

## EVALUAREA CONSUMULUI DE ENERGIE ÎN GOSPODĂRII PENTRU ÎNCĂLZIREA APEI CALDE MENAJERE

**Octavian MANGOS**

*Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,  
Departamentul Inginerie Electrică, Chișinău, Republica Moldova*

**Rezumat.** Consumul de energie necesară pentru prepararea de apă caldă menajeră în gospodării, constituie o parte semnificativă a balanței energetice. La general, consumurile casnice de apă și energie electrică sunt, de obicei, legate și studierea acestei relații poate identifica oportunități de utilizare și îmbunătățire eficientă ceea ce implică o abordare integrată a acestor două componente. În Republica Moldova, pentru prima dată se face o încercare de-a determina consumul de energie în scopul încălzirii apei.

**Cuvinte cheie:** consum de apă, energie termică, apă caldă menajeră, norme de consum, încălzire.

### Introducere

Contribuția de energie pentru încălzirea apei în sectorul casnic este mare. Sectorul rezidențial este un mare consumator atât de energie, cât și de apă. La nivel mondial, consumul de apă menajeră a crescut de-a lungul ultimelor decenii, ceea ce a implicat un consum crescut de energie, care reprezintă aproximativ 40 % din consumul total. Cea mai mare parte a consumului este utilizată pentru iluminat, încălzirea apei, gătit și aer condiționat [2].

Pentru prima dată în Republica Moldova, se face o încercare de-a determina consumul de energie în scopul încălzirii apei. În acest scop sunt folosite datele statistice publicate de Biroul Național de Statistică, normele igienice și cerințele impuse în construcții. Rezultatele obținute vor servi ca date primare pentru proiectarea sistemelor de încălzire a apei calde menajere folosind energia eoliană și noile generatoare termice cu magneți permanenți [4].

### 1. Norme de consum de apă pentru case locative

Consumul de apă pentru case locative este determinat în conformitate cu normele specificate în Regulamentul Igienic din 31.10.1996, Regulamentul privind achiziționarea, proiectarea, instalarea, recepția și exploatarea aparatelor de evidentă a consumurilor de apă, aprobat prin HG nr.1228 din 13.11.2007, Regulamentul privind folosirea sistemelor comunale de alimentare cu apă și de canalizare, aprobat prin HG nr. 656 din 27.05.2002 și Regulamentului de organizare și funcționare a serviciilor publice de alimentare cu apă și de canalizare din mun. Chișinău, aprobat prin Decizia CMC nr.5/4 din 25.03.2008. Sunt aprobate peste **20 de categorii de consum** pentru o persoană, în dependență de dotarea locuinței (apă potabilă, canalizare, apă caldă, duș, cadă de baie, veceu, etc).

Astfel, în baza documentelor normative din domeniu, enumerate mai sus, inclusiv și pentru respectarea normelor igienice, **au fost determinate** norme de consum pentru casele locative din mediul rural, Tab.1.

*Tabelul 1*

**Norme de consum de apă pentru casele locative [6, 7]**

Nr. d/o	Consumatori	Unitate de raportare	Norma consumului de apă, litri	
			Total	Inclusiv apă caldă
<b>Case locative, dotate</b>				
1	Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, fără sistem de canalizare, fără closet, fără cadă de baie sau duș	La 1 pers. / zi	90	36
2	Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, sistem de canalizare, fără closet, fără cadă de baie sau duș	La 1 pers. / zi	95	40

Tabelul 1. (continuare)

**Norme de consum de apă pentru casele locative [6, 7]**

Nr. d/o	Consumatori	Unitate de raportare	Norma consumului de apă, litri	
			Total	Inclusiv apă caldă
<b>Case locative, dotate</b>				
3	Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, apă caldă, fără sistem de canalizare, dotate cu closet, lavoare, cu cadă de baie mică sau duș	La 1 pers. / zi	100	45
4	Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, apă caldă, sistem de canalizare, dotate cu closet, lavoar, cadă de baie mică sau duș	La 1 pers. / zi	250	105

De menționat faptul că în conformitate cu rezultatele studiilor efectuate anterior, în diferite țări europene [3], conform variațiilor lunare și rapoartelor de consum de apă caldă menajeră, se evidențiază o medie anuală de consum de apă caldă menajeră de **42 %** din consumul total de apă în gospodărie. Într-un alt studiu [1], pentru modelarea consumului de apă caldă menajeră în gospodărie și energiei necesare pentru încălzirea apei, se presupune că din totalul de apă utilizată într-o gospodărie, circa **50 %** necesită încălzirea acesteia. În același context, conform normelor de consum de apă potabilă și de apă caldă, publicate în documentele normative ale Republicii Moldova [6, 7], se atestă că raportul dintre consumul de apă rece și apă caldă, pentru toate categoriile de consumatori, este aproximativ egal cu **45 %**.

