
EVALUAREA ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA SUSTENABILĂ A FAȚADELOR CLĂDIRILOR DE BIROURI EXISTENTE. STUDIU DE CĂZ: TURNUL BRD, PIAȚA VICTORIEI, BUCUREȘTI

ASSESSMENT AND SUSTAINABLE RETROFITTING OF EXISTING OFFICE BUILDINGS. CASE STUDY: BRD HEADQUARTERS TOWER, VICTORIEI SQUARE BUCHAREST

Cristina-Olga GOCIMAN

Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București, RO
“Ion Mincu” University of Architecture and Urban Planning Bucharest, RO

criba_proiectare@yahoo.com

Anca MITRACHE

Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București, RO
“Ion Mincu” University of Architecture and Urban Planning Bucharest, RO

mitracheus.anca@gmail.com

Andrei MASLAEV

Maslaev Consulting SRL, RO

Monica ENE

CRIBA PROIECT SRL, RO

Cristian Iosif MOSCU

ARCMOSC SRL, RO

Rezumat

Anvelopa clădirii joacă un rol esențial în asigurarea siguranței, sustenabilității și eficienței energetice, în special în cazul clădirilor de birouri vechi, supuse unor cerințe de reglementare în continuă schimbare și degradării naturale. Sistemele de fațadă precum pereții cu cortină, placările cu piatră naturală și elemente vitrate sunt esențiale pentru durabilitatea pe termen lung și confortul ocupanților, însă performanța acestora depinde în mare măsură de calitatea execuției și de mentenanța regulată. Această lucrare

Abstract

The building envelope plays a critical role in ensuring safety, sustainability, and energy efficiency, especially in aging office buildings subject to evolving regulatory demands and natural degradation. Facade systems such as curtain walls, natural stone cladding, and glazing elements are essential to long-term durability and occupant comfort, yet their performance is highly dependent on execution quality and regular maintenance. This paper presents a comprehensive technical assessment of the BRD

prezintă o evaluare tehnică detaliată a sediului central BRD din Piața Victoriei, București, concentrându-se pe integrarea evaluărilor de specialitate pentru verificarea conformității cu standardele de performanță esențiale. Intervenția propusă abordează riscurile de siguranță, îmbunătățește eficiența energetică în conformitate cu obiectivele NZEB (Clădire cu Consum de Energie Aproape Zero), sporește izolarea termică, hidrofugă și integrează strategii de design verde. Abordarea subliniază importanța diagnosticului precoce și a mentenanței proactivă în prelungirea duratei de viață a fațadelor, reducerea costurilor operaționale și susținerea transformării sustenabile a clădirilor existente.

Cuvinte-cheie: reabilitare a anvelopei, mentenanță proactivă, eficiență energetică, atenuarea impactului asupra mediului al clădirilor existente.

Introducere

Anvelopa clădirii constituie o componentă fundamentală în asigurarea siguranței structurale, eficienței energetice și sustenabilității în mediul construit. Sistemele de fațadă, alcătuite din plăcări cu piatră naturală, pereți cortină și suprafețe vitrate, joacă un rol esențial în menținerea confortului ocupanților și protejarea structurii împotriva factorilor de mediu. Performanța pe termen lung a acestora depinde de calitatea execuției inițiale și de implementarea unor practici sistematice de mentenanță. Studiul de față prezintă o evaluare tehnică detaliată și o propunere de reabilitare pentru Turnul Sediului Central BRD din Piața Victoriei, București, o clădire de birouri importantă, finalizată în 2002. Procesul de inspecție identifică o serie de deficiențe, inclusiv plăci de piatră naturală fisurate și fracturate în apropierea tijelor de montare, desfaceri de material și degradări ale finisajelor interioare din jurul tâmplăriei exterioare. Aceste deficiențe creează riscuri semnificative de siguranță, în special în zonele fațadelor expuse public, afectând performanța generală a clădirii.

headquarters in Victory Square, Bucharest, focusing on the integration of expert evaluations to verify compliance with essential performance standards. The proposed intervention addresses safety risks, improves energy efficiency in line with NZEB (Nearly Zero-Energy Building) targets, enhances thermal and hydro insulation, and incorporates green and volumetric design strategies. The approach highlights the importance of early diagnostics and proactive maintenance in extending facade lifespan, reducing operational costs, and supporting the sustainable transformation of existing urban buildings.

Keywords: envelope retrofitting, proactive maintenance, energy efficiency, existing building environmental mitigation.

Introduction

The building envelope constitutes a fundamental component in ensuring structural safety, energy efficiency, and sustainability within the built environment. Facade systems, comprising natural stone cladding, curtain walls, and glazing, play a critical role in maintaining occupant comfort and protecting the structure against environmental factors, however their long-term performance, is contingent upon the quality of initial execution and the implementation of systematic maintenance practices. This study presents a comprehensive technical assessment and retrofit proposal for the BRD Headquarters Tower in Victory Square, Bucharest, a prominent office building completed in 2002. The inspection process identifies a range of deficiencies, including cracked and fractured natural stone slabs adjacent to anchoring rods, material displacement, and degradation of interior finishes surrounding exterior carpentry openings. These conditions present significant safety concerns, particularly in architecturally and publicly exposed areas, and adversely affect the building's overall performance.

Metodologia integrează inspecții vizuale, verificare pe platforme liftate și documentare fotografică, susținute de analize de specialitate. Starea fațadelor este cartografiată sistematic, anomaliile sunt clasificate, iar acțiunile de remediere sunt prioritizate în funcție de severitatea deficienței, de expunerea la risc și aliniere la standardele NZEB. Evaluarea face referire și la documentația originală de proiectare, precum și la reglementările naționale aplicabile privind calitatea construcțiilor, siguranța la incendiu, proiectarea seismică și cerințele de performanță energetică. Deși studiul a abordat cele trei tipologii de fațadă ale clădirii, a fost limitat de gradul redus de inspecție directă posibilă, acoperind aproximativ 6% din suprafața placată cu piatră naturală. Această limitare este determinată de suprafața extinsă a fațadei, combinată cu constrângeri practice legate de timpul scurt și urgența măsurilor de intervenție. În consecință, concluziile și recomandările trebuie privite în contextul acestui eșantion restrâns, cu recunoașterea necesității unor monitorizări continue și investigații suplimentare în timpul implementării.

Strategia de intervenție propusă adoptă o abordare diferențiată, adaptată caracteristicilor specifice ale fiecărui tip de fațadă. Se propune demontarea urgentă a placajului din piatră care prezintă risc de desprindere și înlocuirea acestuia cu panouri compozite din aluminiu din clasa de rezistență la foc A1, având în vedere înălțimea considerabilă a clădirii. Fațadele vitrate pot fi supuse unei intervenții minime sau maxime. Intervenția minimă constă în laminarea panourilor de sticlă monostrat, verificarea și înlocuirea sistemelor de etanșare și drenaj ale peretelui cortină. Opțiunea extinsă presupune înlocuirea panourilor vision dublupan cu panouri triplupan și a celor simple cu panouri compozite din aluminiu sau cu panouri dublupan, ceea ce ar duce la modificări semnificative ale structurii peretelui cortină și la creșterea costurilor. De asemenea, se propune integrarea unui panou digital media pe Fațada F8a pentru a întări identitatea clădirii și

The methodology integrates visual inspections, aerial platform surveys, and photographic documentation, supported by expert analysis. Facade conditions are systematically mapped, anomalies classified, and remedial actions prioritized based on severity, risk exposure, and alignment with Nearly Zero-Energy Building (NZEB) standards. The assessment further references original design documentation alongside applicable national regulations, including construction quality, fire safety, seismic design, and energy performance requirements. Despite the distinctive aspect of this study in addressing three different facade typologies within a single building, it is inherently constrained by the limited extent of direct inspection, which covers approximately 6% of the natural stone-clad envelope. This limitation arises due to the extensive facade surface area combined with practical constraints related to time pressures and the urgency of intervention measures. Consequently, the findings and recommendations should be considered within the context of this restricted sampling, with acknowledgment of the need for ongoing monitoring and additional investigative efforts during implementation.

