



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00231**

(22) Data de depozit: **15.03.2010**

(66) Prioritate internă:  
**17.08.2009 RO a 2009 00642**

(41) Data publicării cererii:  
**30.03.2011** BOPI nr. 3/2011

(71) Solicitant:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN  
CONSTRUCȚII ȘI ECONOMIA  
CONSTRUCȚIILOR- INCERC,  
ȘOS.PANTELIMON NR.266, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **CONSTANTINESCU DAN,  
STR. POPA NAN NR.11, AP.2, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **PETCU CRISTIAN, ȘOS. PANTELIMON  
NR.243, BL.52, AP.151, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **PETRAN HORIA,  
STR. ALECU MATEEVICI NR.7, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **SISTEM DE MONITORIZARE, REPARTIZARE A  
COSTURILOR REALE DE ÎNCĂLZIRE ȘI INFORMARE A  
UTILIZATORILOR ASUPRA PERFORMANȚELOR  
ENERGETICE A CLĂDIRII**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem și la o metodă de monitorizare, repartizare a costurilor reale de încălzire și informare a utilizatorilor asupra performanțelor energetice ale unei clădiri. Sistemul conform invenției este compus din dispozitive de înregistrare (3) a temperaturilor relevante, montate la nivelul unor corpuri de încălzire, un punct de monitorizare și reglare (2), ce asigură monitorizarea parametrilor agentului termic din corpurile de încălzire, și previne apariția dezechilibrelor hidraulice, și o unitate centrală de calcul și comandă (1), care preia informații de la dispozitivele de înregistrare (3) și de la punctul de monitorizare și reglare (2), și realizează prelucrarea primară a informațiilor, determină energia termică efectiv utilizată la nivel de apartamente, și informează utilizatorii. Metoda conform invenției este caracterizată de identificarea temperaturii interioare a spațiilor, ceea ce face posibilă repartizarea costurilor aferente încălzirii, luând în considerare inclusiv fluxurile termice disipate între spații cu aceeași destinație, menținute la temperaturi diferite.

Revendicări: 1

Figuri: 2

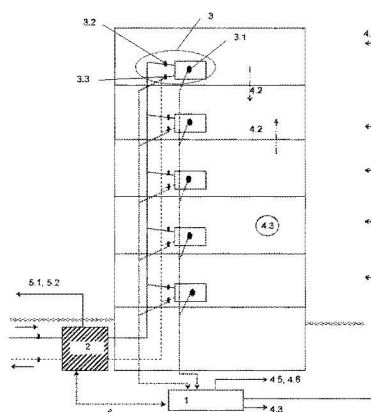
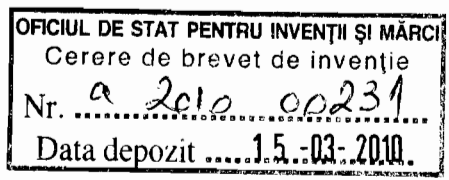


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





**Sistem de monitorizare, repartizare a costurilor reale de  
încălzire și informare a utilizatorilor asupra  
Performanței Energetice a Clădirii**

**DESCRIERE**

Domeniul tehnic la care se referă invenția este alimentarea cu căldură, repartizarea costurilor aferente încălzirii condominiilor și informarea utilizatorilor asupra Performanței Energetice a Clădirii.

Invenția constă în realizarea unui sistem unitar, flexibil de alimentare cu căldură, monitorizare și repartizare corectă a costurilor (denumit NSRC – Nou Sistem de Repartizare a Costurilor în continuarea descrierii) aferente încălzirii spațiilor din clădiri noi sau existente, care au caracteristici proprii condominiilor și sunt alimentate cu agent termic preparat de o sursă centralizată.

Alimentarea cu căldură a clădirilor de tip condominiu la nivelul Statelor Membre (SM) ale Comunității Europene, cu toate progresele realizate în ultimii 10 ani, este deficitară din punct de vedere al conceptului de Dezvoltare Durabilă (DD), una din coordonatele majore ale asigurării cu utilități și servicii în spațiul comunitar. Practic deciziile de gestiune energetică se iau exclusiv la nivelul sursei centrale de căldură, fără a se ține seama de solicitarea consumatorului final (se eludează astfel Principul fundamental al DD, propriu sistemelor districtuale de încălzire, cunoscut sub numele de Demand Side Management – DSM). Utilizarea rațională și eficientă a căldurii implică două sisteme fundamentale, respectiv:

- managementul energiei pe traseul consumator final către sursă (DSM), cu respectarea parametrilor termodinamici solicitați de către consumator;
- repartizarea costurilor aferente încălzirii spațiilor în funcție de consumul efectiv de căldură și în funcție de regimul termic specific fiecărei unități locuite.

Sistemul care face obiectul solicitării brevetului de invenție trebuie să fie privit în întregul sau și nu prin prisma componentelor sale, deoarece repartizarea corectă a costurilor este parte componentă a utilizării raționale și eficiente a căldurii și nu sistem de sine stătător așa cum se prezintă actualele sisteme de repartizare a costurilor aferente încălzirii spațiilor:

Fără corelare cu utilizarea rațională a căldurii, s-au dezvoltat până în prezent diverse sisteme de repartizare a costurilor aferente încălzirii spațiilor:

A) Sistemul paușal care presupune repartizarea pe apartamente a costului încălzirii, proporțional cu suprafața încălzită a spațiilor. Acest sistem nu motivează consumul rațional de energie întrucât nu există posibilitatea intervenției consumatorului asupra costurilor înregistrate și conduce la inechități în repartizarea costurilor, principalele motive fiind:

- a. posibilitatea de înlocuire a corpurilor de încălzire din apartamente cu alte corpuri de încălzire, cu suprafața echivalentă termic superioară celei din proiect, fără ca aceasta modificare să se reflecte în costul căldurii consumată la nivelul apartamentelor;
- b. imposibilitatea cuantificării efectelor intervenției asupra debitelor de agent termic prin acționarea robinetelor din dotarea corpurilor de încălzire asupra consumului real de căldură la nivelul spațiilor încălzite;
- c. lipsa de corelare între necesarul de căldură solicitat de clădire, în funcție de regimul termic dorit, și debitul de căldură furnizat de sursa centrală de încălzire având drept consecință majoră risipa de căldură, costuri ridicate ale încălzirii și poluare termică a mediului natural, alături de poluarea cauzată de procesul de generare a căldurii la sursă.

B) Sistemul de repartizare a costurilor practicat, cunoscut sub numele de repartitoare de cost (RC), care utilizează aparate cu doi senzori de temperatură pentru a înregistra și integra pe durate lungi de timp diferența dintre temperatura corpului de încălzire și temperatura aerului interior. La nivel de aparat utilizat, sistemul este descris de standardul european SR EN 834 „Repartitoare de costuri ale căldurii pentru determinarea consumului radiatoarelor utilizate la încălzirea încăperilor. Dispozitive alimentate cu energie electrică”. Acest sistem are mai multe dezavantaje, principalele fiind:

- a. utilizarea prin extrapolare a unor coeficienți de corecție pentru amplasarea și tipul camerelor, coeficienți stabiliți pentru o anumită arhitectură, tipuri de elemente de construcție și mod de utilizare improprii clădirilor reale, care contribuie la inechitatea repartizării costurilor (spre exemplu în România în prezent sunt utilizați coeficienți de corecție care se regăsesc în normele Elvețiene);
- b. diferența de temperatură înregistrată și integrată de RC reclamă poziționarea celor doi senzori într-un punct fix pe suprafața corpului de

- încălzire care nu este reprezentativ pentru bilanțul termic real al corpurilor de încălzire, generându-se erori de calcul semnificative;
- c. integrarea diferenței de temperatură măsurată de cei doi senzori introduce o altă eroare deoarece diferența de temperatură corectă este diferența medie logaritmică de temperatură afectată de un exponent dependent de tipul de corp de încălzire; această aproximare introduce o eroare suplimentară în determinarea fluxului termic furnizat de corpul de încălzire;
  - d. ignorarea fluxurilor termice disipate între spațiile caracterizate de temperaturi interioare diferite (consecință a acționării robinetelor din dotarea corpurilor de încălzire) cu pondere semnificativă în bilanțul termic al spațiilor încălzite direct și indirect; se permite astfel practicarea „furtului de căldură” prin menținerea unor apartamente la temperaturi reduse, în jurul valorii de 17°C pentru condominii, exclusiv pe baza aporturilor de căldură dinspre apartamentele adiacente acestuia menținute la un regim termic normal;
  - e. lipsa totală de transparență a sistemului de repartizare a costurilor ca urmare a utilizării în programele de calcul a unor coeficienți improprii sistemului de încălzire și cel mai adesea necunoscuți ca semnificație fizică firmelor care prestează servicii de repartizare a costurilor; practic sistemul RC este caracterizat de foarte mulți coeficienți de corecție sau de adaptare, a căror adoptare deformează sever rezultatul final, conducând la reacții sociale radicale de tipul **renunțării la sistemul RC**.

