

# REFERAT PRIVIND LUCRĂRILE DE CONSOLIDARE - RESTAURARE A BISERICII ARMENEȘTI CU HRAMUL SF.ARHANGHELI MIHAI ȘI GAVRIL DIN BUCUREȘTI

## 1.GENERALITĂȚI

**1.1.** Lucrarea prezintă conceptul de consolidare al monumentului de arhitectură **BISERICA ARMEANĂ CU HRAMUL SF.ARHANGHELI MIHAI ȘI GAVRIL DIN BUCUREȘTI**, precum și lucrările ce au condus la realizarea acestora. Necesitatea lucrărilor a rezultat ca urmare a efectelor de tasare produse în imediata vecinătate a zonei de amplasare a sediului de birouri **Millennium Business Center (MBC)**, separat de ansamblul cultural Armean, doar de incinta realizată cu pereți murați.

Ca urmare a lucrărilor de execuție a infrastructurii **MBC**, datorită neetanșeității incintei de pereți murați, s-au produs o serie de pierderi de material solid ce au totalizat cca. 665mc. În aceste condiții, o serie de construcții învecinate au suferit un proces de tasare diferențiată care a variat de la 0,5 până la 7-8cm.

**1.2.** Biserica Armenească din București, cu hramul "Sfinții Arhangheli" a fost edificată în forma de astăzi după proiectul arh. Dimitrie Maimarolu în perioada 1911-1915, pe locul unei vechi biserici datând din sec. XVIII-lea distrusă în urma unui incendiu .

**1.3.** În timp monumentul a fost supus unei serii de evenimente care au necesitat unele intervenții cu caracter de reparații dar și de consolidări. Dintre lucrările de reparații (care au avut aproape de fiecare dată și caracterul unor intervenții structurale limitate), menționăm lucrările de reparații ale clopotniței bisericii la ultimul nivel, după cutremurul din 4 martie 1977, lucrări ce au fost executate în 1978. În anii 1998/2000 de asemenea au fost realizate lucrări de reparații ale fațadelor exterioare, cu care ocazie s-au efectuat unele intervenții cu caracter de consolidări locale la pereții navei și la turnul clopotniță.

**1.4.** În urma executării lucrărilor la infrastructura MBC și cu această ocazie a pierderii de material solid de la nivelul terenului de fundare, a fost declanșat un mecanism de avariere de tip „tasare” care a condus la activarea tuturor fisurilor existente ale imobilelor din incinta complexului cultural armean, precum și la apariția unor fisuri și fracturi noi, datorate gradientului de degradare al terenului de fundare și sensibilității la tasări ale structurilor existente. În această situație au fost sesizate de către Uniunea Armenilor din România, toate forurile competente, de la Inspectoratul pentru Calitatea Construcțiilor a municipiului București, Ministerul Lucrărilor Publice și Amenajării Teritoriului, până la serviciul de urbanism al Primăriei Capitalei, pentru a se implica în rezolvarea problemelor ce au condus la degradarea Complexului Cultural Armean. Cum procesul de degradare structurală a avut o evoluție extrem de rapidă (fisuri cu deschideri de cca. 0,8mm, ajungând în decurs de 3-4 luni la fracturi de cca.5-6cm la școala armeană, iar la biserică fisuri noi, care s-au dezvoltat la nivelul unor crăpături de cca. 1-2cm în numai două luni și jumătate) au fost luate imediat, o serie de măsuri de monitorizare a procesului de tasare al terenului și al clădirilor adiacente, elaborarea unui proiect de consolidare a terenului



**2.5.** Pronaosul este generos ca volum și dezvoltare, având la interior cca.10 m înălțime la cheia bolții cilindrice ce reazemă la un capăt pe arcul în plin cintru de la marginea corului, iar la celălalt pe arcul de separare între pronaos și naos. Ambele arce, masive, descarcă pe pilaștrii ce se unesc cu pereții navei principale prin intermediul unor arculețe dispuse transversal având la cheie  $\approx 4.5\text{m}$ . Pe laturile N și S, bolta cilindrică este susținută în lungul generatoarelor pe console ce pornesc din pereții longitudinali ai navei peste care reazemă un planșeu cu aspect casetat. Pe pereții N și S ai pronaosului la cca. 70-80 cm de naos se află câte o ușă de acces în biserică.

**2.6.** Naosul este mai înalt cu cca.5-6 m în raport cu pronaosul, are patru arce dispuse perimetral, iar peste pandantivi se ridică turla Pantocrator, la o înălțime  $\approx 23.5\text{m}$ . În plan lungimea este comparabilă cu cea al pronaosului 8.5m, fiind doar cu un metru mai mică și aceasta pentru a asigura rezemarea turlei Pantocrator pe pilaștri dispuși la 7.5m interax, pe ambele direcții. Pilaștri dinspre pronaos sunt liberi în timp ce, cei care marchează altarul sunt angajați în pereții proscomidiei, respectiv ai diaconiconului.

