

Proiectant general:
ABRAL ART PRODUCT SRL
Proiectant specialitate structura:
AXEL DESIGN SRL



Beneficiar: **UNITATEA ADMINISTRATIV TERITORIALĂ A JUDEȚULUI ARGEȘ**
Proiect: **Actualizare DALI si ET pentru obiectivul de investitie CONSERVAREA ȘI CONSOLIDAREA CETĂȚII POENARI ARGEȘ**
Adresa: **comuna Arefu, judetul Argeș**
Proiect nr.: **14/2020**, Contract nr.: **7827/2020**
Faza: **Actualizare D.A.L.I. și E.T.**

EXPERTIZĂ TEHNICĂ ACTUALIZATĂ

-Foaie de capăt-

Denumirea proiectului: **Actualizare DALI si ET pentru obiectivul de investitie CONSERVAREA ȘI CONSOLIDAREA CETĂȚII POENARI- ARGEȘ**

Adresa: **comuna Arefu, județul Argeș**

Denumirea obiectivelor: **Ob.1. CETATEA POENARI – [C1] - cod LMI AG-II-a-A-13507**
- **CETATEA POENARI - AG-II-m-A-13507.01;**
- **DONJON - AG-II-m-A-13507.02;**
- **AMENAJARI DEFENSIVE PE MONTICOL - AG-II-m-A-13507.03;**
- **ANEXA- AG-II-m-A-13507.04.**

Ob.2. SCARA ACCES – [C2]

Beneficiar: **UNITATEA ADMINISTRATIV TERITORIALĂ A JUDEȚULUI ARGEȘ**
Piața Vasile Milea nr.1, municipiul Pitești, județul Argeș

Data elaborarii: **06.2020**



1 Date generale:

Contractul de prestări servicii încheiat între AXEL DESIGN SRL și ABRAL ART PRODUCT SRL are ca obiect actualizarea expertizei tehnice întocmite de Prof. dr. ing. Mircea Crișan și actualizarea documentației DALI.

Cetatea Poenari este nominalizată pe **Lista Monumentelor Istorice - cod AG-II-a-A-13507**.

În vederea colectării de informații s-a făcut o vizită în amplasament, ocazie cu care s-a inspectat obiectivul.

Tema de proiectare este compusă din următoarele documente:

- Relevul construcțiilor existente întocmit de S.C. ABRAL ART PRODUCT S.R.L.;
- Relevul degradărilor întocmit de S.C. ABRAL ART PRODUCT S.R.L.;
- Studiu geologic, petrografic, geotehnic, hidrologic aferent Cetatea Poenari, comuna Aretu, jud. Argeș, studiu întocmit de S.C. PROIECT ALBA S.A., ing. Geolog Guzrany Emeric-Robert și ing. geolog Bălăneanu Ecaterina Clara - 2010.
- Studiul istorico-arhitectural întocmit de arh. Cătălina Preda;
- Expertiza tehnică întocmită de Prof. dr. ing. Mircea Crișan.

Contractul pentru serviciile de expertizare a fost semnat în anul 2020 astfel încât este aplicabil codul privind evaluarea clădirilor existente P100-3/2019.

Punerea în siguranță a fondului construit al României constituie o problemă deosebit de dificilă, nu numai din cauza dimensiunilor enorme, dar și datorită degradărilor și uzurii fizice inerente, prin efectele exploatării și vechimii, a lipsei de întreținere și a faptului că o parte considerabilă a teritoriului autohton este predispus cutremurelor puternice. În plus, majoritatea clădirilor existente au fost realizate în perioade în care acțiunea seismică nu era considerată în proiectare, astfel că au fost construite prin metode tradiționale și concepute numai pentru acțiuni gravitaționale; ele se prezintă cu avarii vizibile sau ascunse cauzate de acțiuni combinate, de tip tasări inegale de teren și seisme succesive la care au fost supuse pe durata vieții lor.

Pentru evitarea unui potențial dezastru, cadrul juridic fundamental menit a proteja vieți omenești, bunuri materiale și mediul ambiant este precizat de *Legea 10/1995, Lege privind calitatea în construcții*; la art. 21 al acestei Legi, se prevede:

„Investitorii, persoane fizice sau juridice, care finanțează și realizează investiții sau intervenții în construcțiile existente, au obligația de a proceda la expertizarea construcțiilor de către agenți tehnici atestați, în situațiile în care se execută lucrări de reconstruire, consolidare, transformare, extindere, desființare parțială sau reparații. Tipurile de lucrări enumerate urmează a se efectua numai pe bază de proiecte întocmite de către persoane fizice sau juridice autorizate și verificate potrivit legii și care se consemnează obligatoriu în cartea tehnică a construcției.”

De asemenea, *Ordonanța Guvernului 20/1994*, împreună cu Normele sale Metodologice de aplicare (MF și MLPAT nr. 30654 și 2162/MC/05.08.1994) prevede că, în vederea punerii în siguranță a fondului construit existent, proprietarii construcțiilor care au suportat efectele seismelor sunt obligați să procedeze la expertizarea obiectivelor respective.

În țara noastră în prezent există acte normative care reglementează activitatea de expertizare și proiectare a intervențiilor pe fondul construit:

1. P100-3/2019 Cod de evaluare și proiectare a lucrărilor de consolidare la clădiri existente vulnerabile seismic. Vol.1- Evaluare. Vol.2- Consolidare.
2. Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures: Part 1.4: General rules strengthening and repair of buildings.



[1] se referă la clădiri existente în general, cu excepția celor care sunt monumente istorice și are caracter obligatoriu în România;

[2] este Eurocodul care a stat la baza elaborării documentului [1].

În cele ce urmează, se vor detalia și sistematiza atât concepția și criteriile generale de intervenție, cât și aplicarea lor concretă la specificul construcției ce se expertizează.

1.1 Raportul sintetic

Denumirea lucrării:	Actualizarea D.A.L.I. și E.T. pentru obiectivul de investiție CONSERVAREA ȘI CONSOLIDAREA CETĂȚII POENARI-ARGEȘ, comuna AREFU, județul ARGEȘ				
Scopul expertizei:	Actualizarea expertizei întocmite de Prof. dr. ing. Mircea Crișan și a documentației faza D.A.L.I. întocmite în anul 2016.				
Data expertizei:	6 iulie 2020				
Expert tehnic:	Ing Eugen Sabo	Legitimatie:			
Adresa:	Comuna Arefu, jud. Argeș				
Categoria de importanță (HG 766/1997):					Categoria B
Clasa de importanță și expunere la cutremur (P100-1):					Clasa II
Anul construirii:	Prima etapă de construire - sec. XIII-XIV				
Funcțiunea clădirii:	Cetate medievală – obiectiv turistic.				
Înălțimea supradetaliată totală (m):	necunoscut	Număr de niveluri:	Nu este cazul		
Suprafața construită (mp):	1897	Suprafața desfășurată (mp):	1897		
Sistemul structural:	Sistemul structural identificat pentru structura clădirii existente este compus din pereți din zidărie portantă realizată din zidărie de piatră sau de cărămidă. Pot fi identificate zone cu intervenții din beton armat.				
Componente nestructurale:	Toți pereții existenți contribuie la stabilitatea construcției.				
Acțiunea seismică (probabilitate de depășire în 50 de ani)	SLS	X	SLU	X	
Verificarea la starea limită ultimă:					
Metodologia de evaluare prin calcul folosită (P100-3):	1	2	3		
Gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică, R1 :	70 (clasa III)				
Gradul de afectare structurală, R2 :	70 (clasa III)				
Gradul de asigurare structurală seismică, R3:	70 (clasa III)				
Clasa de risc seismic în care a fost încadrată construcția:	I	II	III	IV	
Descrierea clasei de risc seismic:	Sub efectul cutremurului de proiectare pot prezenta degradări structurale care nu afectează semnificativ siguranța structurală, dar la care degradările nestructurale pot fi importante.				
Verificarea la starea limită de serviciu:	Chiar și sub acțiunea seismică de serviciu sunt așteptate degradări locale.				
Concluzii:	Pe baza rezultatelor evaluării calitative și prin calcul structural de rezistență se încadrează în clasa de risc seismic RsIII . Principalele intervenții au ca obiect reparații locale în vederea stopării factorilor ce au produs degradările.				
Necesitatea lucrărilor de intervenție:	Da		Nu		
Clasa de risc seismic după efectuarea lucrărilor de intervenție:	I	II	III	IV	

2 Raportul de evaluare

2.1 Considerații tehnice generale

Nivelul acțiunii seismice folosit la evaluare:

În consonanță cu cele de mai sus, P100-3/2019 *Cod de evaluare și proiectare a lucrărilor de consolidare la clădiri existente vulnerabile seismic*, precizează că evaluarea seismică a clădirilor existente urmărește să stabilească dacă acestea satisfac cu un grad adecvat de siguranță cerințele fundamentale avute în vedere la proiectarea construcțiilor noi.

Cerințele fundamentale, siguranța vieții și limitarea degradărilor precum și stările limită asociate (ultimă SLU și de serviciu SLS), sunt definite în P100-1: 2013, iar intervalul mediu de recurență (IMR) al acțiunilor seismice considerat pentru cele două stări limită este IMR=100 ani.

Diferențierea siguranței necesare pentru construcții aparținând diferitelor clase de importanță și de expunere la cutremur se face prin intermediul factorului de importanță γ_1 , conform P100-1-2013.

Informațiile necesare pentru evaluarea structurală trebuie să permită:

(a) Identificarea sistemului structural și măsura în care sunt satisfăcute criteriile de regularitate din P100-1:2013. Informațiile vor fi obținute, fie din investigațiile pe teren, fie din planurile proiectului.

(b) Identificarea tipului de fundații ale clădirii.

(c) Identificarea categoriilor de teren clasificate în P100-1:2013.

(d) Stabilirea dimensiunilor generale și a alcătuirii secțiunilor elementelor structurale, precum și a proprietăților mecanice ale materialelor constitutive.

(e) Identificarea eventualelor defecte de calitate a materialelor și/sau deficiențe de alcătuire a elementelor.

(f) Precizarea procedurii de stabilire a forțelor seismice de proiectare și a criteriilor de proiectare seismică folosite la proiectarea inițială.

(g) Descrierea modului de utilizare a clădirii pe durata de exploatare și a modului de utilizare planificat al acesteia și precizarea clasei de importanță în acord cu prevederile din P100-1: 2013.

(h) Reevaluarea acțiunilor aplicate construcției, ținând cont de utilizarea clădirii.

(i) Identificarea naturii și amplitudinii degradărilor structurale și a eventualelor lucrări de remediere - consolidare executate anterior. Se au în vedere nu numai degradările produse de acțiunea cutremurelor, ci și cele produse de alte acțiuni, cum sunt încărcările gravitaționale, tasările diferențiale, atacul chimic datorat condițiilor de mediu sau tehnologice, etc.

În funcție de cantitatea și calitatea informațiilor obținute se adoptă valori diferite ale factorilor de încredere.

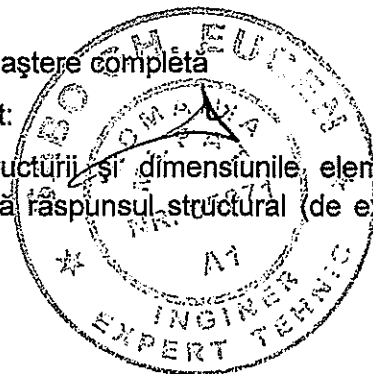
Definirea nivelurilor de cunoaștere

(1) În vederea selectării metodei de calcul și a valorilor potrivite ale factorilor de încredere, se definesc următoarele niveluri de cunoaștere:

KL1: Cunoaștere limitată KL2: Cunoaștere normală KL3: Cunoaștere completă

(2) Factorii considerați în stabilirea nivelului de cunoaștere sunt:

(i) Geometria structurii: dimensiunile de ansamblu ale structurii și dimensiunile elementelor structurale, precum și ale elementelor nestructurale care afectează răspunsul structural (de exemplu, panourile de umplutură din zidărie).



(ii) Alcătuirea elementelor structurale, incluzând cantitatea și detalierea armăturii în elementele de beton armat, detalierea și îmbinările elementelor de oțel, legăturile planșeelor cu structura de rezistență la forțe laterale, realizarea rosturilor cu mortar și natura blocurilor la zidării, etc.

(iii) Materialele utilizate în structură, respectiv proprietățile mecanice ale materialelor beton, oțel, zidărie, lemn, după caz.

(3) Nivelul de cunoaștere realizat determină metoda de calcul permisă și valorile factorilor de încredere (CF).

Factorii de încredere

În vederea stabilirii caracteristicilor materialelor din structura existentă utilizate la calculul capacității elementelor structurale, în verificarea acestora în raport cu cerințele, valorile medii obținute prin teste in-situ și din alte surse de informare se împart la valorile factorilor de încredere, CF, definiții în tabelul 3.1, conform nivelului de cunoaștere.