C) Brevetul nr. 00120591 „Metodă și aparat de repartizare a costurilor pentru încălzire”. Soluția prezentată utilizează numărul normat de grade-zile (care însă caracterizează localitatea și nu clădirea analizată) și temperaturile exterioare medii drept parametri de calcul al costului încălzirii. Metoda este eronată deoarece se bazează pe un parametru propriu unei localități (numărul normat de grade-zile) și pe alt parametru care este numai unul dintre cei care intră în bilanțul termic real al spațiilor ocupate – temperatura exterioară medie. Sistemul se bazează pe două ipoteze false, respectiv constanta temperaturii interioare și invarianta ratei de ventilare a spațiilor – ambele variabile în timp, în funcție de reglajele practicate de ocupanții spațiilor, fapt care anulează și posibilitatea utilizării numărului de grade-zile, parametru propriu regimului staționar de transfer de căldură prin elemente de construcție adiacente mediului exterior.

Problema pe care o soluționează sistemul NSRC este prezentată pe subpuncte, pentru o focalizare mai bună pe fiecare aspect analizat:

- calculul fluxului termic cedat de corpurile de încălzire către spațiul interior, prin integrarea pe intervale finite de timp a diferenței medii logaritmice de temperatură dintre corpul de încălzire și aerul interior corectată cu exponentul „m” propriu tipului corpului de încălzire, și prin multiplicarea acestei valori cu coeficienți determinați în funcție de puterea termică instalată a corpului de încălzire (valoarea exponentului subunitar „m”) și de parametrii termodinamici de calcul;
- calculul temperaturii interioare medii prin intermediul unei metode validate experimental care permite determinarea acestei temperaturi indirect, pentru a evita încercările de fraudare a sistemului prin influențarea senzorilor, în cazul în care s-ar determina direct prin măsurare în spațiile încălzite; metoda care stă la baza determinării temperaturii aerului interior și apoi a temperaturii interioare rezultante din spațiile ocupate / neocupate, încălzite direct / indirect, este cea a bilanțului termic al corpurilor de încălzire, asociată cu răspunsul termic dinamic al anvelopei clădirii, identificată termic;
- determinarea fluxurilor termice disipate între apartamente și între spațiile care constituie apartamentele;
- repartizarea costurilor de încălzire, proporțional cu fluxul de căldură de care beneficiază fiecare utilizator, fie că acesta provine direct de la corpurile de încălzire, fie indirect, de la apartamente adiacente;
- calculul de tip diagnostic energetic (determinarea performanței energetice reale și compararea cu cea optimă);
- informarea beneficiarilor prin intermediul unui web-site cu acces limitat (pe bază de parolă) asupra costurilor, a Performanței Energetice a Clădirii (PEC) și a modurilor de îmbunătățire a acesteia (corelare cu Directiva europeană 91/2002/CE);
- evaluarea și transmiterea către Sursa Centrală de încălzire a valorii necesarului de căldură real al clădirii și a valorilor necesare ale parametrilor termodinamici intensivi ai agentului termic (temperaturi) în condiții de stabilitate hidraulică – reglaj termic calitativ;
- evaluarea și transmiterea către Punctul de Monitorizare și Reglaj (PMR) al instalației de încălzire din dotarea clădirii, a comenzii de adaptare a debitului de agent termic la solicitările reale ale clădirii la orice moment pentru menținerea stabilității hidraulice a sistemului – condiție de realizare a unei PEC ridicate.

Aplicarea NSRC conduce la modernizarea radicală a sistemului de încălzire prin introducerea tehnologiei informației și comunicațiilor în procesul de achiziție a datelor și de prelucrare în vederea monitorizării și gestionării energiei termice, precum și a costurilor aferente încălzirii spațiilor. Soluția tehnică de monitorizare și reglare a parametrilor agentului termic precum și de evaluare a costurilor aferente încălzirii spațiilor, reprezentată de NSRC, este destinată atât clădirilor noi cât și celor existente, ca soluție de modernizare energetică, prin corecta repartizare a costurilor aferente încălzirii spațiilor cu posibilitatea identificării repartiției spațiale a câmpului de temperaturi în zona principală a clădirii conform opțiunilor locatarilor. Această soluție este aplicabilă corpurilor de încălzire dotate cu robinete cu cap termostatat și include procedura de evaluare hidraulică a instalației de încălzire în scopul eliminării disconfortului acustic.

Dintre soluțiile existente, descrise anterior, NSRC se apropie cel mai mult de sistemul uzual de repartizare a costurilor, în sensul că este utilizat un dispozitiv care preia și integrează pe intervale lungi de timp diferența (**medie logaritmică**) dintre temperatura corpului de încălzire și temperatura aerului interior (corectată cu exponentul „m” propriu corpului de încălzire). Sistemul propus se distinge prin caracteristici tehnice complet diferite de cele clasice și aduce avantaje față de stadiul actual al tehnicii, după cum urmează:

- utilizarea temperaturii de retur măsurată în scopul determinării temperaturii aerului interior din spațiul încălzit;
- informatizarea instalațiilor termice interioare din clădiri și realizarea adaptărilor funcționale la răspunsul termic variabil al structurilor și la particularitățile comportamentale ale ocupanților, precum și accesul acestora la informațiile care privesc atât calitatea locuirii cât și costul aferent încălzirii în funcție de complexitatea proceselor de transfer de căldură din clădirile de tip condominiu;
- respectarea principiului neinterferenței cu privire la influențele reciproce ale câmpurilor spațiale de temperaturi din zona principală a clădirilor; practic sistemul calculează, pe baza datelor preluate, distribuția spațială a temperaturilor și permite cuantificarea intensității transferului de căldură dintre apartamente, ceea ce se reflectă în repartizarea echitabilă a costurilor aferente încălzirii; prin adoptarea acestui sistem care calculează temperatura interioară a spațiilor prin rezolvarea sistemului de ecuații de bilanț energetic scrise la nivelul incintelor și a corpurilor de încălzire, se evită preluarea directă a temperaturii interioare; această abordare are avantajul securizării sistemului, care este astfel protejat împotriva tentativelor de fraudare;
- dinamica sistemului reflectată de modele matematice complexe este analizată, structurată și implementată la nivelul sistemului informațional din Unitatea

Centrală de Calcul și Comandă (UCCC-NSRC) – în principal sistemul determină temperatura exterioară virtuală proprie mediului adiacent clădirii pe baza căreia se determină fluxurile termice la nivelul conturului termodinamic constituit de anvelopa clădirii;

- procedura de evaluare hidraulică a instalației de încălzire în scopul eliminării disconfortului acustic, prin măsurarea continuă a presiunii diferențiale generată de pierderile de sarcină hidrodinamică din sistem, și prin adoptarea procedurii de comandă a organelor de reglaj în scopul eliminării disconfortului acustic;
- realizarea canalelor de comunicații prin traductori de tip „wireless”, ceea ce simplifică implementarea soluției tehnice prin minimizarea intervenției în apartamentele beneficiarilor și concentrează decizia la nivelul UCCC;
- sistemul de informare bazat pe tehnologia WEB conduce la o corectă informare, de tip diagnostic energetic, a utilizatorilor (comparația Performanței Energetice reale cu cea optimă) și la instituirea unei competiții între utilizatorii clădirilor având ca scop reducerea consumului energetic reflectat de costul aferent încălzirii.

Toate caracteristicile enumerate anterior reprezintă elemente de noutate care diferențiază propunerea de invenție de alte sisteme brevetate, printre care putem menționa brevetul nr. 00120591 „Metodă și aparat de repartizare a costurilor pentru încălzire” și sistemele comerciale utilizate de firmele de repartizare a costurilor.

În vederea realizării acestor funcții, UCCC-NSRC este compus din:

- senzori de temperatură, debit, presiune, necesari în scopul monitorizării parametrilor termodinamici ai agentului termic și a parametrilor climatici exteriori; în această variantă de UCCC-NSRC se asigură monitorizarea temperaturii de retur a fiecărui corp de încălzire din clădire, fapt care permite determinarea prin calcul cu mare precizie a temperaturii interioare;
- sistemul de achiziție a datelor de la senzori utilizând dispozitive de înregistrare montate la nivelul corpurilor de încălzire și transmisia la unitatea centrală de calcul și comandă (UCCC-NSRC notat cu 1 în figura 1);
- UCCC-NSRC asigură prelucrarea primară (selectarea datelor valide și eliminarea datelor perturbate accidental) și transmite comenzi la nivelul sistemului de automatizare, în scopul setării parametrilor necesari ai agentului termic. UCCC-NSRC preia datele transmise de senzori de temperatură și contorul de căldură și le transformă în informații necesare gestiunii energetice a întregului sistem de încălzire; în această variantă de UCCC-NSRC asigură prelucrarea datelor prin filtrarea zgomotelor și a accidentelor de înregistrare și transformarea în funcții

continue pe intervale definite de timp; sunt determinate prin calcul, în funcție de coeficienții de cuplaj termic proprii elementelor de construcție, fluxurile termice disipate între apartamente, ceea ce conduce la repartizarea judicioasă a costurilor aferente încălzirii, pe baza unui sistem obiectiv, fundamentat științific, care poate fi aplicat în toate situațiile practice;

- sistemul de monitorizare a parametrilor termodinamici intensivi și extensivi (temperaturi, presiuni, debite, fluxuri termice) de și reglare a debitului și a temperaturii de tur a agentului termic (punctul de monitorizare și reglare PMR) în scopul menținerii stabilității hidraulice a sistemului.