**2.7.** Altarul este alcătuit dintr-o zonă dreptunghiulară în care sunt amplasate lateral diaconiconul și proscomidia prevăzute cu uși de acces la exterior iar în continuare absida pentagonală în care se găsește altarul propriu-zis. La exterior, altarul se aseamănă cu pridvorul, (mai puțin ferestrele laterale), iar la interior proscomidia și diaconiconul amintesc (în plan), încăperile laterale din vecinătatea intrării în biserică. Structural aceste încăperi formează niște "tuburi" suficient de rigide ce mărginesc lateral altarul. Timpanul E, al altarului lucrează ca un "capac", prin intermediul căruia se cuplează absida pentagonală.

**2.8.** Biserica este pictată la interior în ulei, cu o serie de motive florale, excepție făcând turla Pantocrator și semi-cupola altarului pictate în ulei în stil academist promovat de Gh. Tattarescu.

**2.9.** Șarpanta alcătuită din lemn de rășinoase ecarisat, are ferme triunghiulare de tip căpriori cu pop central și clești. Accesul în pod se face de la nivelul al treilea al turnului clopotniță.

**2.10.** Materialele utilizate sunt de calitate bună, cărămida având ca marcă probabilă C 75-100 și mortar de var gras cu marcă cca. M10, iar betonul armat de asemenea, aspectul unui beton de calitate (fără segregări și defecte vizibile, fisuri, crăpături) dar cu o marcă relativ redusă respectiv cca. B120-B150.

În ceea ce privește fundația bisericii, spre surprinderea noastră materialul utilizat era pietriș stabilizat prin amestecare cu var (un material cu caracteristici mecanice slabe), ceea ce a făcut în condițiile procesului de tasare declanșat, să nu poată asigura conlucrarea ansamblului la nivelul fundațiilor, lucru ce a influențat negativ comportarea întregului monument.

Având în vedere urgența acestei lucrări, la faza de expertiză tehnică nu fuseseră efectuate încă cercetările pe materialele de construcție, însă pe parcursul desfășurării lucrărilor de proiectare au fost realizate și astfel de cercetări, care au confirmat practic așteptările noastre și evaluările inițiale.

**2.11.** Din punct de vedere al alcătuirii elementelor structurale, deși în cea mai mare parte pereții navei sunt realizați integral din zidărie de cărămidă, există zone clare în care structura este realizată din beton. În acest sens, menționăm că în urma cercetării monumentului, au fost puse în evidență următoarele elemente structurale realizate din beton :

# la turnul clopotniță au fost identificate bolțile de la nivelul parterului, planșeul de peste încăperea primului nivel, precum și cupola de peste nivelul al doilea (cu golul pentru tragerea clopotelor), precum și colonetele și centura lor de rezemare de la nivelul unde sunt montate clopotele;

# la pronaos bolta cilindrică și planșeele laterale sunt de asemenea din beton armat ;

# corpul cel mai impresionant al monumentului, respectiv naosul, cu turla Pantocrator, este realizată din zidărie de cărămidă (pereții) dar de la nivelul pandantivilor și în special tamburul octogonal al turlei, structura este din beton armat având înglobate și o serie de profile laminate "I", deci structură de tip BAR (beton armat cu armătură rigidă).

### **3. ANALIZA COMPORTĂRII STRUCTURII**

**3.1.** În timp, biserica analizată a fost supusă unui număr important de cutremure Vranceane, dintre care opt cu magnitudini mai mari de **6** (pe scara Richter), iar două dintre ele, cutremure majore, cel din **10 Nov.1940/7,4** și cel din **4 Mar.1977/7,2**. Ca urmare, Biserica a mai fost reparată, fără a fi supusă unui proces de consolidare total.

**3.2.** În principiu, mecanismul de avariere al bisericii, poate fi descris ca unul datorat în primul rând conformării de ansamblu și este caracteristic tuturor lăcașurilor de cult (ortodox și catolic). În speță ne referim la neuniformitățile geometrice, volumetric, structurale, și ale materialelor utilizate, care generează mase, rigidități laterale și caracteristici dinamice diferite. În timpul cutremurelor, structurile astfel concepute, nu se comportă ca un tot unitar, ci ca un conglomerat de "volume structurale" diferite, ca "blocuri" cu oscilații independente, atât ca frecvență cât și ca amplitudine. Oscilațiile acestor blocuri se defazează în timpul excitațiilor seismice, ceea ce determină amplificări și atenuări, care induc concentrări de eforturi în zonele de "cuplare".

