

Présentation des causes qui déterminent l'humidité dans les murs et des méthodes pour la combattre.

1. Generalități

Problema umidității din ziduri este foarte importantă pentru conservarea monumentelor istorice și necesită o tratare complexă.

În cadrul colocviilor ICOMOS s-au prezentat adesea rapoarte cu privire la cauzele și metodele de eliminare a umidității, studiile fiind făcute pentru patru zone climatice: zona mediteraneană, zona continentală, deșert și zona tropicală. La nivel național s-au făcut studii privind umiditatea și s-au obținut rezultate dar, se pare, nu s-a ajuns la o tratare unitară a problemei. Importantă pentru noi este formarea unui colectiv de cercetare și proiectare care să abordeze unitar problema umidității.

2. Proveniența umidității

În general umiditatea din ziduri sau tencuială pătrunde prin sau provine din:

— capilaritate; condens; acțiunea combinată a precipitațiilor și vântului.

2.1. Capilaritatea

Apa pătrunde în fundațiile clădirilor prin capilaritate, datorată tensiunii superficiale. Prezența apei în zona fundațiilor este urmarea nivelului ridicat al pânzei de apă freatică, sau a stagnării apei în sol, deasupra unui strat impermeabil (ape meteorice neevacuate sau evacuate defectuos).

2.2. Condensul

Condensul se produce fie datorită diferenței de temperatură între perete și stratul de aer care se află în mișcare la suprafața peretelui, fie datorită diferenței între tensiunea parțială a vaporilor de apă din aerul încăperii și cea a vaporilor de apă de la suprafața peretelui.

2.3. Acțiunea combinată a precipitațiilor și vântului

Apa poate pătrunde în clădiri datorită acțiunii combinate a ploii și vântului (prin neetanșeități) sau datorită executării defectuoase a captării apelor pluviale de pe acoperișuri.

3. Considerații fizico-chimice cu privire la pătrunderea umidității în ziduri

3.1. Capilaritatea

Umiditatea pătrunde în zidăria aflată deasupra solului prin capilaritate și se evaporă parțial la suprafața liberă a zidurilor.

$$\begin{aligned} [d] &= m \\ [h] &= m \\ [v] &= \text{kg/m}^2\text{h} \\ [s] &= \text{kg/m}^2\text{h} \end{aligned}$$

Există un echilibru între cantitatea de apă aspirată din sol și cea din zid sau care se evaporă la suprafața zidurilor.

$$\begin{aligned} v \cdot h &= s \cdot d \\ h &= \frac{s \cdot d}{v} \end{aligned}$$

s — cantitatea de apă pătrunsă prin capilaritate din sol

v — cantitatea de apă care se evaporă la suprafețele interioare și exterioare

Remediile de reducere sau suprimare a umidității sînt două:

— a reduce sau a face imposibilă pătrunderea umidității din sol (s mic)

— accelerarea evaporării apei pe suprafețele verticale (v mare)

Metodele practice de eliminare a umidității vor fi prezentate într-un capitol următor.

În curgerea reală, fenomenele hidraulice sînt însoțite de efecte secundare, printre care efectul electrocinetic ne interesează în mod deosebit.

Efectul electrocinetic este un fenomen specific stării coloidale, suspensiilor, dispersiilor și constă în apariția unei diferențe de potențial între faza solidă și faza lichidă, atunci cînd una din ele se deplasează în raport cu cealaltă. Faza cu permitivitate superioară este încărcată pozitiv datorită absorbției selective a ionilor.

Electroosmoza este un fenomen electrocinetic care în cazul problemei transferului de umiditate în construcții constituie problema însăși, adică deplasarea unui mediu lichid într-un mediu poros sub influența unei diferențe de potențial.

În zona de separație solid-lichid apare o diferență de potențial electrocinetic datorată celor două straturi electrice.

Cercetătorii au găsit diferențe de potențial electrocinetic naturale la contactul a două medii cu densități diferite (unde mediul mai dens devine electropozitiv); două zone cu temperaturi diferite ale aceluiași mediu; două stări de agregare diferite a aceleiași substanțe (grafit și cărbune).

Aceste diferențe de potențial apar datorită proprietăților fizice și chimice diferite a fazelor în contact.

În majoritatea cazurilor, construcția se încarcă pozitiv iar solul negativ, existând între ele o diferență de potențial ce variază între câteva zeci și câteva sute de milivolți. Transportul capilar al ionilor și particulelor electrizate creează un curent electric și în consecință o diferență de potențial între construcție și teren, care produce o suplimentare a ascensiunii capilare datorate electroosmozei.

