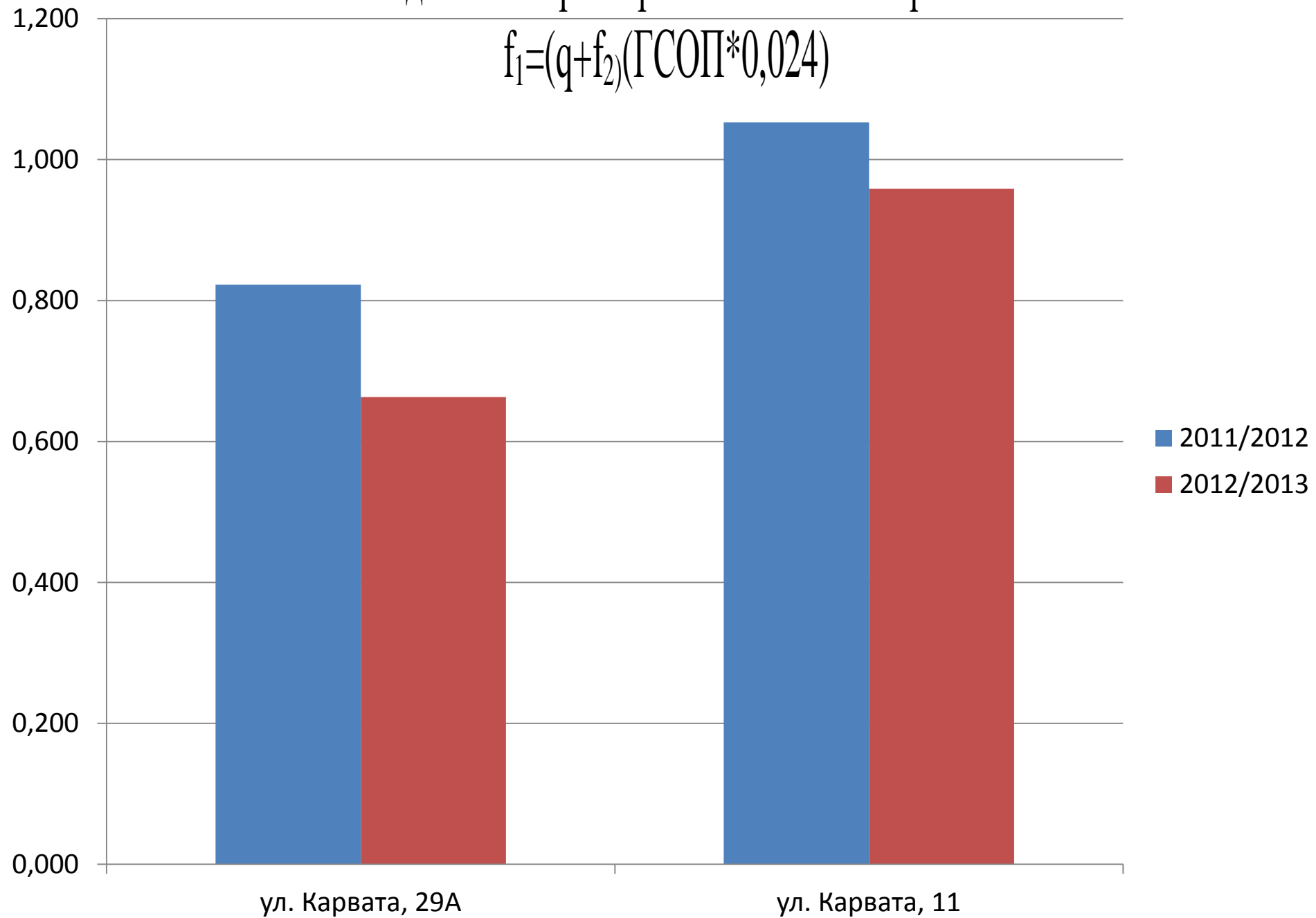


f2

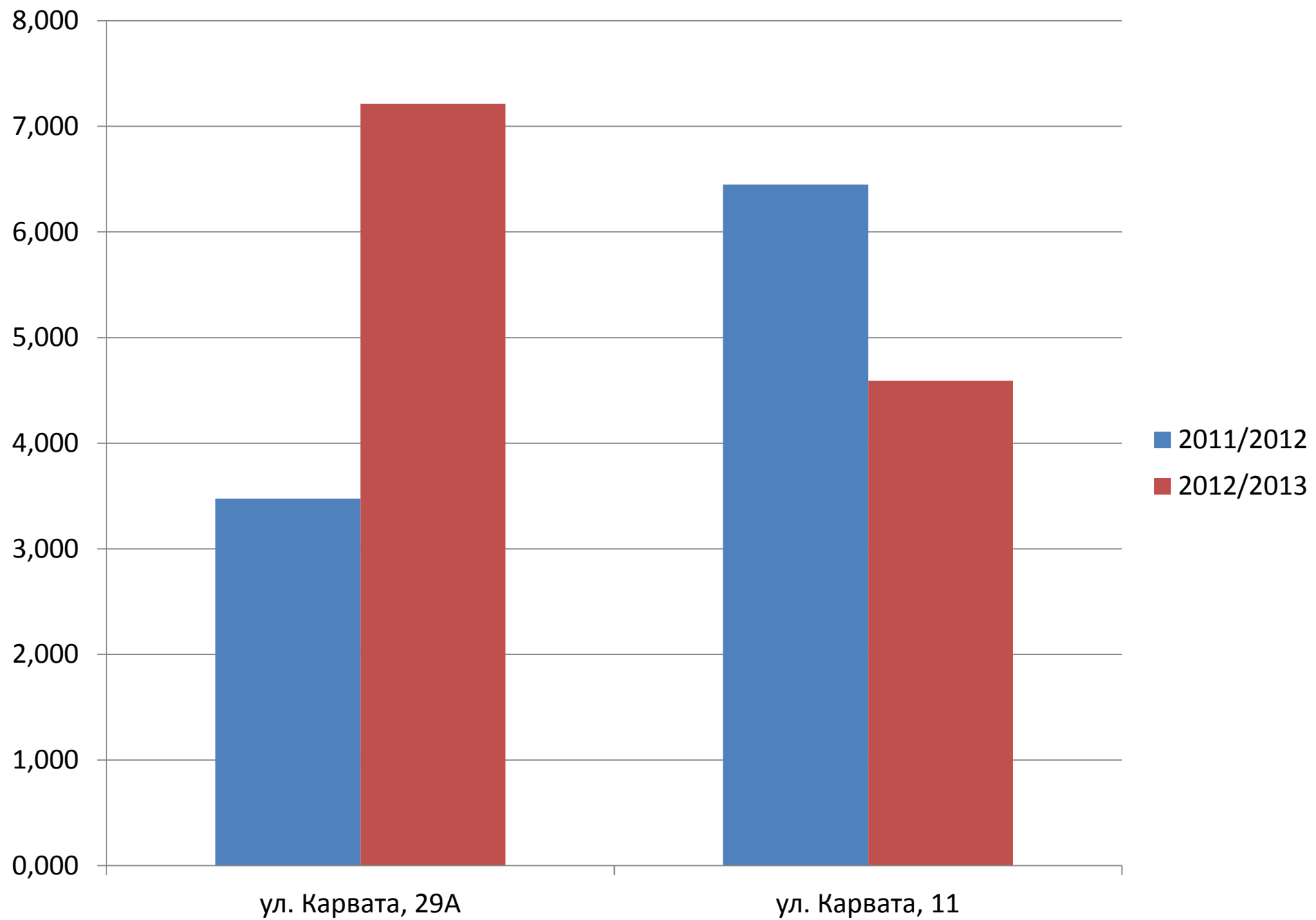