**3.3.** Mecanismul de avariere al Bisericii Armene are un caracter mai special în sensul că a fost evidențiată mai ales componenta de avariere **transversală**, și aceasta pentru că pe direcția longitudinală, bolta de peste pronaos, (cel mai dezvoltat element structural al întregului monument), este realizată din beton armat, cu o greutate mai mică decât a bolților din cărămidă, dar cu rezistențe și module ale deformațiilor mult superioare. Cu toate acestea se pot observa pe arcele de rezemare a bolții pronaosului, fisuri și crăpături suficient de mari, pentru a marca traseul de concentrare a eforturilor în plan longitudinal, care se încheie cu o serie de fisuri la baza semi-cupolei altarului.

**3.4.** Ca urmare a afânării terenului de fundare pe un gradient de degradare dispus longitudinal, componenta transversală a mecanismului de avariere s-a dezvoltat și mai mult prin apariția unor fisuri noi în zone care până la acea dată nu fuseseră

afectate. Pe de altă parte, cea mai spectaculoasă crăpătură existentă (până la lucrările din perioada 1998-2000 când a fost reparată) cea de separare a blocurilor navă pronaos și naos, care avea un aspect cvasi vertical, trecea prin golurile ușilor laterale ale pronaosului, secționând apoi pe direcție transversală pereții longitudinali S și N precum și bolta cilindrică în vecinătatea arcului nu s-a reactivat. Acest lucru a dovedit că soluțiile de armare și coasere a zidăriei, în paralel cu realizarea unor papioane din **mortar beton grosier (MBG)** armat și injectarea acelei crăpături pot avea un efect foarte bun, chiar și în cazul unor solicitări provenite din tasări neuniforme deosebit de mari și produse într-un timp relativ scurt.

**3.5.** O altă zonă de avariere a fost cea din vecinătatea turnului clopotniță cu nava la care au contribuit :

# structura de tip "tub", a turnului (cu caracteristici dinamice apropiate pe ambele direcții), masa importantă și înălțimea sensibil mai mare a acestuia în raport cu nava bisericii, care au determinat oscilații nesincrone pe ambele direcții, puse în evidență de fisurile de la nivelul timpanelor pridvorului, în vecinătatea arcelor turnului;

# faptul că turnul are doi pilaștri, angajați în timpanul vestic al pridvorului, a condus de asemenea la antrenarea și fisurarea în masă a acestuia ca urmare a oscilațiilor turnului.

Aceste fisuri existente s-au reactivat și s-au dezvoltat mai puternic ca urmare a tasărilor neuniforme.

**3.6.** Ca urmare a mecanismului de avariere dezvoltat în timp dar reactivat și amplificat de fenomenul de tasare neuniformă, monumentul a fost împărțit practic în șapte blocuri distincte care riscau în cazul unui cutremur de intensitate majoră să conducă la avarii structurale mult mai mari chiar cu zone în care ar fi putut apare prăbușiri locale (fig.2).

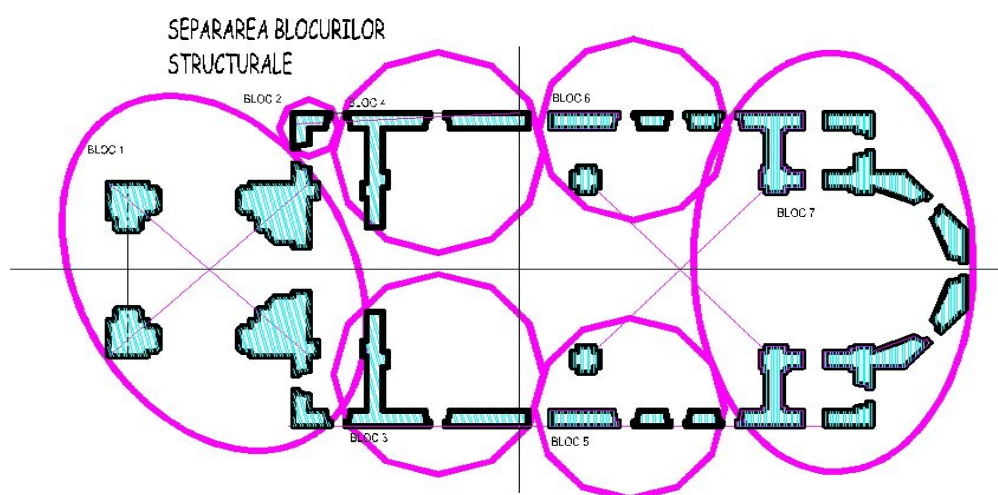


Fig.2

**3.7.** Înainte de începerea lucrărilor de consolidare, au fost executate o serie de lucrări pregătitoare pentru refacerea capacității portante a terenului de fundare, executate inițial de inițial de firma STUMPF, în baza unui proiect conceptual propus de WEST GROUP ARCHITECTURE, după care lucrările de proiectare și execuție au fost preluate de SC Metroul SA. Lucrările de refacere a capacității portante a terenului au constat într-o serie de injectări în foraje verticale cu adâncimi cuprinse

între 8,00 și 12,5m, precum și foraje orizontale realizate prin peretele mulat dispuse la distanțe de cca. 4m.