La verificarea elementelor fragile la eforturile asociate mecanismelor de plastificare, rezistența elementelor ductile se determină multiplicând valorile medii ale rezistențelor obținute din încercări in-situ sau din alte surse de informații, cu factorii de încredere dați în tabelul 3.1, corespunzător nivelului de cunoaștere.

În cazul în care condițiile concrete de investigare concrete permit doar un nivel de inspectare superficial a detaliilor, inferior nivelului limitat (procentul de elemente verificat 15%) se vor utiliza factori CF măriți (orientativ $CF = 1,5 + 2,0$) funcție de nivelul informației disponibile.

Evaluarea seismică a clădirii poate fi:

(a) Evaluare calitativă, în care se consideră traseul încărcărilor, redondanța, configurația, neregularitățile pe verticală, neregularitățile în plan, distanțe față de clădirile învecinate, supante, pereți nestructurali, diafragme orizontale, etc.

(b) Evaluare cantitativă prin calcul:

Metodologiile de evaluare vor utiliza metodele generale de calcul indicate în P100- 1: 2013, cu modificările pentru anumite probleme specifice care intervin în evaluare.

Modelele de bază pentru definirea mișcării seismice sunt cele precizate în P100-1: 2013. Din acest punct de vedere, spectrul de proiectare dat în P100-1: 2013, scalat pentru valorile accelerațiilor terenului stabilite pentru diferitele stări limită, reprezintă referința de bază.

Valorile factorilor q se stabilesc corespunzător nivelului metodologiei utilizate. Acțiunea seismică de proiectare se combină cu alte acțiuni permanente și variabile, așa cum se arată în P100-1: 2013.

Metodologii de evaluare prin calcul

În cazul construcțiilor de zidărie se prevăd 3 metodologii de evaluare:

Metodologia de nivel 1 (metodologie simplificată) constă în evaluare calitativă preliminară, o evaluare preliminară de ansamblu prin calcul numai pentru efectele acțiunii seismice în planul pereților.

Metodologia de nivel 2: constă în o evaluare calitativă detaliată, o evaluare prin calcul cu metode liniar elastice pentru efectele acțiunii seismice în planul pereților și perpendicular pe planul acestora.

Metodologia de nivel 3: față de metodologia de nivel 2, se face o evaluare prin calcul cu metode neliniare pentru efectele acțiunii seismice în planul pereților.

De altfel, această metodologie utilizează metode de calcul neliniar și se aplică la construcții complexe sau de importanță deosebită din orice materiale, dacă se dispune de datele necesare. Metodologia de nivel 3 este recomandabilă și la construcții de tip curent datorită gradului de încredere superior oferit.



Clase de risc seismic

Evaluarea siguranței seismice și încadrarea în clasele de risc seismic se face pe baza a 3 categorii de condiții care fac obiectul investigațiilor și analizelor efectuate. Măsura în care cele 3 categorii de condiții sunt îndeplinite este cuantificată prin intermediul a 3 indicatori R1, R2, R3 (R1 : exprimă gradul de îndeplinire al condițiilor de alcătuire seismică ; R2: exprimă gradul de afectare structurală ; R3: exprimă gradul de asigurare seismică, fiind raportul între capacitatea și cerința seismică, exprimate în termeni de rezistență la metodele de nivel I și II și în termeni de deplasări la metodele de nivel III).

Clasa Rs I, din care fac parte construcțiile cu risc ridicat de prăbușire la cutremurul de proiectare corespunzător stării limită ultime.

Clasa Rs II, în care se încadrează construcțiile care sub efectul cutremurului de proiectare pot suferi degradări structurale majore, dar care, cu probabilitate înaltă, nu-și pierd stabilitatea.

Clasa Rs III, care cuprinde construcțiile care sub efectul cutremurului de proiectare pot prezenta degradări structurale care nu afectează semnificativ siguranța structurală, dar la care degradările nestructurale pot fi importante.

Clasa Rs IV, corespunzătoare construcțiilor la care răspunsul seismic așteptat este similar celui obținut la construcțiile proiectate pe baza prescripțiilor în vigoare.

Note:

1. Valorile celor 3 indicatori R1, R2, R3, măsuri ale performanței seismice așteptate a construcției, trebuie considerate numai ca scoruri orientative în decizia de încadrare a construcției într-o anumită clasă de risc seismic. Faptul că un anumit indicator, (admițând că este criteriul critic din toate trei, pentru construcția considerată) se înscrie într-un anumit domeniu de valori, asociat unei anumite clase de risc, nu înseamnă automat încadrarea clădirii în acea clasă.

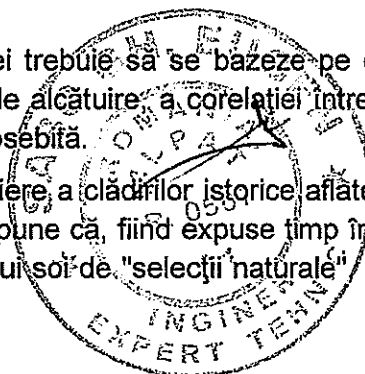
2. Decizia privind încadrarea clădirii într-o anumită clasă de risc trebuie să fie rezultatul unei analize complexe al ansamblului condițiilor de diferite naturi. Investigațiile efectuate au scopul de a identifica verigile slabe ale sistemului structural și deficiențele semnificative ale elementelor nestructurale. Odată identificate, aceste deficiențe trebuie ierarhizate din punctul de vedere al efectelor potențiale asupra stabilității structurii în cazul atacului unui cutremur puternic și al riscului de pierdere a vieții oamenilor și de vătămare a acestora sau a pagubelor materiale.

În aceste aprecieri, expertul trebuie să evalueze, în primul rând, elementele vitale pentru siguranța structurală la seism care prezintă deficiențe majore și capacitate insuficientă față de cerințele de diferite naturi, să precizeze ponderea acestora în ansamblul structurii și să estimeze marja de insecuritate.

3. Cunoașterea mecanismului de cedare probabil al unei structuri este esențială pentru aprecierea corectă atât a răspunsului seismic potențial al construcției, cât și pentru alegerea potrivită a soluției de intervenție. Identificarea, chiar aproximativă, a mecanismului de rupere este posibilă în puține cazuri la construcții vechi, care sunt și cele mai vulnerabile. Motivele pot fi diferite: absența unei structuri bine definite pentru preluarea forțelor laterale, lipsa datelor care să permită evaluarea comportării structurii în domeniul postelastice (de exemplu, la clădirile de beton armat, datele referitoare la lungimile de ancorare și înădărire ale armăturilor, la armarea transversală în zonele critice), riscul necontrolabil al unor ruperi fragile prin acțiunea forței tăietoare, etc.

4. Evaluarea corectă a performanței probabile a construcției trebuie să se bazeze pe o analiză cuprinzătoare și pe o judecată inginerească a tuturor condițiilor de alcătuire a corelației între efectele acestora, operații care reclamă competență înaltă și experiență deosebită.

Experiența dovedește că una din principalele cauze de avariere a clădirilor istorice aflate în zone seismice puternice, o constituie acțiunea cutremurelor. Se poate spune că, fiind expuse timp îndelungat unor acțiuni seismice puternice, aceste clădiri au făcut obiectul unui soi de "selecții naturale" așa încât cele concepute și executate în mod adecvat, au supraviețuit.



Nu există alt criteriu mai bun privind eficiența antiseismică a unei structuri decât faptul de a fi supraviețuit fără defecțiuni majore timp îndelungat.

2.2 Scopul expertizei

Scopul expertizei tehnice este dat prin datele de temă. S-a cerut evaluarea construcției existente și stabilirea măsurilor de intervenții în vederea reparării construcției. De asemenea, s-au propus prin temă și câteva intervenții noi:

- Realizarea unei învelitori / acoperiș de protecție la intemperii pentru Turnul 5 (donjon);
- Realizarea unei platforme perimetrale pentru vizitatori sau pentru montajul schelelor necesare întreținerii zidurilor pe exteriorul cetății.

2.3 Documente de referință

Structura a fost executată fără urmărirea unor reglementări tehnice. Clădirea a fost realizată pe baza experienței empirice dobândite de meșterii angajați să execute lucrarea.

2.3.1 Acte normative în vigoare

Nr.crt.	Act normativ	Publicația
1.	Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr.765 din 30 septembrie 2016
2.	Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții cu modificările și completările ulterioare	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr.933 din 13 octombrie 2004
3.	Ordin MDRL nr. 839/2009 pentru aprobarea Normelor Metodologice de aplicare a Legii nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, cu modificările și completările ulterioare	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr.797 și 797 bis din 23 noiembrie 2009
4.	OG nr. 20/1994 privind măsuri pentru reducerea riscului seismic al construcțiilor existente, republicată, cu modificările și completările ulterioare	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 806 din 19 decembrie 2013
5.	HG nr. 1364/2001 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a OG nr. 20/1994 privind măsuri pentru reducerea riscului seismic al construcțiilor existente, republicată, cu modificările și completările ulterioare	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 din 5 februarie 2002
6.	HG nr. 925/1995 privind aprobarea Regulamentului de verificare și expertizare tehnică de calitate a proiectelor, a execuției lucrărilor și a construcțiilor - cu modificările și completările ulterioare	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 286 din 11 decembrie 1995
7.	HG nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții; Anexa nr.3 - Regulament privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor, cu modificările și completările ulterioare	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 352 din 10 decembrie 1997
8.	Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor, republicată	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 764 din 30 septembrie 2016

9.	OUG nr. 18/2009 privind creșterea performanței energetice a blocurilor de locuințe, cu modificările și completările ulterioare;	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 155 din 12 martie 2009
10.	Ordinul nr. 163/2009 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 18/2009 privind creșterea performanței energetice a blocurilor de locuințe, cu modificările și completările ulterioare	Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 194 din 27 martie 2009

2.3.2 Reglementări tehnice în vigoare

Nr.crt.	Reglementare tehnică	Act normativ prin care se aprobă reglementarea tehnică/publicația
1.	Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor, indicativ CR 0 – 2012	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1530/23.08.2012, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 647 și nr.647 bis din 11 septembrie 2012, cu completările ulterioare
2.	Cod de proiectare seismică – partea a III-a – Prevederi pentru evaluarea seismică a clădirilor existente, indicativ P 100-3/2008	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și locuințelor nr. 704/09.09.2009, Partea I nr. 647 și nr. 647 bis din 1 octombrie 2009, cu completările ulterioare
3.	Normativ privind cerințele de proiectare, execuție și monitorizare a excavațiilor adânci în zone urbane, indicativ NP 120 – 2014	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2104/2014, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 863 bis din 27 noiembrie 2014
4.	Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții, indicativ NP 074-2014	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 1130/17.07.2014, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 597 bis din 11 august 2014.
5.	Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directă, indicativ NP 112-2014	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2352/24.11.2014, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 935 bis din 22 decembrie 2014
6.	Cod de proiectare seismică – Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P 100-1/2006	Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 1711/08.08.2013, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 803 bis din 25 septembrie 2006, cu modificările și completările ulterioare
7.	Cod de proiectare pentru structuri din zidărie, indicativ CR 6 -2013	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2464/08.08.2013, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 582 bis din 13 septembrie 2013
8.	Cod de proiectare seismică – Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P 100-1/2013	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2465/08.08.2013, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 558 bis din 3 septembrie 2013.
9.	Cod de proiectare a construcțiilor cu pereți structurali de beton armat, indicativ CR 2-1-1.1/2013	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2361/24.07.2013, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 583 bis din 13 septembrie 2013.

10.	Cod de practică privind executarea și urmărirea execuției lucrărilor de zidărie, indicativ NE 036-2014	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 1426/06.08.2014, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 624 bis din 26 august 2014
11.	Ghid privind proiectarea și executarea lucrărilor de reabilitare termică a blocurilor de locuințe, indicativ GP 123-2013	Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2211/26.06.2013, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 538 bis din 26 august 2013

2.4 Activități desfășurate pentru întocmirea expertizei

Pentru întocmirea expertizei s-au realizat o inspecție vizuală și o relevare foto la fața locului. Pentru aceasta fază de proiectare nu s-au realizat încercări pe materiale sau verificarea dimensiunii elementelor structurale.

2.5 Date care au stat la baza expertizei tehnice

Datele de referință legate de istoricul cetății Poenari au fost preluate din Studiul istoric întocmit de Gh. Cantacuzino și O. Velescu în 1967.

Cetatea Poenari, situată pe un vârf abrupt în regiunea cheilor Argeșului, a început să fie cunoscută relativ târziu, cu numele de cetatea lui Țepeș Vodă. O veche denumire populară, atestată încă din secolul XVIII, este cea de cetatea lui Negru Vodă, denumire prin care tradiția o leagă de începuturile Țării Românești.

Atribuită în unele studii mai vechi, pe baza unor presupuneri greșite, cavalerilor teutoni, alți cercetători au legat originea cetății de dezvoltarea voievodatelor românești din stânga Oltului.