Удельная характеристика теплопотерь

$$f_1 = (q + f_2)(\text{ГСОП} * 0,024)$$

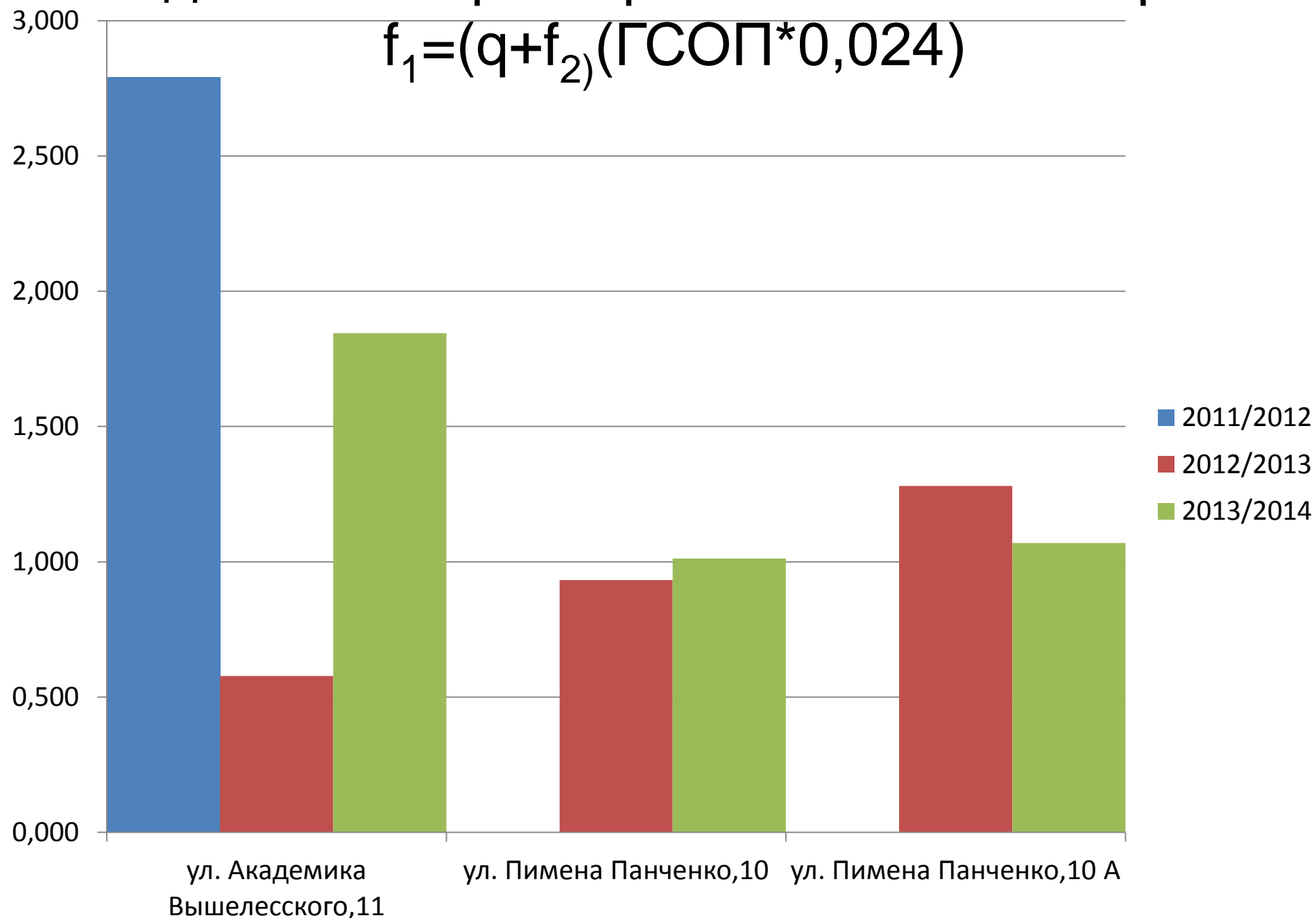


f2