3.2. Condensul

Condensul apare ca urmare a umidității prea mari din aerul interior. Factorii principali care influențează apariția condensului sînt: temperatura aerului interior, temperatura pereților și cantitatea de vapori din aer.

Fenomenul de condens apare în special iarna, deoarece temperatura pereților este mică, iar cantitatea de vapori din aer este mare. Cantitatea de vapori de apă ce poate fi reținută în aer este în funcție de temperatura acestuia. Cu cît temperatura aerului este mai mică, cu atît el poate reține o cantitate mai mică de vapori. Surplusul de vapori de apă care nu se poate absorbi se depune pe elementele interioare mai reci, sub formă de picături numite condens. Umezirea pereților și în general a elementelor reci nu se observă la primele atingeri ale punctului de saturație a aerului cu vapori de apă. Majoritatea materialelor de bază din care sînt construite clădirile au proprietatea de a permite acumularea de umezeală, dar pînă la saturație. Cele mai importante cauze care duc la formarea vaporilor de apă în interiorul clădirilor sînt: umezirea aerului din interior în timpul circulației pe uși sau a aerisirilor, ca urmare a existenței unui aer foarte umed în exteriorul clădirii; defecțiuni la conductele de apă potabilă și menajeră, la acoperișuri, la jgheaburi și burlane; folosirea îndelungată a aparatelor de ardere cu flacără deschisă.

O consecință importantă este înglobarea în condens a prafului atmosferic ce conține anhidridă sulfuroasă și alte substanțe chimice care atacă frescele și marmura. Condensul ce conține astfel de substanțe dă naștere, pe suprafețele pe care se află, unor procese chimice care decolorează sau corodează operele de artă.

3.3. Acțiunea combinată a precipitațiilor și vîntului

Umidificarea tencuielilor și a zidăriei provocată de ploile de toamnă și sosirea bruscă a înghețului favorizează măcinarea straturilor superficiale ale tencuielii sau zidăriei. Un aspect important din punct de vedere al acțiunii combinate a precipitațiilor și vîntului îl constituie interpretarea umidității în construcțiile din zidărie de cărămidă cu goluri sau cu peret dublu. Precipitațiile, udînd pereții clădirii, îi răcesc, ducînd astfel la condensare și deci la creșterea procentului de umiditate din material. Umiditatea relativă a aerului, din golurile cărămizilor sau dintre peretele dublu, crește și pătrunde prin difuzie în material, ducînd la mărirea procentului de umiditate relativă a acestuia.

4. Metode de eliminare a umidității

În general metodele de eliminare a umidității se împart în patru categorii: metode fizice; metode electrice și electrocinetice; metode fizico-chimice; metode pentru eliminarea umidității din condens.

Un factor important pentru aplicarea unei metode corespunzătoare este determinarea umidității și a provenienței ei. Vom enumera mai jos cîteva din metodele și mijloacele de măsurare a umidității: măsurarea umidității prin extragerea unui eșantion și uscare; măsurarea umidității materialelor prin intermediul tensiunii de echilibru a vaporilor; măsurarea caracteristicilor termice ale materialelor în vederea determinării conținutului de apă; măsurarea conținutului de apă prin metode electrice; măsurarea umidității prin absorbția dipolară a apei; măsurarea conținutului de apă al materialelor cu ajutorul neutronilor și a razelor gamma.

4.1. Metode fizice

În funcție de condițiile locale (sol de fundare, zidărie aer ambiant, nivel apă freatică etc.) se pot lua diferite măsuri:

— în cazul în care nivelul apei subterane este mult sub fundație, iar apa meteorică stagnează în sol deasupra unui strat impenetrabil, se poate

îndepărta stratul argilos (impermeabil) pentru a permite scurgerea apei în straturile inferioare ale solului;

— executarea unui strat etanș în fața sau pe zidăria aflată în sol pentru a diminua cantitatea de apă ce pătrunde în zidărie; se va adăuga o conductă de drenaj care să preia apele în exces;

— micșorarea suprafețelor de scurgere în jurul clădirii prin executarea unui trotuar cu pantă corespunzătoare. Pentru a nu permite acumularea apei sub trotuar printr-un fenomen asemănător condensării, se va realiza un șanț sau o rigolă de 10—15 cm între fundație și trotuar care se va umple cu piatra spartă (în funcție de studiul geotehnic se va prevedea, eventual, o conductă de drenaj sau puțuri de drenaj);

— accelerarea evaporării la suprafața zidurilor prin executarea unor canale perimetrale clădirii, care vor asigura ventilarea naturală sau artificială (de remarcat că ventilarea naturală este eficientă doar vara);

