

Capitolul 10

Clădiri și defecte celebre

prof. dr. arh. Ana-Maria Dabija

Subansambluri realizate cu plăci fixate direct pe suport

Poate cel mai spectaculos și mediatizat exemplu de comportare nesatisfăcătoare în timp a unui sistem de perete placat cu piatră naturală îl constituie cazul clădirii Amoco, una dintre cele mai înalte clădiri din lume. Totodată însă, acesta a constituit o premieră în ceea ce privește stabilirea cauzelor degradării și modul de intervenție pe o clădire foarte înaltă [1]. Este, de altminteri, singurul caz de înlocuire integrală a sistemului (concepție, materiale, grosimi) de fațadă, cunoscut în literatura de specialitate.

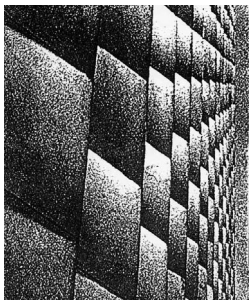


Fațada clădirii Amoco – Chicago,
conf. www.math.wustl.edu

Clădirea sediului firmei Amoco din Chicago, proiectată de arhitectul american Edward Durell Stone, a fost terminată în

¹ Gail Hook *Look out below The Amoco Building's Cladding Failure*
Progressive Architecture Feb 1994

anul 1973. Este înaltă de 345 m și are o suprafață de placaj de cca. 90.000 m². S-au folosit plăci din marmură albă de Carrara de dimensiuni relativ mari (cca. 2m²) având grosimea de 3,2 cm. Greutatea fiecărui panou era de ~ 200 kg.



Fațada clădirii Amoco – Chicago,
conf. Progressive Architecture Feb. 1994

Modul de fixare a plăcilor pe suport - cu agrafe, în canturile plăcilor. Încă din anul 1985 s-au constatat primele deformații (curbări) ale plăcilor, precum și primele microfisuri. În 1987 curbarea a devenit importantă - cca. 3,80cm, mai ales pe fațadele orientate vest, sud, est.

Deformări la plăcile de pe fațada cu orientare nord nu s-au constatat nici atunci, nici mai târziu.

Ca primă măsură de siguranță în exploatare, s-au suplimentat prinderile plăcilor, cu câte două agrafe; apoi s-au prevăzut plase de protecție, pentru siguranța pietonilor.

În urma cercetărilor efectuate, s-a ajuns la concluzia că degradările au fost cauzate de încălzirea diferită a panourilor pe cele două fețe opuse, care a produs dilatări diferite ale cristalelor de marmură, structura lor cristalină suferind astfel transformări ireversibile.

Sistemul de prindere locală, rigidă, a panourilor a creat, de asemenea, concentrații de eforturi în plăci.

Nici inadecvarea dimensiunilor – grosime raportată la suprafață – nu a fost lipsită de importanță în comportarea defectuoasă a placajului.

Încă un factor de influență în ceea ce privește comportarea placajului este reprezentat de tipul efectiv de piatră. Nu orice piatră se poate monta pe fațade iar marmura de Carrara este chiar nerecomandată.

În fine, un factor de care ar trebui să se țină cont în proiectare și execuție este utilizarea pietrei provenite din cariere locale.

Comportarea în timp a acesteia este mai bună în multe cazuri decât a pietrei importate, din zone cu condiții climatice diferite. Soluția de remediere a fost înlocuirea panourilor de marmură cu unele din granit alb, de proveniență locală, cu grosime de 51 mm, precum și regândirea sistemului de prindere, cu un sistem de legături continue, pe șine, care asigură susținerea continuă a plăcilor de piatră, distribuind sarcina de-a lungul întregului cant al plăcilor.

Numai greutatea placajului a crescut considerabil (cu mai mult de 60%), fără a mai pune la socoteală și sistemul de susținere al acestuia.

Pentru realizarea efectivă a lucrării, a fost nevoie de consolidarea structurii de rezistență a clădirii, deoarece încărcarea pe fațadă era de aproape două ori mai mare decât în cazul inițial al marmurei.

