

Analiza unor aspecte noi privind concepția și dimensionarea instalațiilor de preparare apă caldă de consum*

New aspects concerning the design and dimensionning of the hot water preparation systems

Mihnea Sandu, Nicolae N. Antonescu, Daniela Teodorescu

Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti. B-dul Pache

Protopopescu nr 66, Bucuresti, Romania

E-mail: mihneasandu2010@gmail.com

Rezumat. *O etapă importantă în cadrul activității de proiectare a instalațiilor sanitare o constituie alegerea și dimensionarea echipamentelor pentru producerea apei calde menajere. În prezent, marea majoritate a proiectanților folosesc metode care în general sunt concepute pentru clădiri mari sau pentru ansambluri de clădiri. De asemenea aceste metode de dimensionare sunt în mod evident dependente de echipamentele existente pe piață la acea vreme. Acestea sunt motivele pentru care aplicarea lor în proiectarea actuală se face uneori cu rezultate îndoielnice și poate conduce la supradimensionarea instalațiilor cu repercusiuni imediate în creșterea valorii de investiție sau a consumurilor energetice. Autorii acestui articol își propun identificarea aspectelor și fenomenelor care apar în astfel de instalații și care nu sunt considerate în metodologia actuală de proiectare și dimensionare. Articolul prezintă și o serie întreagă de perspective și direcții ulterioare de cercetare, fiind evidentă necesitatea de dezvoltare a acestor metode și implementarea lor în cadrul normativelor și standardelor de proiectare.*

Cuvinte cheie: apă caldă de consum, proiectare, dimensionare, boilere

Abstract. *A very important step in sanitary systems conception is represented by the choice and the dimensionning of the water heater equipments. The methodologies used by most of the building systems engineers are old, suitable for large buildings areas and not in accordance with the newest concepts regarding the energy efficiency. The authors aim in this paper to describe a sum of problems and discrepancies that may occur when conceiving a hot water preparation system by actual standards.*

Key words: hot water, dimensioning

1. Introducere

La ora actuală, normativele și metodele utilizate pentru dimensionarea instalațiilor de preparare apă caldă de consum în România sunt foarte vechi și sunt concepute în principal pentru schemele de preparare centralizată ce deservește clădiri

* Lucrare inclusă în programul conferinței "Romanian Conference on Energy Performance of Buildings (RCEPB 2013)"

mari sau ansambluri de clădiri. Ele sunt greu aplicabile în cazul clădirilor de dimensiuni mai reduse, acesta fiind motivul pentru care, în multe cazuri, inginerii proiectanți folosesc metode de dimensionare mai mult sau mai puțin empirice, mult mai simple, pentru alegerea echipamentelor de preparare apă caldă de consum (ACC).

În cazul instalațiilor de preparare ACC cu acumulare se merge deseori în practică pe ideea supradimensionării (în lipsa unor metode clare și ușor aplicabile de dimensionare) pentru a fi siguri că utilizatorii implicați nu rămân niciodată fără apă caldă. Rezultă echipamente mari, care necesită costuri mari de investiție și ale căror consumuri energetice nu se înscriu nici pe departe în politicile actuale de eficiență energetică a construcțiilor.

Acestea sunt principalele motive pentru care lucrarea de față semnalează necesitatea adoptării unor metode recunoscute oficial în domeniu pentru dimensionarea instalațiilor de preparare ACC, metode care să fie clare, aplicabile tipurilor de clădiri care se construiesc în prezent, care să fie în concordanță cu caracteristicile tehnice actuale ale echipamentelor de preparare apă caldă de consum și cu principiile eficienței energetice.

2. Situația actuală

Analiza prezentată în această lucrare se va concentra pe instalațiile de preparare ACC în regim de acumulare pentru a identifica aspectele care ar trebui modificate în viziunea autorilor.

