
PROPOSITION OF UPDATING THE METHOD USED IN CALCULATING THE HEAT DEMAND BASED ON A NEW CONCEPT OF DESIGN OUTDOOR TEMPERATURE AND OF BUILDING – SOIL BOUNDARY HEAT TRANSFER

Dan CONSTANTINESCU*

ABSTRACT

The dimensioning of the heating systems equipping new and existing buildings, in the case of their energy-related upgrading is an extremely important activity in the context of reaching the targets of the European Directive 31 /2010 / UE concerning the Buildings Energy Performance (PEC). The accurate determination, phenomenologically based, of the buildings thermal response leads to determining the climatic parameters representative for the climatic zones and for the buildings structure.

Unlike the EN 12831: 2003 European Regulation, the design outdoor temperature in the conditions of Romania's various zones was determined by the identification of the thermal response specific to the transient conditions of the heat transfer through the composite structures of the opaque and glazing closing components with the thermal response in idealized, steady-state conditions; thus, the design outdoor temperature was determined, which is conditioned by an acceptable discomfort during the coldest pentads of a 48 years climatic statistics (1961-2008).

The climatic parameter which generates the modeling similitude is the virtual outdoor temperature which allows the use of the steady-state conditions mathematical formalism in issues of heat transfer in transient conditions. A dependency relation between the design indoor temperature, identical to the resulting indoor temperature (different from the operational temperature) and the air volume average temperature is emphasized.

Special attention is given to the heat transfer at the building-soil boundary, in the form of various practical solutions (buildings the basement of which is not directly heated, equipped or not with heating systems, directly heated and occupied, as well as buildings on plinths); in all the cases, the solutions approached are specific to the envelope which is or not thermally insulated.

Key-words: heat demand calculation, heat transfer, building-soil boundary, envelope thermal balance

REZUMAT

Dimensionarea instalațiilor de încălzire din dotarea clădirilor noi și a celor existente, în cazul modernizării energetice a acestora, reprezintă o activitate de maximă importanță în contextul atingerii obiectivelor Directivei europene 31 / 2010 / UE privind Performanța Energetică a Clădirilor. Determinarea corectă pe baze fenomenologice a răspunsului termic al clădirilor conduce la determinarea parametrilor climatici reprezentativi pentru zonele climatice și pentru structura constructivă a clădirilor.

Spre deosebire de reglementarea europeană EN 12831 : 2003, temperatura exterioară de calcul pentru condițiile diferitelor zone ale României s-a determinat prin identificarea răspunsului termic propriu regimului variabil de transfer de căldură prin structurile compozite ale elementelor de închidere opace și vitrare, cu răspunsul termic în regim idealizat, staționar, ceea ce a condus la determinarea temperaturii exterioare de calcul, condiționată de un disconfort acceptabil în pentadele cele mai reci ale unei statistici climatice de 48 de ani (1961-2008).

Parametrul climatic care realizează similitudinea de modelare este temperatura exterioară virtuală care permite utilizarea formalismului matematic al regimului staționar în probleme de transfer termic în regim variabil. Între temperatura interioară de calcul, identică cu temperatura interioară rezultantă (diferită de temperatura operativă) și temperatura medie volumic a aerului se pune în evidență o relație de dependență.

O atenție deosebită se acordă transferului de căldură la frontiera clădire-sol sub forma variatelor soluții practicate (clădiri cu subsol neîncălzit direct, cu și fără instalații termice în dotare, încălzit direct și ocupat, precum și amplasării clădirii pe un soclu, în toate cazurile abordându-se soluții proprii anvelopei izolate sau neizolate termic.

Cuvinte cheie: calculul necesarului de căldură, transfer de căldură, frontiera clădire-sol, bilanțul termic al anvelopei

*National Building Research Institute – INCERC, Bucharest, Romania; e-mail: dan.constantinescu@incerc2004.ro

1. INTRODUCTION

The calculation method further described is based on the application of the principles presented in chap. 4 of EN 12831:2003 „**Principle of the calculation method**” of which two are of specific importance as follows:

1. The air temperature and the operative temperature are assumed to be of the same value;
2. The heat losses are calculated in steady state conditions.

An analysis based on the buildings thermal response to random climatic loads combined with the load specific to the meeting of the microclimate conditions in the occupied / dwelled spaces, emphasizes the fact that the two calculation hypotheses mentioned above are only justified in special cases which cannot represent the general rule of a calculation (design) methodology – precincts equipped with radiant heating systems – floor / ceiling and closing structures with no actual thermal capacity or periods of time associated to the calculation of the heat transfer by conduction numbering days (at least 5 consecutive days) which are represented, by average values of the outdoor temperatures, so that the steady-state conditions of the heat transfer can be considered without the risk of significant errors. As concerns the heat transfer at the building – soil boundary, the hypothesis of the heat transfer in steady-state conditions is unacceptable in any situation, taking into account the considerable thermal capacity of the soil as a homogeneous and isotropic environment, on one hand and the spatially variable value of this thermal capacity in terms of the length and direction of the heat flow lines specific to the heat transfer through soil, on the other hand.

Considering the elements described above, and taking into account the fact that the technical regulation under analysis refers to the heating systems sizing, which implies the reference to a situation which rarely occurs, the previously mentioned calculation hypotheses will be taken into consideration only **by adopting an intensive, virtual thermodynamic parameter** – the outdoor design temperature – which observes the mathematical formalism of the design (calculation) structure based on the above hypotheses, but reflects, at the same time, the phenomenological

1. INTRODUCERE

Metoda de calcul care se prezintă în continuare se bazează pe aplicarea principiilor prezentate în cap. 4 al EN 12831:2003 „**Principle of the calculation method**” dintre care două se disting ca importanță, după cum urmează:

1. Temperatura aerului interior și temperatura operativă au aceeași valoare;
2. Determinarea fluxului termic disipat utilizează modelul de calcul în regim staționar de transfer de căldură.

O analiză bazată pe răspunsul termic al clădirilor la solicitări climatice aleatoare combinată cu solicitările proprii realizării condițiilor de microclimat în spațiile ocupate / locuite, pune în evidență faptul că cele două ipoteze de calcul susmenționate nu se justifică decât în cazuri excepționale care nu pot constitui regula unei metodologii de calcul – incinte dotate cu sisteme de tip radiant de încălzire – pardoseală / tavan și structuri de închidere practic lipsite de capacitate termică sau intervale de timp asociate calculului de transfer de căldură prin conducție de ordinul zilelor (minim 5 zile consecutive) reprezentate prin valori medii ale temperaturilor exterioare, astfel încât regimul staționar de transfer de căldură să poate fi luat în considerare fără producerea unor erori semnificative. În ceea ce privește transferul de căldură la frontiera clădire-sol, ipoteza transferului de căldură în regim staționar devine inacceptabilă în orice situație dată, fiind atât capacitatea termică considerabilă a solului ca mediu omogen și izotrop, pe de o parte, dar și valoarea variabilă spațial a acestei capacități termice în raport cu lungimea și direcția liniilor de flux termic specifice transferului de căldură prin sol.

Față de cele de mai sus și ținând seama de faptul că reglementarea tehnică analizată se adresează dimensionării instalațiilor termice, ceea ce implică raportarea la o situație cu frecvență redusă de apariție, ipotezele de calcul menționate nu pot fi luate în considerare decât prin adoptarea unui parametru termodinamic intensiv virtual – temperatura exterioară de calcul – care respectă formalismul matematic al structurii de calcul bazată pe ipotezele de mai sus, dar reflectă, în același timp, realitatea fenomenologică proprie proceselor de transfer de căldură prin elementele de construcție ale clădirilor. Rezultă așadar că temperatura exterioară de calcul

reality specific to the process of the heat transfer through building members. It results therefore that the outdoor design temperature does not represent a parameter exclusively resulted by processing a number of outdoor temperatures, but also includes in its value and its structure the real thermal response of structures to random thermal loads. Moreover, the preservation of the identity between the operative indoor temperature and the volume average temperature of the air in the heated spaces generates an increased dispersion of the design outdoor temperature values compared to the geometry specific to heated spaces and in terms of the outdoor envelope thermal protection. For this reason, this proposition recommends the use of two temperatures specific to heated spaces, as follows:

- the resulting indoor temperature $t_i(\tau)$, variable or constant according to time, defined in terms of the air volume average temperature and of the radiant average temperature of the heated space, similar but not identical to the operative temperature;
- the volume average temperature of the air in the occupied space, defined by relation:

$$t_a(\tau) = t_{0i} \cdot B_1 + t_{ev}(\tau) \cdot (1 - B_1) \quad (1)$$

where:

în care:

$$B_1 = 1 + \frac{\alpha_r \cdot F_R}{\alpha_i \cdot \alpha_{cv} \cdot \bar{R}} \quad (2)$$

the coefficients used are explained in chap. 1 of this report, t_{0i} is the design indoor temperature for a dwelled / occupied space and t_{ev} is the so-called design “virtual outdoor temperature” which takes over in its structure the mathematical formalism of the transient heat transfer conditions. In design conditions, the *virtual outdoor temperature* becomes the design outdoor temperature and the modality to assess it is described in the following chapters (1 and 2).

Therefore, in order to observe the simplified design formalism of the current European standard EN 12831:2003 (useful in heating systems sizing), we propose to settle, at the national level, based on a unitary methodology further described, the design outdoor temperature values, according to the specific constructive and climatic characteristics. This report presents the results specific to the use of the design (calculation) method for Romania, results

nu reprezintă un parametru rezultat exclusiv prin prelucrarea unor temperaturi exterioare ci include în structura și în valoarea sa răspunsul termic real al structurilor la solicitări termice de tip aleator. Pe de altă parte menținerea identității între temperatura interioară operativă și temperatura medie volumică a aerului din spațiile încălzite are drept consecință creșterea dispersiei valorilor temperaturii exterioare de calcul în raport cu geometria specifică a spațiilor încălzite, precum și cu gradul de protecție termică a anvelopei exterioare. Din acest motiv în propunerea de față se recomandă utilizarea a două temperaturi proprii spațiilor încălzite, după cum urmează:

- temperatura interioară rezultantă $t_i(\tau)$, variabilă sau constantă în funcție de timp, definită în funcție de temperatura medie volumică a aerului și de temperatura medie radiantă a spațiului încălzit, asemănătoare, dar nu identică cu temperatura operativă;
- temperatura medie volumică a aerului din spațiul ocupat, determinată cu relația:

în care coeficienții se explicitează în cap. I al prezentei lucrări, iar t_{0i} este temperatura interioară de calcul pentru un spațiu locuit / ocupat, și t_{ev} este așa numita „temperatură exterioară virtuală” de calcul care preia în structura sa formalismul matematic de transfer de căldură în regim nestăionar (transient heat transfer). În condiții de calcul, temperatura exterioară virtuală devine temperatura exterioară de calcul iar modalitatea de stabilire a acesteia este prezentată în capitolele care urmează.

În consecință, pentru a putea respecta formalismul de calcul simplificat din actualul standard european EN 12831:2003, se impune ca, pe baza unei metodologii unitare prezentată în cele ce urmează, să se stabilească, la nivel național, valorile temperaturilor exterioare de calcul, în funcție de caracteristicile constructive și climatice proprii. Lucrarea prezintă rezultatele proprii aplicării

which led to a new climatic zoning of the country, with reference to the cold season. We mention that the enforcement of the recommendation in the last paragraph of chap. 6.1 – CLIMATIC DATA, of EN 12831:2003, in terms of assessing the design climate for Bucharest, it led to results that are unacceptable from the practical point of view. For the period 1961-2008 (48 years) the resulting value of the design outdoor temperature is $t_{e0} = -12.4^{\circ}\text{C}$. The analysis of the dynamic thermal response of a number of representative precincts, based on the sizing of the heating system at the above mentioned temperature, led to a number of 216 days when thermal comfort is not achieved in the unoccupied spaces during the cold seasons of the 48 years, which represents an average of 4.05 days / year of unachieved thermal comfort in the occupied spaces (actually in the year 1963 such a sizing would have generated a serious discomfort for more than one week!). In terms of the exigency resulting from the recommendation in EN 12831:2003 which presents an average of 1 day of discomfort per year, the contradiction is obvious. The actual result of the analysis, according to the proposition of the method of assessing the design outdoor temperature presented in this report, is that the latter should be assessed based on the coldest pentad within a representative statistic of at least 25 years. This option facilitates the achievement of the thermal comfort during the entire cold season with acceptable exceptions (the resulting indoor temperature is never lower than 19°C) and leaves out the complication induced in chap. 7.3 of the standard, with reference to the calculation of a thermal overload specific to the intermittent operation of heating systems. With very few exceptions, the intermittent operation generates savings of 5 % at the most, which in most cases do not justify the extra-investment. But if the recommendation in chap. 6.1 is preserved concerning the selection of the design climate, the provision in chap. 7.3 should also be preserved, but only as a correction function of that in chap. 6.1, which represents a useless complication. Moreover, the sizing of the heating system implying that the investment beneficiary takes a discomfort higher than the one involved by the calculation method presented in the report (under 2 %) is possible, but as an exception and not a rule (see the diagram in fig. 6,

metodei de calcul pentru România, rezultate care au condus la o nouă zonare climatică a țării, cu referire la sezonul rece.