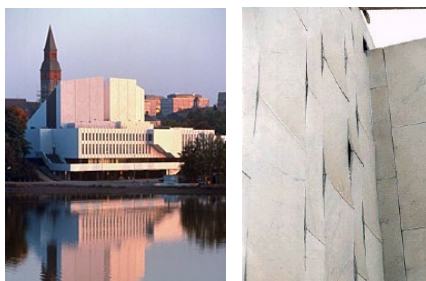
Costurile de consolidare – refacere au fost foarte ridicate, aproape ruinând firma.

Deși am abordat întâi cazul clădirii Amoco, cronologic vorbind, Finlandia Hall, operă reprezentativă a arhitectului finlandez Alvar Aalto este clădirea la care degradarea placajului s-a observat întâi.

Finlandia Hall a fost proiectată de Alvar Aalto și a fost construită în perioada 1967-71. Aripa pentru Congres a fost adăugată în 1973-75 Alvar Aalto a folosit marmură de Carrara atât pe exterior cât și în interiorul clădirii.

Pentru el, marmura reprezenta o legătură importantă cu cultura mediteraneană, pe care vroia să o aducă în Finlanda.

Clima aspră a Scandinaviei a produs curbarea și în cele din urmă spargerea plăcilor de marmură, iar clădirea a trebuit re-placată.



Vedere de ansamblu (© copyright City of Helsinki - University of Helsinki) și detaliu de fațadă placată cu marmură (conf. TEAMbrochyr5.pdf)

Așa cum se observă în fotografia de mai sus, curbarea plăcilor este concavă, marginile ridicându-se.

Cea mai recentă reabilitare a fațadei a început în 1990 și s-a încheiat în 1999. Deși se cunoștea faptul că marmura de Carrara nu a avut o bună comportare în timp, din respect

pentru arhitect s-a păstrat aproximativ același tip de placaj din piatră. Plăcile din marmură de Carrara sunt puțin mai groase și au fost montate întâi pe un suport din beton [2]. O propunere – respinsă de Consiliul Național de Antichități și biroul Alvar Aalto era să se înlocuiască marmura albă de Carrara cu un granit cenușiu, local. Placajul trebuia să reziste în jur de 15 ani.

Sau nu...

În 2006 deja plăcile începuseră să se curbeze. Este adevărat că... invers! Adică convex.

Doamna Martti Kaasinen, director adjunct al Sălii, declară în *Helsingin Sanomat* [3] în 2006 că „simte că modul în care se curbează este mult mai sigur pentru plăci” (*„I feel that it is much safer for them to bend this way”*).

Cauzele degradărilor sunt probabil și aici, aceleași:

- alegerea greșită a tipului de piatră (marmură calcitică);
- inadecvarea dimensională a plăcilor cu domeniul de utilizare, în interior neexistând degradări ale materialului;
- condiții climatice și de mediu

Dacă în cazul Finlandia Hall plăcile din marmură subțire sunt fixate cu mortar de ciment, la alte clădiri celebre din Europa sistemul de fixare a contribuit și el la deteriorarea placajului. Dar nu numai el...

² http://en.wikipedia.org/wiki/Finlandia_Hall

³ www.hs.fi/english/article/Finlandia+Hall+marble+cladding+shows

Marele Arc de la Defense.

Rezultat al unui concurs internațional de arhitectură, Marele Arc este lucrarea arhitectului danez Johann Otto von Spreckelsen.



Marele Arc de la Defense
(foto: Ana-Maria Dabija)

Este un cub aproape perfect având 108 m lățime, 110m înălțime și 112m adâncime.

Structura este realizată din beton precomprimat; componenta opacă a fațadei este placată tot cu... marmură de Carrara.

Ca și în cazul Amoco, sistemul de prindere are o contribuție importantă în apariția și dezvoltarea degradărilor înregistrate la fațade: agrafele fixe nu permit mișcarea de dilatare a câmpurilor de plăci, conducând la ruperea pietrei în imediata vecinătate a prinderilor. La aceasta contribuie și grosimea mică rămasă spre exterior după realizarea decupajului în cantul plăcilor.