The proposed intervention strategy adopts a differentiated approach tailored to the specific characteristics of each facade type. It is proposed to urgently dismantle the stone cladding that poses a risk of detachment and replace it with A1 fire-resistance class aluminium composite panels, as this concerns a very tall building. The glass facades may undergo either minimal or extensive intervention. The minimal intervention consists of securing the single-pane glass panels through lamination, checking and replacing sealing and drainage systems. The extensive option involves replacing double-pane panels with triple-pane panels, replacing single-pane ones with aluminium composite or double-pane panels, which would lead to significant modifications to the curtain wall structure and result in increased costs. Additionally, a digital media panel is incorporated into Facade F8a to reinforce the building's identity and urban presence. Lastly, the final retrofitting

prezența sa urbană. În final, soluția propusă de reabilitare facilitează conformitatea cu standardele NZEB și subliniază rolul esențial al diagnosticului timpuriu, mentenanței sistematice și îmbunătățirilor sustenabile ale anvelopei în prelungirea duratei de viață a clădirilor existente și alinierea acestora la cerințele contemporane de performanță.

Metodologia de mentenanță și intervenții la fațadele clădirilor existente

Schimbările climatice reprezintă o provocare globală, iar industria construcțiilor joacă un rol semnificativ în această criză. Aceasta reprezintă aproximativ 42% din consumul global de energie, 35% din emisiile de gaze cu efect de seră, peste 50% din extracția de materiale, 30% din retragerea apei și aproape o treime din totalul deșeurilor generate (Comisia Europeană, 2011). În acest context, îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor existente este esențială pentru reducerea impactului global asupra mediului. Clădirile de birouri, în special, oferă o oportunitate importantă datorită cererii lor ridicate de energie, determinată de încălzirea pe timp de iarnă, răcirea pe timp de vară și căldura generată de echipamentele numeroase de birou. Modernizarea clădirilor de birouri existente poate îmbunătăți semnificativ performanța energetică a sectorului, contribuind la atingerea obiectivelor naționale de eficiență energetică, menite să reducă consumul de energie și să diminueze impactul negativ asupra mediului. Tehnologiile comune pentru eficiența energetică includ: reconstrucția învelișului clădirii, sisteme de iluminat foarte eficiente și sisteme de încălzire, ventilație și aer condiționat (HVAC).

Deși Evaluarea unui Ciclu de Viață (LCA) este recunoscută pe scară largă ca un instrument analitic robust pentru evaluarea performanței de mediu, mai ales când este integrată cu metodologii avansate precum Modelarea Informațiilor despre Clădiri (BIM) (Palumbo et al., 2020), aplicarea sa este mai frecventă în proiectarea clădirilor noi. În schimb, pentru structurile existente, întreținerea

soluția facilitează conformitatea cu Nearly Zero-Energy Building (NZEB) standards and underscores the critical role of early diagnostics, systematic maintenance, and sustainable envelope improvements in extending the service life of existing structures while aligning them with contemporary performance requirements.

Maintenance and Intervention Methodologies for Facades of Existing Buildings

Climate change poses a global challenge, and the construction industry plays a significant role in this crisis. It accounts for approximately 42% of global energy consumption, 35% of greenhouse gas emissions, over 50% of material extraction, 30% of water withdrawal, and nearly one-third of all waste generated (European Commission, 2011). Within this context, enhancing the energy efficiency of existing buildings is crucial for reducing overall environmental impact. Office buildings, in particular, present a substantial opportunity due to their high energy demands, driven by winter heating, summer cooling, and the heat generated by extensive office equipment. Retrofitting existing office buildings can significantly improve energy performance across the sector, helping to meet national energy efficiency goals aimed at reducing energy use and mitigating environmental harm. The common energy-efficiency technologies are: reconstruction of building envelope, highly efficient lighting systems and heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems.

While Life Cycle Assessment (LCA) is widely recognized as a robust analytical tool for evaluating environmental performance, especially when integrated with advanced methodologies such as Building Information Modelling (BIM) (Palumbo et al., 2020), its application is more prominent in the design of new buildings. In contrast, for existing structures, building maintenance and proactive

clădirilor și practicile proactive de intervenție au un rol imediat și benefic (Madureira et al., 2017). Lipsa unor strategii proactive bazate pe date poate contribui la degradarea pe scară largă a stocului existent de clădiri și la îmbătrânirea prematură a elementelor critice ale învelișului, inclusiv a sistemelor de fațadă.

intervention practices play a more immediate and beneficial role (Madureira et al., 2017). The absence of such proactive and data-driven maintenance strategies can contribute to the widespread degradation of the existing building stock and the premature aging of critical envelope elements, including facade systems.