**3.8.** În același timp pe șantier au fost luate măsuri pentru reducerea și încetinirea procesului de tasare diferențiată a bisericii, respectiv a fost realizat (în paralel cu elaborarea raportului de expertiză), un proiect de legare a navei și turnului clopotniță a bisericii. Sistemul metalic a fost conceput în așa fel încât să permită o tensionare a tiranților dispuși pe ambele direcții principale, fără a produce deplasări relative între blocurile structurale și părți ale acestora, rezultate în urma fragmentării monumentului. Lucrările de execuție au fost realizate de SC GHIULBENGHIAN CONSTRUCT, firmă ce a realizat și lucrările din perioada 1998/2000 .

**3.9.** După încheierea lucrărilor de refacere a capacității portante a terenului și elaborarea raportului final ce confirma o capacitate portantă capabilă ( $p_{conv} = 170$  kPa), au început lucrările pregătitoare ale realizării soluției de consolidare după proiectul elaborat în acest răstimp. Lucrările au constat în realizarea de papioane din mortar beton grosier (MBG) armat, precum și lucrări de preinjectare a fisurilor mai mari de 1mm, care asociate cu sistemul metalic de legare a bisericii, să poată asigura desfășurarea lucrărilor de execuție în siguranță sporită, iar în final să colaboreze cu sistemul de consolidare asigurându-i o conlucrare mai bună cu monumentul.

#### **4. ALEGEREA SISTEMULUI DE CONSOLIDARE**

**4.1.** În aceste condiții soluția aplicată a fost concepută ca un lanț structural care să asigure preluarea tuturor solicitărilor ce puteau apare în cazul unor acțiuni cu caracter excepțional cum sunt cutremurele de pământ .

În principiu soluția propusă trebuia să îndeplinească o serie de condiții pentru a putea asigura refacerea continuității și a monolitismului structurii asigurând în același timp un cost rezonabil al lucrărilor de consolidare. Aceste condiții erau :

# realizarea unui sistem rigid și rezistent la nivelul infrastructurii, care să asigure legarea și conlucrarea tuturor pereților structurali și a elementelor de consolidare ;

# conceperea unui sistem structural spațial, care putea asigura legarea tuturor blocurilor structurale rezultate în urma procesului de fragmentare în timp și care să permită conlucrarea noii structuri cu structura existentă .

**4.2.** La rândul lui sistemul de consolidare trebuia să îndeplinească anumite exigențe structurale și anume :

# să se asigure compatibilitatea materialelor, aderența și măsurile de încheștare mecanică cu structura existentă, pentru ca împreună să contribuie la preluarea solicitărilor în cazul unor acțiuni cu caracter excepțional ;

# să aibă rezistența și rigiditatea necesare preluării solicitărilor ce vor apare în caz de cutremur ;

# să nu fie vizibilă nici din interior și nici din exteriorul monumentului, să nu afecteze în vreun fel pictura și decorațiunile originale, condiții obligatorii pentru orice intervenție asupra unui monument istoric .

Problema care a stat în permanență în atenția proiectantului a fost ca acest „lanț structural” să aibă o conformare constructivă corectă, căci adeseori o astfel de conformare poate salva o construcție chiar dacă acesta nu a beneficiat de un calcul foarte rafinat și amănunțit.

**4.3.** Plecând de la aceste principii și exigențe structurale a fost proiectată și apoi executată o structură alcătuită după cum urmează:

**4.3.1.** Sistemul de fundare a fost realizat ca un ansamblu de grinzi Vierendeel spațiale, ce au legat la nivelul fundațiilor turnul clopotniță, cu pereții navei (fig.3). Acest sistem de fundare a refăcut continuitatea structurii la nivelul fundațiilor care datorită materialului utilizat, dar și tasărilor neuniforme s-a transformat din fundații continue în fundații izolate, cu deplasări și rotații diferite fiecare dintre ele.

