

# **Analiza comparativă a răspunsului higrotermic al locuințelor din lemn și zidărie de cărămidă sau BCA considerate semnificative pentru zona montană și premontană de nord a țării**

Livia Miron, Constantin Doru Lăzărescu, Constantin Miron

## **1. Introducere**

În cursul anului 2001-2002 INCERC a abordat o tematică de cercetare care a vizat evaluarea fondului montan construit în zona Maramureș și Moldova de nord cu precădere jud. Suceava. Evaluarea a avut în vedere evidențierea obiectivului general privind atingerea parametrilor de confort interior în condițiile concrete de funcționare a locuinței și în raport cu elementele ce îl determină (climatul exterior, alcătuirea și tipul de construcție, activitatea în gospodărie, combustibil).

Conform înregistrărilor făcute în urma măsurătorilor in situ, s-au evidențiat aspectele principale ce definesc răspunsul real, din punct de vedere higrotermic al locuințelor și condițiile de exploatare și funcționare reală.

Locuințele care au fost supuse măsurătorilor in situ au fost selectate ca fiind semnificative atât pentru amplasament lor cât și ca soluții de construire.

Lucrarea de față prezintă selectiv câteva din concluziile studiului efectuat pe durata unui an calendaristic pe locuințe amplasate în zona montană și premontană de nord a țării.

## **2. Prezentarea clădirilor supuse măsurătorilor in situ**

**a - Locuința M1** – Amplasament: Neagra Șarului, Județul Suceava. Altitudine: 920m. Execuție: anul 1978. Regim de înălțime: P+1E. Număr de ocupanți: 4. Suprafața construită: 9x9 m<sup>2</sup>.

*Pereții* sunt alcătuiți din bârne cu secțiunea de 15 x 15 cm, tencuiți pe ambele fețe, cu mortar din argilă și var - la interior și de var și ciment - la exterior; grosimea totală  $d_{M1} = 27\text{cm}$ .

*Planșeul de la parter* este constituit dintr-o rețea de grinzi de 10 x 10 cm, dispuse la intervale interax de 1m și umplutură din zgură, pe un strat de 10 cm, tot de zgură. Pardoseala finită este alcătuită din dușumea de scânduri de rășinoase de 4 cm grosime, îmbinate în nut și feder.

*Planșeul peste etaj* este pe grinzi de 10x10 cm, între care există umplutură de argilă cu paie cu grosimea egală cu înălțimea grinzilor, iar tavanul este plan, fiind căptușit cu scânduri de 4 cm grosime și tencuit cu mortar de var și nisip aplicat pe șipci.

*Fundația* clădirii are un soclu de cca. 70 cm înălțime la fațada sud și de 20 cm la nord. *Acoperișul* este cu pantă mare, cu șarpantă din lemn și învelitoare de tablă.

*Tâmplăria* este de tip obișnuit, din lemn, respectiv ferestre duble cu două și trei canaturi. Locuința este dotată cu: instalații electrice, instalații de apă și canalizare,

boiler pentru apă caldă (încălzire cu lemne), mașină de gătit (aragaz), sobe de încălzire cu lemne.

**b. Locuința M2** - Amplasament: Gălănești, Județul Suceava. Altitudinea zonei: 400m. Execuție: anul 1985. Regim de înălțime: P+1E. Număr de ocupanți: 5. Construcția are dimensiunile în plan de 8,5 x 8,5 m, iar parterul este extins pe o suprafață de 8,10 x 4,35m.

*Pereții exteriori* sunt din zidărie de BCA cu grosimea de 25 cm, tencuiți pe ambele fețe, finisajul exterior fiind cu praf de piatră. Grosimea totală a pereților exteriori este de 28 cm.

*Pereții exteriori ai parterului extins* diferă de cei ai corpului principal: pereții exteriori ai băii, bucătăriei, cămării și holurilor sunt din zidărie de blocuri de BCA de 20 cm, tencuiți pe ambele fețe, având o grosime totală de 25 cm; peretele bucătăriei a fost îmbunătățit ulterior din punct de vedere termic cu o izolație suplimentară de polistiren expandat de 2,4 cm și retencuit.