**2. Clasificarea locuințelor în dependență de nivelul de comodități**

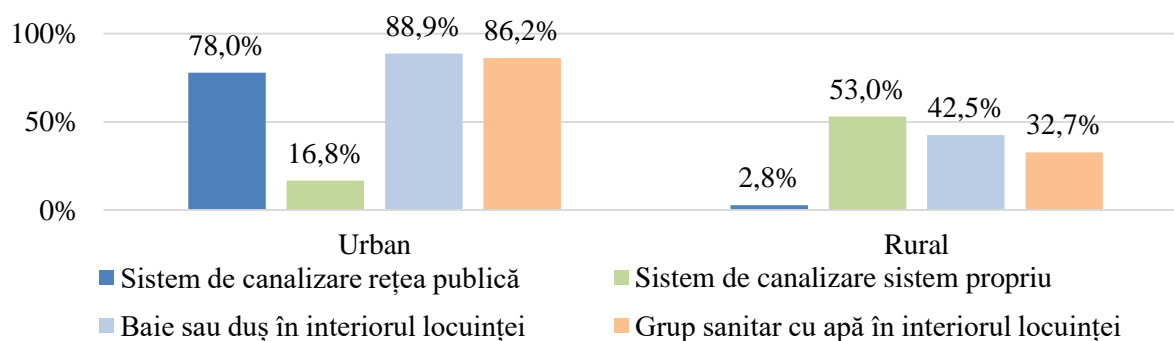
Cea mai mare parte a gospodăriilor din mediul urban beneficiază de un șir de utilități în interiorul locuinței (rețele de apă caldă, încălzire, grup sanitar, canalizare, etc.), ceea ce este mai puțin caracteristic mediului rural, Tab. 2.

Tabelul 2.

**Dotarea locuințelor pe comodități, după medii, [5]**

	Total, %	Urban, %	Rural, %
Apă caldă rețea publică	7.30	18.10	-
Apă caldă sistem propriu	51.80	69.40	40.10
Sistem de canalizare rețea publică	33.00	78.00	2.80
Sistem de canalizare sistem propriu	38.40	16.80	53.00
Baie sau duș în interiorul locuinței	61.10	88.90	42.50
Grup sanitar cu apă în interiorul locuinței	54.20	86.20	32.70

În mediul urban, 97,0 % din gospodării au acces la apeduct, 86,2 % dispun de grup sanitar cu apă în interiorul locuinței, 94,8 % au sistem de canalizare și 88,9 % dispun de baie sau duș în interiorul locuinței, figura 1. În cazul gospodăriilor din mediul rural doar 70,5 % dispun de apeduct, 32,7 % – de grup sanitar cu apă în interiorul locuinței, 55,8 % au sistem de canalizare și doar 42,5 % dispun de baie sau duș în interiorul locuinței, Fig. 1 [8].


**Figura 1. Distribuția gospodăriilor după sistemul de canalizare și comodități, după medii**

### 3. Calculul cantității specifice de energie termică necesară pentru încălzirea apei

Cantitatea de energie termică necesară pentru încălzirea  $1 \text{ m}^3$  de apă se determină cu formula [9]:

$$q_{\text{încălzită}} = \gamma \cdot c \cdot (t_h - t_c) \cdot (1 + K_{PT}) \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

unde:

$\gamma$  – greutatea volumetrică a apei,  $\text{kgf/m}^3$ , se admite în dependență de temperatura la care este efectuată încălzirea apei și se acceptă egală cu  $985,73 \text{ kgf/m}^3$  pentru  $t_h = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 $c$  – capacitatea termică specifică a apei,  $\text{kcal}/(\text{kgf}\cdot^\circ\text{C})$ , se admite egală cu  $1,0 \text{ kcal}/(\text{kgf}\cdot^\circ\text{C})$ ;  
 $t_h$  – temperatura medie a apei calde în punctele de priză,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $t_c$  – temperatura medie a apei reci în rețeaua de apeduct,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $K_{PT}$  – coeficient, ce ia în considerare pierderile de căldură ale conductelor sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră.