Se menționează faptul că aplicarea recomandărilor din ultimul paragraf al Cap. 6.1 – DATE CLIMATICE – din standardul european EN 12831 : 2003, conduce la rezultate inaplicabile, cu referire la stabilirea temperaturii exterioare de calcul, spre exemplu pentru orașul București. Pentru intervalul (1961-2008) (48 de ani) rezultă temperatura exterioară de calcul de $t_{e0} = -12.4^{\circ}\text{C}$. Analiza răspunsului termic la solicitări climatice dinamice pe un număr reprezentativ de structuri constructive și având în vedere dimensionarea instalațiilor termice la temperatura exterioară de calcul susmenționată, rezultă că nu se realizează confort termic în spațiile ocupate în 216 zile din intervalul celor 48 de ani, ceea ce conduce la 4,05 zile / an de disconfort termic (cu referire la anul 1963 durata asumată de disconfort ar fi fost de peste o săptămână). Având în vedere exigența înscrisă în standardul EN 12831 : 2003 de acceptare în medie a 1 zi / an de disconfort termic, rezultă că această condiție nu poate fi îndeplinită. Rezultatul analizei, având ca obiect propunerea unei metode de determinare a temperaturii exterioare de calcul, este acela că intervalul de timp care conduce la rezultatul scontat este reprezentat de *pentada caracterizată de cea mai redusă temperatură exterioară din intervalul de minim 25 de ani*. Condiția de determinare a valorii temperaturii exterioare de calcul este ca valoarea minimă a temperaturii interioare rezultante să nu coboare sub 19°C . Se evită astfel și complicația (nejustificată fenomenologic) inclusă în Cap. 7.3 al standardului de adoptare a unui coeficient de suprasarcină aferent exploatării cu intermitență a sistemului de încălzire al clădirilor. Cu câteva excepții exploatarea cu intermitență a instalațiilor conduce la reducerea cu mai puțin de 5 % a consumului de căldură al clădirilor, ceea ce nu justifică supradimensionarea instalațiilor de încălzire. După cum se arată în graficul din fig. 6 metoda de determinare a temperaturii exterioare de calcul permite asumarea de către beneficiarul de investiție a unui grad de disconfort superior valorii de 2 %, dar ca excepție și nu ca regulă a procedurii de dimensionare a instalațiilor termice ale unei clădiri. În fine, actuala dependență de importul de

with reference to Romania's climatic zones, in the cold season). We add economic argumentations to the technical ones; the former refer to the dependency on imported energy sources in the case of certain EU countries, which leads to the same conclusion of the necessity of the most accurate possible sizing of heating systems, namely by taking a minimum risk of discomfort in the cold season (about 2 %).

As concerns the heat transfer at the building – soil boundary, the report presents the method included in the national regulation Mc 001 / 1 – 2006, particularized for design climate conditions. The method is based on the dynamic thermal response of the soil and of the building members adjoining it, obtained by modeling based on the criteria-type equations correlating Fourier and Biot dimensionless numbers and generates equivalent similar structures. The integration of the thermal response function was performed spatially according to the length of the “heat flow rate lines” developed in the proximity of the buildings with basement or which are placed on a base on soil.

The design time scale used is 1 / 360, equivalent to one hour on the model, representative for 15 real climate days. Chap. 3 of this report presents methodological details and results proposed in connection with the inclusion in the standard.

The design (calculation) methods that are the object of this report are based on the experimental validation supported by a long-term theoretical and experimental research program (2003-2009) carried out on a full scale model (INCERC Experimental Building) equipped with proper devices for taking over and primarily processing the data which have been continuously measured. The numerical validation and adapting to the design climate conditions were performed based on software in dynamic conditions, INVAR, experimentally validated.

2. DESIGN (CALCULATION) OUTDOOR TEMPERATURE – HEATING SEASON (SR 1907/1 procedure)

The assessment of the winter rated outdoor temperature is based on the thermal response of a typical precinct – *with reference to the over ground*

combustibil a majorității țărilor membre ale comunității europene, conduce la concluzia că o abordare cât mai exactă a problemei dimensionării instalațiilor termice evită situațiile de disconfort sever asociate unor posibile diminuări ale resurselor energetice necesare.

În ceea ce privește transferul de căldură la frontiera clădire-sol, în lucrare se prezintă metoda inclusă în reglementarea națională Mc 001/1 – 2006, particularizată pentru condiții de climă de calcul. Metoda are la bază răspunsul termic dinamic al solului și al elementelor de construcție adiacente solului obținut prin modelarea bazată pe ecuațiile criteriale care corelează numerele adimensionale Fourier și Biot și generează structuri similare echivalente. Integrarea funcției de răspuns termic s-a realizat spațial în funcție de lungimea tuburilor de curent care se dezvoltă în proximitatea clădirilor dotate cu subsol sau așezate pe un soclu direct pe sol. Scara temporală de calcul utilizată este de 1 / 360, ceea ce echivalează cu o oră pe model, reprezentativă pentru 15 zile de climă reală. Detalii metodologice sunt prezentate în cap. 3 al lucrării de față.

Metodele de calcul care fac obiectul lucrării de față au suportul validării experimentale pe baza unui program de cercetare teoretică și experimentală de lungă durată (2003-2009) realizat pe un model la scară naturală (Clădirea Experimentală INCERC), dotat cu aparatura adecvată de preluare și prelucrare primară a datelor măsurate continuu. Validarea numerică și adaptarea la condițiile de climă de calcul s-a realizat prin intermediul programului de calcul în regim dinamic, INVAR.

2. TEMPERATURA EXTERIOARĂ DE CALCUL – SEZON DE ÎNCĂLZIRE (procedura SR 1907/1)

Determinarea temperaturii exterioare de calcul de iarnă se bazează pe răspunsul termic al unor incinte reprezentative – *cu referire la partea*

part of the envelope, in terms of the structure of the envelope adjoining the natural environment as well as in terms of the frequency of occurrence in the buildings placed in an urban environment. Two precincts have been considered, placed in urban condominiums, on a not extreme (EC 2) floor, on the corner, with 2 outside walls, and on the highest floor respectively (UE 3), on the corner, with 3 outside walls (2 vertical and terrace). The opaque closing members are of BCA (autoclaved lightweight concrete), as support materials, in the following variants: not thermally insulated on the outside and thermally insulated to the outside. The thermal resistance values taken into consideration are $R_{neiz} = 0,69 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$ and $R_{iz} = 1,82 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$ respectively (the values include the thermal bridges effect as well). The outside windows are either coupled with a thermal resistance of $0,43 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$ or thermally insulating with a thermal resistance of $0,55 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$ and the glazing rates are between 0,123 and 1 for the EC 2 case and 0,067 and 0,54 respectively for the UE 3 case.

The thermodynamic parameter with a decisional function in the selection of the calculation outdoor temperature is the resulted indoor temperature of the heated spaces, namely its minimum value, $t_{i, \min}$. The heating conditions of the precincts under study is of the continuous heating type, with a source whose power is Q_0 , where Q_0 represents the theoretical maximum power, namely the calculation heat demand corresponding to the precinct and to the closing structure considered. The climatic support of the analysis is the variation of the outdoor temperature $t_e(\tau)$ during five consecutive days selected so that the average of the $t_e(\tau)$ temperature in the settled period should represent the minimum value of the pentadic outdoor temperatures in the period under consideration. Two periods have been considered, namely 1961-2008 (48 consecutive years) and 1994-2008 (15 consecutive years).

The indoor thermal comfort acceptability condition is provided by relation:

$$\min \{t_i(\tau)\} = t_{i_0} - \Delta t_i \quad (3)$$

where: $\min \{t_i(\tau)\}$ – hourly minimum value of the resulting indoor temperature, $t_i(\tau)$ during the five

supraterană a anvelopei, atât din punct de vedere al structurii anvelopei adiacentă mediului exterior natural, cât și din punct de vedere al frecvenței de apariție în rândul clădirilor din mediul urban. S-au avut în vedere două incinte amplasate în clădiri de tip condominiu, de tipul etaj curent (EC 2) pe colț, cu 2 pereți exteriori, respectiv de tipul ultimul etaj (UE 3) pe colț, cu 3 pereți exteriori (2 verticali și terasă). Elementele de închidere opace sunt realizate din BCA, ca material suport, în variantele: neizolat termic pe exterior și izolat termic spre exterior. Rezistențele termice luate în calcul au valorile $R_{neiz} = 0,69 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$, respectiv $R_{iz} = 1,82 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$ (valorile includ și efectul punților termice). Ferestrele exterioare sunt de tipul cuplată cu rezistența termică de $0,43 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$ sau termoizolantă cu rezistența termică de $0,55 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$ și realizează rapoarte de vitrare cuprinse între 0,123 și 1, pentru cazul EC 2, respectiv 0,067 și 0,54 pentru cazul UE 3.

Parametrul termodinamic cu funcție de decizie în ceea ce privește alegerea temperaturii exterioare de calcul este temperatura interioară rezultantă a spațiilor încălzite, respectiv valoarea minimă a acesteia, $t_{i, \min}$. Regimul de încălzire al incintelor studiate este de tipul încălzire continuă cu o sursă a cărei putere are valoarea Q_0 , în care Q_0 reprezintă puterea maximă teoretică, respectiv necesarul de căldură de calcul aferent incintei și structurii de închidere considerată. Suportul climatic al analizei îl constituie variația temperaturii exterioare $t_e(\tau)$ pe durata a cinci zile consecutive alese astfel încât media temperaturilor $t_e(\tau)$ pe durata menționată să reprezinte valoarea minimă a temperaturilor exterioare pentadice din intervalul considerat. S-au avut în vedere două intervale de timp, respectiv 1961-2008 (48 de ani consecutivi) și 1994-2008 (15 ani consecutivi).

Condiția de acceptabilitate a confortului termic interior este dată de relația:

în care: $\min \{t_i(\tau)\}$ – valoarea minimă orară a temperaturii interioare rezultante, $t_i(\tau)$ pe durata

calculation days; t_{i_0} – indoor calculation temperature; Δt_i – admissible deviation of the resulting indoor temperature compared to the indoor calculation temperature.

The value of the thermal load (calculation heat demand) Q_0 results from the thermal balance in *steady-state conditions* of the envelope items (opaque and transparent) and from the heat demand required by the heating of the fresh air rate flown into the occupied space. According to the aim of the building, the fresh air rate is assessed so that the noxious concentration, specific to human activity in occupied spaces should be under the admissibility limit. In the thermal balance, the fresh air rate is represented by the ventilation rate, expressing the number of air exchanges per time unit performed between the inside and the outside, n_a , which involves the free volume of the occupied spaces. In the normal case of the dwelling spaces, value n_a is *not* influenced by the wind velocity, as the building is equipped with efficient windows, with a high tightening rate of the mobile joints. In the case of other buildings (public, schools, kindergartens etc.), value n_a is provided by the mass balance and the fresh air rate is supplied by mechanical ventilation, unlike the dwelled spaces where *value* n_a varies in time, according to the spaces natural aeration moments. To consider the average value n_{a_0} is an acceptable simplifying hypothesis.

Therefore, value Q_0 for the previously described precincts is provided by the simple relation:

$$Q_0 = \sum_k \left(\frac{S}{R} \right)_k \cdot (t_{i_0} - t_{e_0}) + n_{a_0} V \rho c_{pa} \cdot (\bar{t}_{a_0} - t_{e_0}) \quad (4)$$

The calculation value of the outdoor temperature t_{e_0} is an arbitrary value which will be assessed if condition (3) is met. The analysis is performed in transient heat transfer conditions and is focused on the variation of the temperature pair of values $t_a(\tau)$ and $t_i(\tau)$, where $t_a(\tau)$ is the volume average temperature of the indoor air.