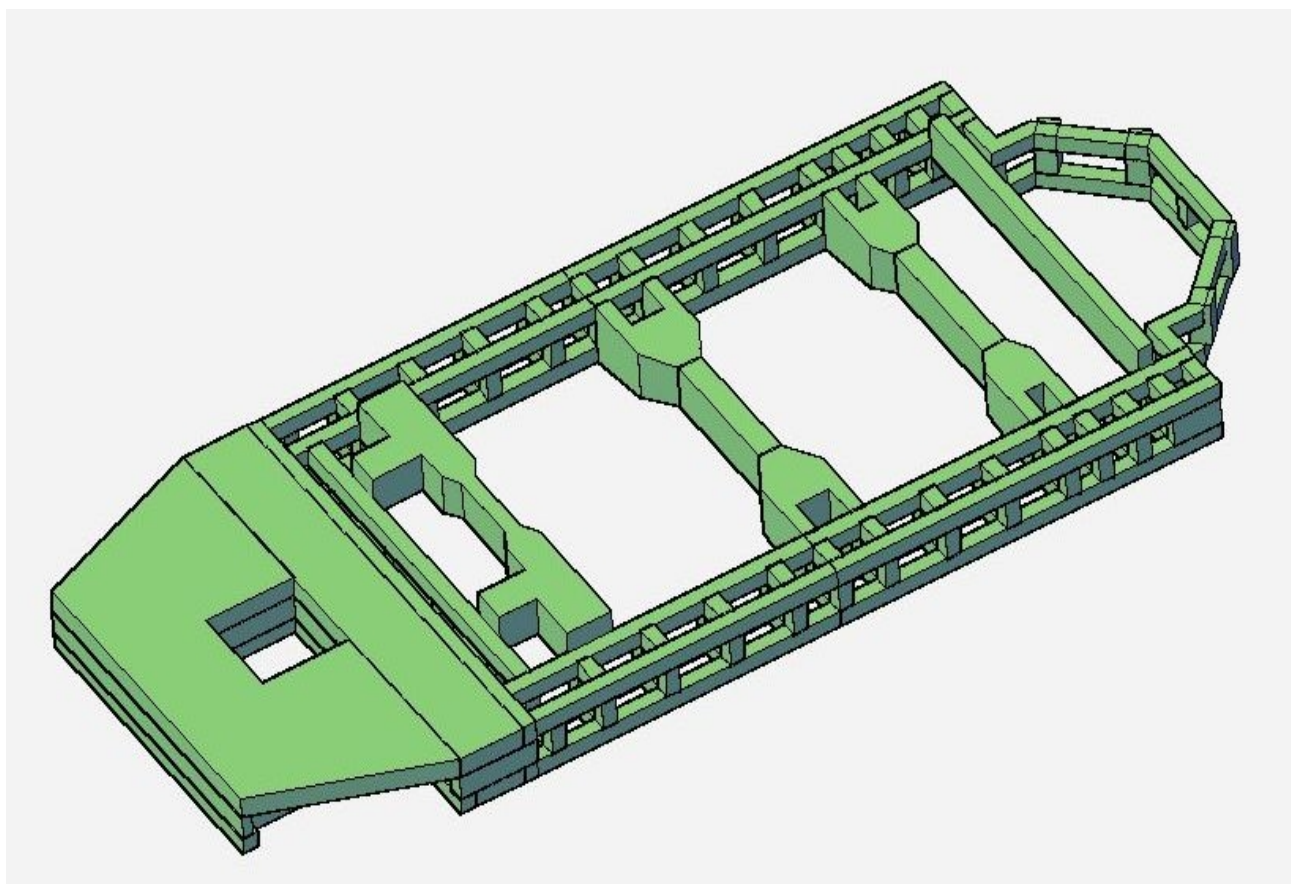


Fig3

**4.3.2.** Sistemul de consolidare a suprastructurii a constat în realizarea a patru turnuri executate la colțurile navei în interiorul celor două compartimente laterale ale pridvorului, pangarul și casa scării, precum și în capătul estic al navei în interiorul proscomidiei și a diaconiconului. Aceste patru turnuri (respectând dimensiunile și poziția golurilor de ferestre) au constituit elementele verticale a două portale cu secțiuni casetate dispuse transversal, legate la nivelul podului bisericii și care au devenit principalele elemente ale suprastructurii bisericii, dimensionate să preia și să transporte solicitările seismice de la nivelul acoperișului la sistemul de fundare (Fig.4).