Elementele componente ale sistemului și parametrii monitorizați / calculați sunt prezentate / prezentați în figura 1. Sistemul constă în (numerotarea este corelată cu figura 1):

1. Unitatea Centrală de Calcul și Comandă UCCC–NSRC;
2. Punctul de monitorizare și reglare (PMR), care asigură monitorizarea parametrilor agentului termic și previne apariția dezechilibrelor hidraulice prin robinete de menținere a presiunii diferențiale tur-retur în limitele de proiect. Datorită complexității sale PMR face obiectul unei solicitări distincte de brevet (înregistrată anterior ca depozit cu numărul A/00643/2009). PMR este succint prezentat în figura 2 și este alcătuit din:
  - Supapa de sens (fig. 2 poziția 2);
  - Pompa cu turație variabilă (fig. 2 poziția 3);
  - Robinete de menținere constantă a diferenței de presiune dintre tur și retur (fig. 2 poziția 4);
  - Senzori de temperatură (fig. 2 poziția 5);
  - Senzori de presiune (fig. 2 poziția 6);
  - Debitmetru cu ieșire digitală (impulsuri) sau analogică (curent 4 – 20 mA) (fig. 2 poziția 7);
  - Sensor de temperatură exterioară (fig. 2 poziția 8);
  - Unitate centrală de gestiune (fig. 2 poziția 9), amplasată în CT / PT și care asigură monitorizarea unei matrice formate din mai multe PMR (notate în figura 2 cu  $1_1 + 1_n$ );
3. Dispozitivele de înregistrare (elementele NSRC instalate în spațiile încălzite, la nivelul corpurilor de încălzire);
  - 3.1. Sensor de temperatură reprezentativa a corpului de încălzire;
  - 3.2. Sensor de temperatură de tur a agentului termic;



- 3.3. Senzor de temperatură de retur a agentului termic;
4. Parametri calculați și care pot fi accesați de utilizator prin intermediul sistemului de informare web:
  - 4.1. Temperaturi interioare ale spațiilor adiacente;
  - 4.2. Fluxul termic transferat între incinte cu aceeași destinație, menținute la parametrii termodinamici diferiți;
  - 4.3. Flux informațional: comunicarea amprentei energetice a clădirii – către cartea tehnică a clădirii sub formă de document electronic;
  - 4.4. Flux informațional: cantitatea de căldură utilizată într-un interval prestabilit de timp (furnizată de corpurile de încălzire și transmisă între spații cu regim termic diferit prin elementele de construcție interioare) și a coeficienților de pondere din cantitatea totală de căldură consumată (integrată prin contorul de căldură) din care s-a extras partea comună, pe baza convenției la nivel de asociație de proprietari, care generează costurile aferente încălzirii fiecărui apartament ocupat sau neocupat;
  - 4.5. Flux informațional: comunicarea costurilor aferente încălzirii (acces web);
  - 4.6. Flux informațional: posibilitatea accesării sistemului prin interfața web, în scopul aflării PEC și a validării temperaturilor interioare.
5. Parametri calculați și transmiși sursei de căldură:
  - 5.1. Temperatura de tur a agentului termic corelată cu răspunsul termic al structurii și cu regimul termic din spațiile ocupate / încălzite;
  - 5.2. Parametrii de cuantificare a calității serviciului de asigurare a încălzirii în raport cu solicitarea și cu regimul termic din spațiile ocupate / încălzite.
6. Flux informațional PMR – UCCC (temperaturi, presiune diferențială, parametrii agent termic) și UCCC – PMR (comenzi pompă – interfață curent unificat).

Elementele inovative care generează avantaje față de sistemele existente sunt următoarele:

- identificarea temperaturii interioare a fiecărei incinte dotate cu corp de încălzire (funcțional sau nefuncțional) prin rezolvarea sistemului de ecuații aferent corpului de încălzire,
- algoritmul de identificare a opțiunii optime bazat pe minimizarea abaterii medii pătratică a temperaturilor evaluate în spațiile ocupate/ neocupate, în raport cu o temperatură interioară de referință;

- algoritmul inovativ de determinare a parametrilor agentului termic necesari în vederea asigurării temperaturii interioare în condițiile climatice date și în funcție de opțiunea optimă a utilizatorilor,
  - comunicarea acestor parametri spre Centrala Termică sau Punctul Termic;
  - cuantificarea calității serviciului de asigurare a încălzirii în raport cu solicitarea și cu regimul termic optim din spațiile ocupate / încălzite;
  - introducerea sistemului de informare bazat pe tehnologia WEB conduce la o corectă informare, de tip diagnostic energetic, a utilizatorilor (comparația Performanței Energetice reale cu cea optimă) și la instituirea unei competiții între utilizatorii clădirilor având ca scop reducerea consumului energetic reflectat de costul aferent încălzirii;
    - realizarea funcțională a sistemului de tip DSM;
    - eliminarea „furtului de căldură” între spații ocupate / neocupate / neîncălzite direct;
    - minimizarea dispersiei spațiale a câmpului de temperaturi interioare și utilizarea rațională și eficientă a căldurii (prin utilizarea sistemului de tip „cele mai bune practici” ca urmare a accesării sistemului informatic de tip intranet între apartamente și condominii).

În continuare se prezintă fiecare componentă a sistemului NSRC, rolul pe care aceasta îl are în cadrul sistemului și caracteristicile pe care trebuie să le îndeplinească.

## 1. SENZORII

### a. Senzorii de temperatură

Sunt necesari senzori de temperatură pentru înregistrarea temperaturii de tur și a temperaturii de retur a agentului termic. Senzorii sunt de tip termorezistențe miniaturizate caracterizate de performanțe foarte bune în determinarea temperaturilor și de caracteristice stabile în timp. Din simulările pe modele matematice și testele de laborator realizate rezultă că este necesară determinarea temperaturilor cu o eroare de maxim 0,7°C la nivelul corpului de încălzire, a aerului și a temperaturii de tur și o eroare de maxim 0,3°C la nivelul temperaturii de retur a agentului termic. În consecință, temperatura agentului termic la returul fiecărui corp de încălzire este preluată cu senzori imersați, în timp ce pentru celelalte temperaturi sunt utilizați senzori de contact. Senzorii de temperatură sunt conectați la dispozitivele montate la nivelul corpurilor de încălzire sau sunt montați direct pe placa integrată a acestor dispozitive.

*b. Senzorii de presiune*

Sunt utilizați senzori uzuali de presiune diferențială (tur – retur), cu  $\Delta_{pmax}$  200 kPa, asociați robinetelor de presiune diferențială constantă. Rolul acestor senzori este de a oferi informațiile necesare eliminării dezechilibrelor hidraulice (în raport cu situația de referință de proiectare), respectiv reducerea disponibilului de presiune pe tur prin introducerea unei pierderi locale de sarcină (acționarea unui robinet pe tur). Este modificată caracteristica rețelei interioare de distribuție a agentului termic și redusă diferența de presiune dintre tur și retur. Sunt eliminate problemele care apar la presiune diferențială mare, în special apariția vibrațiilor și zgomotelor produse de procesul de laminare a agentului termic în ventilul robinetelor cu cap termostatat. Valoarea limită de  $\Delta_{pmax}$  200 kPa a fost identificată prin încercări de laborator pe o gamă reprezentativă de robinete de reglare și conduce la reducerea frecvenței de apariție a zgomotelor la un nivel acceptabil de maxim 6,67 % pe banda de frecvențe acceptată prin normele de confort acustic din spațiile de locuit.

Informația oferită de senzorii de presiune este corelată cu temperatura medie de retur și cu temperatura exterioară măsurată (secvența de temperaturi succesive pe o durată istorică de minim 240 ore anterioare).

Exemplu de utilizare a acestor informații: o diferență mare de presiune diferențială, asociată cu temperatură redusă de retur în raport cu cea proprie curbei de reglaj termic calitativ la un moment oarecare, și cu o dispersie considerabilă a debitelor masice de agent termic vehiculate prin corpurile de încălzire (determinate din bilanțul termic al corpurilor de încălzire) în raport cu valorile nominale ale debitelor, indică faptul că majoritatea robinetelor cu cap termostatat montate pe corpurile de încălzire sunt închise (ca opțiune subiectivă a utilizatorilor). Pentru a adapta temperatura de tur (determinată de către UCCC) la necesarul redus de căldură al clădirii, la nivelul racordului instalației interioare la sistemul de încălzire districtuală, este acționată automat pompa de amestec aflată pe un by-pass între conducta de tur și cea de retur, care preia agent termic din conducta de retur și îl injectează în conducta de tur, reducând temperatura agentului termic de tur până la valoarea determinată ca necesară sistemului la acel moment. Se mărește astfel elasticitatea funcțională a sistemului prin lărgirea capacității de reglare hidraulică a instalației (mutarea zonei de reglaj în proximitatea valorii de calcul, într-o zonă cu stabilitate ridicată) și sunt eliminate dezechilibrele hidraulice asociate funcționării cu debit redus de agent termic.

*c. Senzorii de debit*

Este utilizat un debitmetru cu precizie bună, cu ieșire în impuls sau curent unificat pentru preluarea automată a datelor. Este necesar un raport de cel puțin 1 impuls/10 litri (sau mai bun, spre exemplu 1 impuls/1litru) pentru o precizie corespunzătoare a calculelor.

## 2. DISPOZITIVELE DE ÎNREGISTRARE

Dispozitivele preiau următoarele date:

- numărul de unități ale repartitorului de cost clasic RC;
- temperatura de retur a agentului termic la ieșirea din corpul de încălzire. Această temperatură este preluată cu ajutorul unei termorezistențe imersate, cu abatere de maxim 0,3°C;
- temperatura de tur a agentului termic la intrarea din corpul de încălzire. Această temperatură este preluată cu ajutorul unei termorezistențe de contact, cu abatere de maxim 0,7°C.