A secondary point of observation is the evolution of the temperature of the envelope opaque items at the boundary with the indoor environment, namely temperatures $t_{sj}(\tau)$, where j is the index of

celor 5 zile de calcul; t_{i_0} – temperatura interioară de calcul; Δt_i – abaterea admisibilă a temperaturii interioare rezultante în raport cu temperatura interioară de calcul.

Valoarea sarcinii termice (necesarul de căldură de calcul) Q_0 rezultă ca urmare a bilanțului termic **în regim staționar** al elementelor de anvelopă (opace și transparente) și a necesarului de căldură pentru încălzirea cotei de aer proaspăt introdus în spațiul ocupat. În funcție de destinația clădirii, cota de aer proaspăt se determină astfel încât concentrația noxelor, proprii activității oamenilor în spațiile ocupate, să se situeze sub pragul de admisibilitate. În bilanțul termic cota de aer proaspăt este reprezentată de rata de ventilare, care exprimă numărul de schimburi de aer în unitatea de timp realizat între interior și exterior, n_a , care afectează volumul liber al spațiilor ocupate. În cazul normal al spațiilor locuite valoarea n_a **nu** este influențată de viteza vântului, ca urmare a dotării clădirilor cu ferestre performante, caracterizate de un grad ridicat de etanșare a rosturilor mobile. În cazul altor clădiri (publice, școli, grădinițe etc.) valoarea n_a rezultă din bilanțul de masă, iar cota de aer proaspăt se asigură prin ventilare mecanică, spre deosebire de cazul spațiilor locuite în care valoarea n_a variază în timp, în funcție de momentele de aerisire naturală a spațiilor. Considerarea valorii medii n_{a_0} este o ipoteză simplificatoare acceptabilă.

Prin urmare valoarea Q_0 , pentru incintele menționate, se obține din relația simplă:

Valoarea temperaturii exterioare de calcul t_{e_0} este o valoare arbitrară care va fi determinată ca urmare a îndeplinirii condiției (3). Analiza se efectuează în regim nestaționar de transfer de căldură și vizează variația cuplului de temperaturi $t_a(\tau)$ și $t_i(\tau)$, în care $t_a(\tau)$ este temperatura medie volumică a aerului interior.

În secundar se urmărește și evoluția temperaturii elementelor opace de anvelopă la frontiera cu mediul interior, respectiv temperaturile $t_{sj}(\tau)$, în care j este indicele elementului opac de anvelopă. Valorile $t_{sj}(\tau)$

the envelope opaque item. Values $t_{sj}(\tau)$ are compared to the temperature of the condensation point and the following condition is proved:

$$t_{sj}(\tau) > t_r(\tau), \quad (5)$$

where $t_r(\tau)$ is the condensation point temperature whose value is assessed according to $t_a(\tau)$ and ϕ , the relative moistness of the air in the occupied space.

As concerns the outdoor temperature in terms of which the heat flow dissipated through the envelope items is assessed, two classes of temperatures are emphasized, as follows:

– transparent members and lightweight members for which the reference outdoor temperature is $t_e(\tau)$;

– opaque members for which the reference temperature is the virtual outdoor temperature

$t_{ev,RTUj}(\tau)$, which is determined by relation:

$$t_{ev,j,RTU}(\tau) = t_{ev,j}(\tau) \cdot C_{RTUN}(\tau) \quad (6)$$

where:

se compară cu temperatura punctului de rouă și se verifică condiția:

în care $t_r(\tau)$ este temperatura punctului de rouă a cărei valoare este determinată în funcție de $t_a(\tau)$ și ϕ , umiditatea relativă a aerului din spațiul ocupat.

În ceea ce privește temperatura exterioară în raport cu care se determină fluxul termic disipat prin elementele de anvelopă, se pun în evidență două clase de temperaturi, după cum urmează:

– elemente de tip transparent și elemente ușoare și subțiri pentru care temperatura exterioară de referință este $t_e(\tau)$;

– elemente opace pentru care temperatura de referință este temperatura exterioară

virtuală $t_{ev,RTUj}(\tau)$, care se determină cu relația:

unde:

$$t_{ev,j}(\tau) = t_{i_0} - R_j q_{Pij}(\tau) \quad (6.1)$$

$$R_j = R_{Si} + R_{Se} + \sum_k \left(\frac{\Delta}{\lambda} \right)_{k,M} \Big|_j \quad (6.2)$$

where: $q_{Pij}(\tau)$ – density of the heat flow dissipated at the opaque member – built environment boundary (chap. 2), $[W / m^2]$; R_j – corrected thermal resistance of the opaque building member j $[m^2K / W]$.

în care: $q_{Pij}(\tau)$ – densitatea fluxului termic disipat la frontiera element opac-mediu construit (cap. 2), $[W / m^2]$; R_j – rezistența termică corectată a elementului de construcție opac j $[m^2K / W]$

The heat flow dissipated through a lightweight or transparent closing member is assessed by relation:

$$Q_{F_m}(\tau) = \left(\frac{S}{R_F} \right)_m \cdot [t_i(\tau) - t_e(\tau)] \quad (7)$$

In the case of an opaque envelope member, the dissipated heat flow is assessed by relation:

$$Q_j(\tau) = \left(\frac{S}{R} \right)_j \cdot [t_i(\tau) - t_{ev,j,RTU}(\tau)] \quad (8)$$

Fluxul termic disipat printr-un element de închidere ușor sau transparent se determină cu relația:

În cazul unui element opac de anvelopă, fluxul termic disipat se determină cu relația:

Temperature $t_{sj}(\tau)$ is assessed by relation:

$$t_{sj}(\tau) = [1 - (\alpha_i R_j)^{-1}] \cdot t_i(\tau) + (\alpha_i R_j)^{-1} \cdot t_{ev,j,RTU}(\tau) \quad (9)$$

Temperatura $t_{sj}(\tau)$ se determină cu relația:

where α_i is the heat transfer surface coefficient at the envelope – occupied environment boundary and is assessed by relation:

$$\alpha_i = \alpha_{cv} + \alpha_r F_R \cdot \frac{S_T}{S_E} \quad (10)$$

and is specific to the occupied precinct, characterized by the area adjoining the outdoor environment S_E , total side area of precinct, S_T , and the angular factor F_R , assessed by the approximate relation:

$$F_R = 0,2 \cdot (6 - N_{Pi}) \quad (11)$$

according to the number of partition walls, N_{Pi} .

Values $\alpha_{cv} = 3 \text{ W / m}^2\text{K}$ and $\alpha_r = 5 \text{ W / m}^2\text{K}$ respectively are used for the coefficients of heat transfer by convection α_{cv} and radiation α_r .

Two categories of opaque structures are considered for C_{RTUN} calculation:

- *Homogeneous* (or virtually homogeneous) *not thermally insulated* (Table 1) *where:*

în care α_i este coeficientul superficial de transfer de căldură la frontiera anvelopă-mediul ocupat și se determină cu relația:

și este propriu incintei ocupate, caracterizată de suprafața adiacentă mediului exterior S_E , suprafața totală laterală a incintei S_T și factorul unghiular F_R , determinat cu relația aproximativă:

Pentru coeficienții de transfer de căldură prin convecție α_{cv} și radiație α_r , se utilizează valorile $\alpha_{cv} = 3 \text{ W / m}^2\text{K}$, respectiv $\alpha_r = 5 \text{ W / m}^2\text{K}$.

Pentru calculul valorilor C_{RTUN} se au în vedere două clase de structuri opace, după cum urmează:

- *Structuri omogene* (sau virtual omogene) *neizolate termic* (Tabelul 1) *în care:*

Table 1.

Hour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CRTUN	0,931	0,907	0,819	0,650	0,431	0,185	-0,063	-0,297	-0,503	-0,669	-0,789	-0,857
Hour	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CRTUN	-0,873	-0,836	-0,749	-0,618	-0,449	-0,250	-0,030	0,200	0,429	0,646	0,839	0,976

- *Structures thermally insulated at the surface adjoining the outdoor environment.*

- *Structuri izolate termic la suprafața adiacentă mediului exterior.*

The values in *Table 1* are amplified by the following coefficient:

Valorile înscrise în *Tabelul 1* se amplifică cu coeficientul:

$$\hat{R}_{iz} = \left(1 + \frac{R_{iz}}{R_{Si} + R_{Se}} \right)^{-1} \quad (12)$$

where $R_{iz} = \left(\frac{\Delta}{\lambda} \right)_{iz}$ and *iz* is the insulation symbol.

în care $R_{iz} = \left(\frac{\Delta}{\lambda} \right)_{iz}$.

The assessment of values $t_i(\tau)$ and $t_a(\tau)$ is based on the heat balance equation system, as follows:

Determinarea valorilor $t_i(\tau)$ și $t_a(\tau)$, are la baza sistemul de ecuații de bilanț termic, după cum urmează:

• **Air thermal balance:**

• **Bilanțul termic al aerului:**

$$Q_0 + n_a V \rho c_{pa} t_e(\tau) = \alpha_{cv} S_E \cdot [t_a(\tau) - \bar{t}_s(\tau)] + \alpha_{cv} S_P \cdot [t_a(\tau) - t_P(\tau)] + n_a V \rho c_{pa} t_a(\tau) \quad (13)$$

• **Envelope thermal balance**, providing:

$$\bar{t}_s(\tau) = [1 - (\alpha_i \bar{R})^{-1}] \cdot t_i(\tau) + (\alpha_i \bar{R})^{-1} \cdot \bar{t}_{ev,RTU}(\tau) \quad (14)$$

where the average symbol refers to all the opaque and transparent closing members.

The resulting indoor temperature $t_i(\tau)$ is defined at the same time:

$$t_i(\tau) = \frac{\alpha_{cv}}{\alpha_i} \cdot t_a(\tau) + \frac{\alpha_r}{\alpha_i} \cdot F_R \cdot \frac{S_T}{S_E} \cdot \bar{t}_R(\tau) \quad (15)$$

with:

$$\bar{t}_R(\tau) = \left(1 - \frac{S_E}{S_T}\right) \cdot t_P(\tau) + \frac{S_E}{S_T} \cdot \bar{t}_s(\tau) \quad (16)$$

where: $\bar{t}_R(\tau)$ – precinct radiant average temperature.

• **Thermal balance of indoor building members** as an indoor energy variation equation:

$$\beta(\tau) \cdot (Mc)_P \cdot \frac{dt_P(\tau)}{d\tau} = \alpha_{cv} S_P \cdot [t_a(\tau) - t_P(\tau)] - \alpha_r S_P F_R \cdot [t_P(\tau) - \bar{t}_s(\tau)] \quad (17)$$

to which the following initial condition is associated:

$$t_P(\tau = 0) = t_{P_0} \quad (17.1)$$

The solution of the system including equations (13), (14) and (17) leads to the following solutions:

$$t_a(\tau) = G_1 \cdot Q_0(t_{e_0}) + G_2 \cdot t_P(\tau) + G_3(\tau) \quad (18)$$

$$t_P(\tau) = \left[t_P(\tau - \Delta\tau) - \frac{n_1}{H_1} + \frac{m_1}{H_1^2} \right] \cdot \exp(-H_1 \Delta\tau) + \frac{n_1}{H_1} + \frac{m_1}{H_1} \cdot \Delta\tau - \frac{m_1}{H_1^2} \quad (19)$$

$$\bar{t}_R(\tau) = \left[1 - \frac{S_E}{S_T} \cdot (1 + A_2) \right] \cdot t_P(\tau) + \frac{S_E}{S_T} \cdot [A_1 \cdot t_a(\tau) + A_3 \cdot \bar{t}_{ev}(\tau)] \quad (20)$$

By imposing condition:

$$\min \{t_i(\tau)\} = t_{i_0} - \Delta t_i \quad (3)$$

t_{e_0} is assessed which thus becomes the outdoor calculation temperature which is searched.

The thermal responses of precincts representative for the cities of Bucharest, Constanta, Iasi and Miercurea Ciuc have been analyzed.

For thermal comfort rates lower than the calculation value, the diagram in fig. 6 presents the

• **Bilanțul termic al anvelopei:**

în care simbolul de medie se referă la totalitatea elementelor de închidere opace și transparente.

În paralel se definește temperatura interioară rezultantă, $t_i(\tau)$:

cu:

• **Bilanțul termic al elementelor de construcție interioare** sub forma ecuației de variație a energiei interne:

căreia i se asociază condiția inițială:

Rezolvarea sistemului format din ecuațiile (13), (14) și (17) conduce la soluțiile:

Prin impunerea condiției:

se determină t_{e_0} care devine astfel temperatura exterioară de calcul căutată.