După părerea lui Nicolae Iorga și a altor istorici, aici a fost localizat acel „Castrum Argyas”, menționat de documente maghiare, sub care s-a dat una din luptele dintre Basarab întemeietorul și Carol Robert în 1330.

Alte mențiuni documentare nu se cunosc până în 1481, când apare între martorii unui act de întărire „ispravnic” Ratea, pârcălab al Poenarilor.

În cronicile Țării Românești, se menționează că în timpul domniei lui Vlad Țepeș (1457 - 1462), s-au executat lucrări la Cetatea Poenari („Acesta au făcut cetatea de la Poenari”).

În legătură cu aceste lucrări, cronicile amintesc episodul cu târgoviștenii care au fost aduși ca pedeapsă „La cetatea Poenari, de au lucrat până li s-au spart hainele”.

Cetatea Poenari este destul de frecvent menționată în documentele secolului al XVI-lea. Astfel, în 1510, mai 27, între boierii pomeniți ca martori într-un document apare „jupân Danciul, pârcălab de Poenari”. În timpul lui Radu de la Afumați, cetatea este stăpânită o vreme de maghiari, ca urmare a schimbului de posesiuni prin care sus-numitul voievod primise Vințu de Jos și Vurpărul. În ianuarie 1524 este amintit castelan la Poenari Toma Miski; în același an, în 10 septembrie, castelanul Făgărașului Nicolae Thomory se adresează sibienilor rugându-i să lase liberă trecerea negustorilor ce duc provizii în cetatea Poenari. În 1525 este amintit un trimis care pleacă din cetatea Poenari către Deva.

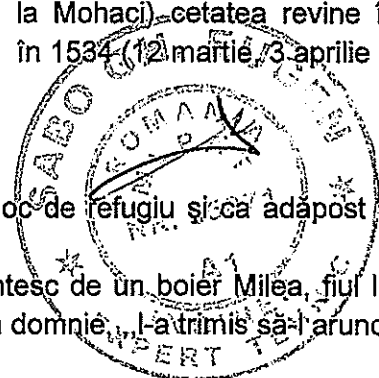
Curând după aceasta, probabil după 1526 (înfrângerea Ungariei la Mohaci), cetatea revine în stăpânire românească. Documentele amintesc pârcălabi al cetății Poenari în 1534 (12 martie / 3 aprilie și 10 mai) - pe jupân Diicul și Stan, mari pârcălabi.

În 1535 mare pârcălab al cetății este jupân Drăghici.

În 1560 este pomenit ca pârcălab „jupân Milco”.

Datorită așezării sale greu accesibile cetatea Poenari a servit ca loc de refugiu și ca adăpost al tezaurului domnesc.

Cetatea a servit și ca loc de înțemnițare. Astfel documentele amintesc de un boier Milea, fiul lui Voicu, pe care Vlad Călugărul, pentru vina de a fi sprijinit un pretendent la domnie, „l-a trimis să-l arunce în cetatea Poenari”.



Pe piatra de mormânt a lui Radu de la Afumați (1522 - 1529) aflată în biserica episcopală de la Curtea de Argeș se amintește una din bătăliile domnului, dată la „cetate la Poenari”.

Documente din anii 1565 și 1575 prin care sunt donate sate aparținând cetății Poenari, lasă să se înțeleagă scăderea importanței cetății. Pe la sfârșitul secolului al XVI-lea, ea nu mai este amintită de documente, ceea ce presupune părăsirea ei de către domnie.

Cetatea a început să fie studiată încă din veacul trecut, fiind vizitată și descrisă de D. Bolliac și de A. Peliman; o altă descriere din 1860, se datorează lui Iancu Petrescu. Primul studiu de arhitectură îl face Victor Gr. Ștefănescu care publică și prima schiță de relevu a cetății.

O primă încercare de etapizare a construcțiilor o face N. Ghica Budești, care remarcă deosebirea dintre turnul pătrat și restul construcțiilor.

În lucrările recente de sinteză a prof. V. Vătășianu privind istoria artei feudale în Țările Române și a prof. arh. Grigore Ionescu asupra istoriei arhitecturii din România, descrierea cetății Poenari și încadrarea sa în procesul de evoluție a vechii noastre arhitecturi, este însoțită de stabilirea unor etape de construcție: întâia, cea din care s-a păstrat nucleul inițial, turnul pătrat și mai târziu, înglobându-l, celelalte construcții cu bastioanele semicirculare, executate prin îmbinarea elementelor de influență occidentală cu principiile fortificațiilor balcanice .

2.6 Caracterizarea amplasamentului

Din Studiul geologic, petrografic, geotehnic, hidrologic aferent Cetatea Poenari, comuna Arefu, jud. Argeș, studiu întocmit de S.C. PROIECT ALBA S.A, ing. Geolog Guzrany Emeric-Robert și ing. geolog Bălăneanu Ecaterina Clara am reținut următoarele aspecte:

- Munții Făgărașului s-au ridicat în timpul orogenezei alpine, în perioada cretacică, ultima din era mezozoică; ei sunt formați din roci metamorfice, în majoritatea lor predominând sisturile cristaline. În alcătuirea crestei principale intră roci mediu metamorfozate: șisturi argintii (micașisturi), paragnaise cu intercalații de amfibolite și calcare cristaline. Pe versantul sudic, se întâlnesc șisturile cristaline cele mai puternic metamorfozate, gnaisele (gnaisul de Cumpăna, gnaise cuarțo-feldspatice, paragnaise micacee).

- Media anuală a temperaturilor este de 4-6° C în etajul pădurilor de fag, de 2- 4° C în etajul molidului și în jur de 0° C în zona pajiștilor alpine. Lunile cele mai calduroase sunt iulie și august, iar cele mai răcoroase, ianuarie și februarie. Vântul bate aproape permanent pe creastă, provocând înnorări. Ploile au cea mai mare frecvență în lunile de la începutul verii și cea mai mică spre toamnă, în septembrie. Ninsorile încep să cadă la sfârșitul lui septembrie. Practic, se instalează pe creste din septembrie-octombrie și durează până la sfârșitul lunii mai și începutul lui iunie.

- Din punct de vedere climatic:

- vânt: $P_v = 47 \text{ m/sec}$; $p_v = 0,7 \text{ KPa}$

- zăpadă: $g_z = 4,2 \text{ kN/mp}$ (conf. CR 1-1-3-2005)

- Apa subterană la data executării cartărilor nu a fost identificată. Deoarece apa subterană se află la o cotă foarte joasă analizarea acesteia privind agresivitatea asupra betoanelor conform normativului NP 074/2007, nu este necesară.

- Presiunea convențională se calculează în conformitate cu STAS 3300/2-85 , anexa B, pentru fundații cu $B=1,00 \text{ m}$ și adâncimea de fundare $D_f= 2,00 \text{ m}$ de la nivelul terenului natural-500 KPa.

- Stratul de fundare al cetății:

- Paragnais cu biotit.
- Paragnais cu biotit și muscovit.
- Paragnais cu biotit și hornblendă alterată

- Adâncimea de fundare minimă dată de adâncimea de îngheț a zonei este de **1,20 m** de la cota terenului natural.



• Tectonica regiunii este strâns legată de procesele tectogenetice ce au condus la formarea și individualizarea Pânzei de Făgăraș, procese ce s-au desăvârșit în urma mișcărilor mezocretacice. Tectonica intimă a Pânzei de Făgăraș are un caracter predominant ruptural, vizibil în partea sudică, unde se remarcă un sistem de falii direcționale care delimitează compartimente mai coborâte, unul din acestea foarte adânc, constituie fundamentul Depresiunii Brezoi-Titești (Țara Loviștei). Cetatea Poenari are ca amplasament tocmai această zonă în care se remarcă sistemul de falii din apropierea Depresiunii Loviștei.

o Observațiile geologice din teren ne-au permis să identificăm în nordul cetății (500 m) o asemenea fractură cu orientarea V - E în lungul torentului ce se varsă în râul Argeș, cunoscut sub numele de Valea lui Stan.

o Pe această fractură majoră se identifică două falii de sprijin:

- una în vestul cetății cu orientarea NV - SE, de-a lungul căreia s-a pus în loc masivul de șisturi cristaline pe care se află cetatea;

- a doua falie trece chiar prin mijlocul cetății și se unește cu prima. Orientarea aceasta este NNV - SSE

Amplasamentul Cetății Poenari nu pune probleme din punct de vedere hidrogeologic.

2.6.1 Încadrare în clase și categorii:

În conformitate cu HG nr. 766./1997 construcția se încadrează în **categoria de importanță „B”** adică „Construcții de importanță deosebită”.

În conformitate cu CR0-2012 construcția se încadrează în **clasa de importanță-expunere „II”** pentru care factorii de importanță expunere sunt:

- La acțiunea seismică: $\gamma_{I,e}=1.2$
- La acțiunea vântului: $\gamma_{I,w}=1.15$
- La acțiunea zăpezii: $\gamma_{I,s}=1.10$.

Pentru proiectarea construcțiilor la acțiunea seismică, teritoriul României este împărțit în zone de hazard seismic. Nivelul de hazard seismic în fiecare zonă se consideră, simplificat, a fi constant și este un nivel minim pentru proiectare. Hazardul seismic pentru proiectare este descris de valoarea de vârf a accelerației seismice orizontale a terenului a_g determinată pentru un interval mediu de recurență (IMR) de 225 de ani.

Conform normativului P100-1/2013 amplasamentul se încadrează în zona seismică caracterizată de $a_g=0,25g$ și perioada de colț $T_c=0.7$ s.

Conform cod de proiectare CR 1-1-3-2012 amplasamentul se încadrează într-o zonă caracterizată de o valoare caracteristică a încărcării din zapadă pe sol de 4,2 kN/mp.

Conform cod de proiectare CR-1-1-4-2012 amplasamentul se încadrează într-o zonă caracterizată de o presiune de referință a vântului $q_{ref}=0,70$ kPa.

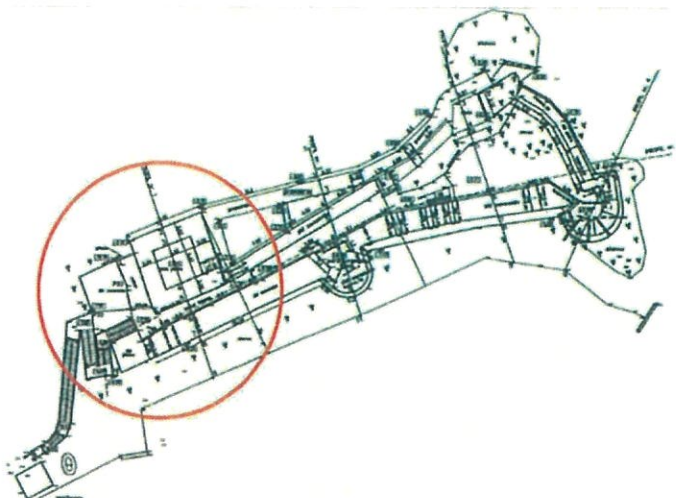
2.7 Descrierea clădirii

Etapa I-a: **Turnul 5 (Donjon)**, datând de la sfârșitul secolului al XIII-lea, început de secol XIV, turn dreptunghiular din piatră (donjon), cu trei niveluri despărțite de planșee din lemn.



24

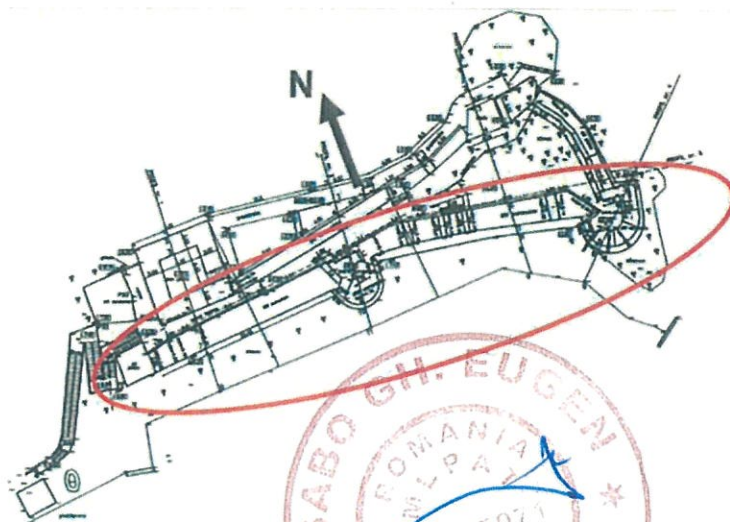
Intrarea în cetate se făcea pe un pod mobil pe sub turnul de piatră, iar accesul în turn la etajele superioare se presupune că se făcea pe scări mobile.