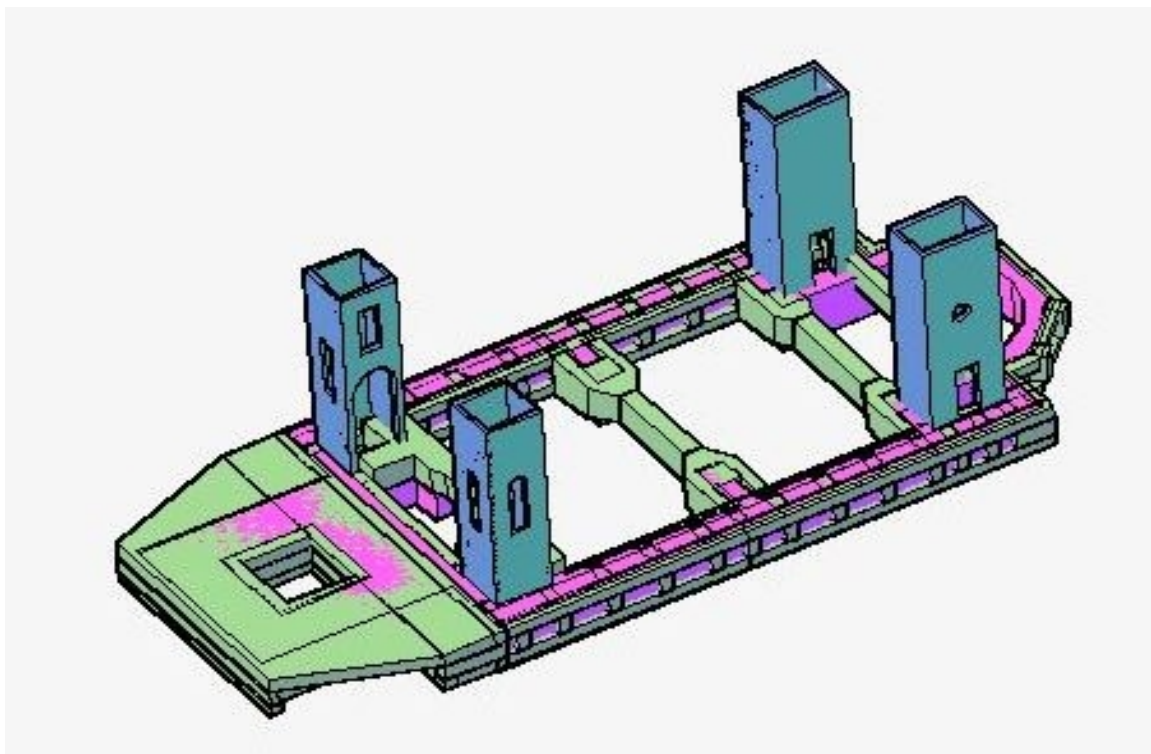


Fig.4

**Portalul 1** situat în pridvor, este legat și la nivelul corului având în vedere că acesta trebuie să fie cuplat cu turnul clopotniță a cărei rigiditate laterală este superioară celei a navei, datorită masivității pilaștrilor. Legătura este realizată prin intermediul unei rigle de cuplare de tip „U”, la care talpa a folosit drept cofraj placa existentă a corului, iar parapetul și timpanul corului au constituit elementele pe care au fost dezvoltate cele două inimi ale riglei de cuplare. Rigiditatea acestei rigle este mare, atât pe verticală cât și pe orizontală, fiind compatibilă sub acest aspect cu turnurile portalului.

**Portalul 2** situat aproape de extremitatea estică a navei bisericii, este legat numai la nivelul podului dar beneficiază datorită stâlpilor angajați în pereții proscomidiei și diaconiconului și a golurilor de uși mai reduse de o rigiditate suficientă pentru a asigura o bună comportare a bisericii în ansamblu, navă și turn clopotniță.

**4.3.3.** La nivelul podului bisericii a fost concepută o macrostructură rigidă care leagă cele două portale de consolidare, precum și pereții longitudinali ai navei, compensând lipsa de rigiditate laterală în zona de mijloc a acesteia, mai ales că din punct de vedere al maselor aici se concentrează sarcini importante provenite din turla Pantocrator. În același timp această macrostructură asigură cuplarea turnului clopotniță cu restul bisericii. Macrostructura este alcătuită dintr-un ansamblu de două grinzi jgheab dispuse longitudinal care leagă portalele 1 și 2 în lungul navei, urmărind extradossul planșeelor orizontale din pronaos (rezemate pe console), apoi extradossul absidelor laterale din naos. O altă grindă longitudinală cu secțiune în forma „**dublu T**” la care talpa inferioară (de dimensiuni relativ reduse) urmărește coama plăcii cilindrice ce acoperă pronaosul pe zona centrală, iar talpa superioară dezvoltată mult în plan și mărginită lateral de două grinzi este aliniată la nivelul superior al tamburului turlei și legată prin intermediul unui inel de capătul unei grinzi

cu geometrie similară cuplată cu portalul 2. În plus talpa superioară este aliniată și cu nivelul penultimului planșeu al turnului clopotniță în așa fel încât permite conectarea la acest nivel cu nava; cuplarea se face pe întreaga înălțime a grinzii. Altă conectare între navă și turnul clopotniță este realizată la primul nivel deschis al turnului, prin două legături cu rigiditate verticală cuplate cu pereții interiori ai turnurilor portalului 1. În fine toate cele trei grinzi longitudinale sunt legate între ele prin intermediul a trei diafragme dispuse transversal și care reazemă pe bolta cilindrică prin intermediul unor tălpi. Aceste diafragme constituie în același timp reazeme ale grinzilor longitudinale și contribuie la reducerea solicitărilor seismice ale portalelor, prin efectul solicitărilor indirecte transmise pereților longitudinali ai navei bisericii (Fig.5).