Rolul dispozitivului de înregistrare este de a integra pe durate de timp de ordinul a 15 minute numărul de unități preluat din RC precum și temperaturile de tur / retur și de a stoca aceste date în memoria internă până când acestea sunt solicitate de UCCC-NSRC (pe un interval de 1-7 luni).

Solicitarea și transmisia datelor se face utilizând un protocol wireless de comunicare pe frecvență de 2.4GHz, care nu necesită autorizare de utilizare, spre exemplu protocolul ZigBee. Fiecare unitate este utilizabilă ca releu, fiind folosită ca repetor de transmisie pentru unitățile vecine (pot fi introduse în sistem până la 65.000 noduri). Datele sunt astfel transmise la UCCC și introduse într-o bază de date care stochează temperaturile măsurate la nivelul dispozitivelor de înregistrare de pe corpurile de încălzire, parametrii agentului termic (temperaturi și debit) și temperatura exterioară înregistrată. Se are în vedere solicitarea acestor date la interval de 1 lună.

## 3. PUNCTUL DE MONITORIZARE ȘI REGLARE (PMR DEPOZIT ANTERIOR

**NR. A/00643/2009)** – fig. 2

PMR este un dispozitiv complex care face poate fi utilizat împreună cu NSRC sau independent de acesta, ca sistem independent, beneficiind de o unitate centrală de calcul și comandă cu funcțiuni similare UCCC-NSRC.

#### 4. UNITATEA CENTRALĂ DE CALCUL ȘI COMANDĂ UCCC-NSRC

*Unitatea Centrală de Calcul și Comandă (UCCC) constă din:*

- Calculator cu conexiune la rețeaua internet;
- Sistem de operare robust de tip Linux, focalizat pe securitate ridicată și siguranță în exploatare. Sunt vizate în special sistemele de operare Debian și CentOS, sisteme de referință pentru calculatoare care funcționează în regim de server și care au și avantajul de a fi disponibile gratuit;
- Webserver Apache;
- Bază de date MySQL;
- Program de calcul PHP.

UCCC realizează următoarele activități:

- la intervale prestabilite de timp solicită datele dispozitivelor de înregistrare;
- primește datele și realizează introducerea acestora în baza de date;
- la intervale prestabilite parcurge datele înregistrate în baza de date și realizează o validare a acestora, utilizând un algoritm matematic de verificare bazat pe minimizarea abaterii medii pătratice;
- sunt calculate fluxurile de căldură medii cedate de corpurile de încălzire către spațiile apartamentelor pe baza valorilor numerelor de unități ale RC și a funcției de corelare dintre puterea termică și valoarea integrată a numărului de unități RC;
- este calculată temperatura interioară medie a apartamentelor (distribuția spațială a temperaturilor în cadrul condominiului);
- sunt calculate fluxurile termice dintre apartamente;
- sunt repartizate costurile aferente încălzirii spațiilor, fiind luate în considerare atât fluxurile de căldură cedate de corpurile de încălzire cât și cele transferate între apartamente, pe baza unei proceduri care include și protocolul de alocare a costului care revine părților comune;
- este reactualizată baza de date – tabelul cu rezultate, cu valorile aferente costurilor pe apartamente și ale PEC; această etapă este obligatorie pentru reducerea numărului de calcule la nivelul serverului; calculele sunt realizate astfel o singură dată, în timp ce alte abordări necesită realizarea calculelor de fiecare dată când un utilizator solicită paginile web.

Tot UCCC găzduiește sistemul de informare al utilizatorilor bazat pe un site web care furnizează utilizatorilor accesul la informațiile oferite de sistem: costurile aferente încălzirii spațiilor, PEC reale și PEC referință.

## 5. MODELE MATEMATICE DINAMICE DE PRELUCRARE A DATELOR

### 5.1. Temperatura agentului termic necesară realizării confortului (termic și fiziologic) în spațiile ocupate – răspunsul termic normal al clădirii ca funcție de comandă proprie UCCC

#### 5.1.1. Scop:

Determinarea temperaturii de tur agentului termic necesara asigurării confortului termic în toate incintele zonei principale a clădirii „k”.

#### 5.1.2. Obiective:

- evaluarea temperaturilor necesare ale agentului termic în condiții de regim hidraulic neperturbat (robinete din dotarea corpurilor de încălzire complet deschise) în fiecare incintă „j”;
- determinarea temperaturii rezultante ca maxima a valorilor mulțimii de temperaturi proprii fiecărei incinte „j”.

#### 5.1.3. Algoritm de calcul

**A. Evaluarea temperaturilor necesare ale agentului termic în condiții de regim hidraulic neperturbat, la nivelul fiecărei incinte „j”**

Ecuțiile de bilanț termic la nivel de incinta „j” se scriu sub forma:

$$G_{0_j} \cdot c \cdot [t_{TN_j}(\tau) - t_{RN_j}(\tau)] = A_{0_j} Q_{0_{inst_j}} \left[ \frac{t_{TN_j}(\tau) - t_{RN_j}(\tau)}{\ln \frac{t_{TN_j}(\tau) - t_{i_0}}{t_{RN_j}(\tau) - t_{i_0}}} \right]^{1+m} = Q_j(\tau) \quad (5.1.1)$$

în care:

$t_{TN_j}(\tau)$  - variația necesară a temperaturii de tur a agentului termic, pentru alimentarea cu căldură a instalației de încălzire din incinta „j” [°C];

$t_{RN_j}(\tau)$  - variația temperaturii de retur, consecință a temperaturii  $t_{TN_j}(\tau)$  a agentului termic [°C];

$Q_j(\tau)$  - necesarul de căldură a incintei „j” în condiții normale de confort termic și fiziologic ( $t_{i_0}$  și  $n_{a_0}$ ), determinat conform procedurilor de integrare a

ecuației integrale a căldurii la transfer prin plăci plane de tip multistrat și de dimensiuni finite [W].

Necunoscutele sistemului de ecuații (5.1) sunt temperaturile  $t_{TN_j}(\tau)$  și  $t_{RN_j}(\tau)$ , asociate debitului masic de agent termic  $G_{0_j}$ , în funcție de necesarul de căldură,  $Q_j(\tau)$ .

Rezultă:

$$t_{TN_j}(\tau) = t_{i_0} + \frac{E_j(\tau)}{E_j(\tau) - 1} \cdot \frac{Q_j(\tau)}{G_{0_j} \cdot c} \quad (5.1.2)$$

în care:

$$E_j(\tau) = \exp \left\{ \frac{Q_j(\tau)}{G_{0_j} \cdot c} \cdot \left[ \frac{Q_j(\tau)}{A_{0_j} \cdot Q_{0 \text{ inst}_j}} \right]^{\frac{1}{1+m}} \right\} \quad (5.1.3)$$

și

$$t_{RN_j}(\tau) = t_{i_0} + \frac{1}{E_j(\tau) - 1} \cdot \frac{Q_j(\tau)}{G_{0_j} \cdot c} \quad (5.1.4)$$

Valoarea necesarului de căldură  $Q_j(\tau)$  se determina cu relația:

$$Q_j(\tau) = \sum_p \frac{A_{p,j}}{R_{p,j}} \cdot [t_{i,0} - t_{ev,p,j}(\tau)] + n_{a,0,j} \cdot V_j \cdot \rho_a \cdot c_{p,a} \cdot [t_{a,0} - t_e(\tau)] - a \cdot S_{LOC,j} \quad (5.1.5)$$

în care valorile temperaturilor interioare sunt proprii stării de confort termic, rata de ventilare este proprie asigurării calității aerului în spațiile ocupate, iar temperaturile exterioare se măsoară continuu. Temperatura exterioară virtuală se determină printr-o procedură de calcul convolutiv, pe baza mulțimii istorice a valorilor temperaturii exterioare măsurată pe durata de 240 de ore anterior momentului de calcul  $\tau$ , în funcție de proprietățile termofizice ale elementelor de construcție cu funcție de anvelopa (identificate și incluse în baza de date a softului de calcul).

### B. Determinarea temperaturii rezultante

Temperatura  $t_{TN_k}(\tau)$  reprezentativă pentru clădirea "k" se determină ca urmare a deciziei:

$$t_{TN_k}(\tau) = \max \{ t_{TN_j}(\tau) \} \quad (5.1.6)$$



**5.2. Evaluarea calității alimentării cu căldură a clădirilor ale căror instalații termice sunt racordate la un sistem districtual de încălzire – funcție proprie PMR și UCCC**

5.2.1. Scop:

Evaluarea calității furnizării căldurii într-o clădire.

5.2.2. Obiective:

- evaluarea variației temporale a temperaturilor  $t_a(\tau)$  și  $t_i(\tau)$  în spațiile dotate cu corpuri de încălzire (sau cu sisteme convective de încălzire) alimentate cu agent termic a cărui temperatură de tur are valoarea cunoscută și variabilă în timp,  $t_T(\tau)$ , iar debitul masic de agent termic  $G_0$  nu se modifică.;

- evaluarea parametrilor criteriali și diagnosticarea calității furnizării căldurii la nivelul zonei principale a clădirii.