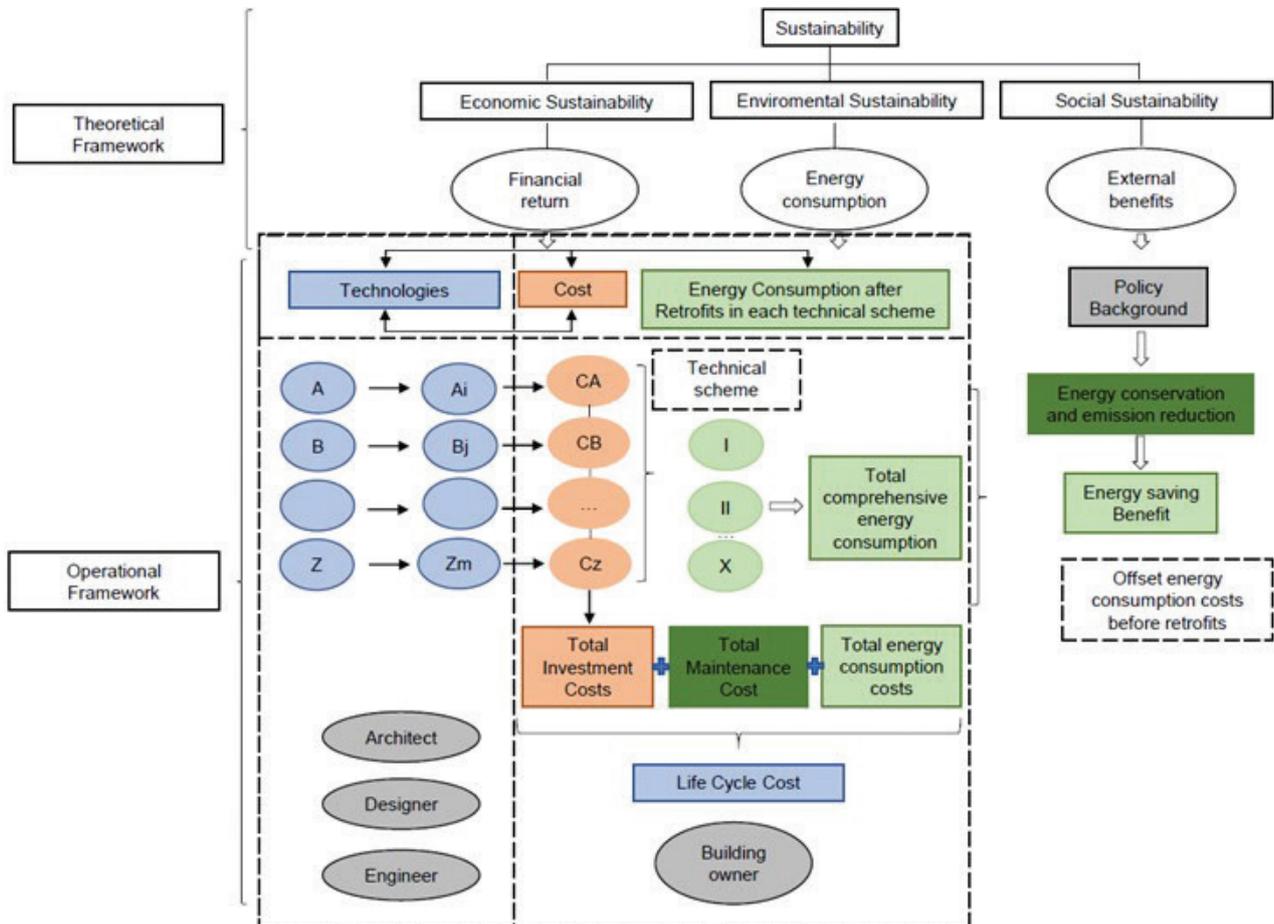


Fig. 1. Cadru conceptual pentru modernizarea sustenabilă a clădirilor mari de birouri existente. Cadru integrat pentru evaluarea sustenabilității clădirii, care leagă componentele teoretice și operaționale de dimensiunile economice, de mediu și sociale. Evaluarea tehnologiilor de modernizare pe baza costului pe durata de viață, consumului de energie și beneficiilor externe, implicând părțile interesate precum arhitecți, ingineri și proprietari de clădiri. (Wan et al., 2022) /Conceptual framework of sustainable existing-large-office building retrofit. Integrated framework for building sustainability assessment, linking theoretical and operational components across economic, environmental, and social dimensions. It evaluates retrofit technologies based on life cycle cost, energy consumption, and external benefits, involving stakeholders such as architects, engineers, and building owners. (Wan et al., 2022)

Deși Evaluarea unui Ciclu de Viață (LCA) este recunoscută pe scară largă ca un instrument analitic robust pentru evaluarea performanței de mediu, mai ales când este integrată cu metodologii avansate precum Modelarea Informațiilor despre Clădiri (BIM) (Palumbo et al., 2020), aplicarea sa este mai frecventă în proiectarea clădirilor noi. În schimb, pentru structurile existente, întreținerea clădirilor și practicile proactive de intervenție au un rol imediat și benefic (Madureira et al., 2017). Lipsa unor strategii proactive bazate pe date poate contribui la degradarea pe scară largă a stocului existent de clădiri și la îmbătrânirea prematură a elementelor critice ale învelișului, inclusiv a sistemelor de fațadă.

Învelișul clădirii este esențial pentru asigurarea confortului interior. În acest context, fațadele contribuie semnificativ la caracterul estetic al clădirii, acționând totodată ca un scut împotriva condițiilor externe și facilitând schimbul de lumină, vizibilitate și aer între interior și exterior. Prin urmare, fațadele sunt parte integrantă a performanței generale a clădirii și reprezintă un sistem complex care necesită o proiectare atentă, o construcție precisă și o întreținere continuă (Silva et al., 2016). Pentru a evalua durabilitatea fațadei este esențial să se înțeleagă agenții agresivi la care aceasta este expusă (Erdly & Bekelja, 2004). Cauzele principale ale anomaliilor fațadei sunt umiditatea, încălzirile, stresul, deformarea, radiațiile, temperaturile extreme, murdăria, poluarea, sărurile, bacteriile, plantele, mușchii, insectele și păsările. Acești factori de mediu pot avea un impact mai mare asupra performanței fațadei dacă sunt asociați cu elemente structurale necorespunzătoare. O înțelegere aprofundată a stării fațadei permite planificarea activităților proactive de întreținere, precum inspecțiile, curățarea, tratamentele de protecție a suprafeței, reparațiile localizate, înlocuiri parțiale și intervenții minore sau majore (Neto & Brito, 2012). Se pot lua în considerare și factori de risc specifici locației, cum ar fi riscuri geologice, seismice, vulcanice și meteorologice (vânt, furtuni, ploi abundente), sau antropice, precum războiul sau terorismul. În mai multe țări, există studii și cadre legale

While Life Cycle Assessment (LCA) is widely recognized as a robust analytical tool for evaluating environmental performance, especially when integrated with advanced methodologies such as Building Information Modelling (BIM) (Palumbo et al., 2020), its application is more prominent in the design of new buildings. In contrast, for existing structures, building maintenance and proactive intervention practices play a more immediate and beneficial role (Madureira et al., 2017). The absence of such proactive and data-driven maintenance strategies can contribute to the widespread degradation of the existing building stock and the premature aging of critical envelope elements, including facade systems.

The building envelope is vital to ensuring indoor comfort. In this context, facades contribute significantly to the building's aesthetic character while acting as a shield against external conditions and enabling the exchange of light, views, and airflow between the interior and exterior. Consequently, facades are integral to a building's overall performance and represent a sophisticated system that demands thoughtful design, precise construction, and ongoing maintenance (Silva et al., 2016). To evaluate the facade's durability performance is essential to understand the aggressive agents to which the facade is subjected to (Erdly & Bekelja, 2004). The primary causes of facade anomalies are humidity, loads, stress, deformation, radiation, extreme temperatures, dirt, pollution, salts, bacteria, plants, mold, insects, and birds. These environmental factors can also have a bigger impact on the facade's performance when paired with inadequate structural elements. Gaining a thorough understanding of the facade's condition allows for the planning of proactive maintenance activities such as inspections, cleaning, surface protection treatments, localized repairs, partial replacements, and both minor and major interventions (Neto & Brito, 2012). Additional risk factors specific to the location can also be considered, such as geological, seismic, volcanic, and meteorological risks (wind, storms, heavy rain), or anthropic ones like war or terrorism. In several

cuprinzătoare care cer constructorilor și/sau proprietarilor să implementeze planuri de întreținere pentru clădiri, așa cum arată Madureira et al. (2017) în studiul lor „Planificarea întreținerii fațadelor clădirilor actuale”. Activitățile de întreținere pot fi clasificate în două categorii principale: proactive (inclusiv abordări preventive și predictive) și corective. Întreținerea preventivă presupune efectuarea unor lucrări regulate pentru a evita probleme neașteptate, a reduce eforturile suplimentare de reparație și a asigura un minim de perturbare a funcționării clădirii. În contrast, întreținerea predictivă se bazează pe inspecții pentru a determina nevoile specifice ale fiecărui element al clădirii. Această abordare este susținută de date tehnice și statistice extinse privind performanța acelor elemente. Implementarea întreținerii predictive necesită profesioniști calificați și instrumente de diagnostic precise pentru evaluarea condițiilor funcționale, detectarea simptomelor de deteriorare și identificarea cauzelor lor fundamentale (Palmer, 2006).

Madureira et al. (2017) subliniază că planificarea periodică a întreținerii joacă un rol crucial în conturarea unei strategii proactive de întreținere. Aceasta influențează semnificativ eficacitatea și implementarea activităților de întreținere prin reducerea costurilor pe termen lung, încetinirea ratei de degradare a clădirii și sporirea confortului ocupanților. Stabilirea unei estimări clare a duratei de viață a componentelor fațadei este cheia organizării unor intervenții eficiente de întreținere. Cadru teoretic pentru aceste măsuri proactive de întreținere este structurat pe un interval de 50 de ani, care corespunde duratei de viață așteptate a unei structuri tipice de clădire (Madureira et al., 2017).