Marele Arc de la Defense - detalii ale degradărilor placajului
(foto: Ana-Maria Dabija)

Documentele vremii afirmă că aceasta a fost prima placare în sistem uscat, grandioasă (35.000. plăci) cel puțin în Europa (clădirea a fost executată între anii 1982 și 1990) și înlocuirea plăcilor prețioase de marmură, ca urmare a deteriorării lor, ar costa imens și prin urmare nu este fezabilă.

Scandalul stârnit în jurul durabilității fațadelor acestei clădiri – și nu numai ale acestei clădiri, așa cum se va vedea în continuare – are în vedere nu doar greșeli de proiectare ci și de execuție, constructorul fiind acuzat că a ales soluția cea mai ieftină. Pledează pentru această acuză și calitatea îndoielnică a sistemelor metalice de prindere, care se (mai și) rup, după

cum se poate vedea în fotografia de mai jos, realizată în anul 2005:



Marele Arc de la Defense - detalii ale degradărilor placajului
(foto: Ana-Maria Dabija)

Opera Bastille.

Una dintre cele mai cunoscute clădiri moderne ale Parisului, Opera Bastille este și ea rezultat al unui concurs internațional de arhitectură, lansat în perioada președinției lui François Mitterand. Câștigătorul concursului a fost arhitectul uruguayan Carlos Ott. ucrarea a fost inaugurată în 1989, cu prilejul aniversării a două sute de ani de la Revoluția Franceză dar a fost finalizată de fapt un an mai târziu.

Placarea fațadelor a fost realizată în sistem uscat, tot direct pe peretele suport, cu agrafe fixe.



Opera Bastille - detalii ale degradărilor placajului
(foto: Ana-Maria Dabija)

Constructor a fost aceeași firmă franceză.
Materialul utilizat pentru placare este un tip de calcar.
Despre calcar se știe că nu se curbează. În schimb, dacă sistemul de prindere nu este corespunzător, se macină și se rupe. De fapt acesta este fenomenul care s-a întâmplat la Opera Bastille și la scurtă vreme după inaugurare (circa doi ani), placajul a început să se deterioreze. Măsura luată imediat – și care este și astăzi în utilizare – este de îmbrăcare a clădirii în plase, pentru ca trecătorii să nu fie loviți de bucățile de placaj care cad de pe fațade.



Opera Bastille
(foto: Ana-Maria Dabija)

Subansambluri cu elemente din plăci, fixate pe schelet

Experiența occidentală nu a înregistrat comportări defectuoase ale acestor sisteme. Explicația ar putea fi aceea că datorită posibilităților de mișcare pe trei direcții, asigurate de existența scheletului de susținere, mișcările plăcilor ar putea fi preluate. Nu este mai puțin adevărat că placajele din piatră sunt sisteme

scumpe, datorită materialului de finisare și se caută soluții mai puțin scumpe, având în vedere că sistemele de prindere și ancorare ar trebui să fie pe cât de sigure pe atât de solide și implicit, scumpe.

Utilizarea lor, chiar și în alte țări, este în general limitată datorită costurilor relativ mari ale scheletului de susținere și dispozitivelor de prindere.

Cu excepția problemelor specifice de natură higrotermică pe care le implică poziționarea termoizolației pe fața interioară a peretelui (aparitia de pete, exfolieri, mucegaiuri), și care pot fi cu greu evitate, pentru satisfacerea condiției de durabilitate sunt necesare aceleași măsuri ca pentru oricare fațadă realizată cu tehnologii și materiale tradiționale, sau realizată cu materiale moderne și cu tehnologie tradițională.

Pereți cortină

Pereții cortină sunt subansambluri constructive vitrate. O posibilă definiție a termenului este aceea de subansamblu constructiv autoportant, care transmite structurii clădirii sarcinile orizontale (din încărcarea la vânt și eventual cutremur).

Un perete cortină trebuie proiectat astfel încât să fie răspundă aceluiași cerințe cărora le răspunde orice tip de anvelopă verticală (protecție împotriva apei, protecție împotriva vântului, protecție împotriva focului, luminare naturală, ventilarea naturală a spațiului interior, protecție higrotermică, protecție acustic, precum și, în ultima vreme, generator de energie).