5.2.3. Algoritm de calcul:

**A. Evaluarea variației temporale a temperaturilor  $t_a(\tau)$  și  $t_i(\tau)$  în spațiile dotate cu corpuri de încălzire**

Ecuția de bilanț termic a spațiilor încălzite:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dt_R(\tau)}{d\tau} - G_1[t_R(\tau), \bar{t}_{cv}(\tau), t_e(\tau), t_T(\tau), a(\tau)] = 0 \end{array} \right. \quad (5.2.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{cu condiția inițială} \\ t_R(\tau = 0) = t_R(0) \end{array} \right. \quad (5.2.2)$$

având ca necunoscută funcția  $t_R(\tau)$  – temperatura de retur la nivelul zonei principale a clădirii. Ecuția (5.2.1) se bucură de proprietatea de ergodicitate astfel încât influența valorii de inițializare  $t_R(\tau = 0)$  se stinge într-un număr redus de pași de calcul. Funcția  $G_1(\tau)$  este o funcție compusă, de forma:

$$G_1(\tau) = \frac{F_2(t_R(\tau), t_T(\tau))}{F_1(t_R(\tau), t_T(\tau))} \cdot \frac{dt_T(\tau)}{d\tau} - \frac{F_3(t_R(\tau), t_T(\tau))}{F_1(t_R(\tau), t_T(\tau))} + \frac{F_4(t_e(\tau), \bar{t}_{ev}(\tau))}{F_1(t_R(\tau), t_T(\tau))} - \frac{D_4 \cdot S_{Loc}}{F_1(t_R(\tau), t_T(\tau))} \cdot \frac{da_{cv}(\tau)}{d\tau} \quad (5.2.3)$$

în care:

$$F_1(t_R(\tau), t_T(\tau)) = D_1 \cdot \left\{ \frac{E(t_R(\tau))}{E(t_R(\tau)) - 1} - \frac{D_6}{1+m} \cdot \frac{E(t_R(\tau))}{[E(t_R(\tau)) - 1]^2} \right.$$





$$\cdot [t_T(\tau) - t_R(\tau)]^{\frac{1}{1+m}} \left. \vphantom{[t_T(\tau) - t_R(\tau)]^{\frac{1}{1+m}}} \right\} + D_4 \cdot D_5 \cdot m \cdot [t_T(\tau) - t_R(\tau)]^{m-1} ;$$

$$F_2(t_R(\tau), t_p(\tau)) = \frac{D_1}{E(t_R(\tau)) - 1} - \frac{D_1 \cdot D_6}{1+m} \cdot \frac{E(t_R(\tau))}{[E(t_R(\tau)) - 1]^2} \cdot$$

$$\cdot [t_T(\tau) - t_R(\tau)]^{\frac{1}{1+m}} + D_4 \cdot D_5 \cdot m \cdot [t_T(\tau) - t_R(\tau)]^{m-1} ;$$

$$F_3(t_R(\tau), t_T(\tau)) = (E_1 \cdot D_1 - E_2) \cdot \frac{E(t_R(\tau)) \cdot t_R(\tau) - t_T(\tau)}{E(t_R(\tau)) - 1} -$$

$$- E_1 \cdot D_4 \cdot D_5 \cdot [t_T(\tau) - t_R(\tau)]^m ;$$

$$F_4(t_e(\tau), \bar{t}_{ev}(\tau)) = D_2 \cdot \frac{d\bar{t}_{ev}(\tau)}{d\tau} + D_3 \cdot \frac{dt_e(\tau)}{d\tau} + (E_3 + E_1 \cdot D_2) \cdot \bar{t}_{ev}(\tau) + E_1 \cdot D_3 \cdot t_e(\tau)$$

$$D_6 = D_5^{-\frac{1}{1+m}} ;$$

$$E_1 = \frac{S_T - S_E}{Mc} \cdot [\alpha_{cv} + \alpha_r \cdot F_R \cdot (1 - \dot{B}_2)] ;$$

$$E_2 = \frac{S_T - S_E}{Mc} \cdot (\alpha_{cv} + \alpha_r \cdot F_R \cdot \dot{B}_1) ;$$

$$E_3 = \frac{S_T - S_E}{Mc} \cdot \alpha_r \cdot F_R \cdot \dot{B}_3$$

Funcțiile  $t_T(\tau)$ ,  $t_e(\tau)$  și  $\bar{t}_{ev}(\tau)$  se definesc prin conturul poligonal care aproximează alura reală a funcțiilor pe intervalul de timp  $\Delta\tau \in [\tau_{j-1}, \tau_j]$ .

Metoda de integrare a ecuației diferențiale – prin rutina de calcul implementată în programul de calcul al UCCC, este Runge-Kutta de ordinul 4.

Se determină temperatura elementelor de construcție interioare,  $t_p(\tau)$ :

$$t_p(\tau) = D_1 \cdot \frac{E(t_R(\tau)) \cdot t_R(\tau) - t_T(\tau)}{E(t_R(\tau)) - 1} - D_2 \cdot \bar{t}_{ev}(\tau) - D_3 \cdot t_e(\tau) -$$

$$- D_4 \cdot D_5 \cdot [t_T(\tau) - t_R(\tau)]^m - D_4 \cdot a_{cv}(\tau) \cdot S_{Loc}$$

(5.2.4)

în care  $t_R(\tau)$  rezultă din (5.2.1), iar  $t_T(\tau)$  se măsoară continuu.



Celelalte mărimi sunt constante care se determină în funcție de tipul și mărimea corpurilor de încălzire, precum și de caracteristicile geometrice și termice ale clădirii.

Se determină temperatura aerului  $t_a(\tau)$  în funcție de puterea termică instalată și de temperaturile  $t_T(\tau)$ ,  $t_R(\tau)$  ale agentului termic:

$$t_a(\tau) = \frac{E(t_R(\tau)) \cdot t_R(\tau) - t_T(\tau)}{E(t_R(\tau)) - 1} \quad (5.2.5)$$

în care:

$$E(t_R(\tau)) = \exp \left\{ \left( \frac{Q_0 \cdot A}{G_0 \cdot c} \right)^{\frac{1}{1+m}} \cdot [t_T(\tau) - t_R(\tau)]^{\frac{1}{1+m}} \right\} \quad (5.2.6)$$

Se determină expresia  $t_i(\tau)$ :

$$t_i(\tau) = A_1 \cdot t_a(\tau) + A_2 \cdot t_p(\tau) + A_3 \cdot \bar{t}_{cv}(\tau) \quad (5.2.7)$$

**B. Evaluarea parametrilor criteriali și diagnosticarea calității furnizării căldurii la nivelul zonei principale a clădirii**

Se definesc valorile abaterii medii pătratice și a mediei zilnice ale celor două temperaturi interioare în raport cu valorile similare proprii stării convenționale de confort termic și fiziologic, respectiv:

$$\sigma\{t_i(\tau)\} = \sqrt{\frac{\sum_{\tau} [t_i(\tau) - t_{i0}]^2}{T \cdot (T - 1)}} \quad (5.2.8)$$

$$\bar{t}_i(\tau) = \frac{1}{T} \sum_{\tau} t_i(\tau); T = 24 \text{ ore/zi} \quad (5.2.9)$$

pentru temperatura interioară rezultantă, respectiv:

$$\sigma\{t_a(\tau)\} = \sqrt{\frac{\sum_{\tau} [t_a(\tau) - t_{a0}(\tau)]^2}{T \cdot (T - 1)}} \quad (5.2.10)$$

$$\bar{t}_a(\tau) = \frac{1}{T} \sum_{\tau} t_a(\tau) \quad (5.2.11)$$

pentru temperatura medie volumică a aerului interior,  $t_{a0}(\tau)$ , definită cu relația:

$$t_{a0}(\tau) = B_1 \cdot t_{i0} + (1 - B_1) \cdot \bar{t}_{ev}(\tau)$$

în care  $B_1$  un coeficient care se definește în funcție de geometria clădirii și de rezistența termică medie a anvelopei clădirii – zona principală.

Se pune diagnosticul serviciului de furnizare a căldurii prin verificarea îndeplinirii condițiilor:

$$|\bar{t}_i(\tau) - t_{i0}| \leq 1.0^\circ\text{C} \quad (5.2.12)$$

$$\sigma\{t_i(\tau)\} \leq 1.5^\circ\text{C} \quad (5.2.13)$$

caz în care se admite ca satisfăcător serviciul de încălzire a spațiilor locuite. În caz contrar serviciul este cotate drept nesatisfăcător, iar situațiile de acest fel sunt reținute în baza de date a sistemului la nivel de clădire și raportate către sursa de încălzire centrală (numărul total al cazurilor reținute în baza de date coincide cu numărul de zile din sezonul rece).

### 5.3. Determinarea costului căldurii în spațiile ocupate

#### 5.3.1. Scop:

Determinarea valorilor corecte ale fluxurilor termice caracteristice spațiilor încălzite în raport cu care se calculează costul încălzirii.

#### 5.3.2. Obiective:

- evaluarea temperaturilor interioare rezultante și ale aerului,
- evaluarea debitelor masice de agent termic vehiculat prin corpurile de încălzire la orice moment  $\tau$ ,  $G_j(\tau)$  în scopul testării stabilității hidraulice instalației de încălzire;
- evaluarea fluxurilor termice transferate între apartamente prin elementele de construcție;
- stabilirea valorilor corecte ale fluxurilor termice medii pe intervale reprezentative de timp (peste 240 ore) utilizate pentru realizarea regimului termic din spațiile apartamentelor (ocupate sau nu, încălzite direct sau indirect).