În cazul pietrei naturale, aceiași autori au concluzionat că acest material este un înveliș extrem de durabil, însă rămâne susceptibil la numeroase anomalii, în special atunci când procesul de instalare este defectuos. Inspecțiile în stadii incipiente sunt critice pentru identificarea semnelor preliminare de deteriorare. Surprinzător, un

countries, there are comprehensive studies and legal frameworks that require builders and/or property owners to implement maintenance plans for buildings, as shown by Madureira et al. (2017) in their “Maintenance planning of facades in current buildings” study. Maintenance activities can be classified into two main categories: proactive (including preventive and predictive approaches) and corrective. Preventive maintenance involves carrying out regular upkeep to avoid unexpected issues, reduce additional repair efforts, and ensure minimal disruption to building operations. In contrast, predictive maintenance relies on inspections to determine the specific needs of each building component. This approach is supported by extensive technical and statistical data regarding the performance of those elements. Implementing predictive maintenance requires skilled professionals and accurate diagnostic tools to assess functional conditions, detect symptoms of deterioration, and identify their underlying causes (Palmer, 2006).

Madureira et al. (2017) emphasize that periodic maintenance planning plays a crucial role in shaping a proactive maintenance strategy. It significantly influences the effectiveness and implementation of maintenance activities by reducing long-term costs, slowing the rate of building degradation, and enhancing occupant comfort. Establishing a clear estimate of the service life of facade components is key to organizing efficient maintenance interventions. The theoretical framework for these proactive maintenance measures is structured around a 50-year timeframe, which corresponds to the expected lifespan of a typical building structure (Madureira et al., 2017).

When considering natural stone, the same authors concluded that this element is a highly durable cladding material, it is still susceptible to numerous anomalies, particularly when the installation process is flawed. Early-stage inspections are critical for identifying preliminary signs of deterioration. Surprisingly, a significant number

număr semnificativ de defecte au fost găsite pe fațade recent construite, ceea ce nu era anticipat având în vedere vârsta relativ tânără a acestora. Prin urmare, se recomandă efectuarea unei inspecții inițiale la doi ani după construcție, urmată de inspecții regulate la fiecare cinci ani. Aceste inspecții ar trebui să utilizeze echipamente specializate pentru detectarea unor probleme precum infiltrațiile de apă și pierderea aderenței. Tratatamentul suprafețelor trebuie aplicat conform necesităților, în funcție de rezultatele inspecțiilor. Deși reparațiile minore sunt, în mod obișnuit, planificate după 20 de ani, observațiile din teren indică faptul că astfel de intervenții pot fi necesare mai devreme. Totuși, implementarea consecventă a unui plan structurat de întreținere, inclusiv inspecții periodice, este așteptată să reducă frecvența reparațiilor minore în cadrul acestui interval de 20 de ani. Reparațiile majore ar trebui, în general, programate după 30 de ani de utilizare (Madureira et al., 2017).

Studiu de caz: Turnul Sediului Central BRD, Piața Victoriei, București

Studiul de caz al turnului Sediului Central al Băncii Române de Dezvoltare (BRD Groupe Société Générale), construit în 2002, este prezentat pentru a ilustra aplicarea unei metode de evaluare tehnică și planificare a întreținerii în cazul anvelopelor clădirilor existente. Analiza include procesul de evaluare, rapoartele de inspecție, anomalii identificate și intervențiile propuse corespunzător. Pentru această clădire de birouri, intervențiile majore asupra fațadei placate cu piatră naturală sunt, în general, necesare după 25 de ani de funcționare, însă dovezile din Raportul de Expertiză privind Documentațiile pentru Analiza și Verificarea Fațadelor sediului central BRD din Piața Victoriei, București („Raport de expertizare al documentațiilor de analizare, verificare al fațadelor sediului central al BRD Piața Victoriei București”) arată că plăcile de piatră naturală au suferit desprinderi de material și fisuri în zonele de montaj, creând un risc de desprindere și cădere mult mai devreme, ceea ce reprezintă un pericol public grav.

of defects were found in recently constructed facades, which was not anticipated given their relatively young age. As a result, it is recommended that an initial inspection be carried out two years after construction, followed by regular inspections every five years. These should involve specialized equipment to detect issues such as water infiltration and loss of adhesion. Surface treatments should be applied as needed, based on findings from these inspections. While minor repairs are typically planned for after 20 years, on-site observations indicate that such interventions may be required earlier. However, consistent implementation of a structured maintenance plan, including periodic inspections, is expected to reduce the frequency of minor repairs within the 20-year timeframe. Major repairs should generally be scheduled after 30 years of service (Madureira et al., 2017).

Case study: BRD Headquarters Tower, Victoriei Square Bucharest

The case study of the Central Headquarters tower of the Romanian Development Bank (BRD Groupe Société Générale), built in 2002, is presented to illustrate the application of a technical evaluation and maintenance planning approach for existing building envelopes. The analysis includes the evaluation process, inspection reports, identified anomalies, and the corresponding proposed interventions. For this office building, major intervention to the stone cladding facade are generally necessary after 25 years of service however, evidence from the Expert Report on the Documentation for the Analysis and Verification of the Facades of the BRD Headquarters Victoriei Square Bucharest (“*Raport de expertizare al documentațiilor de analizare, verificare al fațadelor sediului central al BRD Piața Victoriei București*”) demonstrates that the natural stone slabs have experienced material displacement and cracking in the installation areas, creating a risk of

Finalizarea cu succes a acestui proiect nu ar fi fost posibilă fără profesionalismul, angajamentul și eforturile colective ale întregii echipe: Criba Proiect SRL, arhitect-șef Cristina Olga Gociman, urb. Alfred Toader, urb. Cristian Iosif Moscu, arh. Andra Croitoru, ec. Monica Ene, arh. Iulia Lichwar, arh. Andrei Grămoiu, arh. Anna Abronov, arh. Sonia Drăgănescu. Alu Glass Technik SRL, ing. Mihai Preda. Maslaev Consulting SRL, ing. Andrei Maslaev. Auditor energetic gr. I(c)/specialist fațade, arh. Radu Andone. Specialist fațade ventilate, ing. Dragoș Stoca, ASCO Construcții SRL, ing. Viorel Ovidiu Cică, ing. Florin Gabriel Cică. Experti/verificatori: prof. dr. arh. Cristina Ochinciuc, prof. dr. arh. Anca Mitrache, dr. ing. Ovidiu Mihalache, ing. Dan Căpățână, ing. Florica Horvath.

Date tehnice ale proiectului

Turnul BRD este o clădire emblematică, cu o suprafață construită de 34.000 mp și suprafață utilă de 28.000 mp, cu:

- _7.000 mp de subsoluri cu 250 locuri de parcare;
- _12.000 mp de spații de birouri, cu 1.600 de locuri de muncă, săli de ședințe, auditoriu, agenție pentru clienți companii;
- _9.000 mp de spații anexă, restaurant, circulații, hol central multifuncțional, grupuri sanitare, spații tehnice.

Clădirea este poziționată strategic în Piața Victoriei, cu fața spre Guvernul României, fiind recunoscută de majoritatea populației drept Turnul BRD, vizibilă din multe unghiuri ale capitalei. Construcția a fost finalizată în 2002, bazându-se pe clădirile similare SG (Société Générale) din Paris, zona La Défense, proiectul fiind implementat de grupul Vinci, arhitect Julien Galmard și Soconac SRL ca constructor, folosindu-se echipamente și materiale de calitate foarte

detachment and falling, thus posing a serious public hazard.