Analizând sintetic „Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare I9 – 1994”, Standardul STAS 1478 – 90 – „Alimentarea cu apă la construcții civile și industriale” precum și alte câteva dintre lucrările de referință în domeniu cum ar fi în ordine cronologică „Instalații sanitare pentru ansambluri de clădiri” autor Liviu Dumitrescu, „Instalații sanitare și de gaze”, autor Stefan Vintilă ș.a. sau ultima ediție a „Enciclopediei tehnice de instalații” – Manualul de Sanitare, elaborat de un colectiv numeros sub coordonarea prof. Stefan Vintilă rezultă următoarele idei demne de luat în seamă în demersul nostru:

- Normativele și standardele din țara noastră nu prezintă o metodologie clară și completă pentru dimensionarea instalațiilor de preparare ACC;
- Metodele de dimensionare prezentate în lucrările menționate mai sus sunt concepute în principal pentru ansambluri de clădiri;
- Calculul necesarului de apă caldă care stă la baza dimensionării echipamentelor pornește de la cunoașterea cronogramelor de consum, un lucru adesea anevoios în practică;
- Sunt prezentate metode de dimensionare grafice, anevoiase în practică;
- Boilerele sau rezervoarele de acumulare fără serpentină se dimensionează în funcție de căldura transmisă în regim de acumulare și nu se ține cont de sarcina termică instalată sau de căldura transmisă în regim de recuperare (în cazul boilerelor); acest aspect poate chiar să dea naștere la confuzii în proiectare deoarece se găsesc pe piață boilere de volume egale și sarcini instalate diferite;

- Nu există nici o legătură între cerințele care apar în cadrul metodelor de dimensionare și performanțe caracteristice echipamentelor, performanțe cerute prin standardele de încercări;

Există deci suficiente motive pentru a justifica reanalizarea acestor metode și pentru a le particulariza mai mult în funcție de mărimea și destinația clădirilor deservite.

3. Considerații tehnice

3.1. În cadrul normativelor de dimensionare sau verificare a instalațiilor de preparare a.c.m. cu acumulare se propune unificarea terminologiei cu standardele de profil din domeniul încercării aparatelor termice prevăzute cu funcție de preparare a.c.m.

Dintre acestea amintim ca esențiale:

- *balon* : reprezintă volumul de stocare al a.c.m. , inclusiv volumul ce cuprinde suprafață de transfer de căldură;
- *stocaj termic* : descrie rezerva de căldură din volumul cazanului sau din acumulatorii de căldură ale cazanului (puffere) ce se poate utiliza direct în instalația de încălzire, sau, prin intermediul unei suprafețe de transfer de căldură, la prepararea de a.c.m.;
- *debit specific* : reprezintă o caracteristică generală a preparatoarelor de a.c.m. și definește în sistem unitar și comparabil (între diversele soluții de preparare a.c.m.) performanța de livrare a.c.m. a unui sistem către beneficiar; astfel, conform standardelor de testare și certificare a aplicațiilor consumatoare de combustibili prevăzute cu funcția de preparare a.c.m., acest debit se definește:

$$D_i = \frac{m_{i(10)}}{10} \cdot \frac{\Delta t}{30} \left[\frac{l}{\text{min}} \right] \quad (1)$$

unde : - D_i reprezintă debitul specific, D_1 și D_2 determinate la prima livrare (după terminarea completării rezervei de apă caldă – oprirea arzătorului cazanului sau a pompei de circulație agent primar în schimbătorul de preparare a.c.m.), respectiv la a doua livrare (la 20 minute după terminarea primei livrări), exprimată în litri pe minut;

$m_{i(10)}$ reprezintă cantitatea de apă colectată la prima și respectiv la a doua livrare, exprimată în litri iar Δt reprezintă creșterea de temperatură medie efectivă a apei colectate, exprimată în grade;

la determinarea experimentală a debitului specific se va încerca menținerea diferenței absolute între D_1 și D_2 sub 10%.