#### 5.3.3. Algoritm:

Parametrii mășurați și înregistrați (într-o clădire) sunt:

$$t_T(\tau), t_{Rj}(\tau), C_j(\tau), t_e(\tau), t_{cs}(\tau), t_{sb}(\tau)$$

Ecuția corpului de încălzire, asociată valorii cunoscute a fluxului termic emis de acesta, are forma:

$$G_j(\tau) \cdot c \cdot [t_T(\tau) - t_{Rj}(\tau)] = A \cdot Q_{0,j} \cdot \left[ \frac{t_T(\tau) - t_{Rj}(\tau)}{\ln \frac{t_T(\tau) - t_{aj}(\tau)}{t_{Rj}(\tau) - t_{aj}(\tau)}} \right]^{(1+m)} = P_j(\tau) \quad (5.3.1)$$

Ținând seama de definierea  $C(\tau)$  – ca valoare indicată de dispozitivele de înregistrare, prin integrarea diferențelor de temperatură reprezentativă la nivelul corpurilor de încălzire, și de relația de determinare a valorii  $P(\tau)$  – fluxul termic furnizat de corpul de încălzire se utilizează următorul algoritm de calcul:

Se determină valorile succesive  $P_j(\tau)$ , pe baza valorilor succesive indicate de dispozitivele de înregistrare montate la nivelul corpurilor de încălzire  $C_j(\tau)$  și pe baza expresiei  $\Psi[C_j(\tau)]$ , cu o relație de forma:

$$P_j(\tau) = a_1 \cdot \exp\{a_2 \cdot \Psi[C(\tau)]\}$$

determinată prin etalonarea dispozitivelor de înregistrare cu fluxul termic cedat de corpurile de încălzire, etalonare realizată în condiții de laborator.

Pe baza parametrilor mășurați ( $t_T$  și  $t_{Rj}$ ) se determină temperatura medie volumică a aerului din incinta „j” :

$$t_{aj}(\tau) = \frac{E_j(\tau) \cdot t_{Rj}(\tau) - t_T(\tau)}{E_j(\tau) - 1} \quad (5.3.2)$$

în care:

$$E_j(\tau) = \exp\left\{ [t_T(\tau) - t_{Rj}(\tau)] \cdot \left[ \frac{P_j(\tau)}{A \cdot Q_{0,j}} \right]^{-\frac{1}{1+m}} \right\}$$

Cu valorile cunoscute  $t_{aj}(\tau)$  în care „j” este indicatorul incintei, se determină valorile medii pe intervale reprezentative scopului urmărit de tarifare a consumului de căldură (minim 10 zile),  $\bar{t}_{aj}$ .

Se afișează (la cerere) valorile medii orare ale  $\bar{t}_{aj}(\tau)$  astfel încât orice persoană interesată asupra costului aferent încălzirii unui spațiu să dispună de informația necesară privind temperatura aerului din spațiile adiacente (propriei apartamentului sau / și propriei vecinilor).

Pe baza valorilor determinate  $\bar{t}_{aj}$  se determină valorile medii  $\bar{t}_{ij}$  ale temperaturilor interioare rezultante:

$$\bar{t}_{ij} = \frac{\bar{t}_{aj} - (1 - B_j) \cdot \bar{t}_{evj}}{B_j} \quad (5.3.3)$$

**NOTA 1:** Valorile  $B_j$  se determină cu relația:

$$B_j = 1 + \frac{\alpha_R \cdot F_{Rj}}{\alpha_{ij} \cdot \alpha_{CV} \cdot R_j}$$

în care:

$$\alpha_{ij} = \alpha_{CV} + \alpha_R \cdot F_R \cdot \frac{A_{Tj}}{A_{Ej}}$$

$$\bar{t}_{evj} = \frac{\sum \left( \frac{A}{R} \right)_j \cdot \bar{t}}{\sum \left( \frac{A}{R} \right)_j}$$

în care valorile "t" sunt valori ale temperaturilor interioare ale spațiilor adiacente incintei "j", din zona principală, din zonele secundare (cs, sb.) și temperaturi exterioare virtuale aferente elementelor de construcție ale anvelopei incintei "j" (opace și transparente). Coeficienții de cuplaj termic aparțin elementelor care formează conturul termodinamic al incintei "j", inclusiv proprii incintelor alăturate din zona principală prin care are loc transfer de căldură,

Valorile  $\bar{t}_{ij}$  rezultate se afișează și se pot cunoaște (la cerere) de către orice persoană din clădire.

Pe baza valorilor  $\bar{t}_{ij}$  și a coeficienților de cuplaj dintre apartamente, dar și a fluxurilor termice proprii corpurilor de încălzire, integrate pe durată reprezentativă de timp (o lună), se determină cantitățile de căldură consumate efectiv de fiecare apartament în intervalul analizat

Variația debitului masic de agent termic ca urmare a acționării robinetelor cu cap termostatic se determină din ecuația de bilanț sub forma:

$$G_j(\tau) = 0,86 \cdot \frac{P_j(\tau)}{[t_T(\tau) - t_{Rj}(\tau)]} \tag{5.3.4}$$

Se determina fluxurile termice medii pe baza cărora se facturează a consumurile de căldură proprii apartamentelor aflate în contact termic (apartamentele j+1,j, j-1.....).

$$Q_{D,j+1} - Q_{S,j+1} = Q_{j+1} - \left( \frac{S}{R} \right)_{j+1,j} \cdot (\bar{t}_{i,j+1} - \bar{t}_{i,j}) = Q_{F,j+1} \neq Q_{j+1}; \tag{5.3.5}$$

$$Q_{D,j} - Q_{S,j} = Q_j + \left( \frac{S}{R} \right)_{j+1,j} \cdot (\bar{t}_{i,j+1} - \bar{t}_{i,j}) + \left( \frac{S}{R} \right)_{j-1,j} \cdot (\bar{t}_{i,j-1} - \bar{t}_{i,j}) = Q_{F,j} \neq Q_j \tag{5.3.6}$$

$$Q_{D,j-1} - Q_{S,j-1} = Q_{j-1} + \left( \frac{S}{R} \right)_{j-1,j} \cdot (\bar{t}_{i,j} - \bar{t}_{i,j-1}) + \left( \frac{S}{R} \right)_{j-1,j-2} \cdot (\bar{t}_{i,j-2} - \bar{t}_{i,j-1}) = Q_{F,j-1} \neq Q_{j-1} \tag{5.3.7}$$

în care:

- $Q_J$  – fluxul termic mediu furnizat de corpurile de încălzire din apartament – valori rezultate din înregistrarea actualelor repartitoare de cost RC;
- $Q_{D,J}$  – fluxul termic disipat către exterior;
- $Q_{S,J}$  – fluxul termic datorat activității umane din spațiul ocupat;
- $Q_{F,J}$  – fluxul termic aferent facturii de plată.

#### 5.4. Optimizarea regimului hidraulic al instalației de încălzire centrala – PMR și UCCC

Condiția  $t_{TN}^R(\tau) \geq t_{TNK}^R(\tau)$ , asociată debitului real propriu clădirii la momentul ( $\tau$ ),  
 $G_K(\tau) \leq G_{OK}$ .

##### 5.4.1. Scop:

Determinarea valorii corecte a debitului masic de agent termic vehiculat prin instalația de încălzire interioară.

##### 5.4.2. Obiective:

- evaluarea temperaturii de retur a agentului termic în condiții normale de exploatare (pct. 5.1 rel.(5.1.4));
- evaluarea debitelor masice de agent termic vehiculat prin corpurile de încălzire la orice moment  $\tau$ ,  $G_J(\tau)$  în scopul testării stabilității hidraulice instalației de încălzire.

##### 5.4.3. Algoritm:

Diagnosticul privind stabilitatea hidraulică și eficiența utilizării căldurii:

- dacă temperatura de retur este superioară valorii normale, se transmite către PMR comanda de reducere a debitului masic vehiculat în instalație – se acționează vana de pe retur până la momentul în care se atinge egalitatea celor două temperaturi (cea calculată și cea măsurată la nivel de PMR), cu următoarele decizii suplimentare:

- dacă reducerea necesară de debit este sub 50 %, se menține vana în această poziție până la noul test (după 3 ore).
- dacă reducerea de debit este de 50 % din valoarea nominală și nu s-a realizat condiția de temperatură impusă returului, se stabilizează vana de reglaj primar în poziția de 50 % și se comandă acționarea vanei amplasată pe by-pass-ul dintre tur și retur pentru injectare a apei de retur în conducta de tur până la

momentul în care se atinge egalitatea celor două temperaturi, după care cele două vane rămân pe poziții până la noul test (după 3 ore);

## 5.5 Amprenta energetică și Performanța Energetică a Clădirii – PMR și UCCC

### 5.5.1. Scop:

Evaluarea regimului termic interior și a Performanței Energetice a Clădirii (PEC) – încălzirea spațiilor.

### 5.5.2. Obiective:

- evaluarea temperaturii interioare rezultante medii și a ratei de ventilare medii pe durate de timp relevante și compararea cu valorile normale;
- trasarea „Amprentei energetice a clădirii” – caracteristica funcțională a sistemului clădire – instalație de încălzire;
- evaluarea PEC în condiții reale de exploatare și în condiții de climă reprezentativă – elaborarea automată a Certificatului de Performanță Energetică a Clădirii (CPE).