The successful completion of this project would not have been possible without the professionalism, commitment and collective efforts of the entire team: Criba Proiect SRL, head architect Cristina Olga Gociman, urb. Alfred Toader, urb. Cristian Iosif Moscu, arch. Andra Croitoru, ec. Monica Ene, arch. Iulia Lichwar, arch. Andrei Grămoiu, arch. Anna Abronov, arch. Sonia Drăgănescu. Alu Glass Technik SRL, eng. Mihai Preda. Maslaev Consulting SRL eng. Andrei Maslaev. Energy Auditor gr. I(c)/facade specialist arch. Radu Andone. Curtain wall and ventilated facade specialist eng. Dragoș Stoca, ASCO Construcții SRL eng. Viorel Ovidiu Cică, eng. Florin Gabriel Cică. Experts/ verifiers: prof. dr. arch. Cristina Ochinciuc, prof. dr. arch. Anca Mitrache, eng. Ovidiu Mihalache, eng. Dan Căpățână, eng. Florica Horvath.

Technical Data of the Project

The BRD Tower is an emblematic building with 34,000 sq m built, 28,000 sq m useful with:

- _7,000 square meters of basements with 250 parking spaces;
- _12,000 square meters of offices with 1,600 workstations, meeting rooms, Auditorium, Corporate Clients agency;
- _9,000 square meters of annexed spaces, restaurant, circulations, multifunctional central hall, sanitary facilities, technical spaces.

The building is strategically positioned in Piata Victoriei, facing the Romanian Government, being recognized by the majority of the population as BRD Tower, being visible from many angles of the capital. The construction was completed in 2002 based on the similar SG (Société Générale) buildings in Paris, La Défense area, the project being implemented by the Vinci group, architect Julien Galmard and Soconac SRL as constructor, with a particularly

ridicată. La inaugurarea clădirii, aceasta a fost recunoscută drept cea mai inteligentă clădire din România, având un sistem de control al clădirii BMS de ultimă generație, care este utilizat și astăzi.

Regimul de înălțime este 3S+P+M+18E (3S+P+M+18E+Et, conform autorizației de construire nr. 18M din 12.05.1999 emisă de Primăria Municipiului București).

high quality of the equipment and materials used. At the time of the building's inauguration, it was recognized as the most intelligent building in Romania, having a state-of-the-art BMS building control system that is still used today.

The height regime is 3U+GF+M+18F (3U+G+18F+Technical floor, according to the building permit no.18M of 12.05.1999 issued by the Bucharest City Hall).

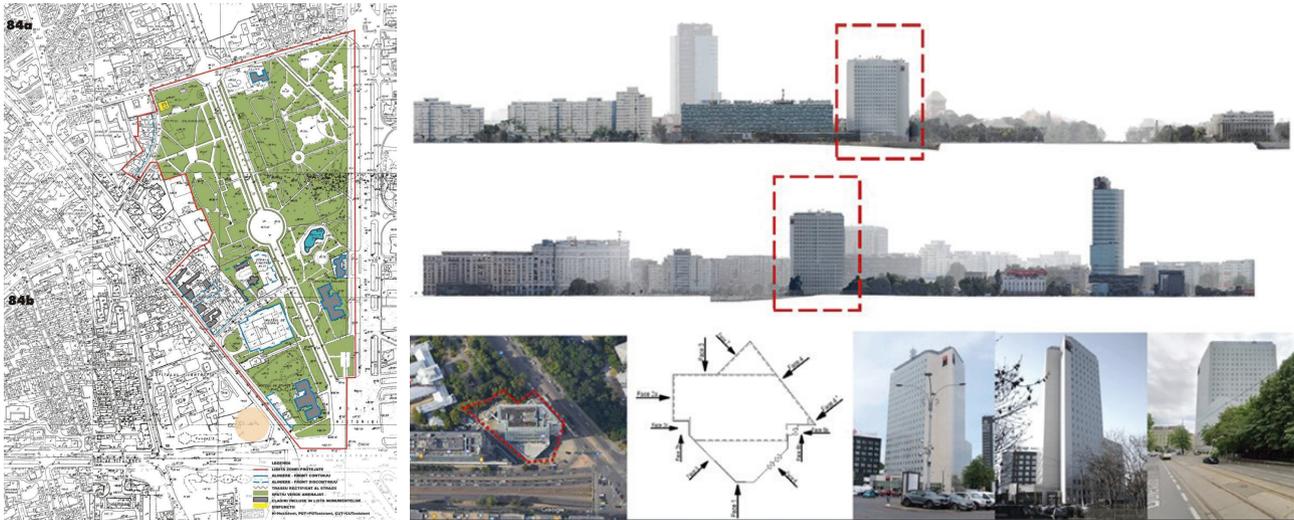


Fig. 2. Amplasamentul turnului Sediului Central BRD Groupe Société Générale, Piața Victoriei, București / Site of the Headquarters tower of BRD Groupe Société Générale Victory Square Bucharest
Sursa/Source: arhiva personală, Google maps/personal archive, Google maps.

Din punct de vedere structural, clădirea este construită folosind diafragme/perete din beton armat, tip tub-în-tub, cu un nucleu central care înconjoară elementele de circulație verticală și zonele de servicii ce susțin funcția de birouri. Acesta este completat de un tub exterior format din pereți perimetrali din beton armat, perforați în zonele corespunzătoare deschiderilor vision.

Anvelopa exterioară (Fig. 3) este formată din pereți structurali din beton armat, finisat pe exterior cu trei sisteme de fațadă:

From a structural perspective, the building is constructed using reinforced concrete tube-in-tube diaphragms/walls shape, with a central core surrounding the vertical circulation elements and service areas that support the office function. This is complemented by an outer tube made of reinforced concrete perimeter walls, perforated in the zones corresponding to external openings.

The external envelope (Fig. 3) consists of reinforced concrete structural walls, finished on the outside with three following facade systems:

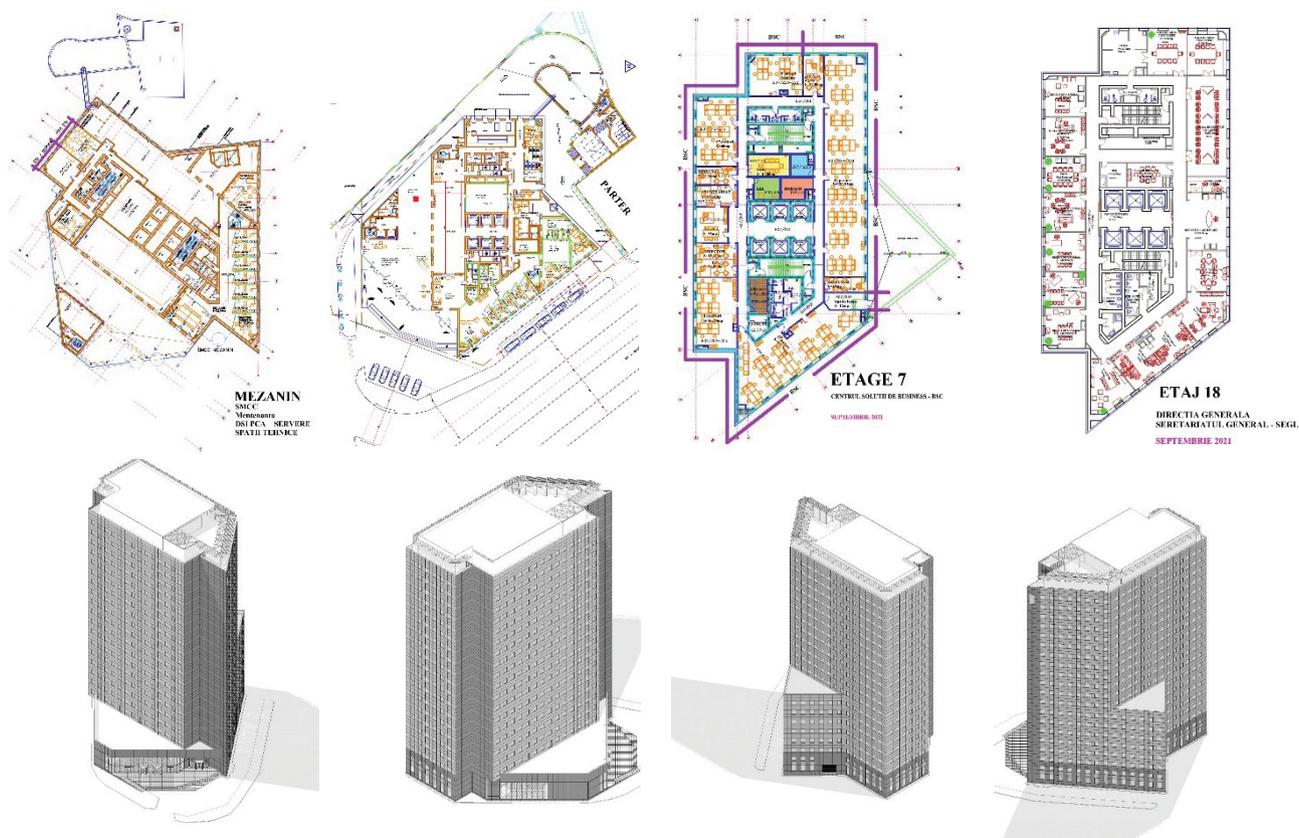


Fig. 3. Anvelopa exterioară constă în sistem de fațadă cortină pe fațadele F1, F2a, F3, F4, F4', F7; fațadă ventilată pe F2b, F2c, F4, F8a, F8b; și fațadă de sticlă structurală pe fațadele , F5 și F6 /External envelope consists of Curtain wall system on the F1, F2a, F3, F4, F4', F7; Ventilated facade on F2b, F2c, F4, F8a, F8b and structural glass facade on F5, and F6.

Sursa/Source: arhiva personală/personal archive.

- _ Sistem de fațadă cortină: fațadele F1, F2a, F3, F4, F4', F7;
Sistemul de fațadă cortină este detaliat astfel:
 - _ Profiluri din aluminiu (montanți și traverse), tip Schüco, echipate cu panouri din sticlă securizată fabricate de Saint-Gobain:
 - _ Panouri vitrate duble 8/12/4.14 mm în zonele corespunzătoare deschiderilor din pereții structurali;
 - _ Panouri sticlă 6 mm Diamond în zonele opace ale pereților structurali.

- _ Curtain wall system: facade F1, F2a, F3, F4, F4', F7;
The curtain wall system is detailed as follows:
 - _ Aluminium profiles (mullions and transoms), Schüco type, fitted with safety glass panels manufactured with Saint-Gobain glazing:
 - _ Double-glazed units 8/12/4.14 mm in areas corresponding to openings in the structural walls;
 - _ Single glazing 6 mm Diamond in opaque structural wall zones.

_ Fațadă ventilată, compusă dintr-un strat termoizolant din plăci de vată minerală de 10 cm grosime și un înveliș exterior din panouri de piatră naturală (granit) de dimensiuni 60x80x3 cm, fixate mecanic prin sisteme de ancorare din oțel inoxidabil Halfen HRC183N: integral pe fațadele F2b, F2c, F4', F8a, F8b (fațade înalte de 75 m) și la nivelul parterului și mezaninului pe alte fațade F2a, F3, F4, F7;

_ La parter și mezanin, pe fațadele F5 și F6, anvelopa este completată cu pereți cortină structurali realizați din profile de aluminiu și panouri din sticlă dublu vitrată.

Conformitatea cu cerințele fundamentale de calitate

Documentația evaluează conformitatea clădirii cu cerințele fundamentale de calitate prevăzute în Legea României nr. 10/1995 (cu modificările ulterioare), prin următoarele analize:

_Analiza și verificarea conformității cu Cerința A1 – Rezistența mecanică și stabilitatea, aplicabilă construcțiilor civile, industriale, agricole, energetice, de telecomunicații, miniere realizate din beton, beton armat, zidărie sau lemn;

_Analiza, verificarea și expertiza pentru Cerința B1 – Siguranța în exploatare, pentru toate tipurile de construcții menționate;

_Analiza, verificarea și expertiza pentru Cerința C – Siguranța la incendiu, pentru toate sectoarele;

_Analiza, verificarea și expertiza pentru Cerința D – Protecția sănătății și mediului;

_Analiza, verificarea și expertiza pentru Cerința E – Izolația termică, etanșeitatea și eficiența energetică;

_Ventilated facade, composed of a thermal insulation layer made of 10 cm thick mineral wool boards and an external cladding of natural stone (granite) panels (60x80x3 cm), mechanically fastened using Halfen HRC183N stainless steel anchor systems: facade F2b, F2c, F4', F8a, F8b (high facades 75 m) and at the ground floor and mezzanine level on other facades F2a, F3, F4, F7;

_ At the ground floor and mezzanine levels, on facades F5, and F6, the building envelope is completed using structural curtain walls made of aluminium profiles fitted with double-glazed glass panels

Compliance with Fundamental Quality Requirements

The documentation evaluates the building's compliance with the fundamental quality requirements set out in Romanian Law no. 10/1995 (as subsequently amended), through the following analyses:

_Analysis and verification of compliance with Requirement A1 – Mechanical resistance and stability, applicable to civil, industrial, agricultural, energy, telecommunications, mining, and municipal constructions using concrete, reinforced concrete, masonry, or timber structures;

_Analysis, verification, and expert assessment for Requirement B1 – *Operational safety*, for all types of constructions listed above;

_Analysis, verification, and expert assessment for Requirement C – *Fire safety* across all sectors;

_Analysis, verification, and expert assessment for Requirement D – *Health protection and environmental safeguarding*, for all types of buildings;

_Analysis, verification, and expert assessment for Requirement E – *Thermal insulation, waterproofing, and energy efficiency*;

_Analiza, verificarea și expertiza pentru Cerința F – Protecția acustică/controlul zgomotului.

_Analysis, verification, and expert assessment for Requirement F – *Acoustic protection/noise control.*

Abordarea evaluării tehnice

Evaluarea tehnică, menită să determine starea actuală a clădirii și să stabilească măsurile necesare de intervenție, se bazează pe identificarea normativelor de proiectare și a cadrului legislativ în vigoare la momentul dezvoltării proiectului și al execuției.

Referințele normative cheie valabile în faza de proiectare originală (1999–2002) includ:

_Legea nr. 50/1991 privind *Autorizarea lucrărilor de construcții* (actualizată până în 2002);

_Legea nr. 10/1995 privind *Calitatea în construcții* (actualizată până în 2003)

_P 118/1999 – *Codul de siguranță la incendiu pentru clădiri*, aprobat prin Ordinul MLPAT nr. 27/N/1999;

_NP 068-02 – *Codul de proiectare al clădirilor civile privind siguranța în exploatare*, aprobat prin Ordinul MLPTL nr. 1576/2002;

_P100/1998 – *Codul de proiectare seismică*.

Este important de menționat introducerea ulterioară a actelor normative care reglementează construcția fațadelor ventilate, sistemelor de fațadă cortină și măsurilor de eficiență energetică.