PLAN CETATEA POENARI (Etapa I-a)

Etapa a II-a, datează din perioada anilor 1450 – 1460, când s-au construit:

- **Curtina Sud 1, Curtina Sud 2, Curtina Est, Zidul Nord** - zidurile exterioare din zidărie de piatră;
- **Turnul 1 (Poartă)** - turnul semicircular de poartă, amplasat pe latura de N - V, cu intrarea în el pe latura de N;
- **Turnul 2 (Fost Bastion Vest)** - un turn semicircular amplasat imediat lângă cel de poartă;
- **Turnul 3 (Bastion Sud), Turnul 4 (Bastion Est)** - două turnuri (bastioane) semicirculare amplasate aproximativ la jumătatea lungimii fortăreței, de o parte și de alta a curteii de pe latura sudică;
- **Zidul median** – formează un coridor longitudinal pornind de lângă turnul pătrat (donjonul) orientat de la V spre E;
- **Cisterna medievală** - o încăpere pe latura de N - V, cu zidurile complet prăbușite astăzi, dar unde se mai văd urmele unei cisterne de apă.



PLAN CETATEA POENARI (Etapa a II-a)

2.7.1 Scurt istoric

Ultima intervenție asupra ruinelor Cetății Poenari a fost realizată de către vechea Direcție a Monumentelor Istorice în perioada 1966-1970, Direcție care, în dubla calitate de proiectant și executant,

Întocmește Studiul Tehnico Economic (STE) de „Punere în valoare a vestigiilor Cetății Poenari, satul Căpățâneni, comuna Aretu, regiunea Argeș”.

Studiul a fost analizat în Comisia Monumentelor Istorice din 15 iulie 1966 și a primit avizul favorabil nr.13 din 26 aprilie 1967.

Din memoriul tehnic, întocmit de arh. Liana Bilciurescu și ing. Th. Barbu, parte integrantă a STE-ului avizat, desprindem în cele ce urmează următoarele aspecte:

„Cetatea Poenari, construită la înălțimea de cca. 400 m deasupra șoselei, se desfășoară pe un plan dreptunghiular cu turnuri de apărare în colțuri și pe mijlocul laturei mari, în jurul unui nucleu mai vechi, un turn în plan pătrat. Construită din zidărie masivă de piatră locală, puțin fățuită, a fost reparată și placată pe alocuri, ulterior, în diverse epoci, cu cărămidă de epocă. La începutul secolului XX, deși părăsită ca cetate de apărare de câteva sute de ani, se meșinea încă în stare bună, zidurile și turnurile păstrându-se aproape integral până la metereze. Cutremurele din ultima vreme cât și lucrările de amenajare (exploziile) efectuate la platforma drumului, au condus la o rapidă degradare a unei mari porțiuni din cetate, dărâmându-se astfel complet unul din turnurile de colț și distrugându-se partea superioară a zidurilor pe înălțime de cca. 2 până la 8 m, dispărând complet orice urmă de metereze, mașiculi, ferestre, etc.”

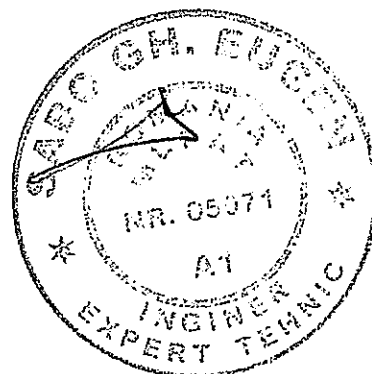
Date importante de reținut:

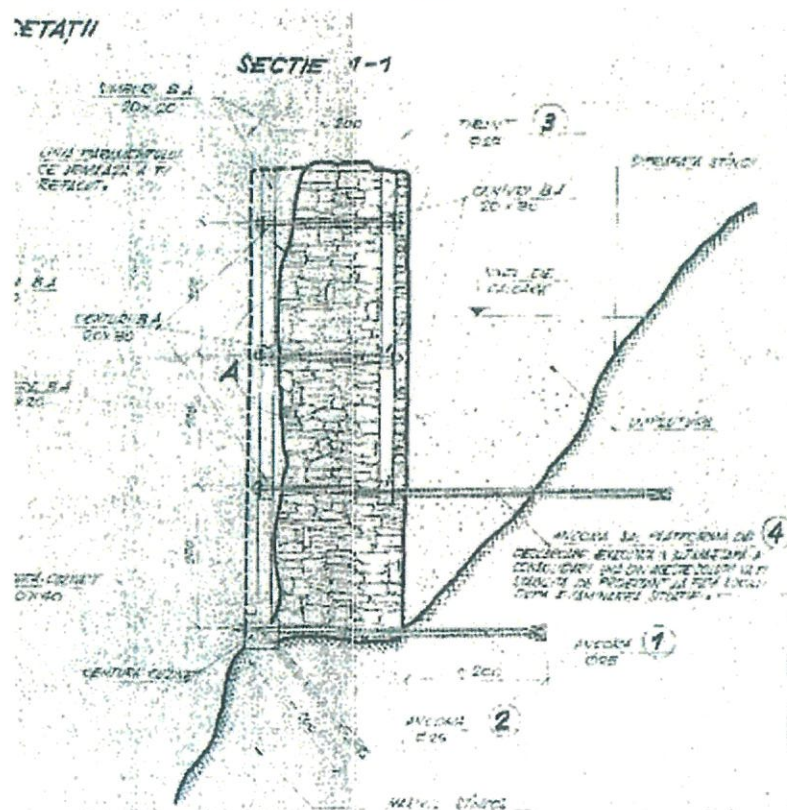
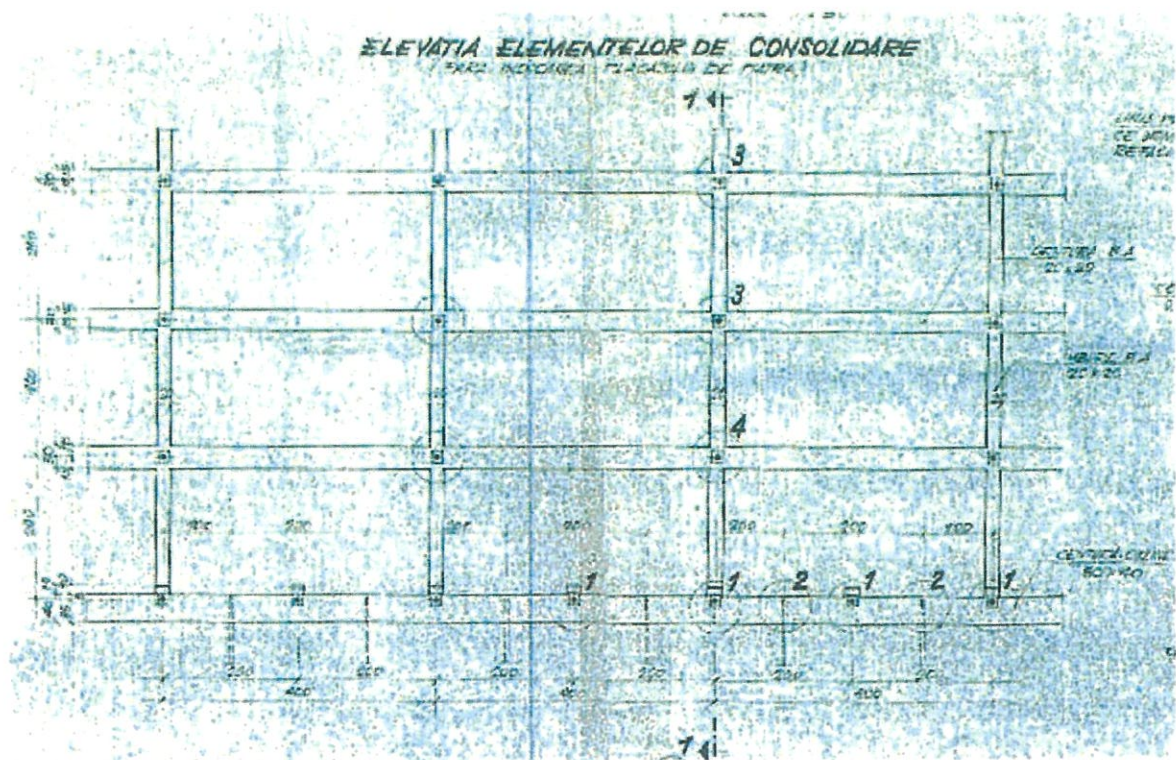
- starea cetății în momentul realizării studiului
 - o cetatea a fost construită din zidărie masivă de piatră locală, puțin fățuită;
 - o cărămida apare doar ca element de reparații locale realizate în timp;
 - o la începutul secolului XX, starea cetății era încă bună;
 - o cutremurele, dar mai ales exploziile efectuate pentru realizarea platformei drumului către noua hidrocentrală au dus la degradarea unei mari porțiuni din cetate, la dărâmarea unuia din turnurile de colț precum și a zidurilor pe o înălțime cuprinsă între 2 și 8 m.

Măsurile de intervenție structurală sunt și ele prezentate sumar în studiu:

„Astfel pentru consolidarea zidurilor existente se prevăd: centuri orizontale din beton armat B140 OL38, la ambele fețe ale zidurilor, cu secțiunea de 1,50 x1,30 m legate între ele în grosimea zidului din loc în loc, la distanța de 2,50 m pe verticală una de alta. În punctele mai degradate se prevăd stâlpi din beton armat B140, OL 38, pentru consolidarea zidăriei, ce vor fi legați de centurile menționate mai sus. Se vor realiza fundații și subzidiri cu B90 în porțiunile de ziduri a căror fundații s-au degradat, sau care s-au deplasat. Centurile, stâlpii și porțiunile ce vor necesita lucrări speciale în beton armat vor fi legate între ele, formînd în ansamblu o structură rigidă.”

Trecând la proiectul de execuție, intervenția propusă la nivelul zidurilor existente este schimbată, zidăriile existente fiind consolidate prin anfilarea în acestea a unei rețele duble de elemente verticale și orizontale din beton armat B200.





Ca mod de alcătuire rețeaua dublă are pasul pe orizontală la 4,00m și pe verticală de 2,00m.

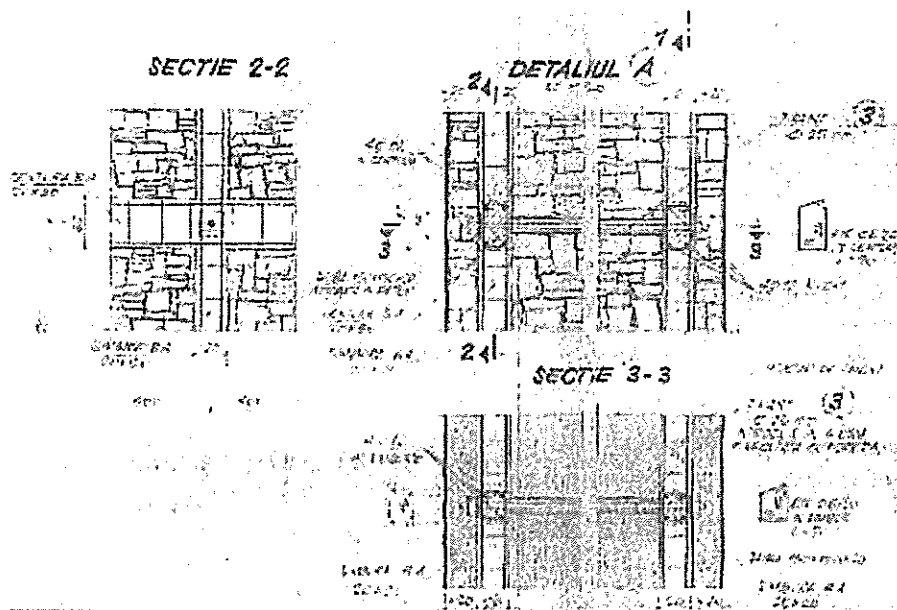
Rețeaua exterioră realizată din B200, cuprinde:

- centură cuzinet inferioară de 40x50cm așezată la baza zidului;
- elemente verticale (sâmburi) de 20x20cm;
- elemente orizontale (centuri) de 20x30cm.