Sub spațiul holului este amenajat un *subsol parțial* având funcțiunea de pivniță. *Socul* clădirii are înălțimea de 30 cm, pe *fundație* de beton.

*Pardoselile* sunt dușumele din scânduri de rășinoase nut-feder de 4 cm, dispuse pe rețea de rigle de lemn cu secțiunea de 10x10cm și umplutură de pământ argilos uscat.

*Planșeele peste etaj și peste parterul extins* sunt pe rețele de grinzi de 10 x 10 cm și umplutură de argilă cu paie; tavanul este plan, din scânduri de 3 cm, tencuit.

*Acoperișul* are șarpantă de lemn și învelitoare de tablă pe astereală de scânduri.

*Tâmplăria* este obișnuită, cu deschidere spre interior, cu distanța dintre geamuri de 20 cm.

Construcția este dotată cu instalații: electrice, de apă, sanitare, de încălzire a apei menajere, de canalizare, de evacuare a aerului viciat la bucătărie (hotă electrică) și sobe în fiecare cameră de la parter. Combustibil utilizat pentru încălzire: lemn, exclusiv de esență tare (fag).

**c. Locuința M3** – Amplasament: Borșa, Județul Maramureș. Altitudine: 710 m. Execuție: anul 1982. Regim de înălțime: P+1E. Număr de ocupanți: 4.

Construcția este de tip P+E, monovolum, compact, cu laturile de 12,5 x 11,5 m, îmbinând elementele tradiționale cu cele moderne. Este realizată pe *fundație de beton*, cu *soclu* de 80 cm.

*Pereții exteriori la parter* sunt din zidărie de cărămidă plină cu grosimea de 37,5 cm, tencuiți cu mortar de var-ciment la interior și exterior, având grosimea totală de 42,5 cm.

*Pereții exteriori al etajului* sunt alcătuiți din bârne 14 x 14 cm tencuite pe ambele fețe pe o rețea de șipci încrucișate, cu tencuială de var - la interior și de var-ciment la exterior, grosimea totală fiind de  $d_{M3} = 26$  cm. Finisajul exterior este cu praf de piatră.

*Planșeul peste etaj* - grinzi de 10 x 10 cm, cu umplutură de argilă cu paie, cu intradosul din scânduri de 4 cm grosime, tencuit cu mortar de var.

*Planșeul de la parter* - rețea de grinzi de 10 x 10 cm, dispuse la intervale de 1m și umplutură de pământ uscat. Pardoseala finită - dușumea de rășinoase nut-feder cu grosime 4 cm.

*Acoperișul* este cu șarpantă din lemn și învelitoare din plăci de azbociment ondulat.

*Tâmplăria* este de tip obișnuit, dublă, cu două și trei canaturi. Combustibilul utilizat pentru încălzire este lemnul de esență moale și tare.

### 3. Analiza răspunsului higrotermic al locuințelor supuse măsurărilor in situ

Alegând un set de înregistrări, pe durata unei săptămâni în care temperatura medie săptămânală exterioară este apropiată ca valoare de temperatura medie anuală a zonei (de exemplu zona Neagra Șarului – altitudine 920m - 11÷ 18 martie 2002) rezultă, prin analiza directă a parametrilor temperatură - umiditate, o imagine clară din punct de vedere cantitativ și calitativ a răspunsului complex al locuinței la factorii climatici exteriori și la tipul de activitate din gospodărie (fig.1a, fig.1b).