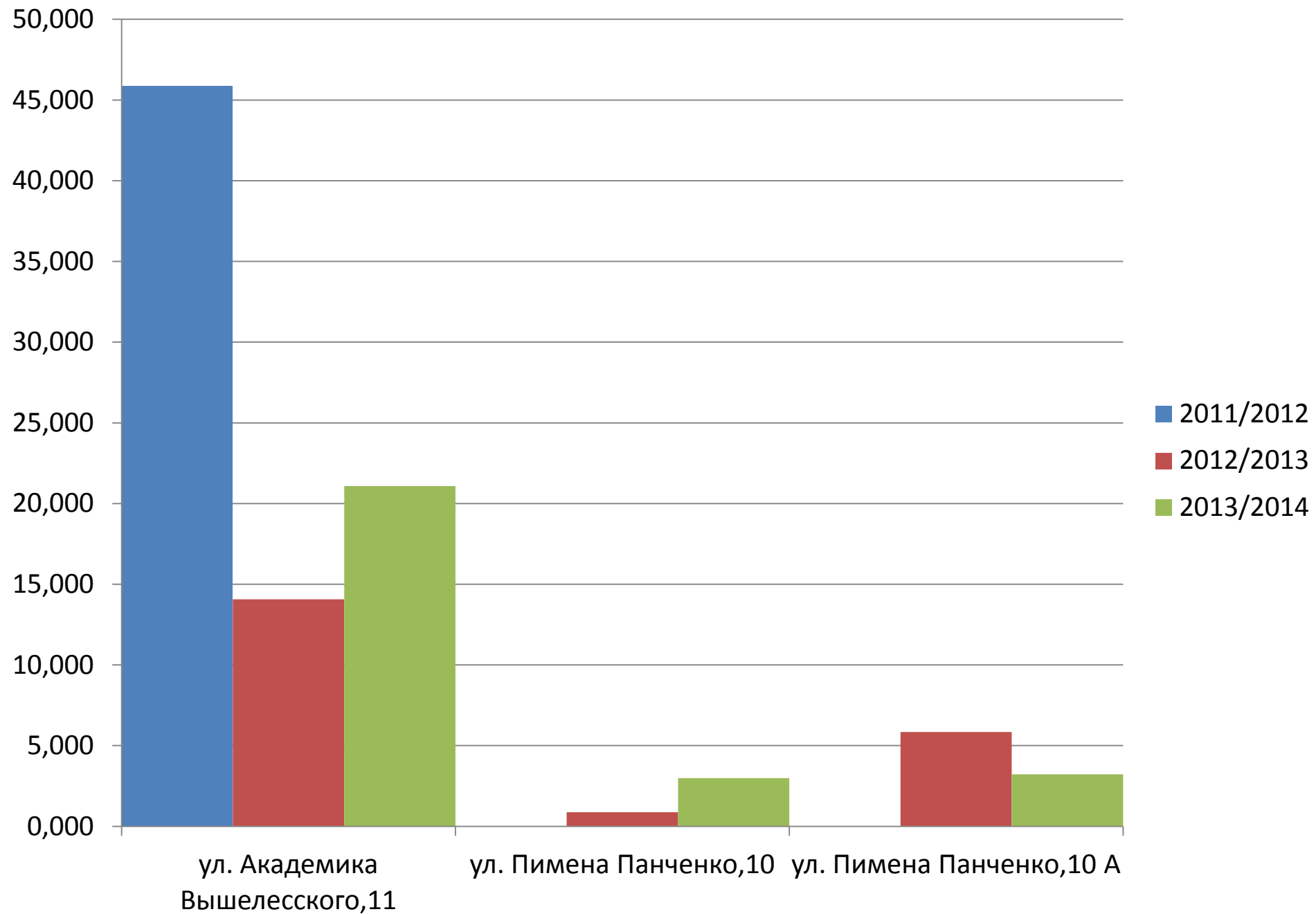


Удельная характеристика теплопотерь