S-au analizat răspunsurile termice ale incintelor reprezentative pentru orașele București, Constanța, Iași și Miercurea Ciuc.

Pentru grade de asigurare a confortului termic inferior valorii de calcul se prezintă în graficul din

variation of the outdoor calculation temperature according to the thermal comfort rate in the occupied space.

The diagram in Figure 1 presents the $t_a(\tau)$, $t_i(\tau)$ variation curves for the EC 2 type precinct, located in Bucharest and climatically loaded by climate 1 (1961-2008).

fig. 6 variația temperaturii exterioare de calcul în funcție de gradul de asigurare a confortului termic din spațiul ocupat.

În graficul din fig. 1 se prezintă curbele de variație $t_a(\tau)$, $t_i(\tau)$ pentru incinta de tip EC 2, amplasată în București, și solicitată climatic de clima 1 (1961-2008).

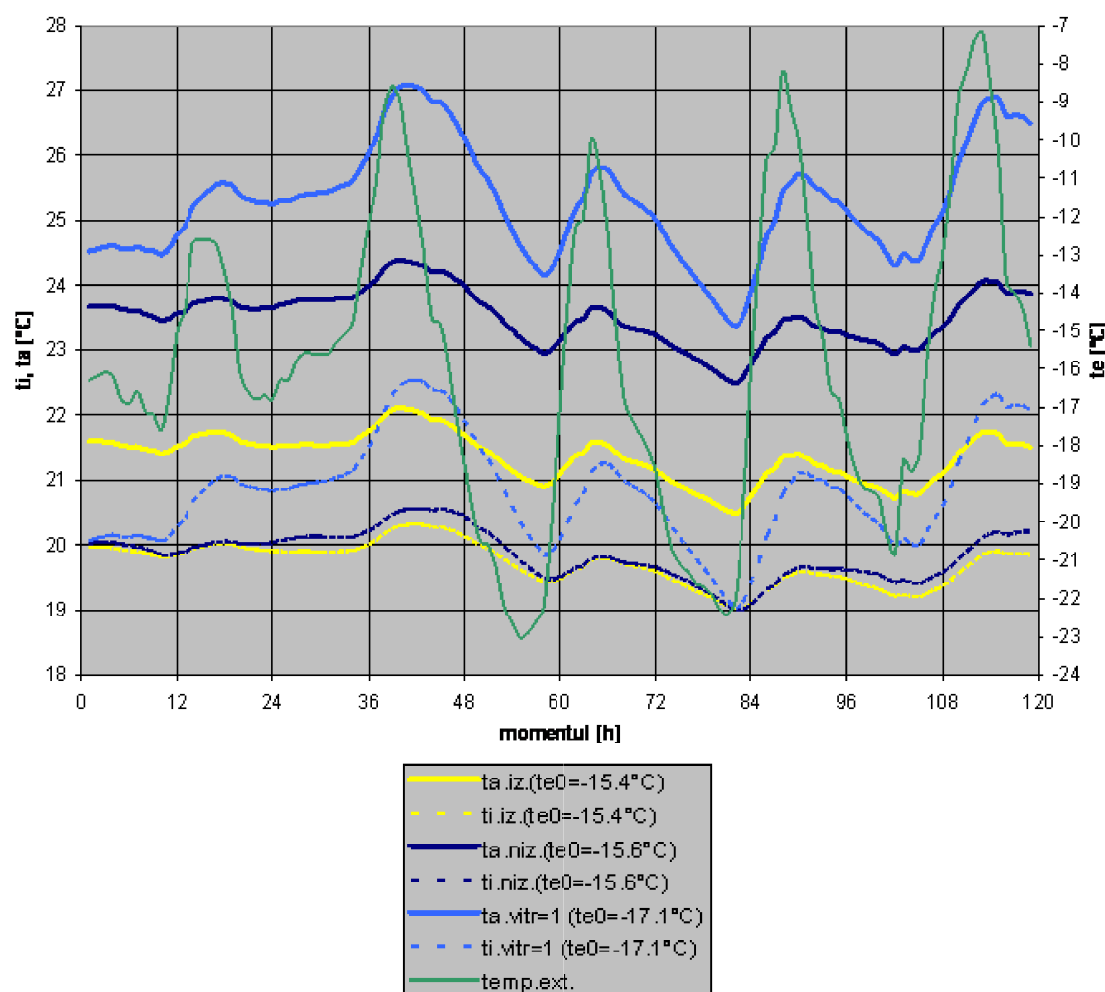


Fig. 1. Case-study – Bucharest, extreme calculation climate 1 (1961-2008) (thermally uninsulated / insulated envelope and double / thermally insulating windows) – EC corner precinct
(Studiu de caz – orașul București, clima de calcul extremă 1 (1961-2008) (anvelopă neizolată / izolată termic și ferestre duble / termoizolante) – incintă colț EC)

Beside the significant differences of values $t_a(\tau)$ and $t_i(\tau)$ according to the energy outline of the precinct under analysis, it is noticed that the thermal insulation has an insignificant influence on value t_{e0} (-15.4°C for the thermally insulated precinct compared to -15.6°C for the thermally uninsulated precinct).

The diagram in Figure 2 presents the results concerning case EC 2, Constanta, climate 1.

Pe lângă diferențele semnificative ale valorilor $t_a(\tau)$ și $t_i(\tau)$ în funcție de configurația energetică a incintei analizate, se constată că izolarea termică are o influență nesemnificativă asupra valorii t_{e0} (-15.4°C pentru incinta izolată termic, față de -15.6°C pentru incinta neizolată termic).

În graficul din fig. 2 se prezintă rezultatele pentru cazul EC 2, Constanța, clima 1.

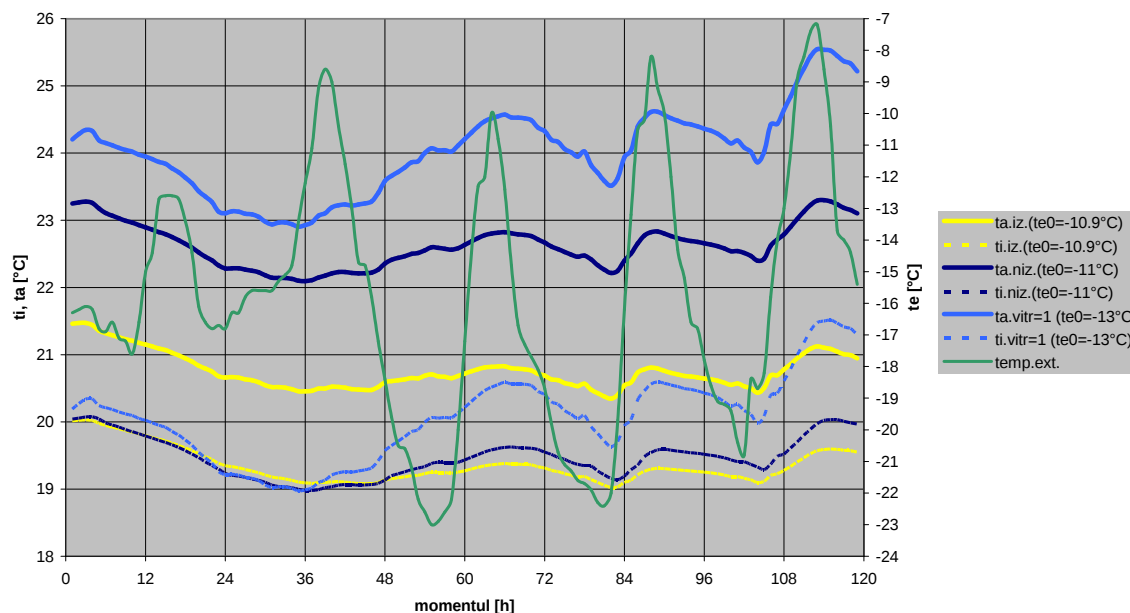


Fig. 2. Case-study – Constanta, extreme calculation climate 1 (1961-2008) (thermally uninsulated / insulated envelope and double / thermally insulating windows) – EC corner precinct
(Studiu de caz – orașul Constanța, clima de calcul extremă 1 (1961-2008)
(anvelopă neizolată / izolată termic și ferestre duble / termoizolante) – incinta colț EC)

$t_{e0} = -11^{\circ}\text{C}$ and $t_{e0} = -13^{\circ}\text{C}$ result (values confirming SR 1907-97) for highly glazed buildings. Case UE 3 presented in the diagram in fig. 3 leads to $t_{e0} = -10^{\circ}\text{C}$, $t_{e0} = -12,6^{\circ}\text{C}$ respectively (highly glazed buildings). It results that variant EC 2 is assuring for the selection of t_{e0} .

Rezultă (valori care confirmă SR 1907-97) $t_{e0} = -11^{\circ}\text{C}$ și $t_{e0} = -13^{\circ}\text{C}$ pentru clădiri foarte vitrate. Cazul UE 3 prezentat în graficul din fig. 3 conduce la valorile $t_{e0} = -10^{\circ}\text{C}$, respectiv $t_{e0} = -12,6^{\circ}\text{C}$ (clădiri foarte vitrate). Rezultă că varianta EC 2 este asiguratoare pentru alegerea t_{e0} .

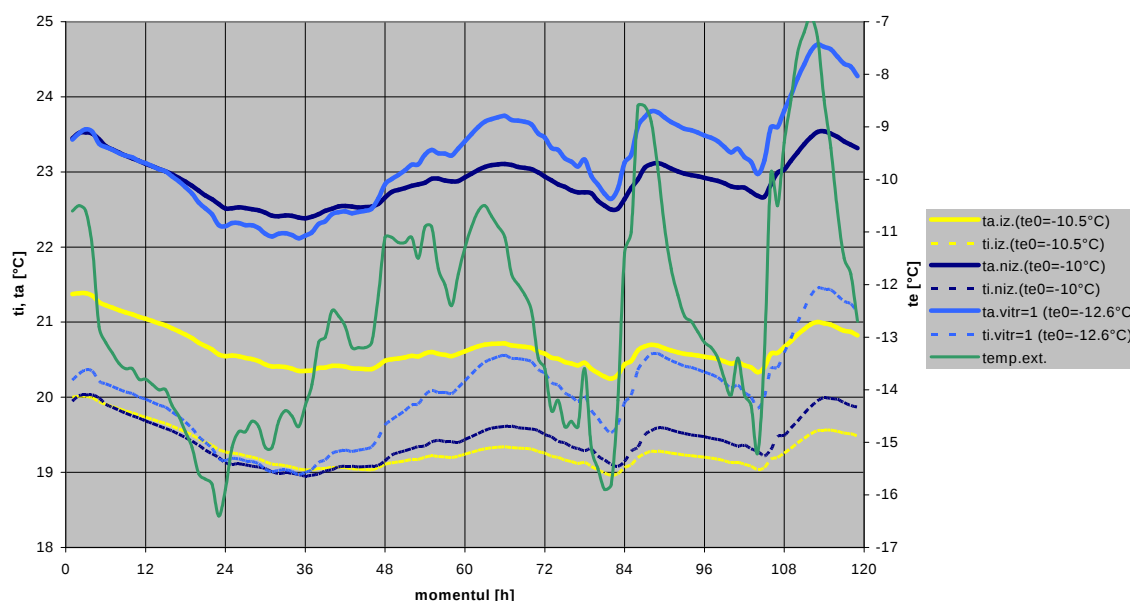


Fig. 3. Case-study – Constanta, extreme calculation climate 1 (1961-2008) (thermally uninsulated / insulated envelope and double / thermally insulating windows) – UE corner precinct
(Studiu de caz – orașul Constanța, climă de calcul extremă 1 (1961-2008)
(anvelopă neizolată / izolată termic și ferestre duble / termoizolante) – incinta de colț UE)

The diagram in Fig. 4, specific to the city of Iasi, climate 1, leads to $t_{e0} = -20^{\circ}\text{C}$ (actually passage from the climatic zone of -18°C to -19°C).

Graficul din fig. 4, propriu oraşului Iaşi, clima 1, conduce la $t_{e0} = -20^{\circ}\text{C}$ (practic trecerea de la zona climatică de -18°C la -19°C).