### 5.5.3. Algoritm:

- Determinarea debitului de agent termic pentru încălzirea casei scârilor

În cazul în care zona secundară casa scârilor este dotată cu instalație de încălzire debitul de agent termic specific acesteia se menține practic constant și egal cu valoarea:

$$G_{cs} = \frac{Q_0}{(t_{T0} - t_{R0}) \cdot c} \cdot \frac{S_{E_{cs}}}{S_E}$$

în care:

- $Q_0$  – necesarul de căldură de calcul al clădirii, [W];
- $t_{T0}, t_{R0}$  – temperaturile de calcul ale agentului termic, [°C];
- $c$  – căldura specifică masică a agentului termic, [J / kgK];
- $S_E$  – suprafața echivalentă termic a corpurilor de încălzire din clădire, [m<sup>2</sup>];
- $S_{E_{cs}}$  – suprafața echivalentă termic a corpurilor de încălzire din spațiul casei scârilor, [m<sup>2</sup>].

- Determinarea debitului masic de agent termic vehiculat prin instalația de încălzire a zonei principale:

$$G_{ZP,K} = \frac{\dot{Q}_{M,k}}{(t_{TM,k}^{(0)} - t_{RM,k}^{(0)}) \cdot c} - G_{cs}$$

- Determinarea temperaturilor de tur / retur ale agentului termic, proprii zonei principale a clădirii:

$$\bar{t}_{Ti,k} = \bar{t}_{sb,k} + (\bar{t}_{TM,k}^{(0)} - \bar{t}_{sb,k}) \exp\left(-\pi \cdot A \cdot \frac{\dot{Q}_{M,k}}{\bar{t}_{TM,k}^{(0)} - \bar{t}_{RM,k}^{(0)}}\right)$$

$$\bar{t}_{Ri,k} = \bar{t}_{sb,k} + (\bar{t}_{RM,k}^{(0)} - \bar{t}_{sb,k}) \exp\left(\pi \cdot A \cdot \frac{\dot{Q}_{M,k}}{\bar{t}_{TM,k}^{(0)} - \bar{t}_{RM,k}^{(0)}}\right)$$

- Determinarea temperaturii interioare medii a aerului din zona principala a clădirii:

$$\bar{t}_{a,k} = \frac{E \cdot t_{Ri,k} - t_{Ti,k}}{E - 1}$$

$$E = \exp\left[\left(\frac{G_{ZP,K} \cdot C}{\dot{A} \cdot Q_{0ZP}}\right)^{\frac{1}{1+m}} \cdot (\bar{t}_{Ti,k} - \bar{t}_{Ri,k})^m\right]$$

- Determinarea temperaturii interioare medii rezultante din zona principala a clădirii:

$$\bar{t}_{i,k} = [\bar{t}_{a,k} - (1 - B_1) \cdot \bar{t}_{ek}] \cdot B_1^{-1}$$

în care:

$$B_1 = 1 + \frac{\alpha_r \cdot F_R}{\alpha_i \cdot \alpha_{cv} \cdot R}$$

- Determinarea valorii medii a ratei de ventilare a zonei principale a clădirii din ecuația algebrică liniară:

$$c_s \cdot \left(\frac{S_E}{R}\right)_{ZP} \cdot (\bar{t}_{ik} - \bar{t}_{ek}) + n_{ak} \cdot V \cdot \rho \cdot c_{pa} \cdot (\bar{t}_{a,k} - \bar{t}_{ek}) + \frac{S_{PL}}{R_{PL}} \cdot (\bar{t}_{ik} - \bar{t}_{sb,k}) + \frac{S_{cs}}{R_{cs}} \cdot (\bar{t}_{ik} - \bar{t}_{cs,k}) - a_k \cdot S_{LOC} = \dot{Q}_{ZP,k}$$

în care:

$$\dot{Q}_{ZP,k} = G_{ZP,K} \cdot c \cdot (\bar{t}_{Ti,k} - t_{Ri,k})$$

- Valorile  $\bar{t}_{Ti,k}$  și  $n_{a,k}$  se compara cu valorile normale  $\bar{t}_{i0}$  și  $n_{a,0}$
- Amprenta energetică reprezintă corelarea statistică de forma:

$$\dot{Q}_{M,K} = \sum_{J=0}^P (\beta_J \cdot \bar{t}_e^{P-J})$$





PEC se determina conform metodei rapide pentru condiții normale de funcționare a sistemului clădire – instalație și se compara cu valorile proprii Ampreței Energetice – se elaborează strategii de încălzire rațională.

## 6. SISTEMUL DE INFORMARE AL UTILIZATORILOR

Sistemul de informare al utilizatorilor este realizat prin implementarea unei interfețe grafice de utilizare pe suportul unui web-site dinamic care utilizează programul PHP și baze de date MySQL pentru gestionarea utilizatorilor și a datelor acestora.

Accesul în sistem se realizează pe baza unui cont de utilizator și a unei parole. Este verificată logarea și în cazul unei înregistrări corecte, utilizatorul poate accesa pagina corespunzătoare lui, care îi indică costurile înregistrate și moduri practice de reducere a acestor costuri.

În momentul accesării paginii, PHP preia datele relevante utilizatorului din baza de date MySQL – tabelul cu rezultate și construiește dinamic pagina pe care acesta a solicitat-o.

Prelucrarea matematică a datelor înregistrate pe intervale lungi de timp permite:

- identificarea caracteristicilor termice ale clădirii;
- cuantificarea calității furnizării căldurii de către sursa de căldura;
- determinarea ampreței energetice a clădirii;
- normalizarea valorilor PEC măsurate prin raportare la condițiile climatice de referință (procedura utila metodei operaționale de certificare energetica a clădirilor)

Sistemul UCCC-NSRC este implementat în cadrul Laboratorului de Instalații din INCERC București. Este realizat fiind utilizare următoarele echipamente:

- calculator electronic, care funcționează în sistem de server;
- senzori de temperatură termorezistente clasa A;
- debitmetru cu ieșire în impuls, 7 impulsuri/litru;
- sistem de achiziție DT 500 pentru preluarea și stocarea datelor de la debitmetru;
- sistem de achiziție a datelor de la termorezistențe de tip modular. Modulele acoperă o gamă largă de semnale analogice și digitale pot fi configurate cu ușurința într-o rețea de tip industrial (imună la perturbații electrostatice și electromagnetice) de tip RS485. Convertoarele RS232 – RS485 din această serie sunt de tip „inteligent”, dotate cu un circuit special denumit "Self Tuner" ASIC care elimină neajunsurile rețelei de tip RS485 datorate modului de lucru „half duplex”, asigurând comutarea automată între „recepție” și „transmisie”, cu alte cuvinte „direcția” transmisiei este automat stabilită. Distanța maximă dintre

modulele aflate într-o rețea poate fi de 1,2 km. Pentru distanțe mai mari se pot prevedea repețoare de semnal. Viteza de transmisie a datelor în rețea poate atinge chiar 115 Kbauds. În plus, modulele din seria I-7000 se utilizează în sisteme de monitorizare de tip „distribuit” ceea ce constituie un avantaj enorm în obținerea unor rezultate neviciate, cu mare acuratețe. Sistemele „distribuite” se caracterizează în primul rând prin posibilitatea de a „deplasa” modulul de achiziție chiar lângă senzor. În felul acesta se elimină cablurile de conexiune foarte costisitoare și, în mod deosebit, se elimină posibilitatea alterării semnalelor prin interferențe nedorite.

Pe server se rulează un program tip daemon scris în limbajul de programare PHP. Acesta lansează o subrutină (child) care rulează un timp nelimitat în spatele altor aplicații (în background), preluând datele de la senzori. În cadrul proiectului demonstrativ, la nivel de laborator, datele sunt preluate cu frecvență mare, senzorii fiind scanați la aproximativ 1 secundă. Aceste date sunt stocate în memoria RAM, sunt integrate la nivel de minut și apoi sunt scrise în baza de date MySQL, împreună cu data și ora la care au fost înregistrate aceste valori. Valorile sunt înregistrate în modul următor:

Numele variabilei: data	Format: datetime	default value: 0000-00-00 00:00:00
Numele variabilei: deb	Format: decimal(8,4)	default value: 0.00
Numele variabilei: T1 ÷ T32	Format: decimal(4,2)	default value: 0.00

Pentru a asigura frecvența mare de preluare a datelor, în acest mod de realizare a invenției, senzorii și echipamentele de preluare a datelor sunt montate utilizându-se cabluri pentru conectarea lor.

Modelul matematic utilizat este cel descris anterior. În cadrul experimentului camerele monitorizate au fost încălzite la diferite temperaturi interioare, generându-se câmpul spațial de temperaturi cu valori obținute prin clacul și prin măsurare directă. Eroarea dintre temperaturile măsurate și cele determinate prin calcul este acceptabilă, fiind sub 1°C.

Datele sunt prelucrate în momentul solicitării în browser a unei pagini create special [http://localhost/costremon/calcul\\_v4.php](http://localhost/costremon/calcul_v4.php). Sistemul permite determinarea fluxurilor termice cedate de corpurile de încălzire amplasate în incintele monitorizate, a temperaturilor acestora și a fluxurilor termice cedate între incinte, prin elementele de construcție.