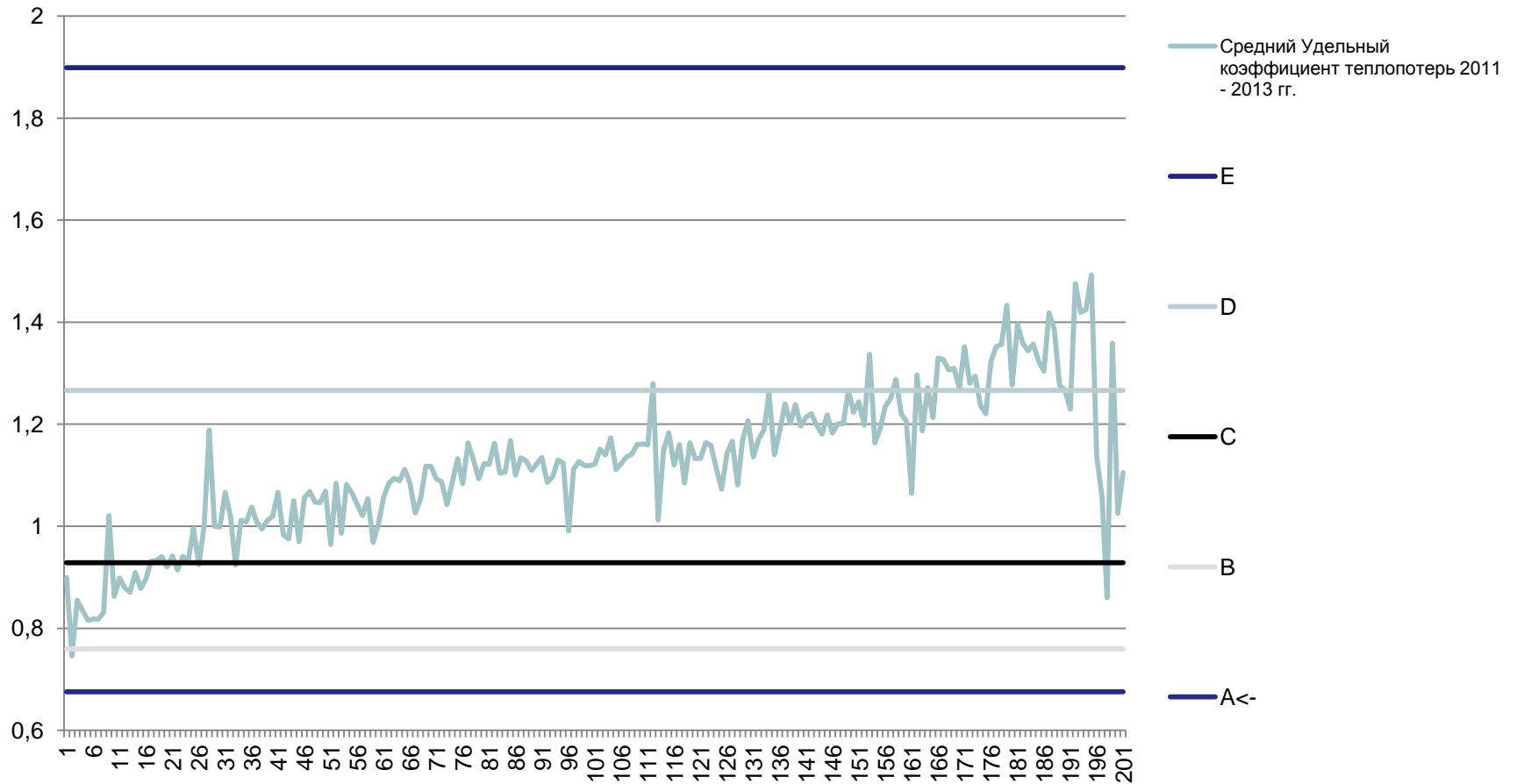
$$f_1 = (q + f_2) (\text{ГСОП} * 0,024)$$