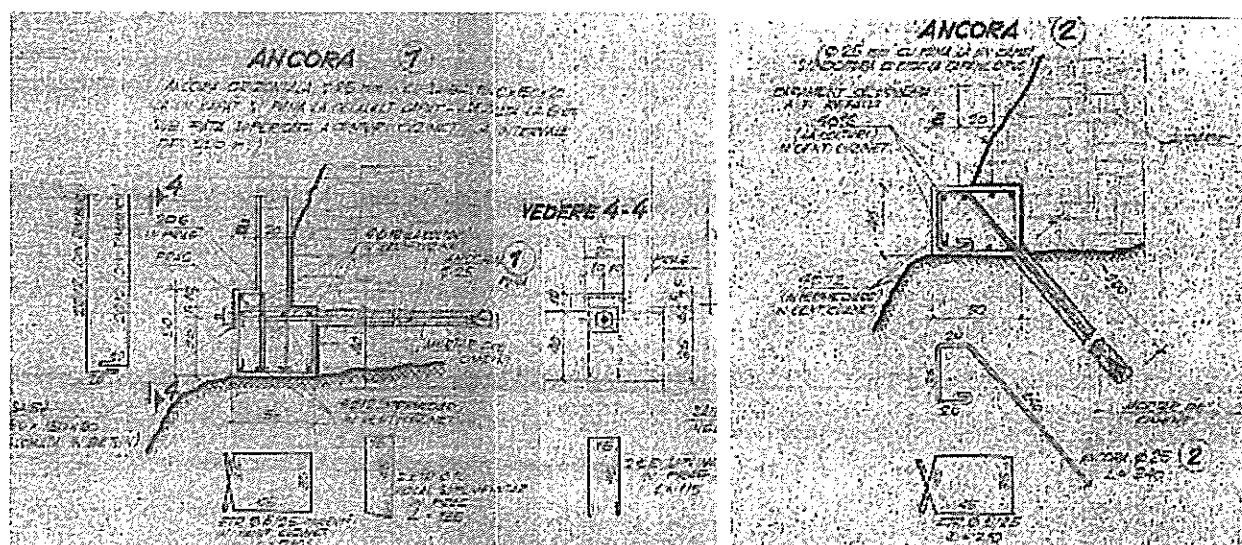
Rețeaua interioară este alcătuită asemănător celei exterioare, nașterea acesteia plasându-se pe zidul existent (vezi secțiune 1-1).



Cele două rețele din beton armat sunt placate spre exterior cu zidărie și asociate între ele în intersecțiile dintre stâlpi și centuri cu conectori metalici.



Suplimentar ansamblul obținut este ancorat la stânca existentă cu ancoraje metalice introduse în găuri forate în stâncă.



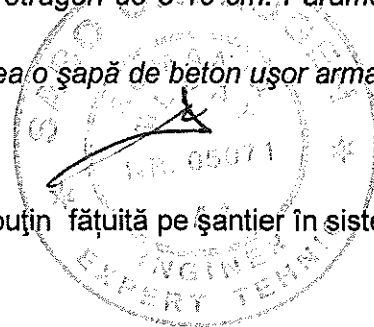
Legat de modul de realizare al paramentelor și al supraînălțării ruinelor existente, studiul întocmit de arh. Liana Bilciurescu și ing. Th. Barbu precizează:

„ 2. Paramentul original al zidurilor, puternic degradat, în cea mai mare parte pe adâncimi de la 20 la 60 cm, va necesita o completare, până la nivelul inițial. Completările vor consta din zidărie de piatră de carieră puțin fășuită pe șantier în sistemul de construcție original, rostuită. Față de înălțimea actuală a zidurilor, se va mai completa în partea superioară o porțiune de cca. 2-5 m (după caz), pe același sistem de zidărie de piatră. Atât completările de parament, cât și supraînălțările de ziduri se vor marca față de zidul vechi cu paramentul original prin șape diferențiate din mortar și retrageri de 5-10 cm. Paramentul original din piatră și cărămida va fi completat și rostuit.

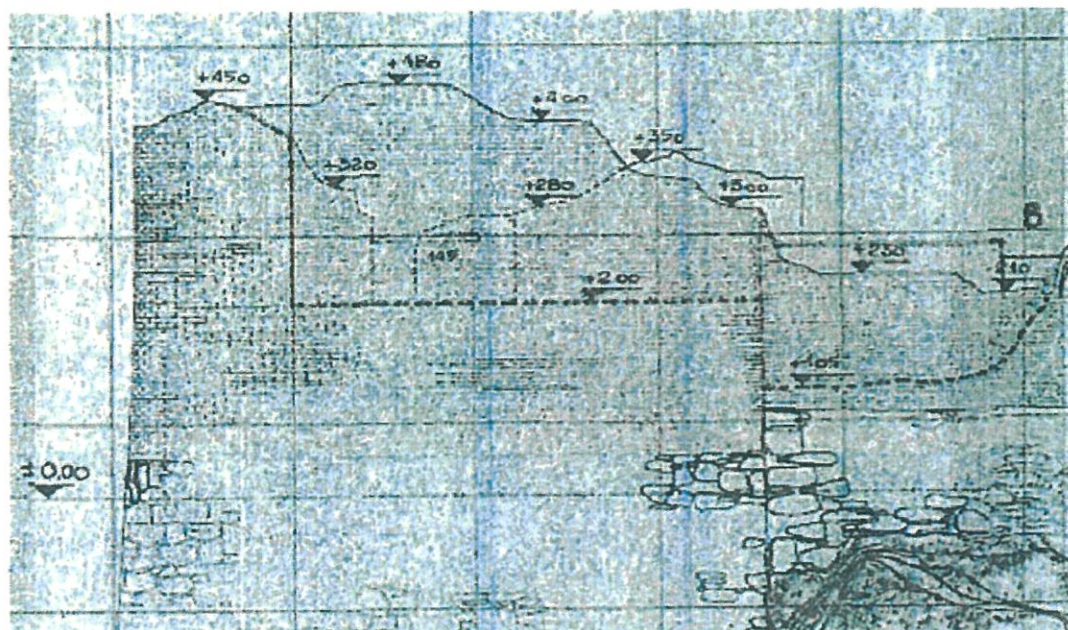
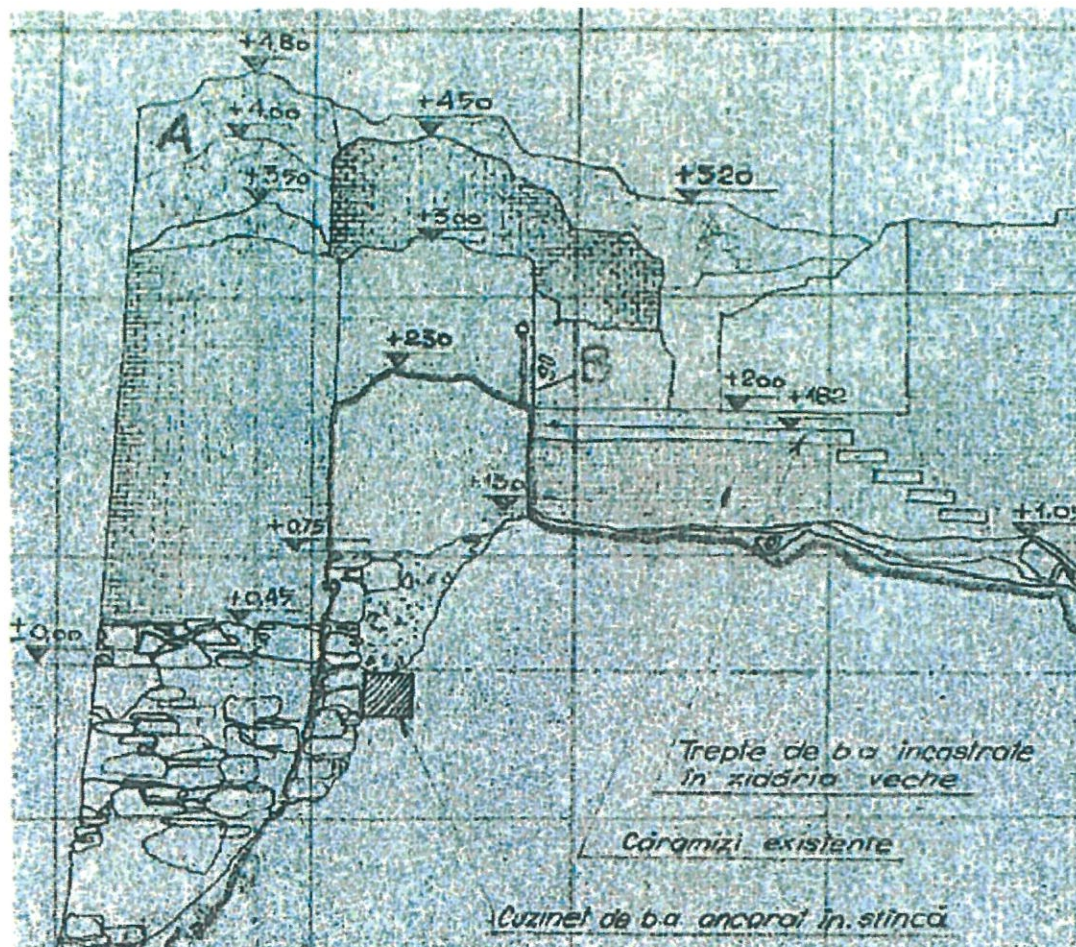
Peste zidurile ce în final vor păstra aspect de ruină, se va prevedea o șapă de beton ușor armată.”

Date importante de reținut:

- paramentele și modul de realizare al completărilor::
- completările vor consta din zidărie de piatră de carieră puțin fășuită pe șantier în sistemul de construcție original, rostuită;

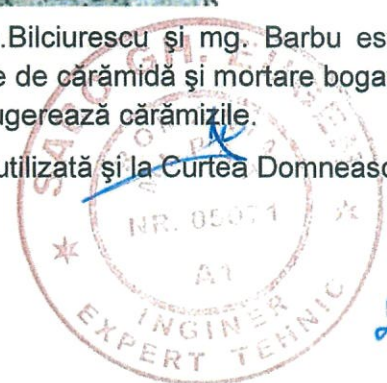


- se va completa partea superioară de cca. 2-5m, pe același sistem de zidărie de piatră.

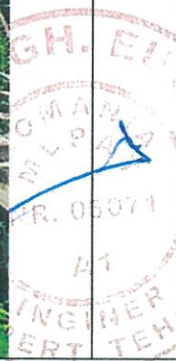
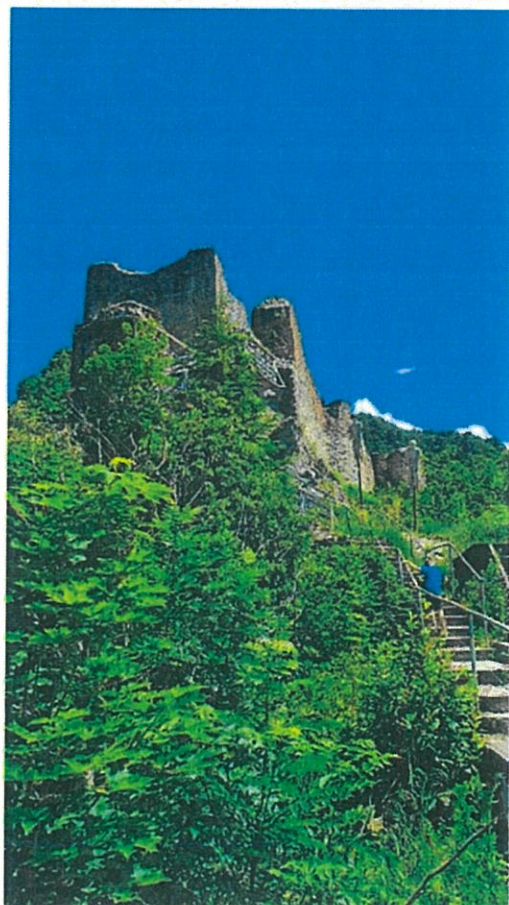
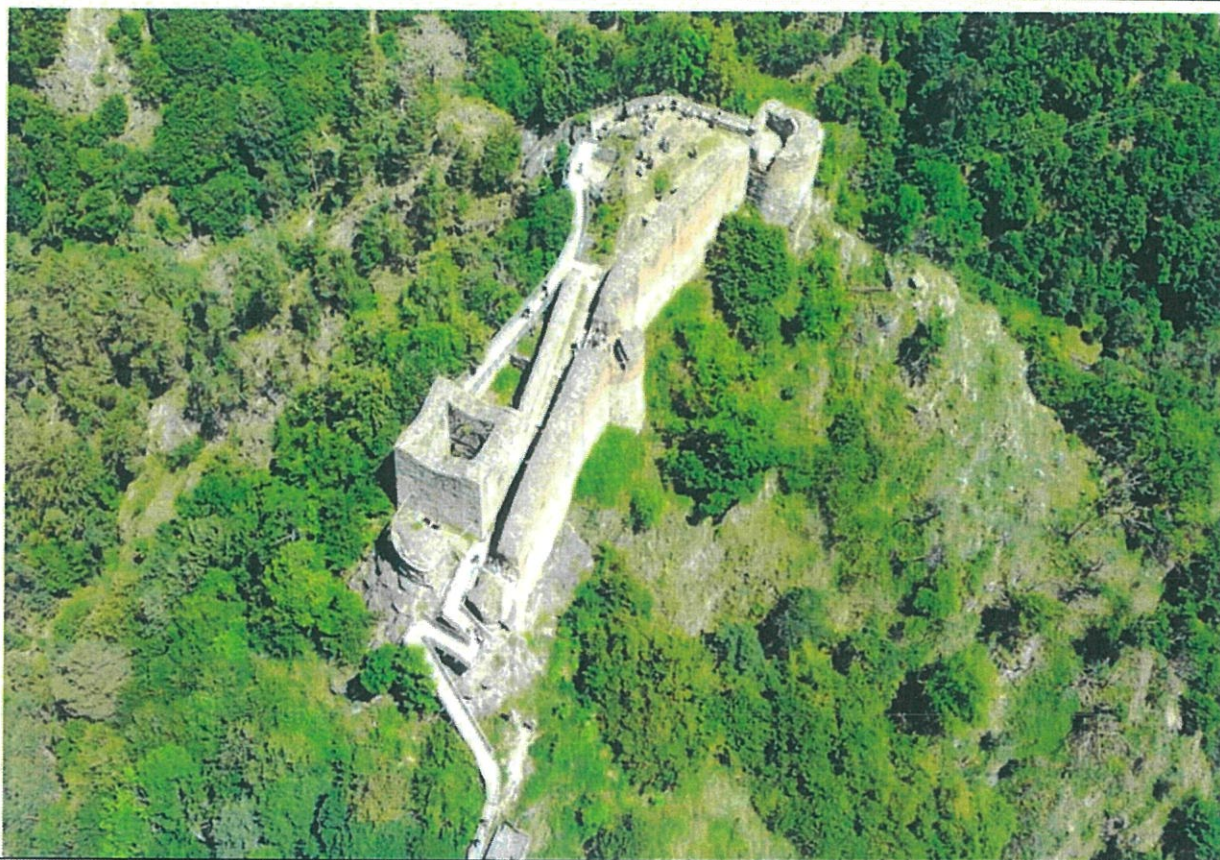