Cota pierderilor de energie termică în rețelele termice de alimentare cu apă caldă menajeră este estimată în mărime de **5 %** [9].

Temperatura medie a apei reci din rețeaua de apeduct, se admite conform datelor stației locale de meteorologie, iar în absența unor date fiabile, temperatura medie se determină conform formulei [9]:

$$t_c = \frac{t_c^{\text{inc}} \cdot n^{\text{inc}} + t_c^{\text{tranz}} (n - n^{\text{rep}} - n^{\text{inc}})}{n - n^{\text{rep}}} \quad (2)$$

unde:

$t_c^{\text{inc}}$  – temperatura apei reci în perioada de încălzire, se admite egală cu  $5^\circ\text{C}$ ;  
 $t_c^{\text{tranz}}$  – temperatura apei reci în perioada de tranziție, se admite egală cu  $15^\circ\text{C}$ ;  
 $n$  – numărul de zile într-un an (se admite egal cu 365 sau 366), zile;  
 $n^{\text{inc}}$  – durata perioadei de încălzire, zile;  
 $n^{\text{rep}}$  – durata perioadei de reparații în sistemul de alimentare cu căldură, zile. [9]

În Tab.3 sunt prezentate rezultatele calculului cantității specifice de energie termică pentru încălzirea apei până la temperatura de  $55^\circ\text{C}$ . Temperatura apei reci se admite de  $9 - 13^\circ\text{C}$ .

Tabelul 3.

**Cantitatea specifică de energie termică pentru încălzirea  $1 \text{ m}^3$  apă, [9]**

Temperatura apei reci, $^\circ\text{C}$	Cantitatea specifică de energie termică, $q_{\text{încălzită}}$ <b>Gcal/m<sup>3</sup></b> , la temperatura de încălzire	
	<b>50 <math>^\circ\text{C}</math></b>	<b>55 <math>^\circ\text{C}</math></b>
9	0,04050	0,04534
10	0,03952	0,04436
<b>11</b>	<b>0,03853</b>	<b>0,04337</b>
12	0,03755	0,04239
13	0,03656	0,04140

Temperatura medie a apei reci în conformitate cu Tab.3 se admite egală cu  $11^\circ\text{C}$ , iar temperatura medie a apei calde este de  $55^\circ\text{C}$ .

Consumul de apă caldă pe cap de locuitor se admite în conformitate cu Normele de consum de apă pentru casele locative, [6, 7]. Valorile calculate ale necesarului de energie pentru apa caldă menajeră după tipul și repartizarea gospodăriilor, sunt prezentate în Tab.4.

Tabelul 4.

**Valori calculate ale necesarului de energie pentru apa caldă menajeră în funcție de dotări**

Necesarul de energie pentru încălzirea apei, <b>kWh/zi</b>											
Temperatura apei reci, $^\circ\text{C}$	Cantitatea specifică de energie termică, <b>Gcal/m<sup>3</sup></b> , la temperatura de încălzire	Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, fără sistem de canalizare, fără closet, fără cadă de baie sau duș					Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, sistem de canalizare, fără closet, fără cadă de baie sau duș				
		Norma consumului de apă, <b>litri</b> la 1 pers. / zi					Norma consumului de apă, <b>litri</b> la 1 pers. / zi				
		<b>36</b>					<b>40</b>				
		Numărul de persoane					Numărul de persoane				
	<b>55 <math>^\circ\text{C}</math></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
9	0.04534	1.90	3.79	5.69	7.59	9.49	2.11	4.22	6.32	8.43	10.54
10	0.04436	1.86	3.71	5.57	7.42	9.28	2.06	4.12	6.19	8.25	10.31
<b>11</b>	<b>0.04337</b>	<b>1.81</b>	<b>3.63</b>	<b>5.44</b>	<b>7.26</b>	<b>9.07</b>	<b>2.02</b>	<b>4.03</b>	<b>6.05</b>	<b>8.06</b>	<b>10.08</b>
12	0.04239	1.77	3.55	5.32	7.09	8.87	1.97	3.94	5.91	7.88	9.85
13	0.0414	1.73	3.46	5.20	6.93	8.66	1.92	3.85	5.77	7.70	9.62

Tabelul 4. (continuare)