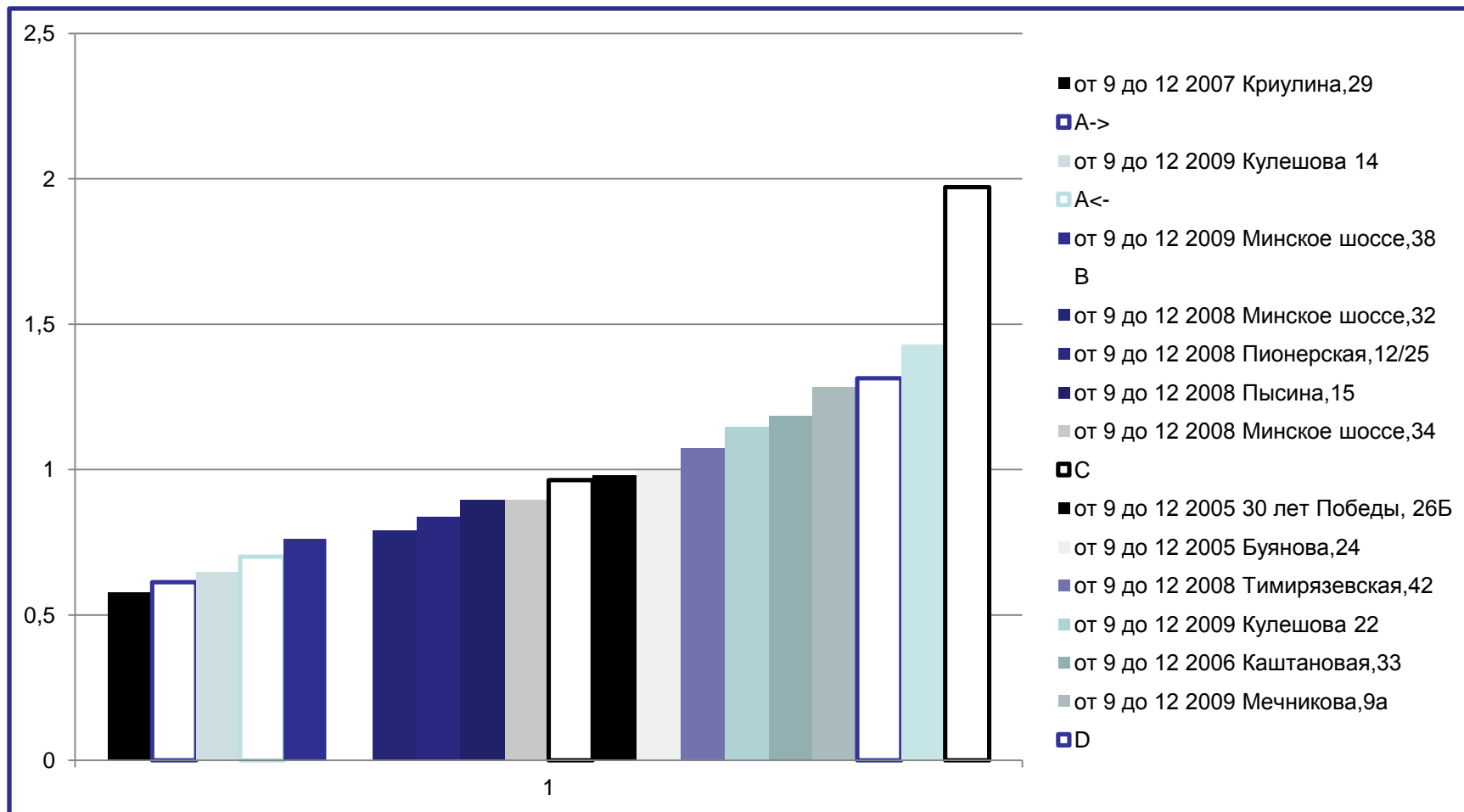
f2



Средний удельный коэффициент теплотерь за 2011 - 2013 гг. зданий г. Минска и области, постройки 2005 – 2010 гг



Средний удельный коэффициент теплотерь за 2011 - 2013 гг. зданий г. Могилёва, постройки 2005 – 2009 гг



Динамика заселенности энергоэффективного здания

Годы	2010	2011	2012
•Среднесуточное потребление горячей воды, м3	22,07	25,08	32,15
Количество жильцов	315,3	358,3	435,4
Заселенность, м²/чел	31,75	27,9	23,0
q_{вн} кВтч/м² в год	21	23,6	28,6

Теплоэнергетические характеристики здания в отопительных сезонах 2010 –12 гг. и 11-12 гг.