Se observă deci că valoarea debitului specific este de fapt măsura termică a capacității de livrare a.c.m. a unui sistem de preparare, considerând ca referință o diferență de temperatură între apa rece și cea preparată de 30 °C (caz în care valoarea reprezintă realitatea numerică a debitului de a.c.m.). Mărimea caracterizează unitar toate sistemele de preparare a.c.m. de la cele de tip “instantaneu” la cele cu “preparare instantanee neglijabilă”;

- *debit caloric nominal menajer* : valoarea debitului caloric (nominal), exprimat în kilowatt, în mod (regim) de funcționare menajer a cazanului sau instalației de preparare a.c.m. (cu sau fără stocare).

3.2. Conform standardului, pierderile de căldură ale sistemului de preparare a.c.m. se limitează astfel :

$$q_p \leq 0,014 \cdot V^{2/3} + 0,02 \cdot Q_{nw} \quad (2)$$

unde : q_p reprezintă pierderile cazanului și ale balonului, exprimate în kW;
 V reprezintă capacitatea balonului (cuprinde și apa din schimbătorul incorporat) și/sau a stocajului termic (dacă există), exprimată în litri;
 Q_{nw} este debitul caloric (puterea termică dată de combustibil la arzător) nominal al cazanului în mod de funcționare menajer, exprimat în kilowatt.

Această limitare trebuie înțeleasă ca o grijă pentru respectarea performanței de randament, astfel ca pierderile de căldură ale stocajului să nu fie prea mari datorită unei supradimensionări a acestuia, varianta de preparare combinată “instantaneu” și cu acumulare fiind recomandabilă. După cum se va arăta în continuare, se urmărește optimizarea raportului dintre sarcina termică instalată (dată de capacitatea de preparare în flux a a.c.m.) și capacitatea termică acumulată.

Astfel, pentru limitarea numărului de porniri pe un cilu de timp (zi, săptămână, etc.) a instalației de preparare și pentru asigurarea unui confort ridicat al utilizatorului în condiții de asigurare foarte bune, tendința este de supradimensionare a rezervei de a.c.m. în detrimentul preparării în flux (în regim permanent, preparator denumit și “instantaneu”).

Pe de altă parte, din punct de vedere al sursei de preparare a agentului termic primar (indiferent dacă acesta este reprezentat direct de gaze de ardere sau este apă caldă de încălzire) , apar pierderile specifice perioadelor de staționare, pierderi care au o pondere cu atât mai mare în ciclul de lucru cu cât raportul dintre perioadele de staționare și cele de funcționare este mai mare. Din acest punct de vedere, tendința este

de scădere a volumului de acumulare, varianta ideală fiind cea cu funcționare cu maximă continuitate, modulată, cu sistem de preparare a.c.m. în flux.

În final, armonizarea celor două tendințe se face prin calcul economic, urmărindu-se minimizarea sumei dintre investiția anuală inițială (raportul dintre investiția totală și numărul de ani de funcționare) și costurile anuale de exploatare pentru ansamblul instalației de preparare a.c.m. cu toate componentele sale: sursă, transport, transfer, stocaj și automatizare.

Pe de altă parte, determinarea și declararea pierderilor de căldură și încadrarea acestora în condiția anterioară, este sarcina producătorilor de sisteme sau sub-sisteme de preparare a.c.m., astfel că mărimea se află la dispoziția proiectanților care pot face astfel studii comparative tehnico-economice în vederea optimizării sistemului de preparare a.c.m. în raport cu specificațiile și particularitățile utilizatorului avut în vedere.

3.3. Într-o proiectare corectă trebuie avute în vedere cel puțin două corelații deosebit de importante în caracterizarea funcțională a sistemelor de preparare a.c.m.:

- corelația între *debitul specific* al sistemului de preparare a.c.m. și debitul maxim consumat de utilizator;
- corelația între cantitatea de căldură consumată sub formă de a.c.m. de către utilizator pe perioadele când pauzele de consum nu permit refacerea completă a rezervei (după refacerea completă a rezervei situația repornește energetic “de la zero”) și suma cantităților de căldură stocate sub formă de a.c.m. și posibil de a fi transferate a.c.m. prin preparatoarele în flux (inclusiv serpentinele imersate în volumele de acumulare ale boilerelor) pe perioadele de livrare plus pauzele între livrări (mai mici decât timpul de refacere a rezervei).