Referințe normative suplimentare relevante pentru performanța fațadelor și standardele energetice includ:

_Legea nr. 372/2005 privind *Performanța energetică a clădirilor* (cu modificări ulterioare);

_Legea nr. 307/2006 privind *Protecția la incendiu* (cu modificări ulterioare);

_GE 032–97 – *Regulament pentru lucrări de întreținere și reparații la clădiri*, aprobat prin Ordinul MLPAT nr. 116/N/1997;

Technical Evaluation Approach

The technical evaluation, intended to determine the current condition implementation of the building and to establish necessary intervention measures, is based on the identification of applicable design standards and regulatory frameworks in effect at the time of project development and construction.

The key normative references in force during the original design phase (1999–2002) include:

_Law no. 50/1991 on the *Authorization of construction works* (with updates until 2002);

_Law no. 10/1995 on *Construction quality* (with updates until 2003);

_P 118/1999 – *Fire Safety Code for Buildings*, approved by MLPAT Order no. 27/N/1999;

_NP 068-02 – *Code on the design of civil buildings with respect to operational safety*, approved by MLPTL Order no. 1576/2002;

_P100/ 1998 – *Seismic design code*.

It is important to note the later introduction of normative acts regulating the construction of ventilated facades, curtain wall systems, and energy efficiency measures.

Additional regulatory references relevant to facade performance and energy standards include:

_Law no. 372/2005 – *Energy performance of buildings* (with subsequent amendments);

_Law no. 307/2006 – *Fire protection* (with subsequent amendments);

_GE 032–97 – *Regulation for maintenance and repair works on buildings*, approved by MLPAT Order no. 116/N/1997;

_NP 068-02 – *Reglementări de proiectare pentru clădiri civile privind siguranța în exploatare* (Ordin MLPTL nr. 1576/2002);

_P 100-13 – *Codul de proiectare seismică Partea I – Dispoziții generale pentru clădiri*, aprobat prin Ordinul MDRAP nr. 2465/2013;

_NP 135-13 – *Reglementări pentru fațade ventilate*, aprobat prin Ordinul MDRAP nr. 3415/2013;

_P 100-3/2019 – *Codul de proiectare seismică Partea III – Evaluarea clădirilor existente*, aprobat prin Ordinul MDRAP nr. 2834/2019.

_NP 068-02 – *Design regulation for civil buildings regarding operational safety* (MLPTL Order no. 1576/2002);

_P 100-13 – *Seismic Design Code Part I – Design Provisions for Buildings*, approved by MDRAP Order no. 2465/2013;

_NP 135-13 – *Design Regulation for Ventilated Facades*, approved by MDRAP Order no. 3415/2013;

_P 100-3/2019 – *Seismic Design Code Part III – Assessment of Existing Buildings*, approved by MDRAP Order no. 2834/2019.

Sursele academice și profesionale consultate includ:

Maintenance Planning of Facades in Current Buildings – Sara Madureira, Inês Flores-Colen, Jorge de Brito, Clara Pereira – Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, publicat în *Construction and Building Materials* (2017);

LATENT – Building Facade Failures – Kimball J. Beasley, P.E., F. ASCE, Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc., Princeton Junction, NJ, SUA (2012).

Documentația tehnică a sistemelor de fațadă consultată include:

Aluminium Systems – Facades: Schüco FW50+.SI – Instrucțiuni pas cu pas (vers. 20850/06.2014);

Aluminium Mullion/Transom Facades – Schüco (vers. 12-2014-25206);

Architect Information 7 – Schüco (ver. 25202, 10.2008);

HALFEN Natural Stone Support Systems – Informații tehnice de produs (vers. FS 18-E, 2020);

Natural Stone Support Systems – Broșură utilizator (vers. FS 08).

Procesul de evaluare tehnică

După identificarea unor deficiențe (precum infiltrații și deteriorări ale fațadei), s-a solicitat monitorizarea clădirii.

Relevant academic and professional sources consulted include:

Maintenance Planning of Facades in Current Buildings – Sara Madureira, Inês Flores-Colen, Jorge de Brito, Clara Pereira – Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, published in *Construction and Building Materials* (2017);

LATENT – Building Facade Failures – Kimball J. Beasley, P.E., F. ASCE, Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc., Princeton Junction, NJ, USA (2012).

Facade system technical documentation consulted includes:

Aluminium Systems – Facades: Schüco FW50+.SI – Step-by-Step Instructions (ver. 20850/06.2014);

Aluminium Mullion/Transom Facades – Schüco (ver. 12-2014-25206);

Architect Information 7 – Schüco (ver. 25202, 10.2008);

HALFEN Natural Stone Support Systems – Technical Product Information (ver. FS 18-E, 2020);

Natural Stone Support Systems – User Brochure (ver. FS 08).

Technical Evaluation Process

Following the identification of certain deficiencies (such as leaks and facade deformations), a request was submitted.

Aceasta se efectuează trimestrial prin senzori de mișcare instalați în subsol, pentru detectarea eventualelor deplasări structurale, degradări ale finisajelor și instalațiilor, sau pentru documentarea oricăror modificări.

Etapele de lucru stabilite pentru evaluarea tehnică a sistemelor de fațadă sunt:

- _Supravegherea trimestrială a clădirii din 2005, în baza unui contract de monitorizare a comportamentului structural în timp, conform legislației în vigoare – 2005-prezent;
- _Revizuirea Cărții Tehnice a Construcției: iunie 2021 – ianuarie 2022;
- _Faza de Inspecție Tehnică la Fața Locului: 17 iunie 2021 – decembrie 2021;
- _Raportul preliminar al constatărilor inspecției tehnice: septembrie 2021;
- _Faza de analiză: identificarea neconformităților, clasificarea conform cerințelor esențiale de performanță și concluziile referitoare la obiectul raportului de evaluare: septembrie 2021 – februarie 2022.

Analizarea fațadelor și monitorizarea clădirii

Raportul centralizat al documentației tehnice de evaluare, verificare și expertizare a fațadelor sediului central BRD, Piața Victoriei – București

Comisia de inspecție tehnică: SC Criba Proiect SRL (prof. em. dr. arh. Cristina Gociman), în colaborare cu: prof. em. dr. arh. Victoria Ochinciuc, ing. Elena Mihalache, ing. Dragoș Stoca, ing. Florica P. Horvat, arh. Radu Andone (Perioada: iunie 2021 – februarie 2022 – Studiu de fezabilitate).

Antreprenor: SC Criba Proiect SRL (prof. em. dr. arh. Cristina Olga Gociman, arh. stud. Andrei Grămoiu, urbanist arh. stud. Alfred Toader, ec. Monica-Georgiana Ene).

The building is monitored quarterly using motion sensors installed in the basement to detect any potential structural shifts, deterioration of finishes and installations, or to document any changes.

The following work stages were established for the technical assessment of the facade systems:

- _Quarterly supervision of the building since 2005 under a monitoring contract for tracking the structural behaviour over time, in accordance with current legislation – 2005-current;
- _Construction Technical Book Review Phase: June 2021 – January 2022;
- _On-Site Technical Inspection Phase: June 17, 2021 – December 2021;
- _Preliminary Technical Inspection Findings Report: September 2021;
- _Analysis Phase: Identification of non-conformities, classification under essential performance requirements, and conclusions regarding the object of the evaluation report: September 2021 – February 2022.

Analysis of Facades and Building Monitoring

The centralised report of technical evaluation documentation made of analysis, verification and expertise of the facades of the BRD Central Headquarters Victoriei Square – Bucharest

Technical inspection committee: SC Criba Proiect SRL (prof. em. dr. arch. Cristina Gociman) in collaboration with: prof. em. dr. arch. Victoria Ochinciuc, eng. Elena Mihalache, eng. Dragoș Stoca, eng. Florica P. Horvat, arch. Radu Andone (Date: June 2021-February 2022 - Feasibility study).