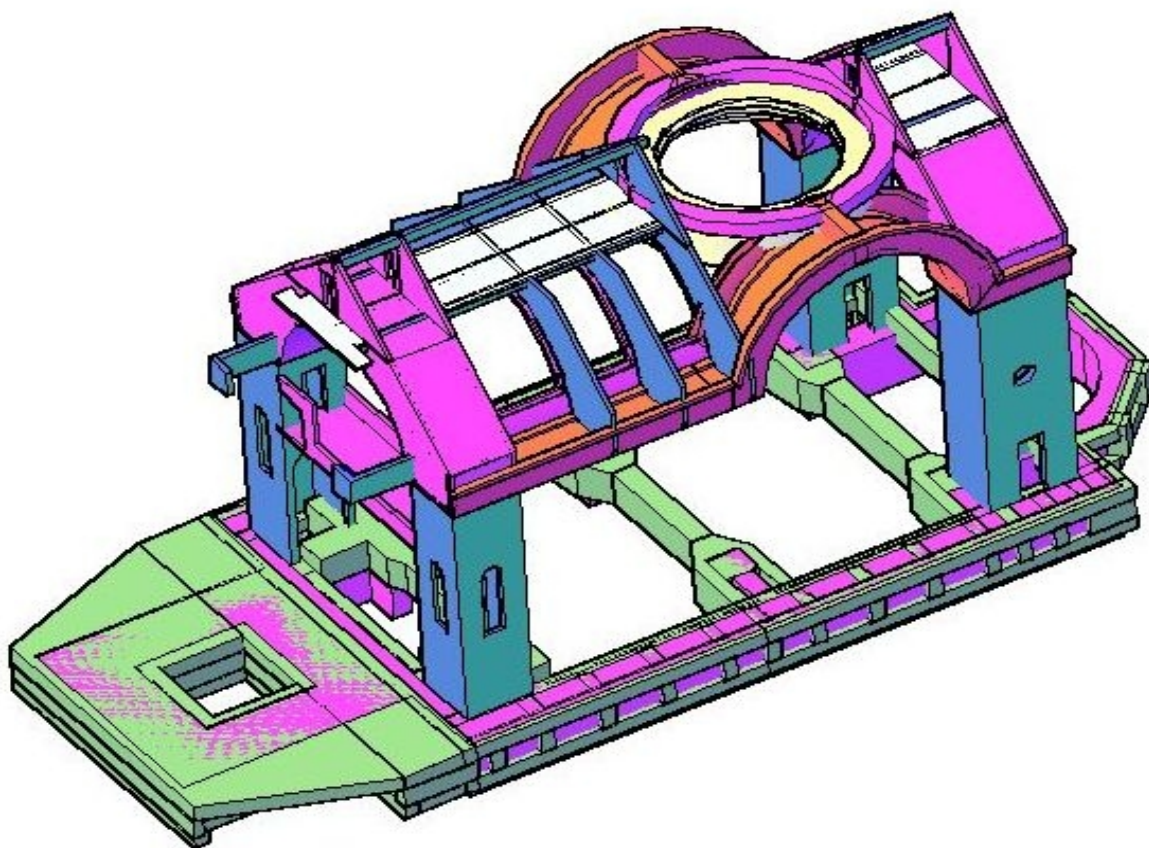
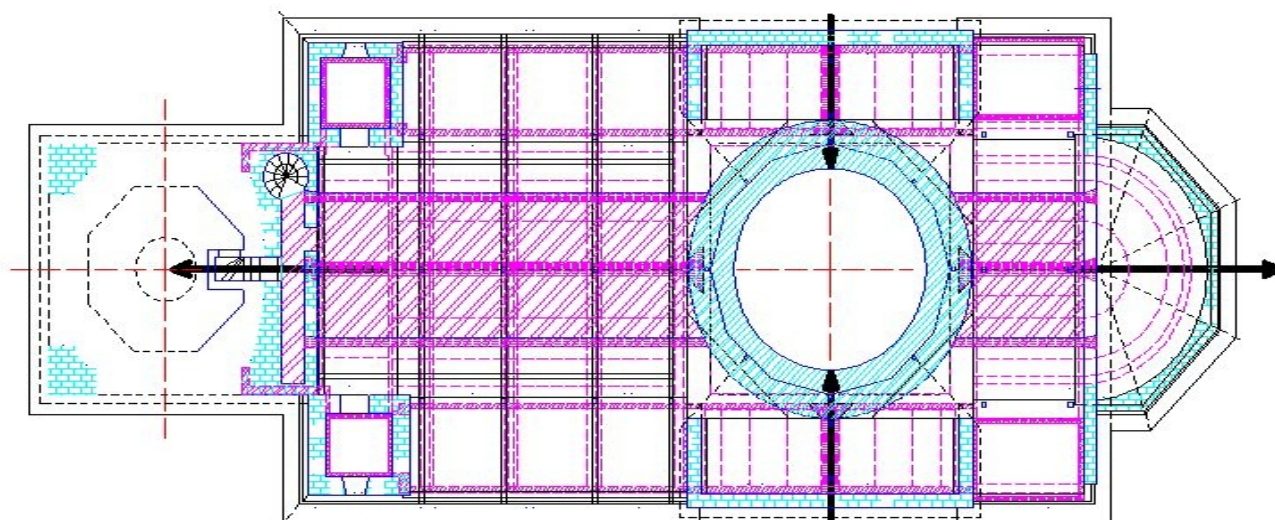