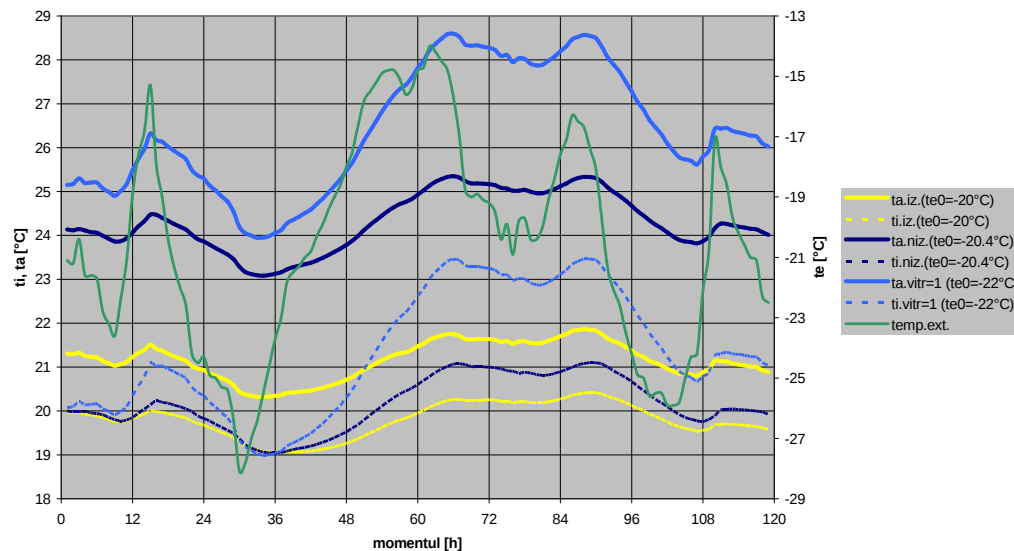


Fig. 4. Case-study – Iasi, extreme calculation climate 1 (1961-2008) (thermally uninsulated / insulated envelope and double / thermally insulating windows) – EC corner precinct (Studiu de caz – oraşul Iaşi, clima de calcul extremă 1 (1961-2008) (anvelopă neizolată / izolată termic şi ferestre duble / termoizolante) – incintă colţ EC)

An exceptional case (ignored in the previous issues of SR 1907) is represented by the city of Miercurea Ciuc. The diagram in fig. 5 presents $t_i(\tau)$ and $t_a(\tau)$ for the load of climate 1 type. Actually, regardless of the precinct glazing rate, $t_{e0} = -30^{\circ}\text{C}$ (for the V climatic zone, $t_{e0} = -27^{\circ}\text{C}$).

Un caz excepţional (ignorat de ediţiile anterioare ale SR 1907) este prezentat de oraşul Miercurea Ciuc. În graficul din fig. 5 se prezintă $t_i(\tau)$ şi $t_a(\tau)$ pentru solicitarea de tip clima 1. Practic, indiferent de gradul de vitrare al incintei, $t_{e0} = -30^{\circ}\text{C}$ (pentru zona climatică V, $t_{e0} = -27^{\circ}\text{C}$).

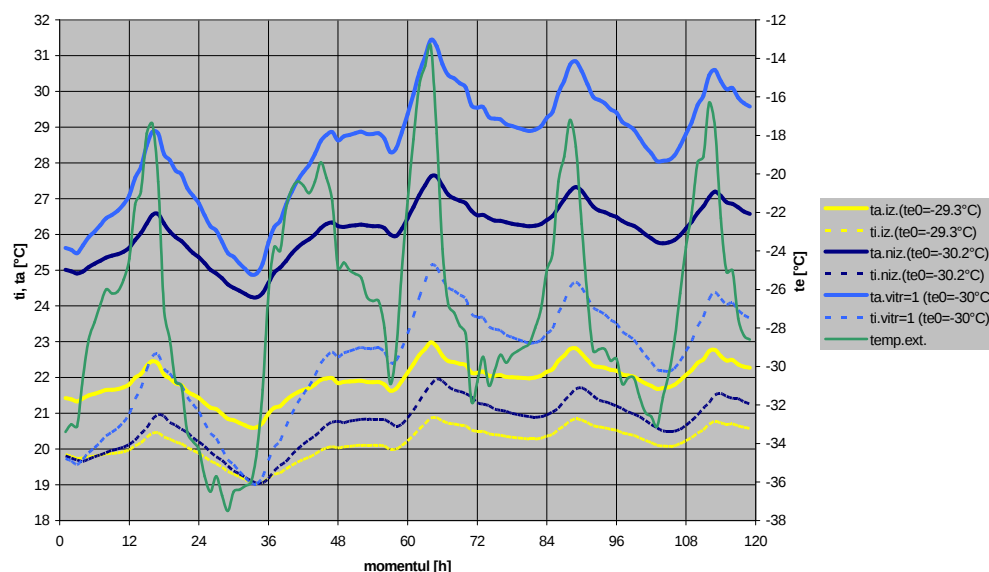


Fig. 5. Case-study – Miercurea Ciuc, extreme calculation climate 1 (1961-2008) (thermally uninsulated / insulated envelope and double / thermally insulating windows) – EC corner precinct (Studiu de caz – oraşul Miercurea Ciuc, clima de calcul extremă 1 (1961-2008) (anvelopă neizolată / izolată termic şi ferestre duble / termoizolante) – incinta colţ EC)

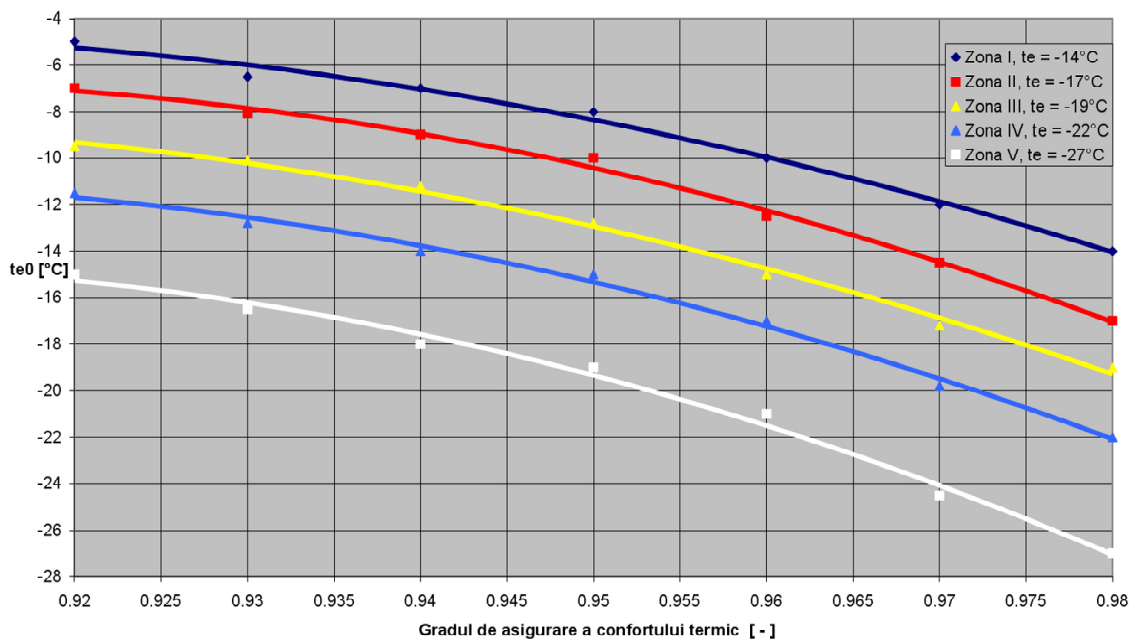


Fig. 6. Correlation of the outdoor calculation temperature with the thermal comfort rate – climate 1 (1961-2008) (Corelarea temperaturii exterioare de calcul cu gradul de asigurare a confortului termic – clima 1 (1961-2008))

3. MODIFIED REFERENCE OUTDOOR TEMPERATURE OF AN OPAQUE CLOSING MEMBER ADJOINING THE OUTDOOR ENVIRONMENT

The reference outdoor temperature is specific to the transient under conditions through non-homogeneous opaque building members. Its value is determined by the thermo-physical characteristics of the materials used in the closing member as well as by the variation function of the climatic parameters in the form of the outdoor temperature variable in time, the characteristic of the period of 5 consecutive days forming the design (calculation) pentad.

The modified reference outdoor temperature of an opaque closing member adjoining the outdoor environment is assessed by relation:

$$t_{ev}(\tau_j) = t_{i_0} - R \cdot q(\tau_j) \quad (21)$$

where: t_{i_0} is the resulting indoor temperature of the occupied space, considered as a constant random value (value $t_{i_0} = 20^\circ\text{C}$ is recommended regardless of the season – cold, hot), in $^\circ\text{C}$; τ_j is the moment (time); q is the heat flow density on the inside surface of the opaque outside member, in W/m^2 ; R is the corrected thermal resistance of the opaque building

3. TEMPERATURA EXTERIOARĂ DE REFERINȚĂ MODIFICATĂ A UNUI ELEMENT DE ÎNCHIDERE OPAC ADJACENT MEDIULUI EXTERIOR

Temperatura exterioară de referință este proprie transferului de căldură în regim nestaționar prin elemente de construcție opace neomogene. Valoarea sa este determinată de proprietățile termofizice ale materialelor din structura elementului de închidere și de funcția de variație a parametrilor climatici sub forma temperaturii exterioare variabilă în timp, caracteristica intervalului de timp de 5 zile consecutive care formează pentada de calcul.

Temperatura exterioară de referință modificată a unui element de închidere opac adiacent mediului exterior se determină cu relația:

în care: t_{i_0} este temperatura interioară rezultantă a spațiului ocupat considerată cu valoare arbitrară constantă (se recomandă valoarea $t_{i_0} = 20^\circ\text{C}$ indiferent de sezon – rece, cald), în $^\circ\text{C}$; τ_j este momentul (ora); q este densitatea de flux termic la suprafața interioară a elementului exterior opac, în W / m^2 ; R este rezistența termică corectată a

member, in $\text{m}^2\text{K} / \text{W}$, assessed by the following relation:

$$R = R_{si} + R_{se} + \frac{\delta_M}{\lambda_M} \quad (22)$$

where: λ_M is the thermal conductivity of the material used in the equivalent structure, in $\text{W} / (\text{mK})$; δ_M is the thickness of the structure made of equivalent homogeneous material, in meters.

The density of the heat flow on the inside surface of the opaque outside member is assessed by the following relation:

$$q(\tau_j) = q(\tau_{j-1}) \exp(A_1 \cdot \Delta\tau) + \frac{B_1}{\hat{R} \cdot A_1} [\exp(A_1 \cdot \Delta\tau) - 1] + \frac{B_2}{\hat{R} \cdot A_1^2} [\exp(A_1 \cdot \Delta\tau) - (1 + A_1 \cdot \Delta\tau)] \quad (23)$$

where:

în care:

$$\hat{R} = \frac{\delta_M}{\lambda_M} \quad (23_1)$$

$q(\tau_{j-1})$ is the heat flow density at the moment $(\tau_j - \Delta\tau)$, in W/m^2 ; $\Delta\tau$, is the time pace (3,600 s recommended), in s.

$q(\tau_{j-1})$ este densitatea de flux termic la momentul $(\tau_j - \Delta\tau)$, în W/m^2 ; $\Delta\tau$, este pasul de timp (se recomandă 3600 s), în s.

The numerical coefficients in relation (23) are determined according to the values of the dimensionless numbers Bi_i, Bi_e , where:

– Bi_i is the Biot dimensionless number for the inside surface of the opaque outside building member, assessed by relation:

$$Bi_i = \frac{\alpha_i \cdot \delta_M}{\lambda_M} \quad (24)$$

– Bi_e the same, for the outside surface, assessed by relation:

$$Bi_e = \frac{\alpha_e \cdot \delta_M}{\lambda_M} \quad (25)$$

and according to the hourly values of the outdoor temperature during the 120 design (calculation) hours as well as to the geometrical and physical characteristics of the equivalent homogeneous materials, specific to the precincts envelope opaque closings.

Coeficienții numerici din relația (23) se determină în funcție de valorile numerelor adimensionale Bi_i, Bi_e , în care:

– Bi_i este numărul adimensional Biot pentru suprafața interioară a elementului de construcție exterior opac, determinat cu relația:

– Bi_e idem pentru suprafața exterioară, determinat cu relația:

și în funcție de valorile orare ale temperaturii exterioare din cele 120 de ore de calcul și de caracteristicile geometrice și fizice ale materialelor omogene echivalente, proprii închiderilor opace ale anvelopei incintelor.