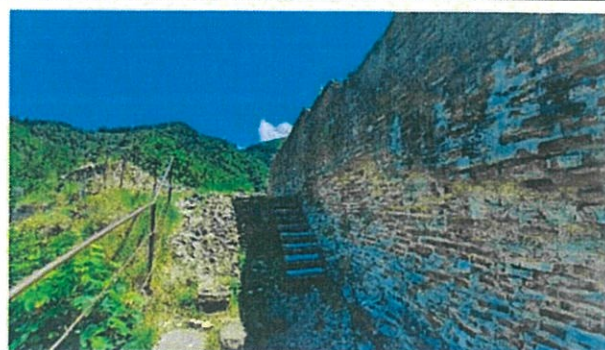
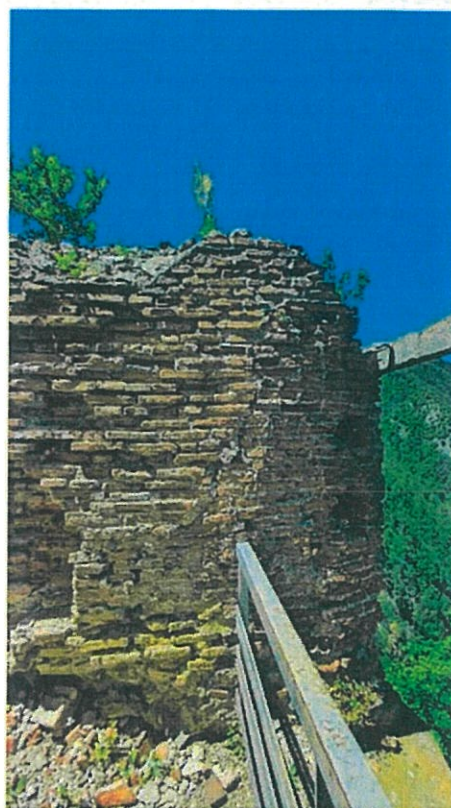
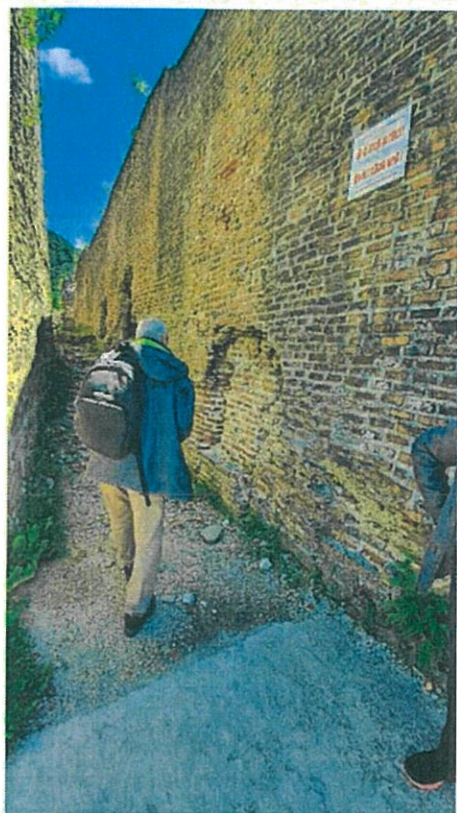
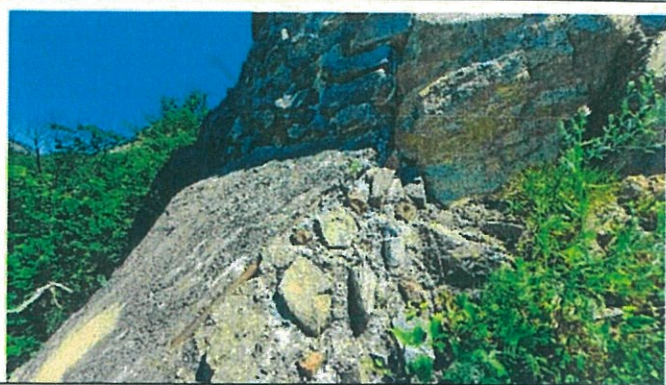
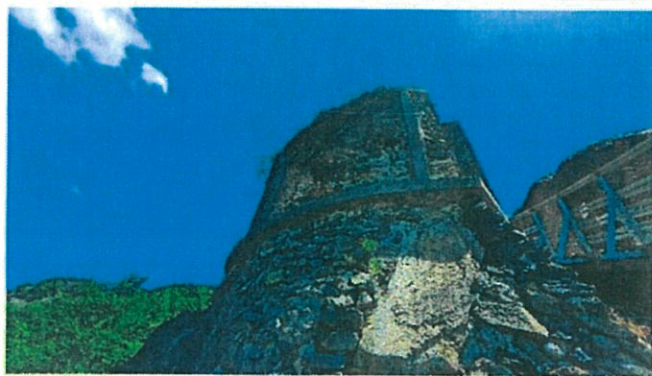
În momentul trecerii la proiectul de execuție, soluția inițială arh. Bilciurescu și mg. Barbu este schimbată, completările de piatră fiind înlocuite cu completări de zidărie de cărămidă și mortare bogate în ciment, planurile de execuție cuprinzând zone marcate cu asize fine sugerează cărămizile.

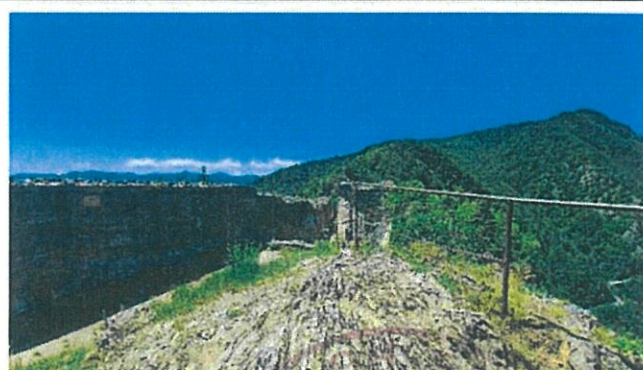
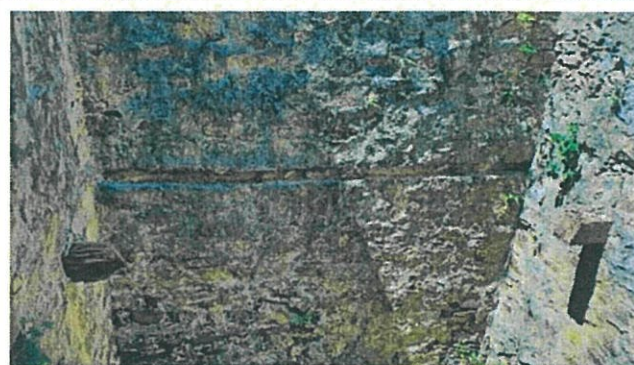
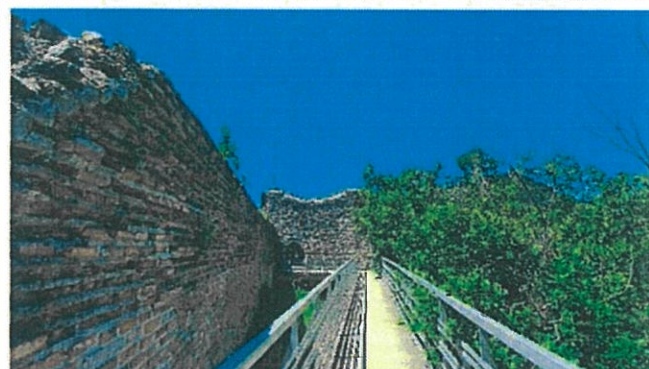
Noua soluție, cu completări de zidărie de cărămidă, a fost de altfel utilizată și la Curtea Domnească din Târgoviște realizată în aceeași etapă.



La fața locului s-au constatat abateri de la soluția proiectată, abateri evidente în imaginile ce urmează.







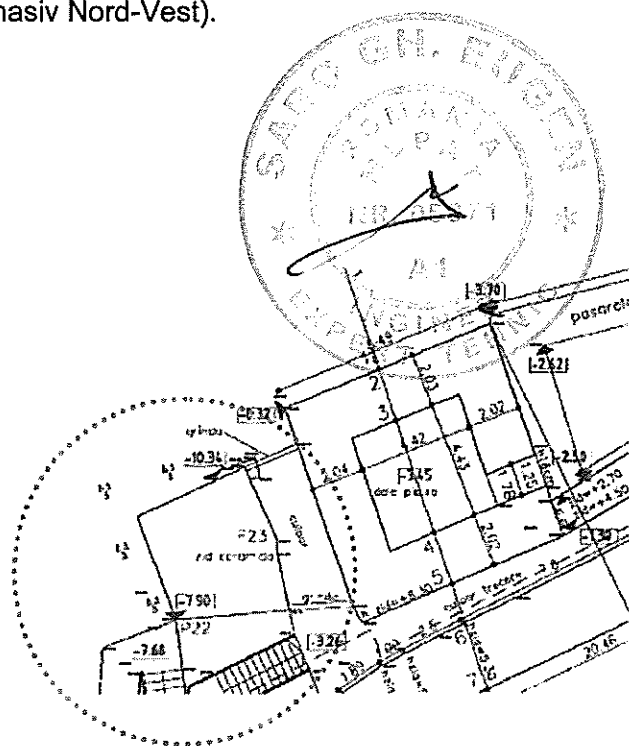
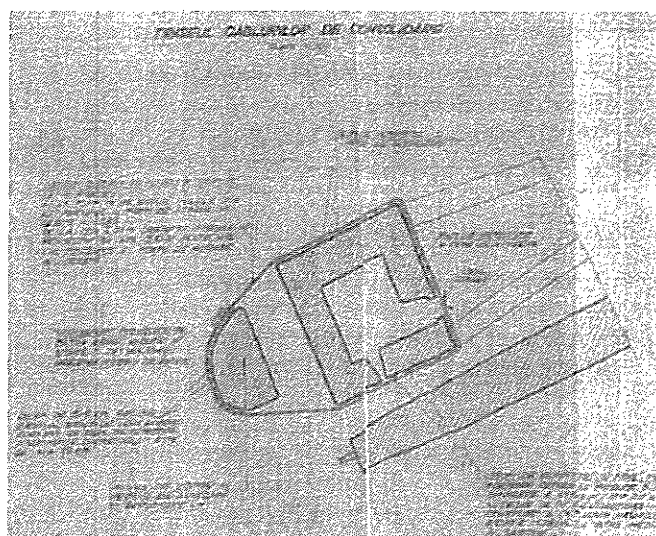
Legat de reconstruirea unor zone din cetate, studiul propune:

„3. Pentru readucerea monumentului la o formă cât mai apropiată de cea originală, se va urmări reconstituirea unor porțiuni degradate parțial sau total, prin trei procedee :

- a) Redresarea porțiunilor din monument dislocate și deplasate din locurile lor originale, fără a demonta zidăria. Aceste porțiuni ce constau din ziduri, fragmente de encadrame, bolți, vor fi degajate, sprijinite pe loc și după realizarea zidurilor de legătură, vor fi montate pe locurile inițiale.
- b) Reconstituirea de la caz la caz a unor bolți de zidărie de piatră și cărămidă, a unor planșee de lemn, a ușilor și ferestrelor, a podului ridicător, drumul de strajă și a altor elemente de arhitectură, pe baza urmelor păstrate și a elementelor ce vor apărea din cercetările arheologice. Pe alocuri reconstituirea acestor elemente se va executa și din beton armat aparent.
- c) Reconstituirea unor porțiuni din cetate-parte superioară a unor turnuri - în baza documentației fotografice realizată la începutul sec. XX, a schițelor și releveelor vechi. Porțiunile noi, reconstituite, vor fi marcate prin linii de mortar ce le vor limita față de fragmentele vechi păstrate, cât și eventual prin realizarea lor din materiale diferite (beton armat aparent)."