— încorporarea unor tuburi perforate (din tuburi ceramice, material plastic, metal), oblice de jos în sus, în zidăria umedă. În cazul adoptării acestei metode trebuie făcute câteva observații. Aerul ce se găsește într-un tub instalat în zidărie se consideră saturat. Dacă interiorul tubului este în contact cu aerul ambiant și umiditatea aerului interior este mai mare decât a aerului ambiant, un schimb prin difuzie este posibil. Se va lua în considerație că tensiunea vaporilor într-un tub nu depinde doar de conținutul în umiditate al zidăriei, ci în același timp de temperatura acesteia. Dacă zidăria face parte dintr-o locuință în care temperatura se menține tot timpul anului în jur de 20°C, se poate considera că tensiunea vaporilor în zidăria umedă este mai mare decât în aerul ambiant, deci va exista un schimb de vapori de la zidărie spre mediul ambiant. În cazul în care, vara, zidul este neînsorit, temperatura tuburilor este mai mică decât a mediului ambiant și se produce un fenomen invers celui scontat și anume condensarea vaporilor din aerul care pătrunde în tub;

— executarea de drenaje perimetrale pentru eliminarea umidității în exces;

— completarea cu hidroizolație prin sistemul de subzidire, metodă binecunoscută.

4.2. Metode electrice și electrocinetice

Aceste metode se aplică pentru clădirile unde umiditatea pătrunde prin capilaritate și constă în formarea unei bariere electrice (pasivă sau activă) care nu poate fi învinsă de forțele ascensionale electrocapilare. Prin electrodreajul

pasiv se realizează eliminarea umidității utilizând diferențele naturale de potențial între clădire și sol. Aceasta constă în inversarea polarității naturale construcție — teren (40—200 m) obținută prin punerea la pământ cu ajutorul electrozilor introduși în zidărie, la nivelul la care dorim să oprim pătrunderea umidității.

În cazul electrodreajului activ, în circuitul format de electrozii pozitivi (din zidărie) și cei negativi (din sol), se introduce o sursă de curent continuu, având drept urmare accelerarea retragerii umidității. După uscare, sursa electrică se poate îndepărta, instalația funcționând în continuare pe baza diferenței de potențial naturale (electrodrenaj pasiv). În cazul eliminării capilare procesul este accelerat de efectul gravitațional care stimulează retragerea umidității prin greutatea proprie, deoarece prin crearea respingerii electrice, efectul de tensiune superficială, care a provocat ascensiunea și care este tot de natură electrică, a fost anihilat. S-a constatat că mișcarea importantă a umidității se produce la traversarea mortarului de la îmbinări. Acest rezultat remarcabil conduce la concluzia că și clădirile din piatră compactă, cu umiditate, pot fi de asemenea electrodreajate, pentru că pătrunderea umidității intervine prin îmbinările cu mortar și prin urmare eliminarea ei poate să se facă pe aceeași cale.

4.3. Metode fizico-chimice

Aceste metode constau în injectarea unor substanțe etanșezante: ciment, emulsie de bitum, agenți chimici care expandează. Atunci când se folosesc aceste metode este necesar, în general, să se repete injectările o dată sau de două ori, traversând găurile forate. Agenții chimici care expandează se vor utiliza cu prudență pentru a evita fisurile.

Iată alte câteva exemple:

Tratarea fundațiilor umede se face prin introducerea în zona umedă a unei soluții conținând acid salicilic și adăugând o combinație de calciu. Reacția între produsul pe bază de acid salicilic și varul din zidărie (la care se adaugă combinația de calciu) formează în zidărie un silicat de calciu insolubil. Astfel porii se astupă și reduc transportul capilar al umidității în zidărie. Introducerea în găurile forate în zidul umed a unei soluții siliconice care se răspândește în capilarele zidăriei și care constituie, după, evaporarea solventului din apă sau solvenților organici, un strat hidrofug la baza peretelui.

Există două tipuri de produse: uleiuri siliconice și rășini siliconice.

Chiar sub o presiune de 10 cm de apă și după 200 ore, pătrunderea apei în cărămida tratată nu reprezintă decât a șaptea parte față de cea de la o cărămidă netratată.