4. HEAT TRANSFER AT THE BUILDING – SOIL BOUNDARY (Mc 001/1 – 2006 procedure)

The following case-studies are considered:

1. Space (area) (occupied or not) characterized by temperature t_s (constant or variable, according to the space heat balance), equipped / not equipped with thermal systems and equipments, bordered by soil adjoining vertical walls, thermally insulated or not, h_s high under CTS (rated land level) and thermally not insulated floor.

2. Building on a h_{sc} high base above CTS with the following sub-cases:

- 2.1. Base with no heat insulation and building floor not thermally insulated;
- 2.2. Thermally insulated base and floor;
- 2.3. Combinations between the existing base and floor in terms of equipping with heat insulation.

SYMBOLS:

t_s – constant or variable indoor temperature of the occupied or not occupied space in °C;

t_a – temperature of the underground water, equal to the yearly average outdoor temperature of the locality / location where the building is placed, in °C;

h_s – depth of the floor, under CTS, in m ($h_s \leq 2,8$ m);

h_a – depth of the underground water, below CTS, in m;

S_{lat} – side area of the vertical building members placed below CTS, in m²;

S_{pard} – floor area, in m²;

4. TRANSFER DE CĂLDURĂ LA FRONTIERA CLĂDIRE-SOL (Mc 001/1 – 2006)

Se au în vedere următoarele cazuri:

1. Spațiu (ocupat sau neocupat) caracterizat de temperatura t_s (constantă sau variabilă, în funcție de bilanțul termic al spațiului), dotat / nedotat cu instalații și echipamente termice, mărginit de pereți verticali neizolați / izolați termic adiacenți solului cu înălțimea h_s sub CTS (cota terenului sistematizat), precum și de pardoseală neizolată termic;

2. Clădire plasată pe un soclu cu înălțimea h_{sc} deasupra CTS, cu subcazurile:

- 2.1. Soclul fără termoizolare și pardoseala clădirii neizolată termic;
- 2.2. Soclul și pardoseala izolate termic;
- 2.3. Combinații între starea soclului și pardoselii din punct de vedere al dotării cu izolație termică.

NOTAȚII:

t_s – temperatura interioară constantă sau variabilă a spațiului ocupat sau neocupat, în °C;

t_a – temperatura pânzei de apă freatică, egală cu temperatura exterioară medie anuală a localității în care este amplasată clădirea, în °C;

h_s – adâncimea la care se află amplasată pardoseala, sub CTS, în m ($h_s \leq 2,8$ m);

h_a – adâncimea pânzei de apă freatică, sub CTS, în m;

S_{lat} – suprafața laterală a elementelor de construcție verticale amplasate sub CTS, în m²;

S_{pard} – suprafața pardoselii, în m²;

$$f_1 = 0,17 + 2,2\delta_{iz} + \frac{h_a - h_s}{\lambda_s} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$f_2 = 0,50 \frac{\pi}{\lambda_s} \text{ [mK/W]}$$

δ_{iz} – Weierstass-Kronecker symbol;

$\delta_{iz} = 1$ – member equipped with heat insulation;

δ_{iz} – simbolul Weierstass-Kronecker;

$\delta_{iz} = 1$ – element dotat cu izolație termică;

$\delta_{iz} = 0$ – member with no heat insulation;

λ_s – soil thermal conductivity (considered as isotropic environment, in $W / (mK)$);

S_T – area of the basement envelope adjoining soil [m^2];

S_{LAT} – vertical lateral area of the basement envelope adjoining soil [m^2];

S_{PARD} – basement floor area adjoining soil [m^2];

$S_{Z1, sb}$ – area of the secondary zone z1, adjoining basement (e.g. staircase) [m^2];

sc – index meaning « base ».

$\delta_{iz} = 0$ – element fără izolație termică

λ_s – conductivitatea termică a solului (considerat mediu izotrop), în $W / (mK)$;

S_T – suprafața anvelopei subsolului adiacentă solului [m^2];

S_{LAT} – suprafața laterală verticală a anvelopei subsolului, adiacentă solului [m^2];

S_{PARD} – suprafața pardoselii subsolului, adiacentă solului [m^2];

$S_{Z1, sb}$ – suprafața zonei secundare z1, adiacentă subsolului (ex. casa scărilor) [m^2];

sc – indice cu semnificația de “soclu”.

Cases under study:

1. Basement type space (occupied or not) with specific temperature t_s (constant or variable, according to the space heat balance), equipped or not with thermal systems, bordered by vertical walls which are or not heat insulated, adjoining h_s under CTS soil, as well as heat insulated / not insulated floor. The basement is thermally connected to heated occupied spaces and to unheated overground spaces.

• The basement space temperature is assessed using the following relation:

$$t_s = \alpha_1 \cdot t_{i0} + \alpha_2 \cdot t_{e0} + \alpha_3 \cdot \bar{t}_{eR0} + \alpha_4 \cdot t_a + \alpha_5 \cdot t_{apa0} + \alpha_6 \cdot E_3 \quad (26)$$

• The temperature of the unoccupied space 1 is assessed by relation:

$$t_1 = E_1 t_{i0} + E_2 t_s + E_3 \quad (27)$$

• The temperature of the second unoccupied space, 2, is settled by relation:

$$t_2 = B_2 t_{i0} + B_3 t_s + B_4 \quad (28)$$

where:

$$\alpha_1 = \frac{\left(\frac{S}{R}\right)_{PL} + \left(\frac{S}{R}\right)_{Z1, sb} \cdot E_1}{\text{Num}};$$

$$\alpha_3 = \frac{\frac{S_T}{R_e}}{\text{Num}}; \quad \alpha_4 = \frac{\frac{S_T}{R_f}}{\text{Num}};$$

Cazuri tratate:

1. Spațiu de tip subsol (ocupat sau neocupat) caracterizat de temperatura t_s (constantă sau variabilă, în funcție de bilanțul termic al spațiului), dotat / nedotat cu instalații și echipamente termice, mărginit de pereți verticali neizolați / izolați termic adiacenți solului, cu înălțimea h_s sub CTS (cota terenului sistematizat), precum și de pardoseală neizolată / izolată termic. Subsolul se află în corespondență termică cu spații ocupate încălzite și cu spații neîncălzite amplasate suprateran.

• Temperatura spațiului subsolului se determină cu relația:

• Temperatura spațiului 1 neocupat, se determină cu relația:

• Temperatura celui de al doilea spațiu neocupat, 2, se determină cu relația:

$$\alpha_2 = \frac{n_{a, sb} \cdot V_{sb} \cdot \rho_a \cdot c_{pa} + \left(\frac{S}{R}\right)_{PE, sb}}{\text{Num}};$$

$$\alpha_5 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \delta_a \cdot A}{\text{Num}}; \quad \alpha_6 = \frac{\left(\frac{S}{R}\right)_{Z1, sb}}{\text{Num}};$$

$$\text{Num} = \left(\frac{S}{R}\right)_{PL} + \left(\frac{S}{R}\right)_{Z1, sb} \cdot (E_2 - 1) + \left[n_a \cdot V_{sb} \cdot \rho_a \cdot c_{pa} + \left(\frac{S}{R}\right)_{PE, sb} \right] + \frac{S_T}{\bar{R}_e} + \frac{S_T}{\bar{R}_f} + 2 \cdot \pi \cdot \delta_a \cdot A$$

δ_a – Weierstass-Kronecker symbol;

$\delta_a = 1$ – existing thermal systems

$\delta_a = 0$ – no thermal systems

δ_a – simbolul Weierstass-Kronecker;

$\delta_a = 1$ – sunt instalații și echipamente termice;

$\delta_a = 0$ – nu sunt instalații și echipamente termice.

Specific case-study:

$$\left(\frac{S}{R}\right)_{Z1, sb} = 0 \text{ – the unheated basement covers}$$

the entire space under the building ground floor and exclusively adjoins the heated occupied spaces on ground floor or in the basement.

Caz particular:

$$\left(\frac{S}{R}\right)_{Z1, sb} = 0 \text{ – subsolul neîncălzit ocupă în}$$

totalitate spațiul de sub parterul clădirii și este adiacent exclusiv spațiilor ocupate încălzite amplasate la parter sau în subsol.

The following items are defined:

Se definesc:

$$\bar{R}_e = \frac{S_T}{\frac{S_{LAT}}{R_{v,e}} + \frac{S_{PARD}}{R_{pd,e}}};$$

$$R_{v,e} = (a_1 \cdot h_s^2 + a_2 \cdot h_s + a_3)^{-1}; \quad R_{pd,e} = (c_1 \cdot h_s^2 + c_2 \cdot h_s + c_3)^{-1};$$

$$t_{eR_0} = \frac{\frac{S_{lat}}{R_{ve}} t_{ev_0} + \frac{S_{pard}}{R_{pde}} t_{pd_0}}{\frac{S_{lat} + S_{pard}}{\bar{R}_e}};$$

$$t_{ev_0} = -R_{ve} \cdot (b_{1,0} \cdot h_s^2 + b_{2,0} \cdot h_s + b_{3,0}); \quad t_{pd_0} = -R_{pde} \cdot (d_{1,0} \cdot h_s^3 + d_{2,0} \cdot h_s^2 + d_{3,0} \cdot h_s + d_{4,0});$$

$$\bar{R}_f = \frac{S_T}{\frac{S_{LAT}}{R_{v,f}} + \frac{S_{PARD}}{R_{pd,f}}};$$

$$R_{vf} = \frac{f_2 h_s}{\ln \left(1 + \frac{f_2}{f_1} h_s \right)}; \quad R_{pdf} = f_1$$

where: A – heat transfer coefficient specific to the basement thermal equipments:

A – coeficient de transfer de căldură caracteristic echipamentelor termice din subsol:

$$A = \sum_j \frac{L_j}{\frac{1}{\lambda_{iz}} \cdot \ln \left(1 + 2 \cdot \frac{\delta_{iz_j}}{d_{c_j}} \right) + \frac{0,33}{d_{e_j}}};$$

and L_j – length of j parts, in m; d_{ej} – outer diameter of part j , in m (heat insulation included); d_{cj} – diameter of un-insulated pipe j , in m; δ_{izj} – thickness of the heat insulation of part j , in m; λ_{iz} – insulation thermal conductivity, in W / (mK); $t_{apa,0}$ – temperature of the water flown through the basement thermal systems, assessed according to the rated outdoor temperature specific to the building location: $t_{apa,0} = 0,45 \cdot (t_{T0} + t_{R0})$, in °C; $t_{T,0}$, $t_{R,0}$ – nominal temperature values of the heat carrier used in the heating of the occupied spaces, in °C.

unde: L_j – lungimea tronsoanelor j , în m; d_{ej} – diametrul exterior al tronsonului j (inclusiv termoizolația), în m; d_{cj} – diametrul conductei j netermoizolată, în m; δ_{izj} – grosimea termoizolației aferentă tronsonului j , în m; λ_{iz} – conductivitatea termică a izolației, în W / (mK); $t_{apa,0}$ – temperatura apei vehiculată prin instalațiile termice din subsol, determinată în funcție de temperatura exterioară de calcul specifică localității în care se află clădirea: $t_{apa,0} = 0,45 \cdot (t_{T0} + t_{R0})$, în °C; $t_{T,0}$, $t_{R,0}$ – temperaturile nominale ale agentului termic pentru încălzirea spațiilor ocupate, în °C.

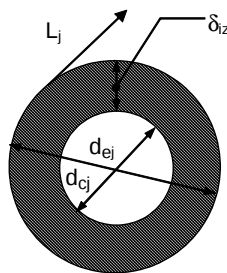


Fig. 7. Geometric definition of the heat carrier pipes
(Elemente de definire geometrică a conductelor de agent termic)

t_a – underground water temperature (the air temperature average annual value of the building location will be used), in °C.

$B_2, B_3, B_4, E_1, E_2, E_3$ – numerical coefficients specific to the heat transfer between the basement and the secondary spaces of the building, adjoining the unheated basement

The following condition will be checked in connection with the unoccupied basement:

$$t_s \geq t_{s0} \quad (29)$$

where the temperature value t_{s0} is selected according to the conditions of using the unheated basement.

- If condition (29) is not proved real, the solution for the basement heat insulation envelope is checked again as well as the basement ventilation rate reduction (according to the limits imposed by the legal regulations – e.g. existence of natural gas pipes) and the heat insulation of the over-ground building members belonging to the unoccupied basement, so as to meet condition (29).

t_a – temperatura apei din pânza freatică (se va utiliza valoarea medie anuală a temperaturii aerului din localitatea în care este amplasată clădirea), °C.