Din datele de arhivă, în momentul trecerii la proiectul de execuție (ca urmare a constatărilor de la fața locului), apar noi probleme și soluții de intervenție, astfel:

- pentru realizarea intervenției de consolidare a masivului de zidărie din zona scărilor de acces în cetate, acesta urma a fi asigurat pe durata desfășurării lucrărilor prin ancorare de baza turnului de vest, ancorare realizată cu ajutorul unor cabluri de funicular 25 mm, dispuse în două niveluri;
- nivelul inferior la 10 cm peste pragul porții de intrare în cetate;
- nivelul superior la 2,00 m deasupra pragului între cablurile legate în spatele turnului și pereții de zidărie urmând a fi introduse pene de lemn care duceau la activarea prin întindere a acestora (vezi anexă, planșa consolidare provizorie masiv Nord-Vest).



2.7.2 Structura de rezistență, Avarii, Degradări

Etapa I: Datează de la sfârșitul secolului al XIII-lea, început de secol XIV, când a fost construit turnul dreptunghiular din piatră, cu trei nivele despărțite de planșee din lemn. Intrarea în cetate se făcea pe un pod mobil pe sub turnul de piatră, iar accesul în turn la etajele superioare se presupune că se făcea pe scări mobile.

Starea de conservare a construcțiilor realizate în Etapa I:

- turnului de deasupra porții de acces în cetate (Turnul 1):
 - zidăria piciorului turnului a fost reconstituită parțial, spre exterior, din zidărie de piatră cu zone de cărămidă. Starea paramentului spre exteriorul Cetății, se găsește într-o stare relativ bună de conservare;
 - latura dinspre turnul dreptunghiular, acolo unde în timpul iernilor se acumulează zăpadă, realizată inițial din zidărie de piatră, a fost dublată de un parament din zidărie de cărămidă. Pe întreaga lungime paramentul de dublare prezintă desprinderi și degradări generalizate, atât de suprafață cât și de adâncime, în zonă cavernele adânci s-au accentuate în perioada dintre anii 2010 și 2016, acum, în 2020, sunt și mai accentuate;
 - în perioada 2010-2016 pe latura de nord - est a turnului a apărut o fisură înclinată ce sugerează o posibilă tasare a turnului, acum, în 2020, fisura se menține;
 - ancorarea cu cabluri a masivului de poartă la turnul dreptunghiular, gândită inițial pentru perioada execuției lucrărilor, a fost înlocuită și permanentizată prin introducerea a două centuri din beton armat, asociate între ele pe verticală cu stâlpișori aparenti. Centurile din beton prezintă pe alocuri zone cu armături vizibile și corodate în timp.
- donjonul (Turnul 5):
 - aducerea turnului la forma actuală a fost realizată cu zidărie de piatră și mortare cu conținut de ciment. Zidăria se găsește într-o stare relativ bună de conservare;
 - pe zone restrânse mortarele din rosturi prezintă exfolieri și desprinderi;
 - din cele trei planșee din lemn la nivelul zidului au rămas doar capete de grinzi care par a fi tăiate, născând întrebarea dacă planșeele au fost realizate efectiv sau doar sugerate ca poziție prin capete de grinzi.

Etapa II: Datează din perioada anilor 1450 - 1460, când s-au construit:

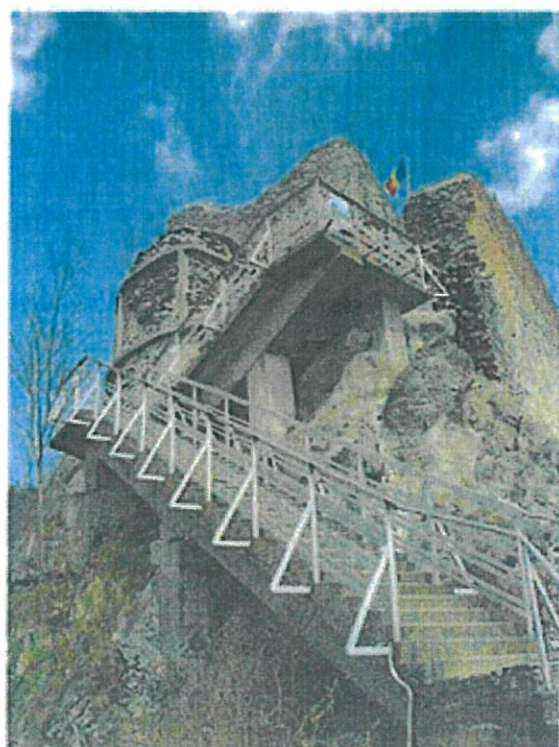
- zidurile exterioare din zidărie de piatră;
- turnul semicircular de poartă, amplasat pe latura de N - V, cu intrarea în el pe latura de N;
- un turn semicircular amplasat imediat lângă cel de poartă;
- două turnuri (bastioane) semicirculare amplasate aproximativ la jumătatea lungimii fortăreței, de o parte și de alta a curții de pe latura sudică;
- un al patrulea turn (bastion) semicircular, amplasat pe colțul S - E;
- un coridor longitudinal pornind de lângă turnul pătrat (donjonul) orientat de la V spre E;
- o încăpere pe latura de N - V, cu zidurile complet prăbușite astăzi, dar unde se mai văd urmele unei cisterne de apă.

Starea de conservare a construcțiilor realizate în Etapa II:

Zidul exterior de pe latura de Sud (Curtina Sud 1 și Curtina Sud 2):

- zidul pornește de pe o bază, probabil stabilizată (vezi foto), stânca fiind acoperită cu un mortar de ciment;
- la partea inferioară completările ruinei au fost făcute cu zidărie de piatră și mortar a cărui compoziție nu se cunoaște. În prezent paramentul de piatră se găsește într-o stare bună de conservare;

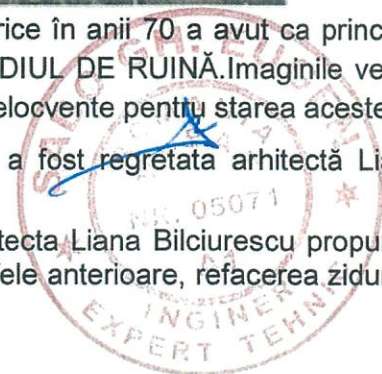
2.8 Evoluția în timp



Intervenția realizată de către fosta Direcție a Monumentelor Istorice în anii 70 a avut ca principal scop conservarea unui ansamblu istoric cu valoare națională, ÎN STADIUL DE RUINĂ. Imaginile vechii cetăți înainte de restaurare (vezi Buletinul Monumentelor Istorice) sunt elocvente pentru starea acesteia.

Din datele de arhivă rezultă că șefa proiectului de restaurare a fost regretata arhitectă Liana Bilciurescu, personaj important al lumii restauratorilor din România.

În faza inițială, de întocmire a Studiului Tehnico Economic, arhitecta Liana Bilciurescu propunea (păstrând imaginea de ruină a cetății) așa cum am subliniat în paragrafele anterioare, refacerea zidurilor existente utilizând o zidărie de piatră brută ușor fățuită la fața locului.



Nu se știe din ce motive soluția a fost mai târziu schimbată (în faza de proiect de execuție) și de la un anumit nivel completările de ziduri au fost realizate în varianta zidărie de cărămidă aparentă.

Trebuie subliniat faptul că, ideea intervențiilor pe monumente, lăsând paramentele vizibile din zidărie de cărămidă, intrase în obiceiul unor mari restauratori care activau încă în cadrul fostei Direcții a Monumentelor Istorice, o serie întreagă de intervenții fiind realizate în această tehnică (în aceeași perioadă este realizată restaurarea Curții Domnești din Târgoviște similară intervenției de la cetatea Poenari).

Analizând comportarea relativ scurtă în timp (cca. 40 ani) a diverselor tehnici și materiale utilizate la intervenția din anii 70, se pot trage următoarele concluzii:

- zidăriile de piatră aparentă cu mortare cu adaosuri de ciment au avut o bună comportare în timp;
- elementele de beton armat folosite la realizarea scărilor de acces s-au comportat bine în timp;
- zidăriile de cărămidă aparentă cu mortare cu adaosuri de ciment au avut o comportare necorespunzătoare, prezentând de la distrugeri superficiale de cărămizi la zone ample de caverne. În imaginile atașate prezentei expertize se pot vedea zone în care cărămizile practic nu mai există, rămânând însă rosturile de mortar cu ciment.

Este bine aici să facem următoarele precizări pe care din păcate operatorii pe construcții existente (nu neapărat cu statut de patrimoniu) nu le cunosc, precizări legate de incompatibilitatea cimentului Portland din mortare sau betoane cu zidăriile tradiționale din cărămidă, mai ales atunci când asocierea se realizează în exteriorul construcției.

Cimentul Portland, ca principal component al mortarelor și betoanelor, a fost unul dintre materialele cele mai utilizate în consolidarea construcțiilor din zidărie, pe care practica internațională recentă tinde însă să îl elimine ca urmare a defectelor și efectelor secundare constatate în timp.

În general, asocierea cimentului Portland cu zidăriile vechi ridică o serie de probleme ce privesc ireversibilitatea intervenției, precum și probleme de compatibilitate și durabilitate a intervenției, legate de caracteristicile fizice și mecanice diferite, cu atât mai grave ca efecte în timp cu cât ponderea cimentului și suprafața de contact între cele două materiale sunt mai mari. În plus, în cazul betonului armat este pusă sub semnul îndoielii durabilitatea acestuia ca material, afectat de pericolul coroziunii armăturilor în condiții de umiditate și expunere la mediul exterior. Ca atare, în general se recomandă limitarea utilizării cimentului Portland la intervenții locale, atunci când o altă soluție de consolidare nu este posibilă.

Dezavantajele utilizării cimentului Portland în restaurare

- Intervenția este ireversibilă; înlăturarea cimentului implică distrugerea materialelor originale.
- Rezistența sa mecanică este prea mare în raport cu materialele slabe din alcătuirea clădirilor istorice; în mod paradoxal, astfel de materiale slabe au cea mai mare durabilitate.
- Lipsa elasticității și plasticității (spre deosebire de mortarul de var) determină tensiuni mecanice mari asupra materialelor adiacente accelerându-le degradarea.
- Coeficientul de dilatare termică sensibil mai mare decât al zidăriei, induce eforturi la suprafața de contact, eforturi care determină în timp desprinderea celor două materiale; fenomenul determină formarea unei lentile de capilaritate (între suprafețe paralele la distanță sub 0.2mm), ce are drept consecință accentuarea pătrunderii apei prin ascensiune capilară și, ca atare, producerea diverselor degradări legate de umiditate.
- Este greu permeabil la vapori și împiedică evaporarea; asociat, sub forma unei cămăși continue, unor pereți de cărămidă umezi, determină creșterea ascensiunii capilare, amplifică acumularea de umiditate din condens și accelerează degradarea prin îngheț-dezgheț.
- Prezintă contracții mari și fisurează, formând o micro-rețea de suțione capilară; apa pătrunde ușor dar este eliminată greu datorită permeabilității reduse, accentuând toate degradările legate de umiditate.
- Produce săruri solubile care pot dizolva și/sau degrada materialele poroase și decorațiile, și care determină eflorescențe superficiale.
- Conductivitatea termică mare poate genera crearea de punți termice, atunci când cimentul este utilizat la consolidări de pereți prin injectări sau cu elemente de beton înglobate; acestea determină pătrunderea finisajelor interioare și exterioare prin condens ocazional, ce pune în evidență alcătuirea neomogenă.

- scăderea punctului de îngheț datorită surplusului de energie pe suprafața porilor, temperatura de îngheț fiind cu atât mai scăzută, cu cât diametrul porilor este mai mic;
- difuzia apei din porii mai mici către porii mai mari în care înghețul s-a produs, cu sporirea eforturilor din beton, conducând la fisurarea acestuia.

Variațiile de temperatură

Variații periodice de temperatură, diurne și sezoniere, conduc la fenomene fizice similare celor determinate de îngheț-dezghet și în ultimă instanță, la fisuri care înlesnesc accesul factorilor agresivi către armături.

În cele mai multe cazuri, fisurile și desprinderile de suport nu sunt cauzate de încărcări, ci de eforturile induse de deformații din variațiile de temperatură și/sau contracții.