## REVENDICĂRI

Invenția se referă la un sistem și o metodă de repartizare a costurilor aferente încălzirii imobilelor de tip condominiu, în funcție de consumul real de căldură. Sistemul conform invenției este compus din unitatea centrală de calcul și comandă UCCC-NSRC, punctul de monitorizare și reglare (PMR), dispozitivele de înregistrare montate la nivelul corpurilor de încălzire, senzori de debit, presiune și temperaturi, web-serverul și interfața web (web-site-ul) de informare a beneficiarilor. Metoda este caracterizată de repartizarea costurilor aferente încălzirii considerând fluxurile termice disipate între incinte cu aceeași destinație, menținute la temperaturi diferite.

Aplicarea metodei de repartizare a costurilor presupune instalarea pe fiecare corp de încălzire a dispozitivelor de înregistrare (DI) a temperaturilor relevante, inclusiv a temperaturii de retur a agentului termic, amplasarea la nivelul bransamentului a unui punct de monitorizare și reglare (PMR), asigurarea transferului informațiilor de la PMR și DI către UCCC, evaluarea temperaturilor interioare rezultante și a aerului, evaluarea debitelor masice de agent termic vehiculat prin corpurile de încălzire, evaluarea fluxurilor termice cedate de corpurile de încălzire, evaluarea fluxurilor termice cedate între incinte cu aceeași destinație, determinarea energiei termice efectiv utilizate la nivel de apartamente și repartizarea costurilor, introducerea acestor date în baza de date pentru a putea fi accesate on-line de beneficiari prin intermediul interfeței web.

SECRET  
15-03-2010



# DESENE

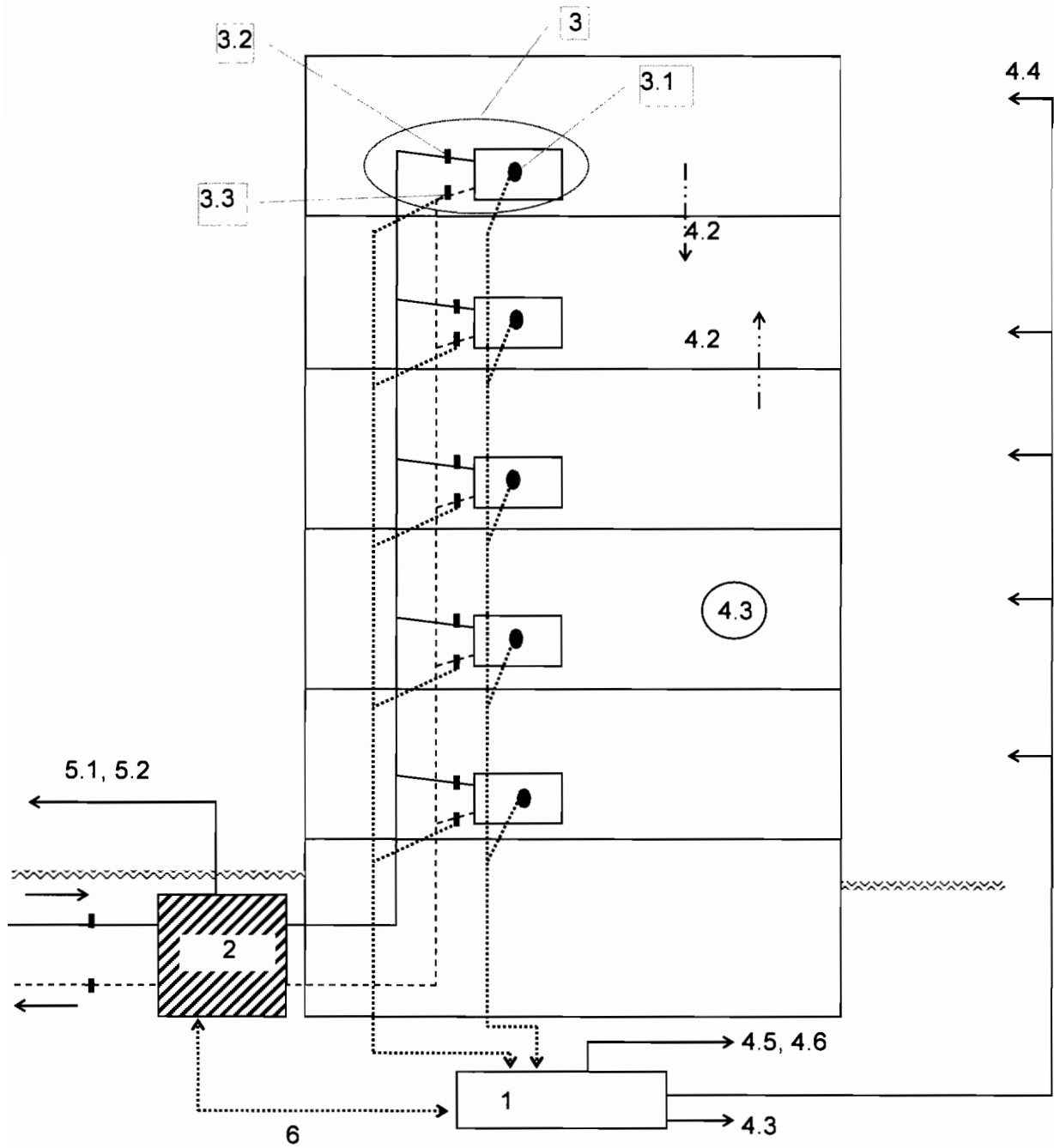


Fig. 1

*[Handwritten signature]*

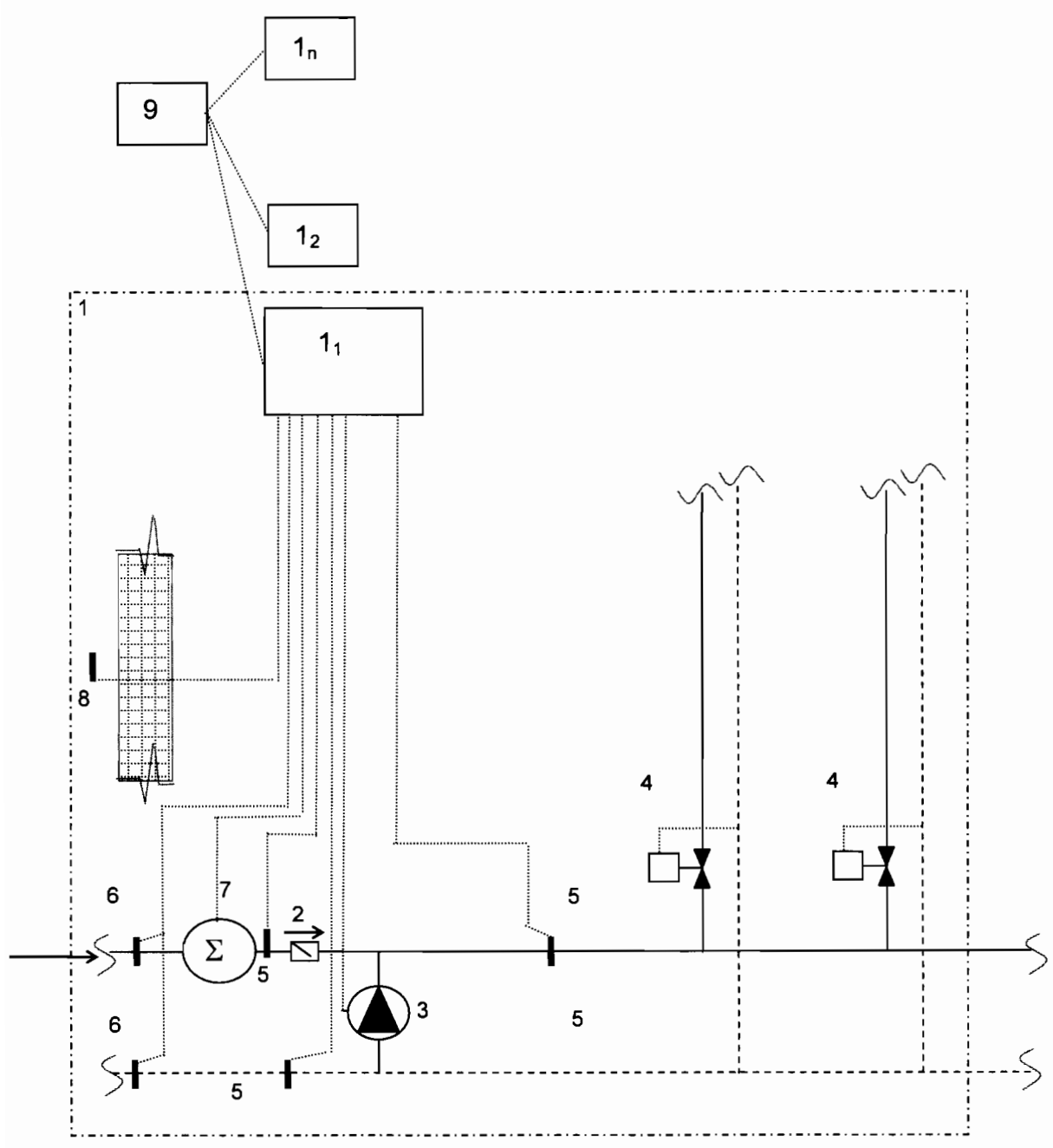


Fig. 2

Handwritten signature and stamp.