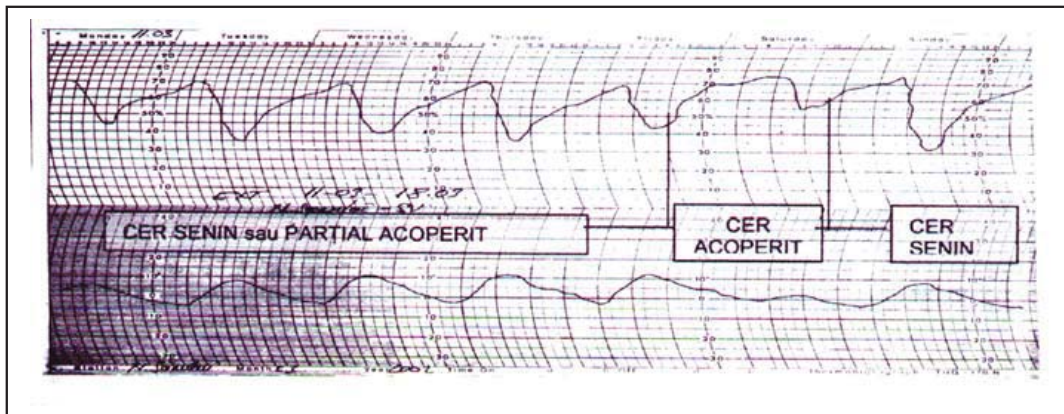


Fig.1a - Variația temperaturii și umidității relative a aerului exterior  
Fig.1a - Variation of temperature and relative humidity of the exterior air

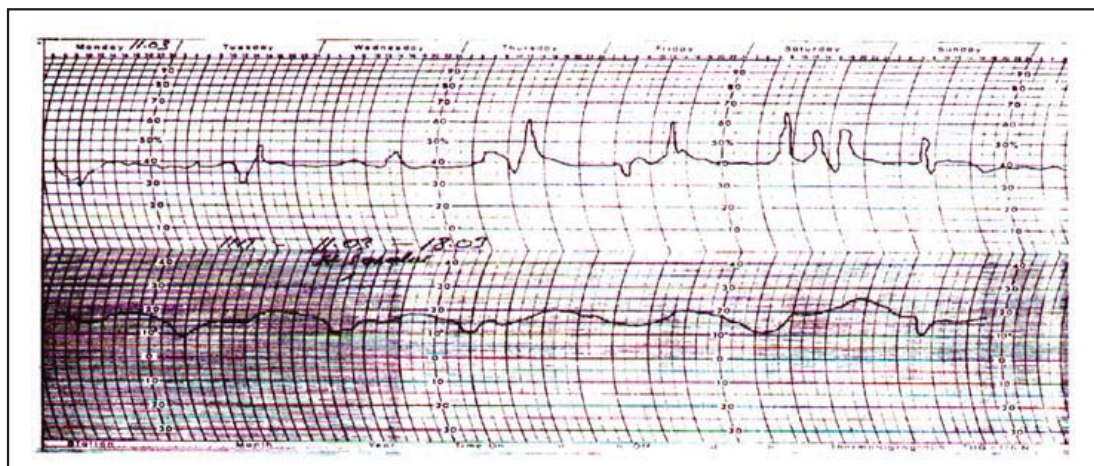


Fig. 1b - Variația temperaturii și umidității relative a aerului interior din locuința M1 (bucătărie)

Fig. 1b - Variation of temperature and relative humidity of the interior air in house M1 (kitchen)

Din *diagrama T - H* (temperatură - umiditate) pentru aerul exterior următoarele:

- a. variația temperaturii aerului exterior este apropiată de o variație periodică, de tip sinusoid deformată cu ecart de temperatură zi - noapte de aproximativ  $14 \div 15$  °C.
- b. valoarea medie a temperaturii aerului exterior este în creștere de la aproximativ 0 °C (ziua de luni 11.03.2002 ) către + 5 °C ( vineri 15.03.2002 ) după care scade din nou către 0 °C (sâmbătă 16.03.2002 ).
- c. minimum de temperatură este atins către orele 5<sup>00</sup> - 6<sup>00</sup>, dimineața iar maximum către orele 15<sup>00</sup> în zilele cu variație de amplitudine mare ( $\Delta T = 14 - 15$  °C ) indicând faptul că cerul a fost senin sau parțial acoperit, favorizând radiația nocturnă accentuată și însorirea pe timpul zilei.
- d. acoperirea cerului către data de 16.03.2002 conduce ca ziua maximă de temperatură exterioară să fie de + 2, 5 °C iar amplitudinea zi - noapte să fie de maxim 6 - 7 °C.
- e. umiditatea relativă a aerului exterior este cu variație sincronă în antifază cu cea a temperaturii aerului exterior, încât în zilele cu amplitudini mari zi - noapte aceasta variază în gama 70 % (dimineața orele 5<sup>00</sup> - 6<sup>00</sup> când temperatura este scăzută și are loc și fenomenul de condensare a vaporilor în straturile de aer adiacente suprafeței solului) și circa 40 % (după amiază orele 14<sup>00</sup> - 15<sup>00</sup>).
- f. schimbarea climatică din data de 16.03.2002 indică, odată cu acoperirea cerului și scăderea atât a valorii medii a temperaturii aerului exterior cât și a amplitudinii zi - noapte, o creștere a valorii umidității relative a aerului exterior la valori de 75 % care se păstrează pe durata a 10 - 12 ore. În acest caz, valoarea minimă atinsă către orele prânzului este numai de 55 %; pe durata nopții umiditatea crește din nou la valori de 70 - 75 %.
- g. zilele cu cer acoperit și cu temperaturi medii ale aerului în jurul valorii de 0 °C favorizează producerea ceței care conduce la valori ridicate ale umidității relative ale aerului exterior pe toată durata zilei ( > 85 % ).

Analizând diagrama ***T - H pentru aerului interior locuinței*** (înregistrare în cameră cu dublă destinație bucătărie și dormitor) se constată: (diagrama T - H - 11.03. - 17.03.2002 - Neagra Șarului - pag. 19).

- h. temperatura aerului interior este rezultatul acțiunii combinate a influenței temperaturii exterioare, a acțiunii radiației solare, a regimului de încălzire și de aerisire a camerei de locuit și a activității locatarilor.

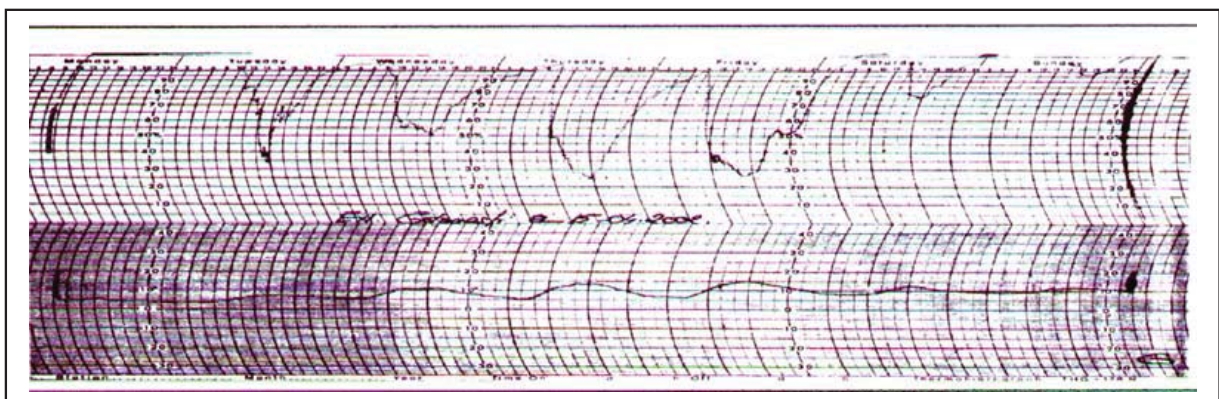
Astfel, exemplificând diagrama din data de 12.03.2002 se observă :

- perioada de noapte, de odihnă (orele 24<sup>00</sup> - 4<sup>00</sup>) este caracterizată de scăderea naturală de temperatură de la cca 18 °C la aproximativ 14 °C.
- începând cu ora 4<sup>00</sup> până la ora 5<sup>30</sup> - 6<sup>00</sup> se observă o scădere accentuată de temperatură (de la 14 °C la cca 9 °C).
- după ora 6<sup>00</sup> , are loc o creștere continuă, naturală a temperaturii interioare, datorită începerii activității ocupanților. În perioada 6<sup>00</sup> - 10<sup>00</sup> are loc o creștere de la cca 9 °C la 15 °C, pe de o parte a activării

focului dar și ca efect al răsării soarelui (fereastra camerei orientată către S - E).