Considerând componenta vitrată, se poate da un exemplu de eroare de proiectare “clasic”^[4]:



CNA Building Chicago

Sursa ilustrației: www.pbase.com/flashboy99/image/20831988

Clădirea a fost construită în anul 1973. Arhitect a fost firma Graham, Anderson, Probst & White. În 1974 a primit o mențiune din partea secției din Chicago a American Institute of Architects. Culoarea arămie a structurii și vitrajele cenușii au făcut ca această clădire să fie asimilată imediat de populația orașului Chicago și să devină un simbol al acestuia.

⁴ Patrick Loughran, *Falling Glass*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003, pag. 26, 27

Până în 1999. Atunci un panou de sticlă s-a desprins din ramă și a căzut, omorând o femeie care ieșise la plimbare cu copilul. În afara daunelor plătite (18 milioane de dolari), proprietarii clădirilor înalte din Chicago își verifică periodic vitrajele, ceea ce a dus la o frenezie a înlocuirii lor, pentru a se evita repetarea unei astfel de tragedii [5].

Ce s-a întâmplat de fapt [6]:

- sticla era “clasică”, deci float coaptă simplu,
- avea o acoperire de oxid cenușiu; în mod evident culoarea închisă a absorbit mai multă căldură decât dacă ar fi fost geam clar;
- grosimea sticlei nu era corect calculată, raportat la dimensiunea mare a foilor de geam: 2,00 x 2,90m x 10mm; la colțuri grosimea foilor de geam era de 13mm.
- geometria fațadei este astfel concepută încât geamul este retras de la fața structurii cu 40cm, ceea ce conduce la crearea de umbre continui pe fațadă, de-a lungul unei zile întregi; acest tip de fațadă, cu geamul retras, este aproape o garanție pentru asigurarea condițiilor de șoc termic pe fațadele însorite, temperatura pe perimetrul panoului fiind mult mai mică decât cea din zona centrală[7].
- storiile venețiene interioare au contribuit la creșterea progresivă a temperaturii în interior, ca urmare a imposibilității de ventilare a stratului de aer stagnant care a rămas captiv între geam și protecția împotriva însoririi (a se

⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/CNA_Plaza

⁶ Patrick Loughran, *Falling Glass*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003, pag. 26, 27

⁷ dacă pe zona însorită se poate atinge pe suprafața sticlei expuse la însorire 50°C iar zona umbrită are temperature mediului ambient de, să zicem 20°C, diferența de 30°C poate conduce la spargerea din șoc termic a geamului – n.a

vedea și capitolul *Materiale / Sticla / Tensiuni termice în sticlă*)

Între 1972 și 1974 au căzut mai mult de 100 de panouri de geam dar nu au produs pagube, nici umane nici materiale. Deloc de mirare, toate geamurile plesnite erau pe fațadele sudică, vestică și estică.

O primă idee a fost de aplicare a unei pelicule poliesterice pe geam, lipite cu adeziv acrilic din interiorul spațiului, care să “armeze” foile și să țină pe poziție cioburile, până la înlocuirea panoului spart.

O altă clădire ale cărei panouri de sticlă au cedat din șoc termic a fost Miami International Airport [8].

Aici panourile din sticlă ale fațadei exterioare au fost emailate în negru. Poate că în alte condiții climatice nu se întâmpla nimic : în clima caldă a Floridei, culoarea închisă a emailului a ridicat temperatura pe geam și ca o consecință, în mod evident, panourile au plesnit. .

O combinație de factori corozivi ai sticlei și ai structurii metalice au creat probleme în cazul unei clădiri înalte la Chicago (Chicago Civic Center), lucrare a birourilor de arhitectură SOM și C.F. Murphy & Associates.

Ideea de la care au pornit era corectă : să se aleagă un tip de metal care să aibă autoprotecție. Oțelul Cor-ten are această proprietate : stratul de rugină nu este invaziv și protejează metalul în adâncime. Ce nu s-a avut în vedere – sau nu s-a știut – este că stratul de oxid reprezintă de fapt și o suprafață

⁸ Patrick Loughran, *Falling Glass*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003, pag. 35

nouă (protuberanțele oxidului care s-au format au ieșit din planul inițial și au ajuns la sticlă), care a agresat mecanic sticla.