4.4. Metode pentru eliminarea umidității provenite din condens

Pentru prevenirea apariției condensului trebuie evitate următoarele practici: folosirea continuă a aparatelor de ardere cu flăcără deschisă; menținerea unei temperaturi prea mici în încăperi, care atrage după sine o temperatură mult mai mică a pereților, favorabilă condensării vaporilor de apă; crearea de suprafețe izolante (zugrăvirea cu vinarom, vopsirea pereților, placaje de faianță și tapet lavabil sau PAL melaminat) în zonele predispuse la condens; folosirea pentru remedieri interioare a Apastopului; folosirea ipsosului la reparațiile mari, mai ales la colțuri; așezarea mobilierului aproape lipit de perete și, de obicei, fără picioare de rezemare; încălzirea cu intermitență a încăperilor; menținerea unei tâmplării cu rosturi neetanșe.

Pentru eliminarea umezelii provenite din condens specialiștii recomandă printre altele: izolare termică de grosime redusă; plasarea în spațiile neîncălzite a unor radiatoare electrice capabile de a furniza o mică cantitate de căldură foarte difuză; aerisirea încăperilor și limitarea accesului vizitatorilor în primele săptămâni ale primăverii (procedeul perfecționat constă în introducerea de aer condiționat în încăpere); după uscarea pereților, tencuieli cu mortar în care s-a introdus rumeguș sau alte materiale difuze; uscarea zonelor afectate de umezeală, spălarea și îndepărtarea straturilor de zugrăveală, urmată de rezugrăvirea pereților, folosind lapte de var și soluții cu substanțe fungicide (zeamă bordelează, zeamă burgundă etc).

5. Avantaje și dezavantaje privind aplicarea metodelor de eliminare a umidității

Înlăturarea umidității din ziduri se face intervenind fie asupra terenului înconjurător, fie asupra construcției, sau, în extremis, asupra ambelor elemente. Cele mai de dorit intervenții sînt cele care afectează terenul înconjurător și nu construcția, deci cele care elimină sursa de umiditate. Executarea de drenaje în jurul construcției, crearea de rigole cît mai etanșe pentru evacuarea apelor pluviale și reconsiderarea trotuarelor sînt cîteva din metodele prin care se pot obține rezultate satisfăcătoare. Aceste metode fizice au dezavantajul de a produce uscarea zidurilor într-un timp îndelungat.

Metodele electrice și electrocinetice au următoarele dezavantaje: nu elimină sursa de umiditate; necesită o execuție tehnică dificilă: folosește materiale deficitare în țara noastră.

Avantajul foarte important este acela că asigură o uscare rapidă a zidăriei.

Metodele fizice-chimice au fost puțin aplicate la noi datorită materialelor deficitare. Avantajul metodelor constă în execuția relativ simplă (se forează găuri în zidărie, iar injectarea se poate face prin cădere liberă, plasînd materialul într-un recipient aflat la o înălțime corespunzătoare). Dezavantaje: nu elimină sursa de umiditate, nu asigură o izolare perfectă și nu are durabilitate în timp.

6. Deficiențe frecvent semnalate în întreținerea și repararea monumentelor istorice

— Adăugarea de socluri executate cu mortar de ciment.

— Tencuieli exterioare cu mortar de ciment.

— Vopsitorii interioare în ulei, la partea inferioară a zidurilor.

Deficiențele semnalate mai sus duc la urcarea umidității prin capilaritate, datorită imposibilității evaporării apei pe suprafețele verticale.

— Colectarea defectuoasă a apelor pluviale de pe acoperișuri (gheaburi, burlane prost îmbinate sau degradate) și în jurul clădirii. Aceste deficiențe pot duce la stagnarea apelor meteorice în jurul clădirii și la ascensiunea apei în ziduri prin capilaritate.

7. Metodologie pentru adoptarea unei soluții optime de eliminare a umidității din ziduri

Pentru eliminarea arbitrariului în adoptarea unei soluții corecte de combatere a umidității sînt necesare următoarele investigații și date: studiu geotehnic care să releve nivelul pînzei de apă freatică și a structurii solului; relevul clădirii (arhitectură și instalații); umiditatea zidăriei și a tencuielii (dacă sînt aproximativ egale, umezeala se datorează capilarității, dacă umiditatea tencuielii este mai mare, umezeala provine din condens); date privind orientarea clădirii, regimul pluviometric, al vînturilor, temperatura medie anuală din zonă (primele trei date sînt necesare acolo unde apa poate pătrunde prin acțiunea combinată a vîntului și ploii); date privind rețelele de apă și canalizare din apropierea clădirii.

Pe baza acestor date se poate determina natura umidității (capilaritate, condens etc), cauza ce a determinat umiditatea (pînză de apă freatică, întreținere defectuoasă etc.) și se poate adopta o soluție corespunzătoare.

IOAN MAREȘ