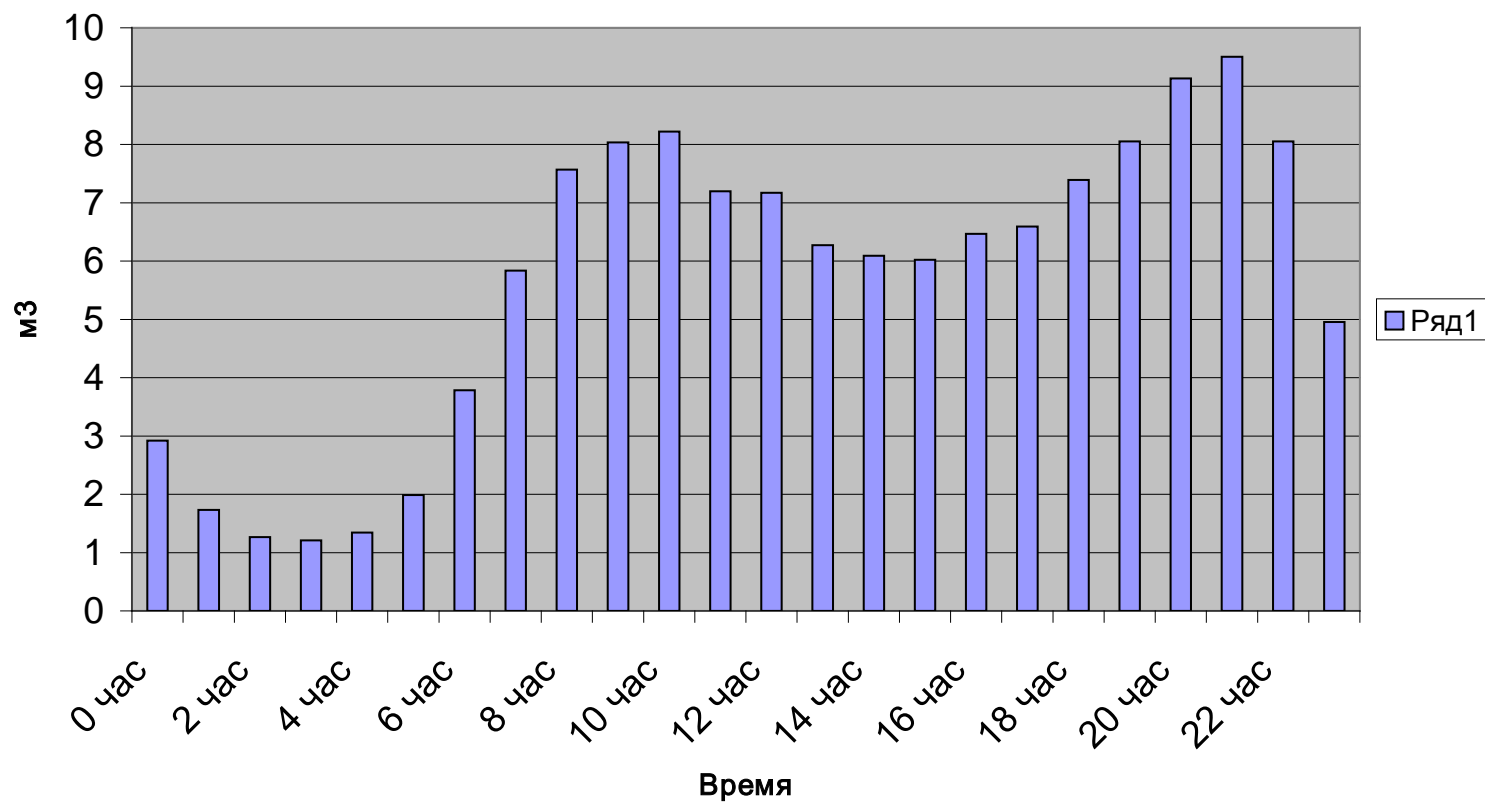
Удельные теплотери здания кВтч/м ² *К, 2010-2011 гг		Удельные затраты тепловой энергии на отопление для расчетных условий кВтч/м ² *К	Удельные затраты тепловой энергии на отопление для условий отопительного сезона кВтч/м ² *К
для расчетных условий	для условий отопительного сезона	39,20	39,65
76,7	67,25	Удельная тепловая харак- теристика Вт/м ² *К	
			0,85

Удельные теплотери здания кВтч/м ² *К, 2011-2012 гг		Удельные затраты тепловой энергии на отопление для расчетных условий кВтч/м ² *К	Удельные затраты тепловой энергии на отопление для условий отопительного сезона кВтч/м ² *К
для расчетных условий	для условий отопительног о сезона		
61,4	60,02	30	34
Удельная тепловая характеристика Вт/м ² *К			0,68

Области	Брестская обл.	Гомельская обл.	Гродненская обл.	г. Минск и Минская обл.	Могилевская обл.
df, ср	0,09	0,21	0,15	0,19	0,11
dQ ср/м ²	6,93	18,00	12,55	17,44	10,08
dQ ср/млн м ² в год, КВтч	6934676,46	17998018,56	12545610,88	17443278,73	10075427,62
dQ ср/млн м ² за 50 лет, КВтч	346733822,78	899900927,87	627280544,09	872163936,49	503771381,04
dQ ср/млн м ² за 50 лет, Гкал	298137,42	773775,52	539364,18	749926,00	433165,42
dQ ср/млн м ² за 50 лет, т усл. топлива	49689,57	128962,59	89894,03	124987,67	72194,24
dQ ср/постр. в 2005-2013 гг м ² за 50 лет, т усл. топлива	346823,26	766205,41	496134,14	2305609,99	294400,88
Итого по РБ за 50 лет эксплуатации зданий, построенных в 2005-2013 гг т усл. топлива	4209173,68				

Интегральные характеристики зданий

Пр-т Правды, 8, почасовой расход горячей воды в выходной день



Потребление горячей воды в рабочий день

Пр-т Правды, 8, почасовой расход горячей воды в будний день