3.4. Din perspectiva optimizării raportului dintre puterea termică de preparare a.c.m. pentru refacerea rezervei și volumele de stocare a.c.m., trebuie avut în vedere aspectul sarcinii termice necesare la sursa de căldură.

Dacă se consideră, așa cum se întâmplă pentru marea majoritate a sistemelor de preparare a.c.m., că pe perioada de refacere a rezervei sistemul de încălzire nu este alimentat, rezultă că pentru fiecare situație de proiectare se pot defini următoarele faze cu fluxurile de căldură aferente:

- faza de refacere a rezervei de a.c.m. care durează cu atât mai mult (pentru un volum de acumulare dat) cu cât sarcina de producere în flux a.c.m. (serpentine sau schimbătoare) este mai mică;

$$q_{acm} \downarrow \Rightarrow \tau_{refacere\ acm} \uparrow$$

- faza de compensare a inerției termice a clădirii (pentru care trebuie stabilit un interval) în care sursa trebuie dimensionată să poată acoperi atât pierderile de regim permanent ale anvelopei cât și fluxurile de compensare a capacităților calorice ce trebuiesc refăcute;

La un timp de refacere a inerției termice stabilit și fix pentru o anumită aplicație rezultă : $\tau_{\text{refacere acm}} \uparrow \Rightarrow q_{\text{compensare inertie termica clădire}} \uparrow$

In ansamblu $q_{\text{sursă}} = \max \left\{ \begin{matrix} q_{\text{compensare}} + q_{\text{ext}} \\ q_{\text{acm}} \end{matrix} \right\}$ și se optimizează din punct de vedere al dimensionării sursei prin minimizare (dar cu respectarea condițiilor de confort atât pe plan termic - mediul din incintele deservite - cât și în ceea ce privește livrarea de a.c.m.

4. Concluzii

Autorii acestui articol și-au propus numai prezentarea sintetică a unor aspecte privind concepția și dimensionarea instalațiilor de apă caldă de consum. Concluzia principală care se impune este că la ora actuală, la noi în țară nu există o metodologie clară, bine pusă la punct care să satisfacă cerințele clădirilor actuale. Aceasta trebuie realizată pornind de la cerințele reale ale clădirilor existente, ținând seama de performanțele actuale ale echipamentelor și de principiile eficienței energetice.

De asemenea, este necesară corelarea terminologiei între domeniul de proiectare al instalațiilor de preparare apă caldă de consum și domeniul de proiectare și testare aparate termice.

Nu în ultimul rând, noile normative vor trebui să diferențieze metodele de proiectare în funcție de parametrii cum ar fi : caracteristicile de transfer de căldură ale boilerelor atât la funcționarea cu acumulare cât și la funcționarea în flux, caracteristicile sistemelor de automatizare pentru sistemul de preparare acm și eventualele restricții generate de integrarea în ansamblul de gestiune energetică a utilizatorului și, foarte important, folosirea surselor multiple (neconvenționale, recuperate, de joasă temperatură, alternative, optimizate după programul orar, etc.) la prepararea acm.

Referințe

- [1] Gerd Bohm, 1997, Alegerea si utilizarea cazanelor de incalzire si acumulatorilor de apa calda, Karl Kramer Verlag Stuttgart + Zurich
- [2] Dumitrescu L., Vintila St., s.a., 2010, Enciclopedia tehnica de instalatii, Manualul de sanitare, ed. Artecno
- [3] I9 – 1994 - Normativ pentru proiectarea si executarea instalatiilor sanitare.
- [4] SR – EN625:2001 – Cazane de incalzire centrala care utilizeaza combustibili gazosi. Conditii specifice functiei de apa calda menajera ale cazanelor cu doua servicii, cu debit caloric nominal mai mic sau egal cu 70 kW.