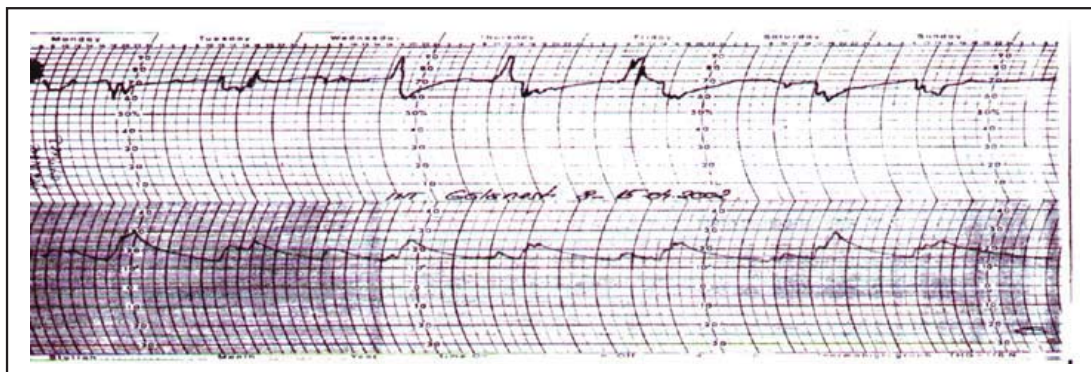
- pe durata între orele 10<sup>00</sup> – 17<sup>00</sup> temperatura aerului interior se menține aproximativ constantă indicând pe de o parte lipsa accesului în cameră și manevrarea ușilor sau ferestrelor și pe de altă parte manifestarea suprapunerii (cumulării) efectelor masivității termice (energia acumulată în pereții camerei), a variației temperaturii exterioare, a transferului termic prin elementele de închidere ale camerei și a infiltrațiilor naturale de aer din exterior.
- odată cu revenirea de la lucru a locatarului se constată, în jurul orei 16<sup>00</sup> – 16<sup>15</sup> începutul unei creșteri de temperatură de la 15<sup>0C</sup> la 20<sup>0C</sup> (către ora 20<sup>00</sup>) indicând activarea sursei de încălzire. De la această oră urmează o perioadă de variație foarte lentă către ora 24<sup>00</sup> (scăderea temperaturii de cca 1<sup>0C</sup>) ca efect al acțiunii cedării căldurii de către sursă (sobă de teracotă), al transferului termic prin închiderile exterioare ale camerei și al prezenței locatarului care își începe perioada de odihnă.
- i. Este deosebit de interesantă comportarea acestei locuințe din punct de vedere al variației umidității aerului interior. Se observă că deși aerul exterior prezintă variații mari de umiditate relativă pe parcursul unei zile, umiditatea aerului interior se caracterizează printr-o relativă stabilitate. Această variație este cauzată de tipul de alcătuire a pereților exteriori (lemn tencuit pe ambele fețe cu mortar de var - argilă la interior și var - ciment la exterior) având o comportare satisfăcătoare la acțiunea vaporilor de apă (absorbția excesului și cedarea în condiții favorabile).

În raport cu locuința M1 (din lemn tencuit) este deosebit de interesantă variația parametrilor T - H în cazul locuinței realizate din BCA (M2 - înregistrare T - H – fig 2a, 2b)



**Fig.2a- Variația temperaturii și umidității relative a aerului exterior**

**Fig.2a- Variation of temperature and relative humidity of the exterior air**



**Fig. 2b -Variația temperaturii și umidității relative a aerului interior**

**Fig. 2b- Variation of temperature and relative humidity of the interior air**

Viteza de variația temperaturii aerului interior este mai mare decât în locuința M1 datorată lipsei masivității termice a spațiului în care s-a realizat înregistrarea.