$B_2, B_3, B_4, E_1, E_2, E_3$ – coeficienți numerici caracteristici transferului de căldură dintre subsol și spațiile secundare ale clădirii, adiacente subsolului neîncălzit.

Pentru subsolul neocupat se verifică îndeplinirea condiției:

în care valoarea temperaturii t_{s0} se alege în funcție de regimul de utilizare a subsolului neîncălzit.

- Dacă nu se verifică condiția (29) se reanalizează rezolvarea izolării termice a anvelopei subsolului, reducerea ratei de ventilarea subsolului (în funcție de limitele impuse de reglementările legale – ex. existența conductelor de gaz natural) și izolarea termică a elementelor de construcție supraterane aparținând subsolului neocupat, în scopul îndeplinirii condiției (29).

• If condition (29) is met, temperature t_s resulted from relation (26) is adopted for the basement which is not directly heated.

Temperatures t_1 and t_2 are assessed by means of value t_{s0} , or t_s which are used in meeting condition (29).

In the case of the heated **occupied basement**, the heat flows dissipated towards the natural environment are assessed by the following relations:

$$Q_{e_0} = \frac{S_T}{R_e} \cdot (t_{i0} - \bar{t}_{eR_0}) \quad (30)$$

$$Q_{f_0} = \frac{S_T}{R_f} \cdot (t_{i0} - t_a) \quad (31)$$

2. Building on a h_{sc} over CTS high base, with the following sub-cases:

- 2.1. Base with no heat insulation and floor building not thermally insulated;
- 2.2. Thermally insulated base and floor;
- 2.3. Combinations between the state of the base and floor in terms of equipping with heat insulation.

The heat flows are assessed using the following relations:

– to the outdoor air:

$$Q_{sce_0} = \frac{S_{pard} + n \cdot h_{sc}^2}{R_{esc}} \cdot (t_s - \bar{t}_{esc_0}) \quad (32)$$

$$n = 0,1667 \cdot N_{lat.ext.}^3 - N_{lat.ext.}^2 + 2,8334 \cdot N_{lat.ext.} - 2 ; N_{lat.ext.} \in [1, 4]$$

where: $N_{lat.ext.}$ is number of sides exposed to environment (air);

– to the underground water:

$$Q_{fsc_0} = \frac{S_{pard}}{R_{fsc}} \cdot (t_s - t_a) \quad (33)$$

Define:

where:

$$\beta = \left(1 + n \cdot \frac{h_{sc}^2}{S_{pard}} \right)^{-1} ; \quad \bar{R}_{esc} = \frac{S_{pard} + n \cdot h_{sc}^2}{\frac{S_{lat}}{R_{esc}} + \frac{S_{pard} - S_{lat} + n \cdot h_{sc}^2}{R_{pdsc}}}$$

• Dacă se verifică condiția (29) se adoptă, pentru subsolul neîncălzit direct, temperatura t_s rezultată prin aplicarea relației (26).

Temperaturile t_1 și t_2 se determină cu valoarea t_{s0} , sau t_s pentru care se îndeplinește condiția (29).

În cazul **subsolului ocupat**, încălzit, fluxurile termice disipate către mediul exterior natural se determină cu relațiile:

2. Clădire **plasată pe un soclu** cu înălțimea h_{sc} deasupra CTS, cu subcazurile:

- 2.1. Soclul fără termoizolare și pardoseala clădirii neizolată termic;
- 2.2. Soclul și pardoseala izolate termic;
- 2.3. Combinații între starea soclului și pardoselii din punct de vedere al dotării cu izolație termică.

Fluxurile termice se determină cu relațiile:

– către aerul exterior:

în care: $N_{lat.ext.}$ – numărul laturilor expuse către mediul exterior (aer);

– către pânza de apă freatică:

Se definește:

$$\bar{R}_{esc} = \beta \cdot \bar{R}_{esc}$$

unde:

and relation (32) becomes:

și relația (32) devine:

$$Q_{sce_0} = \frac{S_{pard}}{R_{esc}} \cdot (t_s - \bar{t}_{esc_0}) \quad (34)$$

resulting as follows:

din care rezultă:

$$Q_{SC_0} = \frac{S_{pard}}{R_{SC.CONTUR}} \cdot (t_s - t_{ec_0}) \quad (35)$$

where:

unde:

$$R_{SC.CONTUR} = (R_{esc}^{-1} + R_{fsc}^{-1})^{-1} \quad (36)$$

$$t_{ec_0} = \frac{\bar{t}_{esc_0} \cdot R_{esc}^{-1} + t_a \cdot R_{fsc}^{-1}}{R_{esc}^{-1} + R_{fsc}^{-1}} \quad (37)$$

$$\bar{t}_{esc_0} = \frac{\frac{S_{lat}}{R_{esc}} \cdot t_{esc_0} + \frac{S_{pard} - S_{lat} + n \cdot h_{sc}^2}{R_{pdsc}} \cdot t_{pdsc_0}}{\frac{S_{lat}}{R_{esc}} + \frac{S_{pard} - S_{lat} + n \cdot h_{sc}^2}{R_{pdsc}}}$$

where:

unde:

$$R_{esc} = (a_1 \cdot h_{sc}^2 + a_2 \cdot h_{sc} + a_3)^{-1}$$

$$R_{pdsc} = (c_1 \cdot h_{sc}^2 + c_2 \cdot h_{sc} + c_3)^{-1}$$

$$t_{esc_0} = -R_{esc} \cdot (b_{1,0} \cdot h_{sc}^2 + b_{2,0} \cdot h_{sc} + b_{3,0})$$

$$t_{pdsc_0} = -R_{pdsc} \cdot (d_{1,0} \cdot h_{sc}^3 + d_{2,0} \cdot h_{sc}^2 + d_{3,0} \cdot h_{sc} + d_{4,0})$$

$$R_{fsc} = f_{1sc}$$

where:

unde:

$$f_{1sc} = 0,17 + 2,2\delta_{iz} + \frac{h_a + h_{sc}}{\lambda_s}$$

δ_{iz} – Weierstass-Kronecker symbol;

δ_{iz} – simbolul Weierstass-Kronecker;

$\delta_{iz} = 1$ – thermally insulated member

$\delta_{iz} = 1$ – element dotat cu izolație termică

$\delta_{iz} = 0$ – member with no heat insulation

$\delta_{iz} = 0$ – element fără izolație termică

Coefficients $a_1, a_2, a_3, c_1, c_2, c_3$ are introduced in tables 2 and 3 and coefficients $b_{1,0}, b_{2,0}, b_{3,0}, d_{1,0}, d_{2,0}, d_{3,0}$ and $d_{4,0}$ are introduced in tables 4 and 5.

Coefficienții $a_1, a_2, a_3, c_1, c_2, c_3$ se prezintă în tabelele 1 și 2, iar coeficienții $b_{1,0}, b_{2,0}, b_{3,0}, d_{1,0}, d_{2,0}, d_{3,0}$ și $d_{4,0}$ se prezintă în tabelele 3 și 4.

• **Vertical side walls** (a_1, a_2, a_3)• **Pereți laterali verticali** (a_1, a_2, a_3)

Table 2.

Coefficients	Uninsulated wall	Insulated wall
a_1	0,1868	0,0080
a_2	-0,9596	-0,0647
a_3	1,9200	0,3415

• **Floor** (c_1, c_2, c_3)• **Pardoseală** (c_1, c_2, c_3)

Table 3.

Coefficients	Uninsulated wall	Insulated wall
c_1	0,0632	$4,15 \cdot 10^{-3}$
c_2	-0,2636	$-5,585 \cdot 10^{-2}$
c_3	0,4832	0,2352

• **Vertical walls** ($b_{1,0}, b_{2,0}, b_{3,0}$)• **Pereți verticali** ($b_{1,0}, b_{2,0}, b_{3,0}$)

Table 4.

Uninsulated wall			Insulated wall		
$b_{1,0}$	$b_{2,0}$	$b_{3,0}$	$b_{1,0}$	$b_{2,0}$	$b_{3,0}$
0,0746	-1,0756	2,15	-0,0308	-0,3126	0,8227

• **Floor** ($d_{1,0}, d_{2,0}, d_{3,0}, d_{4,0}$)• **Pardoseală** ($d_{1,0}, d_{2,0}, d_{3,0}, d_{4,0}$)

Table 5.

Uninsulated floor				Insulated floor			
$d_{1,0}$	$d_{2,0}$	$d_{3,0}$	$d_{4,0}$	$d_{1,0}$	$d_{2,0}$	$d_{3,0}$	$d_{4,0}$
-0,106	0,5523	-0,8013	-1,9242	0	0,0734	-0,1295	-1,3967

It should be mentioned that the values of the numerical coefficients indicated in tables 3 and 4 are valid for the rated (calculation) outdoor temperature enclosed between -10°C and -20°C . As for the outdoor temperatures between -5°C and -10°C , the values of coefficients b and d are to be amplified by coefficients 0.80 and 1.25 respectively, and for the rated outdoor temperatures between -20°C and -30°C , coefficients b and d are amplified by coefficients 1.25 and 0.8 respectively.

Expressions of the coefficients included in relations (26), (27), (28):

$$E_1 = \frac{D_2 + B_2 \cdot D_3}{1 - B_3 \cdot D_3};$$

$$E_2 = \frac{D_4}{1 - B_3 \cdot D_3};$$

$$E_3 = \frac{D_1 + B_4 \cdot D_3}{1 - B_3 \cdot D_3}$$

$$D_1 = \frac{C_5 \cdot t_{e,0} + C_6 + C_7}{C_1};$$

$$D_2 = \frac{C_2}{C_1};$$

$$D_3 = \frac{C_3}{C_1}; D_4 = \frac{C_4}{C_1}$$

Menționăm faptul că valorile coeficienților numerici indicați în tabelele 3 și 4, sunt valabile pentru temperatura exterioară de calcul cuprinsă între -10°C și -20°C . Pentru temperaturi exterioare de calcul cuprinse între -5°C și -10°C valorile coeficienților b și d se amplifică cu coeficienții 0,80, respectiv 1,25, iar pentru temperaturi exterioare de calcul cuprinse între -20°C și -30°C , coeficienții b și d se amplifică cu coeficienții 1,25, respectiv 0,8.

Expresiile coeficienților incluși în relațiile (26), (27), (28):

$$C_1 = \frac{S_{i,CS}}{R_{i,CS}} + \frac{S_{CS,S}}{R_{CS,S}} + \frac{S_{CS,P}}{R_{CS,P}} + \sum_j \frac{S_{PeCS_j}}{R_{PeCS_j}} + \sum_n \frac{S_{FeCS_n}}{R_{FeCS_n}} + n_{a_{\Sigma CS}} \cdot V_{CS} \cdot \rho_a \cdot c_{pa}$$

$$C_2 = \frac{S_{i,CS}}{R_{i,CS}}; C_3 = \frac{S_{CS,P}}{R_{CS,P}} + n_{a_{CS,P}} \cdot V_{CS} \cdot \rho_a \cdot c_{pa}$$

$$C_4 = \frac{S_{CS,S}}{R_{CS,S}} \quad C_5 = n_{a_{CS,E}} \cdot V_{CS} \cdot \rho_a \cdot c_{pa} \quad C_6 = \sum_j \frac{S_{PeCS_j}}{R_{PeCS_j}} \cdot t_{e,0}$$

$$C_7 = \sum_n \frac{A_{FeCS_n}}{R_{FeCS_n}} \cdot t_{e,0} \quad B_2 = \frac{A_2}{A_1} \quad B_3 = \frac{A_3}{A_1} \quad B_4 = \frac{A_4}{A_1}$$

$$A_1 = \frac{S_{i,P}}{R_{i,P}} + \frac{S_{CS,P}}{R_{CS,P}} + \sum_j \frac{S_{AcP_j}}{R_{AcP_j}} + \sum_n \frac{S_{AcF_n}}{R_{AcF_n}} + n_{a_{P,E}} \cdot V_P \cdot \rho_a \cdot c_{pa};$$

$$A_2 = \frac{S_{i,P}}{R_{i,P}} \quad A_3 = \frac{S_{CS,P}}{R_{CS,P}} + n_{a_{CS,P}} \cdot V_P \cdot \rho_a \cdot c_{pa};$$

$$A_4 = \left(\sum_j \frac{S_{AcP_j}}{R_{AcP_j}} + \sum_n \frac{S_{AcF_n}}{R_{AcF_n}} + n_{a_{P,E}} \cdot V_P \cdot \rho_a \cdot c_{pa} \right) \cdot t_{e,0}$$

$$\delta_{CS} = \begin{cases} 1 & \text{– for the directly heated secondary area} \\ 0 & \text{– for the unheated secondary area} \end{cases}$$

Note: The secondary area is of the corridor type with a passage to the staircase.