Estimarea eforturilor și a deformațiilor induse necesită cunoașterea distribuției temperaturii în secțiunea transversală. Această distribuție se poate stabili fie prin calcul, fie prin măsuratori.

Distribuția temperaturii în secțiunea transversală a elementului de mortar de ciment sau beton sunt influențate de temperatura exterioară, radiațiile solare directe, radiații indirecte, convecție, densitate, conductivitate și caldura specifică a materialului, precum și de timp.

Agresiunile chimice

Substanțele chimice transportate prin intermediul apei produc reacții chimice ce au ca efect diminuarea calității mortarului de ciment sau a betonului.

Aceste reacții chimice sunt în general de următoarele tipuri:

- reacțiile acizilor, sărurilor de amoniu, de magneziu și ale apei fără duritate cu piatra de ciment;
- reacțiile aluminatilor din beton cu sulfatii;
- reacțiile bazelor (alcalilor) cu agregatele reactive din beton.

Prima categorie este o transformare a compușilor de calciu în săruri de calciu ușor solubile, iar în cazul apei fără duritate, o dizolvare a compușilor de calciu, piatra de ciment distrugându-se strat după strat până la fărâmițarea completă. Procesul de degradare poate fi legat de atacuri acide ale ploii în condiții de poluare, dar și de apa transportată de zidăria veche asociată betonului în cadrul consolidării.

Cea de a doua categorie de reacții este însoțită de mărirea volumului, producând o expansiune a betonului și generând fisuri deschise accesului agenților agresivi din mediu.

În condițiile asocierii mortarului de ciment sau al betonului cu o zidărie veche umedă (din condens sau ascensiune capilară) sulfatii prezenți în cărămizi pot reacționa cu aluminatul tricalcic $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ prezent în ciment, rezultând sulf aluminat de calciu $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Reacția are loc cu creștere de volum, provocând tensiuni interne puternice. Desprinderea celor două materiale determină formarea unei lentile de capilaritate (între suprafețe paralele la distanță de 0.2 mm) ce are drept consecință accentuarea pătrunderii apei prin ascensiune capilară și deci agravarea progresivă a degradărilor.

A treia categorie are un mecanism asemănător atacului sulfatilor, agregatele conținând silice vulnerabile la soluțiile alcaline; distrugerea mortarului de ciment sau al betonului se produce prin apariția de fisuri fine de suprafață urmate de fisuri interioare. Și acest proces chimic de degradare a pietrei de ciment este legat de transportul de umiditate prin intermediul zidăriei vechi asociate, accentuat în condițiile evaporării împiedicate de cămașa greu permeabilă de beton.

Atacul chimic asupra mortarelor de ciment și a betonului poate fi cauzat și de microorganisme (bacterii) producătoare de acid humic care dizolva piatra de ciment.

2.9 Sinteza evaluării

Construcția ce face obiectul expertizei a fost evaluată în vederea stabilirii măsurilor de intervenții pentru restaurarea ei ținând seama de faptul că se află în stare de ruină. Ținând seama de stadiul ei nu se poate pune problema încadrării în clase de risc seismic altfel decât formal.

Principalul factor care a cauzat degradările este proasta preluare a apelor pluviale și calitatea slabă a materialelor folosite în restaurarea făcută.

2.10 Propuneri de intervenție

Prezenta expertiză propune două variante de intervenție:

- a. varianta minimă;
- b. varianta maximă.

Varianta minimă cuprinde:

- Intervenții de restabilire de continuitate de material prin plombări locale cu materiale asemănătoare materialelor existente și injectări în masa de zidărie a unor mortare pe bază de var hidrolic;
- Realizarea la partea superioară a zidărilor existente a unor coordonatoare de deplasare care să aibă și rol de protecție a zidurilor;
- Stabilizarea turnului de la intrare prin injectarea cu mortar de var fluid;
- Lucrări de reparații a betoanelor ce intră în componența centurii turnului;
- Verificarea rețelei de consolidare realizate în anii 1970, în urma desfăcărilor de zidărie pentru plombări, și repararea ei dacă este necesar, înainte de injectarea cu mortar fluid de var;
- Realizarea unei pasarele perimetrale cu rol pletonal și pentru servicii de curățare a zidurilor;
- Realizarea unei învelitori / acoperiș de protecție la intemperii pentru Turnul 5 (donjon).

Varianta maximală constă în:

- Intervențiile menționate la varianta minimală;
- Injectări în masa de zidărie a unor mortare pe bază de var hidrolic;
- cămășuirea tuturor zidurilor cetății cu cămăși din beton armat placate la exterior cu zidărie de cărămidă.

În cele ce urmează va fi detaliată varianta minimă.

1. Intervenții de restabilire a continuității de material

Restabilirea continuității de material în zidăriile existente se va face prin:

- plombări locale cu elemente de piatră sau cărămidă, tehnica presupunând:
 - o luarea unor măsuri de punere în siguranță (pe durata intervenției) prin sprijiniri și eșafodaje provizorii.
 - o dacă zidăria asupra căreia trebuie să intervenim prezintă cărămizi rupte sau lipsă, se aplică tehnica țeserii în ștrepi (cuci-scuci) ce constă în scoaterea cărămizilor adiacente zonei fracturate sau lipsă, ea presupunând existența pe șantier a unui număr de cărămizi egal cu cel al cărămizilor ce trebuie înlocuite. Cărămizile utilizate vor trebui să aibă aceleași dimensiuni și caracteristici mecanice cu ale celor vechi pentru a nu produce discontinuități în cadrul asizelor, discontinuități ce provoacă o separare între zona veche și cea nouă.
 - o pentru identificarea extinderii intervenției se pornește de regulă de la punctul cel mai de jos. Trebuie evaluată cu atenție starea de tensiune din zidărie pentru a se evita apariția unor prabușiri locale.
 - o se începe operația de desfacere a zidăriei având o deosebită grijă în recuperare fără distrugere a vechilor cărămizi.
 - o zona desfăcută trebuie să aibă dimensiuni limitate (nu mai mult de 20-30 cărămizi o dată) și trebuie să aibă un contur care să permită țeserea părții existente neafectate cu partea refăcută.
 - o Este necesară pregătirea suprafețelor și a cărămizilor în zona de legare vechi-nou. Curățarea se va realiza cu șpacluri și perii de sârmă, după care praful se va îndepărta prin suflare cu aer comprimat. Toate aceste operații duc la obținerea unei bune aderențe a mortarului între nou și vechi;
 - o Se începe cu prepararea mortarului, operațiune aparent simplă, dar care presupune obținerea pe cât posibilă a unei compoziții corecte a noului mortar. În zidăriile structurale utilizarea cimentului cu rol de întărire determină noi motive de degradare, rezultate din rezistența prea mare a acestuia.
 - o Se utilizează cărămizi asemănătoare celor vechi, udate în prealabil.



- Se începe punerea în operă cu o deosebită atenție în repetarea configurației originare și a menținerii grosimii rosturilor.
- injectări în masă cu mortare compatibile, tehnica presupunând:
 - dacă zidăria asupra căreia trebuie să intervenim prezintă o slabă coeziune între elementele componente și un aspect eterogen și dacă nu se poate sau nu dorim să intervenim utilizând metoda de reșesere, se poate utiliza o metodă de consolidare prin injectare în masă cu mortare aditivate.
 - operația se începe cu marcarea pe perete a unor puncte așezate într-o rețea ortogonală cu latura de 20 cm. Utilizând un rotopercutor se execută găuri în dreptul punctelor marcate, găuri cu adâncimi diferite:
 - prima gaură cu adâncimea de $2/3$ din grosimea peretelui;
 - a doua cu adâncimea de $1/2$ din grosimea peretelui;
 - a treia cu adâncimea de $1/3$ din grosimea peretelui
 - în găurile realizate se introduc tuburi care servesc la injectarea mortarului aditivat.
 - în tuburi se introduce mortarul aditivat în consistență apoasă încât aceasta să fie absorbită de către zidărie în mod omogen.
 - este necesară repetarea ciclică a injectării pentru a obține rezultate optime
 - se urmărește cu atenție gradul de difuziune și numărul de cicluri de injectare.

Având în vedere, în cazul Cetății Poenari, comportarea necorespunzătoare a zidăriei aparente de cărămidă, arhitecții restauratori au la îndemână următoarele opțiuni:

- refacerea continuităților de material utilizând cărămizi speciale, format vechi rezistente la acțiunea îngheț - dezghețului, legate cu mortare de var hidroizolant.
- refacerea continuităților de material utilizând cărămizi format vechi obișnuite, legate cu mortare de var hidroizolant. Înlocuirea presupune obligatoriu protejarea zonelor de cărămidă cu tencuieli rezistente bazate pe var hidroizolant;
- refacerea paramentelor cu îndepărtarea zonelor de cărămidă și înlocuirea acestora cu paramente din zidărie de piatră (soluția inițială a Lianeii Bîlculescu).

Pentru asocierea paramentului nou la masivul vechi, din 50 în 50 cm, în rosturile orizontale ale zidăriei de dublare se vor introduce elemente de armare, elemente ce pot fi:

- fâșii din benzi de tip Kerakoll formate din plase unidirecționale din cabluri de oțel inoxidabil;
- bare rotunde helicoidale de tip Brutt Helcal realizate din oțel inoxidabil
- plasele sau barele vor fi ancorate în masivul vechi în găuri forate și mateate cu mortare de var hidroizolant.

2. Consolidarea părții superioare a zidurilor prin refacerea protecției.

- Se va desface protecția realizată la partea superioară a zidurilor cu grijă pentru a nu induce eforturi suplimentare în masivul de zidărie;
- Zona se va curăța, desprăfui și uda anterior realizării noii protecții;
- Se vor monta bare sau plase din oțel inoxidabil ce urmează a fi înglobate în mortar de var impermeabilizat. Rezistența minimă a mortarelor va fi de 10 N/mm².

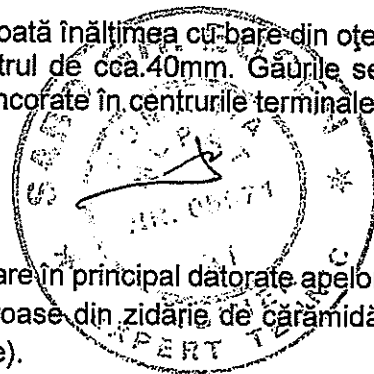
3. Consolidarea pereților cu bare groase din oțel de tip profilat la cald introduse în găuri verticale realizate cu caroteza.

- Stabilitatea zidurilor se poate realiza prin armarea acestora pe toată înălțimea cu bare din oțel profilat PC52, bare introduse în găuri forate vertical cu diametrul de cca. 40mm. Găurile se matează cu mortar fluid epoxidic. La capete barele PC52 sunt ancorate în centrurile terminale.

3 Concluzii

Starea actuală a Cetății Poenari arată fenomene galopante de degradare în principal datorate apelor meteorice infiltrate și a efectului produs de acestea în masivele relativ poroase din zidărie de cărămidă prin îngheț/dezgheț (degradări generalizate pe alocuri cu aspect de caverne).

Fenomenul de degradare este favorizat și de utilizarea, la intervenția de restaurare, de mortare cu conținut de ciment Portland, ciment cu conținut de săruri solubile ce migrează și cristalizează în porii



căramizilor, săruri care prin hidratare își măresc volumul efectuând un efect de pană ce sparge și friabilizează materialul poros.

Fenomenul de degradare odată apărut se dezvoltă galopant, nu linear ci exponențial, de aceea o intervenție rapidă de punere în siguranță este imperios necesară.

Prin prezenta expertiză se propun două soluții de intervenție, intervenția minimă fiind de preferat.

Intervenția de consolidare a Cetății Poenari este posibil de realizat doar în situația în care se poate asigura transportul materialelor și al muncitorilor cu ajutorul unui funicular sau a unei platforme pe cremalieră (care ulterior ar putea fi utilizată pentru transportul vizitatorilor ce nu pot urca cele 1.480 de trepte de acces în Cetate).

Lucrările ce se propun prin actuala expertiză, sunt lucrări specifice lucrărilor de intervenție structurale la monumentele istorice și necesită experiență în domeniu, grijă și exactitate sporite la punerea în operă, protecția elementelor de valoare istorică, prezervarea materiei originale.

Cele de mai sus implică experiență în domeniul specific și calitate profesională mare la nivelul personalului muncitor și tehnic.

Considerăm necesar să menționăm următoarele particularități:

- Fronturi de lucru mici;
- Căi de circulație muncitori înguste/strâmte;
- Curenți de aer puternici/ rafale de vânt;
- Intemperii/ schimbări bruște ale vremii;
- Spații foarte mici pentru organizarea șantierului;
- Condiții de lucru grele și periculoase, ușor de observat, în toate privințele.

Având în vedere condițiile deosebite de lucru, în fazele următoare de proiectare vor trebui bine încadrate și/sau calculate normele de timp pe operațiuni, astfel încât graficul de eșalonare a lucrărilor să fie realist.