Măsurătoarea *in situ* s-a realizat în bucătăria locuinței care are pereți exteriori realizați din BCA, grosime 20 cm, placați la interior, cu polistiren de 24 cm tencuiți. Stratul interior de polistiren face ca, datorită inerției termice mici, variația temperaturilor să fie mult mai rapidă decât în cazul pereților masivi termic.

Din acest motiv chiar dacă parametrii de climat exteriori sunt la aceeași valoare, amplitudinile variației temperaturii și umidității aerului interior sunt mai mari decât în cazul locuinței M1 (lemn tencuit), sau M3 (zidărie de cărămidă).

**Exemplificând cu data de 06.04.2002**, înregistrarea indică între orele 0 - 7<sup>30</sup> dimineața o scădere naturală de temperatură de la 18 °C la 13 °C.

Începând de la ora 7<sup>30</sup> este activată sursa de căldură care asigură în bucătărie și prepararea hranei. Se constată că între orele 12<sup>00</sup> – 14<sup>00</sup> există o degajare de vapori care conduce la creșterea cu 20 % a umidității relative a aerului exterior.

Vârful de temperatură este atins la ora 18<sup>00</sup> fiind de 29 °C după care temperatura scade din nou liber până a doua zi către ora 5<sup>00</sup> (13 °C).

Panta scăderii este mult accentuată în prima parte a perioadei de după încetarea funcționării sursei de căldură. Un fapt demn de semnalat este că la această locuință, amplasată în zona Gălănești - Rădăuți (zona premontană) unde chiar dacă numărul de zile călduroase pe an este mai mare decât în zonele montane, s-a constatat, cu ocazia prelevării de mostre din zidăria de BCA a pereților exteriori că, în zona băii, partea inferioară a pereților a suportat o degradare semnificativă.

Cauza constatată a fost acumularea progresivă a apei în perete care datorită ciclurilor repetate de îngheț - dezgheț naturale, au transformat blocurile de BCA în zone amorfe în care structura celulară nu mai este sesizabilă și care în urma determinărilor de laborator prezintă o umiditate de 21 % (procent raportat la masă). Conform descrierii proprietarului, condițiile minim acceptabile pentru baie au fost din ce în ce mai greu de realizat consumul de combustibil crescând anual pentru a realiza același efect. Construcția este exploatată din anul 1985.

## Concluzii

Programul de măsurători *in situ* a cuprins pe lângă măsurarea cantitativă a parametrilor și determinarea calitativă, în condiții reale, a senzației de confort

higrotermic și observarea activităților specifice fiecărei locuințe, precum și a efectului acestora asupra caracteristicilor legate de răspunsul higrotermic al clădirilor. Principalele observații de ordin calitativ sunt următoarele:

- Senzația de confort higrotermic este net resimțită în casele cu pereți din lemn tencuit, chiar și atunci când temperatura aerului interior scade pentru scurt timp sub valorile normale.
- La numai 4...5 ore de funcționare a unei sobe, într-o cameră neîncălzită anterior pe o durată mare, în condițiile de temperatură exterioară de  $-8^{\circ}\text{C}$  și umiditate de 75 %, senzația de confort era deplină în unul din dormitoarele locuinței  $M_1$  (pereți din lemn tencuit) situată la etaj. Senzația de confort a devenit sesizabilă începând de la temperaturi interioare de 17...17,5  $^{\circ}\text{C}$ .
- Același mod de evaluare calitativă realizat pe construcția  $M_2$  (cu pereți din BCA) a condus la concluzia că senzația de confort nu a mai fost resimțită nici la temperaturi de peste 22 $^{\circ}\text{C}$ , la durate de încălzire mai mari de 12...15 ore, existând senzația permanentă de perete rece, un gradient mare de temperatură pe verticală și pe orizontală (între centrul camerelor și pereții exteriori) și de umiditate ridicată a aerului interior.
- Căderea de temperatură și implicit creșterea umidității relative a aerului interior sunt deosebit de accentuate în cazul construcției din BCA după încetarea încălzirii spațiului locuit.
- Consumul de combustibil a fost mai mare cu cca. 60 % pentru încălzirea unei camere de dormit în locuința  $M_2$ , în raport cu același tip de cameră (suprafață - volum) din locuința  $M_1$ .
- Amplitudinea oscilației de temperatură interioară, de la momentul încetării încălzirii până la momentul reluării, peste noapte, este de cca. 10...12  $^{\circ}\text{C}$  în cazul locuinței  $M_2$  în raport cu valoarea de 6...7  $^{\circ}\text{C}$  la locuința  $M_1$  (cu suprafețe și volume de încălzit identice ca mărime).
- Din punct de vedere al alcătuirii și tipului de construcție soluțiile studiate, au fost toate de tip parter - etaj . În cazul locuinței  $M_3$  situată în zonă montană și construită cu două soluții diferite de pereți exteriori (parter - cărămidă în zidărie de 37,5 cm și etaj din bârnă 14 cm tencuită pe ambele fețe pe rețea dublă de șipci) a permis compararea efectului asupra condițiilor de confort. Compararea comportării celor două tipuri de soluții de elemente de închidere exterioară a condus la concluzia că manifestarea inerției termice a zidăriei de cărămidă în raport cu peretele din lemn se traduce prin o stabilitate mare a temperaturii aerului interior în raport cu regimul de încălzire intermitentă.

Calitatea unei construcții de locuit, analizând doar aspectele prezentate anterior, rezultă aplicând soluții și materiale adaptate zonei respective, astfel încât, în raport cu volumul, suprafața locuită, numărul de ocupanți și conformarea funcționalului la tipul și structura convenabilă să poată fi satisfăcute cerințele esențiale de izolare termică și de comportare corespunzătoare la acțiunile climatice dinamice ale zonelor premontane și montane.

Deși toate locuințele studiate sunt construite cu toate utilitățile necesare (pentru a avea comparabilitate din punct de vedere al dotării cu instalații) senzația de confort

higrotermic este diferențiată chiar dacă s-au reprodus identic condițiile de exploatare zilnică ale locuinței.

## Bibliografie

\*\*\* INCERC Iași - Contract AMTRANS 1B14-2001 - Studiu de evaluare a fondului construit în zona montană și premontană a Moldovei și Maramureșului (zona climatică IV) în vederea promovării strategiilor de reabilitare a spațiului rural. Măsurători „in situ”. Bază de date (Director Proiect Constantin Miron)

## Abstract

### **A Comparative Analysis of the Hygrothermic Response of Wood and Brick or BCA Masonry Houses Considered Representative for the Northern Mountainous and Premountainous Area of the Country**

During 2001-2002 INCERC took on complex research, aimed at evaluating the mountain constructions built in Maramures and Northern Moldova. The evaluation had as a general objective the accomplishment of the interior comfort parameters under actual functioning conditions of the house and depending on the elements determining it. According to reports obtained following the measurements in situ, the main aspects have emerged which define the hygrothermic response of the houses and the conditions of exploitation and actual functioning. This paper presents a comparative analysis of the actual hygrothermic response for three distinct types of wood and brick or BCA masonry houses.

**Keywords:** power efficiency, measurements in situ, thermal comfort, interior climate, comparative study, wood constructions, brick constructions.

---

CP II dr. ing. Livia Miron  
Institutul Național de Cercetare Dezvoltare  
în Construcții și Economia Construcțiilor  
INCERC – Filiala Iași

---

Prof. dr. ing. Constantin Doru Lăzărescu  
Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi Iași  
Facultatea de Instalații

---

CP II dr. ing. Constantin Miron  
Institutul Național de Cercetare Dezvoltare  
în Construcții și Economia Construcțiilor  
INCERC – Filiala Iași