**Valori calculate ale necesarului de energie pentru apa caldă menajeră în funcție de dotări**

Necesarul de energie pentru încălzirea apei reci după clasificarea gospodăriilor, kWh/zi											
Temperatura apei reci, °C	Cantitatea specifică de energie termică, Gcal/m <sup>3</sup> , la temperatura de încălzire	Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, apă caldă, fără sistem de canalizare, dotate cu closet, lavoare, cu cadă de baie mică sau duș					Cu sistem de alimentare cu apă potabilă, apă caldă, sistem de canalizare, dotate cu closet, lavoar, cadă de baie mică sau duș				
		Norma consumului de apă, litri la 1 pers. / zi					Norma consumului de apă, litri la 1 pers. / zi				
		45					105				
		Numărul de persoane					Numărul de persoane				
55 °C		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9	0.04534	2.37	4.74	7.11	9.49	11.86	5.53	11.07	16.60	22.13	27.66
10	0.04436	2.32	4.64	6.96	9.28	11.60	5.41	10.83	16.24	21.65	27.07
11	0.04337	2.27	4.54	6.80	9.07	11.34	5.29	10.59	15.88	21.17	26.46
12	0.04239	2.22	4.43	6.65	8.87	11.08	5.17	10.35	15.52	20.69	25.86
13	0.0414	2.17	4.33	6.50	8.66	10.83	5.05	10.10	15.16	20.21	25.26

**Concluzii**

1. Raportul dintre consumul de apă rece și apă caldă, pentru toate categoriile de consumatori, este, în medie, egal cu **45 %**;
2. Valoarea cantității specifice de energie termică pentru încălzirea apei cu temperatura medie de **11 °C** până la temperatura de **55°C**, este egală cu **0,043 Gcal/m<sup>3</sup>**;
3. Pentru a încălzi volumul necesar de apă pentru consumatorul dotat cu sistem de alimentare cu apă potabilă, sistem de canalizare, fără closet și fără cadă de baie sau duș, pentru **1** persoană, este necesară o cantitate de energie de **60,6 kWh/lună persoană**, iar pentru consumatorul cu sistem de alimentare cu apă potabilă, apă caldă, cu sistem de canalizare, dotate cu closet, lavoar și cadă de baie mică sau duș – **159 kWh/lună persoană**.

**Referințe**
**Articole în reviste:**

1. Wa'el A. Hussiena, Fayyaz A. Memon, *An integrated model to evaluate water-energy-food nexus at a household scale*, Environmental Modelling & Software, vol. 93, 2017;
2. C. Matos, A. Briga-Sá, I. Bentes, *In situ evaluation of water and energy consumptions at the end use level*, Science of the Total Environment, vol. 586, 2017;
3. Dzintars Grasmanis, Normunds Talcis, Aldis Grekis, *Heat consumption assessment of the domestic hot water systems in the apartment buildings*, Proceedings of REHVA Annual Conference 2015 Riga, Latvia, May 6 – 9, 2015;

**Brevete:**

4. Cerere de brevet nr. 6706 din 26.08.20: *Generator termic eolian cu curenți turbionari*. Autori: MANGOS Octavian, CIUPERCĂ Rodion, SOBOR Ion;

**Referințe Web:**

5. Banca de date statistice Moldova „Dotarea locuințelor pe Comodități, Ani și Medii”, [online], 2019, [accesat 20.02.2021]. Disponibil: <http://statbank.statistica.md>;
6. Regulamentul de organizare și funcționare a serviciilor publice de alimentare cu apă și de canalizare din municipiul Chișinău, [online], 2008, [accesat 17.02.2021]. Disponibil: <https://www.chisinau.md/download.php>;
7. Regulament Igienic „Cerințe privind proiectarea, construcția și exploatarea apeductelor de apă potabilă”, Chișinău, [online], 1995, [accesat 17.02.2021]. Disponibil: <http://amac.md/Biblioteca/data/30/03/01.02.1.pdf>;
8. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova „Aspecte privind nivelul de trai”, Chișinău, [online], 2019, [accesat 21.02.2021]. Disponibil: [https://statistica.gov.md/public/files/publicatii\\_electronice/aspecte\\_nivelul\\_trai/Aspecte\\_nivelul\\_trai\\_2019.pdf](https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/aspecte_nivelul_trai/Aspecte_nivelul_trai_2019.pdf);