The use of the calculation method in the case of a building located in Bucharest, together with the calculation method according to SR 1907-1 / 1997 proves the differences between the value of the specific thermal flow-rates dissipated towards the technical basement (fig. 8). The differences previously mentioned are consequent to the temperatures of the technical basement space, determined by the two calculation methods mentioned above (fig. 9). The two diagrams emphasize the sensitive influence of the pipes flowing hot fluids in the basement space and which cannot be overlooked in the case of determining the buildings design heat demand.

5. CONCLUSIONS

1. This paper represents a theoretical substantiation of the concept of design outdoor temperature

Notă: Zona secundară este de tip culoar de trecere sau casa scării.

Aplicarea metodei de calcul în cazul unei clădiri amplasată în orașul București, alături de metoda de calcul conform SR 1907-1 / 1997, demonstrează diferențele între valorile fluxurilor termice specifice disipate înspre subsolul tehnic (fig. 8). Diferențele menționate sunt consecința temperaturilor spațiului subsolului tehnic, determinate prin cele două metode de calcul menționate (fig. 9). Cele două diagrame evidențiază influența sensibilă a prezenței conductelor prin care sunt vehiculate fluide calde în spațiul subsolului și care nu poate fi neglijată în cazul determinării necesarului de căldură de calcul al clădirilor.

5. CONCLUZII

1. Lucrarea prezintă o fundamentare teoretică a conceptului de temperatură exterioară de calcul

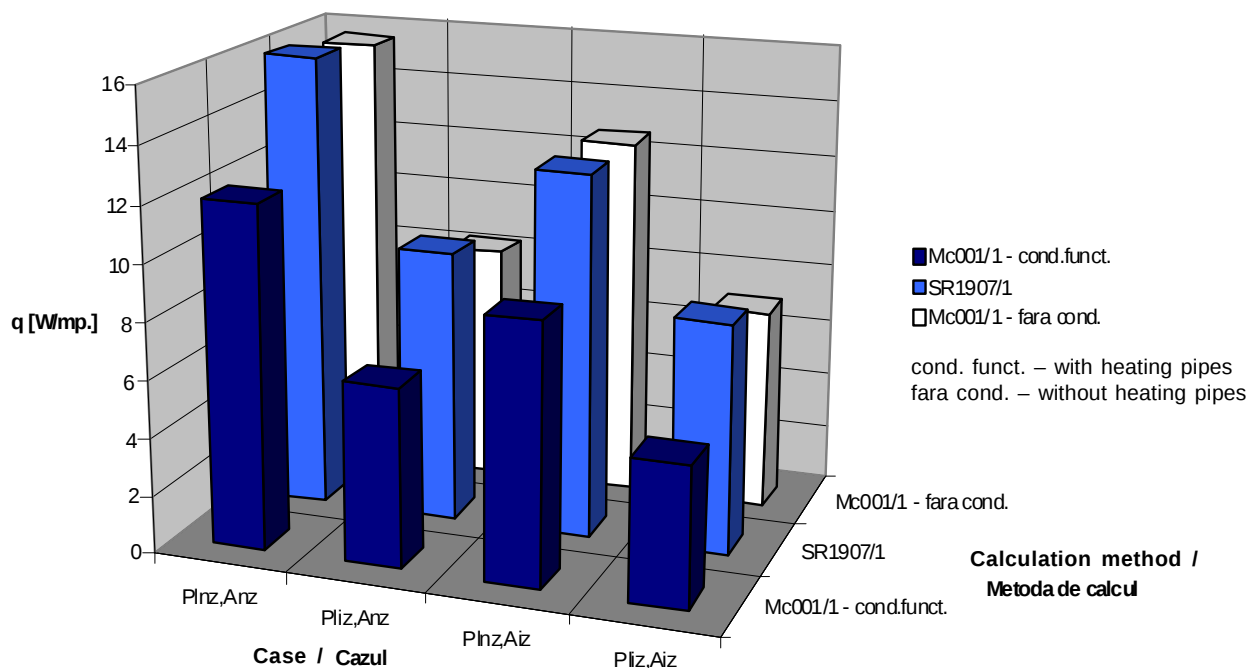


Fig. 8. Ground floor specific heat flow rate – unoccupied unheated basement – 2nd climatic zone
(Densitatea fluxului termic disipat spre sol – iarna de calcul zona II)

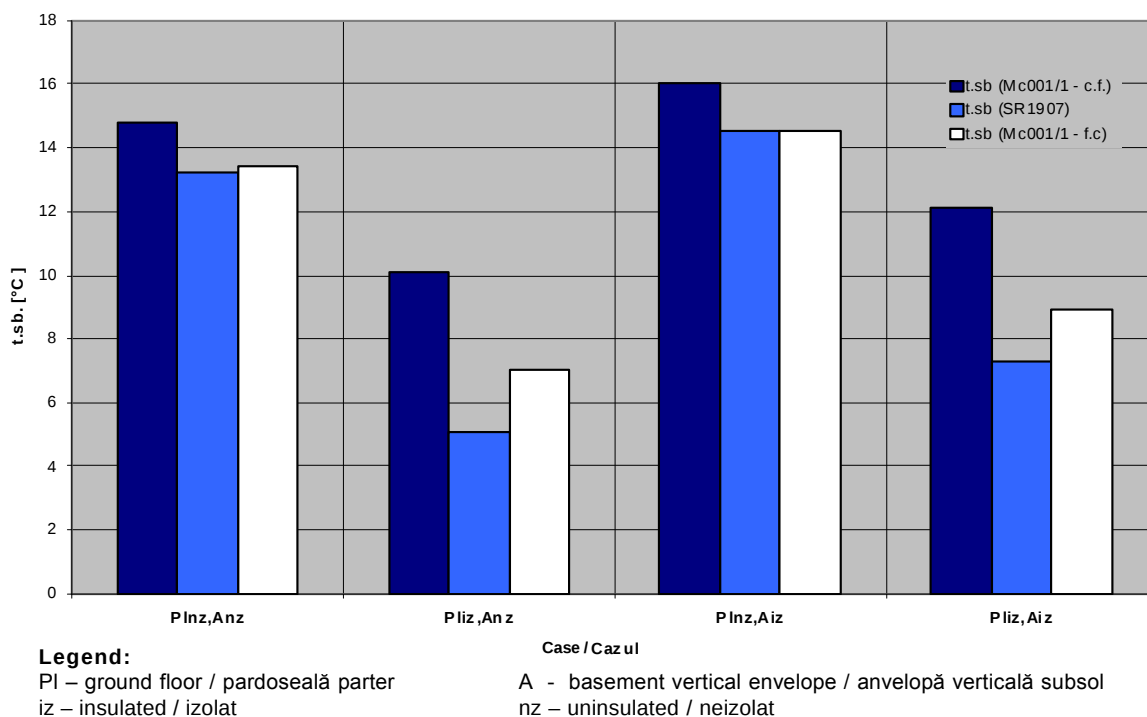


Fig. 9. Basement calculation temperatures – 2nd climatic zone
(Temperaturi de calcul ale subsolului – zona climatică II)

required by heating systems dimensioning as well as of their components.

2. The mathematical formalism of the design heat demand determination is phenomenological,

necesară dimensionării instalațiilor termice și a elementelor acestora.

2. Formalismul matematic al determinării necesarului de căldură de calcul este unul

based on the spaces heat balance both at the level of the envelope and at the level of the occupied space, by the inside building components and by natural convection of the air characterized by an average temperature different from the resulting indoor temperature.

3. The design outdoor temperature, in terms of this paper is compared to the most severe pentad of the period 1961-2008 and is based on an acceptable discomfort characterized by a 1°C reduction of the indoor temperature resulting in the occupied spaces.

4. The thermal response of the rooms in residential as well as public buildings is represented by the hourly variation of the resulted indoor temperature and by the variation of the air volume average temperature provided by the envelope thermal response as the virtual outdoor temperature, which varies in time.

5. The thermal response at the building-soil boundary completes the response of the over-ground envelope in the form of an elastic and adaptive calculation method, with reference to the possible cases in the design practice.

6. The calculation / design model of a building heat demand is linear, based on the fact that the design outdoor temperature for the building over-ground zone is known as well as the outline outdoor temperature and the building-soil boundary thermal coupling coefficient.

7. The calculation method proposed in the paper allows the adoption of design solutions with a lower ensurance rate according to the investment beneficiary's option.

8. Romania's new climatic zoning generates climatic zone 5 as well as the clear modification of the design outdoor temperatures compared to the current climatic zoning (SR 1907-1/1997).[5]

fenomenologic, bazat pe bilanțul de căldură al spațiilor atât la nivel de anvelopă, cât și la nivelul mediului ocupat, prin elementele de construcție interioare și prin convecție naturală la nivelul aerului caracterizat de o temperatură medie diferită de temperatura interioară rezultantă.

3. Temperatura exterioară de calcul, în accepțiunea lucrării, se raportează la cea mai severă pentadă din intervalul 1961-2008 și se bazează pe realizarea unui disconfort acceptabil caracterizat de o reducere cu 1°C a temperaturii interioare rezultante în spațiile ocupate.

4. Răspunsul termic al incintelor amplasate în clădiri rezidențiale dar și publice este reprezentat de variația orară a temperaturii interioare rezultante și de variația temperaturii medii volumice a aerului ca rezultat al răspunsului termic al anvelopei sub forma temperaturii exterioare virtuale, variabilă în timp.

5. Răspunsul termic la frontiera clădire-sol completează răspunsul anvelopei supraterane sub forma unei metode calcul elastice și adaptive, cu referire la cazurile posibile în practica de proiectare.

6. Modelul de calcul al necesarului de căldură al unei clădiri este unul liniar, fundamentat pe cunoașterea temperaturii exterioare de calcul pentru zona supraterană a clădiri și pe cunoașterea temperaturii exterioare de contur și a coeficientului de cuplaj termic pentru frontiera clădire-sol.

7. Metoda de calcul propusă în lucrare permite adoptarea unor soluții de proiectare cu un grad inferior de asigurare în funcție de opțiunea beneficiarului de investiție.

8. Noua zonare climatică a României conduce la apariția zonei climatice 5, precum și la modificarea sensibilă a temperaturilor exterioare de calcul față de zonarea climatică actuală (SR 1907-1/1997).[5]

REFERENCES:

- [1] SR 1907/1-1997 – *Calculation of the Design Heat Load*
- [2] Mc 001 / 1 – 2006 – *Buildings Energy Performance Design Methodology*, Editura INCERC, **Buletinul Construcțiilor**, vol. 4-7/2007, Bucharest, 2007

BIBLIOGRAFIE:

- [1] SR 1907/1 – 1997 – *Calculation of the design heat load*
- [2] Mc 001 / 1 – 2006 – *Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor*, Editura INCERC, **Buletinul Cosntrucțiilor**, vol. 4-7/2007, București, 2007

- [3] Constantinescu, D. – *Mechanical Engineering Treatise. Heat Engineering in Constructions. A Theoretical Substantiation*, vol. 1, Editura AGIR (Publishing House), Bucharest, 2008
- [4] Constantinescu, D., Petran, H., Petcu, Cr. – *Energy Performance of New and Existing Buildings. A Theoretical Substantiation*, Publishing House of the Architecture and Urban Planning University “Ion Mincu” – UAUIM, Bucharest, 2009
- [5] *** *Calculation Methods for Determining the Design Heat and Cold Demand for Occupied Spaces Heating/Cooling* Contract 345 / 2008, INCERC-MDRL (Ministry of Regional Development and Housing)
- [3] Constantinescu, D. – *Tratat de inginerie mecanică. Termotehnica în construcții. Fundamentare teoretică*, vol. 1, Editura AGIR, București, 2008
- [4] Constantinescu, D., Petran, H., Petcu, Cr. – *Performanța Energetică a Clădirilor noi și existente. Fundamentare teoretică*, Editura Universității de Arhitectură și Urbanism “Ion Mincu” – UAUIM, București, 2009
- [5] *** *Metode de calcul de determinarea necesarului de căldură și de frig de calcul pentru încălzirea / răcirea spațiilor ocupate*, contr. 345 / 2008, INCERC-MDRL