Fig.5

Inelul ce reazemă pe tamburul turlei a fost conceput să realizeze o încastrare a turlei Pantocrator, să îi confere o rigiditate sporită și în același timp să împiedice deformarea (prin ovalizare) a tamburului și a turlei, în cazul unor solicitări axiale puternice, lucru care se produce în cazul vibrațiilor nesincrone ale celor două structuri ale turnului clopotniță și navei cu turla Pantocrator. Pentru aceasta inelul a fost cuplat la nivelul coamei cilindrilor ce acoperă absidele laterale cu grinzi jgheab, prin intermediul a două grinzi scurte dar rigide în așa fel încât în cazul unei solicitări ce ar produce ovalizarea inelului, sunt mobilizate cele două grinzi jgheab ce au o rigiditate considerabilă în plan orizontal (lucrând ca niște grinzi pereți) și care împiedică aceste deformații (Fig.6).



PLAN POD + ACCES TURN CLOPOTNITA - RELEVU - SOLUTIA DE CONSOLIDARE

Fig.6

**4.4.** Calibrarea sistemului de consolidare, a fost făcută în cadrul proiectului la faza PT și pe parcursul lucrărilor de execuție desfășurate în paralel cu elaborarea proiectului de execuție când unele probleme s-au cristalizat în urma sondajelor dar și a lucrărilor care au avansat.

**4.5.** În final acestei prezentări aș dori să menționez o chestiune pe care o consider fundamentală în orice colaborare dintre un proiectant și un executant, când rezultatul acesteia este o lucrare ce iese din șablonul rutinei. Este vorba de o încredere reciprocă în competența colaboratorilor, care presupune o consultare permanentă în vederea alegerii celei mai potrivite soluții tehnice pentru realizarea lucrării. În acest sens consider că, încheierea cu bine a acestei lucrări dificile, este tocmai colaborarea cu DI. ing. Alexandru Tudor, șeful de șantier al SC AXA INTERNAȚIONAL care începând din octombrie 2002, a menținut lucrarea prezentată în topul priorităților sale până la finalizarea acesteia.

Autor : ing. Nicola Gospodinov

## **BIBLOGRAFIE :**

- # SC EXPROVER CONS SRL : Raport tehnic de expertiză privind starea Bisericii Armene cu hramul Sf. Arhangheli Mihai și Gavril din București ;  
Proiect privind măsuri de asigurare a lucrărilor de consolidare ;  
Proiect de consolidare a Bisericii Armene cu hramul Sf. Arhangheli Mihai și Gavril din București ;
- # SC ULTRATEST SRL: Proiect de urmărire specială a construcțiilor din incinta Bisericii Armene ;
- # SC METRROUL SA : Studiul asupra rezultatelor și eficienței lucrărilor de consolidare a terenului Centrului Religios Cultural Armean - Faza3 ;

## **FINANȚATOR LUCRĂRI CONSOLIDARE RESTAURARE**

- # SC AEGEK ROMCONSTRUCT SRL

## **COLABORATORI LA LUCRĂRI DE CONSOLIDARE RESTAURARE :**

### **PROIECTARE, CERCETARE :**

- # STUDIU ISTORIC: Colectiv al Institutului Național al Monumentelor Istorice (INMI)
- # ARHITECTURĂ : arh. Ioan Munteanu (INMI)
- # GEOTEHNICĂ și FUNDAȚII : Prof.dr.ing.Anton Chirică, Lct. ing. Andrei Olteanu, Lct. ing. Manole Șerbulea (Catedra de Geotehnică și fundații a Universității Tehnice de Construcții București);  
SC METRROUL SA - ing.I. Ștefănescu, ing. V. Ciugudean-Toma ;
- # CERCETARE IN CONSTRUCȚII : Colectiv ing. Marina Cotoran ;
- # COORDONARE : WEST GROUP ARCHITECTURE

### **EXECUȚIE :**

- # SC GHIULBENGHIAN CONSTRUCT : ing. Jirair Ghiulbenghian - Sistemul metalic de legare a Bisericii ;
- # SC AXA CONSTRUCT : ing. Alexandru Tudor - Executantul lucrărilor de construcții și a mozaicului pardoselii;
- # SC PAUL CONSTRUCT : Executantul forajelor în zidărie și a lucrărilor de injectare cu rășini PUR .
- # PICTORI RESTAURATORI : Alexandru Conț, Adriana Conț, Mihai Bărhală