Chicago Civic Center

Sursa ilustrației : <http://www.flickr.com/photos/9903467@N06/957030680/>

Acoperișuri și fațade

Cum am mai precizat pe parcursul acestei cărți (Capitolul 1 *Cine-ce-de ce-și când?*) detalierea este un fel de joc cu mingea: arhitecții „pasează” la constructor care, dacă nu iese bine, dă vina pe arhitect...

Nu e valabil cu toți arhitecții și nici cu toate construcțiile, dar...

... În noiembrie 2007 Massachusetts Institute of Technology îi intenta proces arhitectului Frank Gehry [9] și constructorului, Skanska USA Building Inc. Motivul: erori de proiectare datorită cărora clădirea are în numeroase zone infiltrații de apă.

De la darea în folosință a clădirii, în anul 2004, defectele ascunse au „curs”.

9 Suzanne Goldenberg in Washington The Guardian, Wednesday
7 November 2007

Între motivele care au condus la proces, articolul menționat (referința 16) enumeră evacuarea defectuoasă a apei a condus la apariția de crăpături în amfiteatrul exterior, zăpada și gheața au căzut necontrolat de pe versanții învelitorii, blocând ușile de evacuare (bine că nu a fost nimeni rănit – n.n.), mucegaiul a înflorit pe pereții exteriori din cărămidă.

Nu e prima oară când lucrări ale lui Frank Gehry au probleme, dimpotrivă: o altă construcție universitară, terminată în 1986, a fost demolată deoarece costa prea mult să o repare (tot infiltrațiile de apă au reprezentat cauza), o alta a dublat costul execuției prin reparațiile care au fost realizate, pentru punerea ei în siguranță față de apa de infiltrație.



Foto: Ricardo Ramirez, în
<http://tech.mit.edu/V127/N53/graphics/lawsuit.html>

Alte probleme pe care le pun acoperișurile marca Frank O. Gehry țin de strălucire. La Walt Disney Concert Hall, ca urmare a protestelor locatarilor din clădirile învecinate, arhitectul a

acceptat ca solzii strălucitori să fie mătuiți (manual, cu perii... la costuri devastatoare).

Strălucirea era orbitoare și temperatura mediului ambiant se ridica la 59°C în vecinătatea clădirii [10].

Probleme a avut și învelitoarea muzeului Guggenheim de la Bilbao. Pete maronii au apărut pe învelitoarea din solzii de titaniu – de fapt foița de titaniu are 0,3mm grosime – la trei ani după darea în exploatare a clădirii. Arhitectul acuză pe constructor că nu a curățat învelitoarea de petele de silicon vărsate în timpul construcției; constructorul declară că de comun acord cu arhitectul a decis să nu pună schela pe clădire la momentul respectiv, fiind mai important să termine la timp clădirea.



Pete pe placajul cu solzii de titaniu
Muzeul Guggenheim, Bilbao
Foto: Ana-Maria Dabija

10

Dan Glaister, *Sandblasters to Tarnish Gehry's Shiny Design*, în <http://www.guardian.co.uk/world/2004/dec/07/arts.usa>

Bibliografie

Cărți

Dabija, Ana-Maria,

Sisteme performante pentru fațade Componenta opacă a anvelopei,
ediția a doua, Editura Universitară "Ion Mincu", 2005

Loughran, Patrick,

Falling Glass Problems and Solutions in Contemporary Architecture
Birkhauser – Publishers for Architecture, 2003

Mauko, Alenka, **Mirtič**, Breda, **Mladenovič**, Ana, **Grelík**, Bent
Deterioration of the Granodioride Façade – case example
Maximarket, Ljubljana,

în RMZ Materials and Geoenvironments, Vol. 53, No. 1, 2006

Webografie

Glaister, Dan

Sandblasters to Tarnish Gehry's Shiny Design,
<http://www.guardian.co.uk/world/2004/dec/07/arts.usa>

Reviste

Hook Gail,

Look out below The Amoco Building's Cladding Failure
Progressive Architecture Feb 1994

Thomas Jr. R.G.

"EIFS that weep"

Progressive Architecture 10 / 1994

Williams, M., **Lamp Williams** B.

"Ensuring good EIFS performance"

Progressive Architecture 4/1993