Contractor: SC Criba Proiect SRL (prof. em. dr. arch. Cristina Olga Gociman, arch. stud. Andrei Grămoiu, urban. stud. arch. Alfred Toader, ec. Monica-Georgiana Ene).

Descrierea fațadelor placate cu plăci de piatră naturală instalate cu sistemul Halfen:

Suprafață:

_ fațade înalte – 2507,63 m²;

_ fațade joase – 613,61 m²;

_ total – 3121,24 m².

În timpul inspecțiilor, au fost identificate vizual 231 de plăci deteriorate, astfel:

_ 204 plăci din piatră naturală fisurate sau rupte în apropierea unei singure tije de ancorare;

_ 23 plăci din piatră naturală fisurate sau rupte în apropierea a două tije de ancorare;

_ 4 plăci din piatră naturală fisurate sau rupte în apropierea a trei tije de ancorare.

Identificarea s-a realizat pe baza documentației fotografice și a inspecțiilor tehnice efectuate cu ajutorul unei platforme liftate.

Natural stone tile-clad facades installed with the Halfen system description:

Surface:

_ high facades – 2507.63 sq m;

_ low facades – 613.61 sq m;

_ total – 3121.24 sq m.

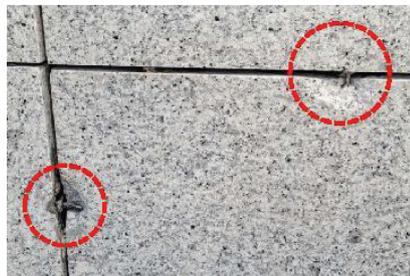
During inspections, 231 damaged slabs were visually identified as follows:

_ 204 natural stone slabs cracked or broken near a single anchoring rod;

_ 23 natural stone slabs cracked or broken near two anchoring rods;

_ 4 natural stone slabs cracked or broken near a different anchoring rod.

The identification was carried out based on photographic documentation and technical inspections conducted using an aerial platform.



Sistem Halfen – HRC 183N

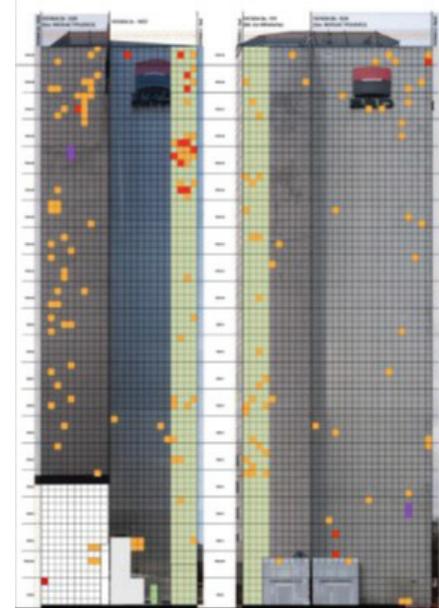
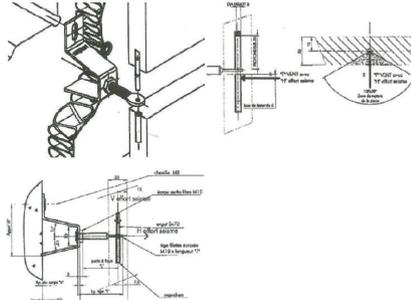


Fig. 4. Deficiențe identificate în fațadele placate cu piatră naturală / Deficiencies identified in the natural stone tile facades.

Sursa/Source: arhiva personală/personal archive.

Inspecțiile au acoperit doar anumite porțiuni ale fațadei (aproximativ 6% din suprafața totală placată cu piatră naturală). Inventarul plăcilor din piatră naturală cu fisuri și/sau desprinderi în zona punctelor de ancorare pe fața exterioară poate fi consultat în Fig. 4.

Descrierea fațadelor placate cu sticlă (perete cortină):

Suprafața din sticlă: 8.537,77 mp;
_vision (geam dublupan) – 1.652 mp;
_geam simplupan – 6.381,33 mp;
_ferestre individuale cu geam dublupan – 147,6 mp (parter și mezanin);
_zonă sticlă structurală – 356,84 mp (parter și mezanin);
_total – 8.537,77 mp.

Sistemul de fațadă cortină, din perspectiva componentelor cu geam simplu, nu respectă prevederile articolelor 4.21, 5.3.6 și 5.3.8 din NP 102-04 „*Normativ pentru proiectarea și montajul fațadelor cortină pentru a îndeplini cerințele de calitate prevăzute de Legea nr. 10/1995*”, nici cerințele articolelor 4.1.5 și 4.1.6 din NP 135-2013 „*Normativ pentru proiectarea fațadelor ventilate*”, la momentul întocmirii acestei documentații, din cauza următoarelor deficiențe:

_ existența unor panouri cu geam simplu, echipate doar cu sticlă securizată, pe întreaga înălțime a clădirii, între etajele 1 și 18 (inclusiv), nu e conformă. Performanța transferului termic pentru sticla Diamond de 6 mm, în zona cu geam simplu este de 5,7 W/m²K. Pentru a calcula performanța transferului termic pentru sticla Diamond de 8 mm / Air 12 mm / 4,41 mm LAM și LOW-E, în zona cu geam dublupan - geamul specificat COOL LITE SKN 172, ne mai fiind disponibil a fost înlocuit cu COOL LITE SKN 176. Astfel, valoarea coeficientului de transfer termic este 1,5 W/m²K. Factorul solar este 0,38. Dacă panoul dublupan este înlocuit, se poate obține: un coeficient de transfer termic de 1,0 W/m²K și un factor solar sub 0,30.

The inspections covered only certain portions of the facade (approximately 6% of the total surface clad in natural stone). The inventory of natural stone slabs with cracks and/or fractures in the area of the anchoring points on the exterior face can be found in Fig. 4.

Glass facades description (curtain wall)

Glass surface: 8537.77 sq m;
_vision (double pane) –1652 sq m;
_simple pane – 6381.33 sq m;
_individual double-pane windows – 147.6 sq m (ground floor and mezzanine);
_structural area – 356.84 sq m (ground floor and mezzanine);
_total – 8537.77 sq m.

The curtain wall system, from the point of view of the single glazing panel component, does not comply with the provisions of articles 4.21, 5.3.6 and 5.3.8 of NP 102-04 “*Standard for the design and installation of curtain walls to meet the quality requirements provided for by Law no. 10/1995*” nor with the requirements of articles 4.1.5 and 4.1.6 of the NP 135-2013 “*Standard for the design of ventilated facades*”, at the time of the preparation of this documentation due to the following deficiencies:

_ the existence of single-glazed panels equipped with only tempered glass over the entire height of the building between floors 1 and 18 (inclusive) is not compliant. The performance of the thermal transfer glass 6 mm Diamond, in the single glazed area is 5.7 W/m²K. To calculate the performance of thermal transfer glass 8 mm Diamond/ AIR 12 mm/ 4.41 mm LAM and LOWE, in the double-glazed area, with the specific COOL LITE SKN 172 glass, which is no longer available, was replaced with the nowadays COOL LITE SKN 176. Therefore, the value of the heat transfer coefficient is 1.5 W/m²K. The solar factor is 0.38. If the double-pane window is replaced, the following can be achieved: The value of the heat transfer coefficient will be 1.0 W/m²K solar factor less than 0.30.

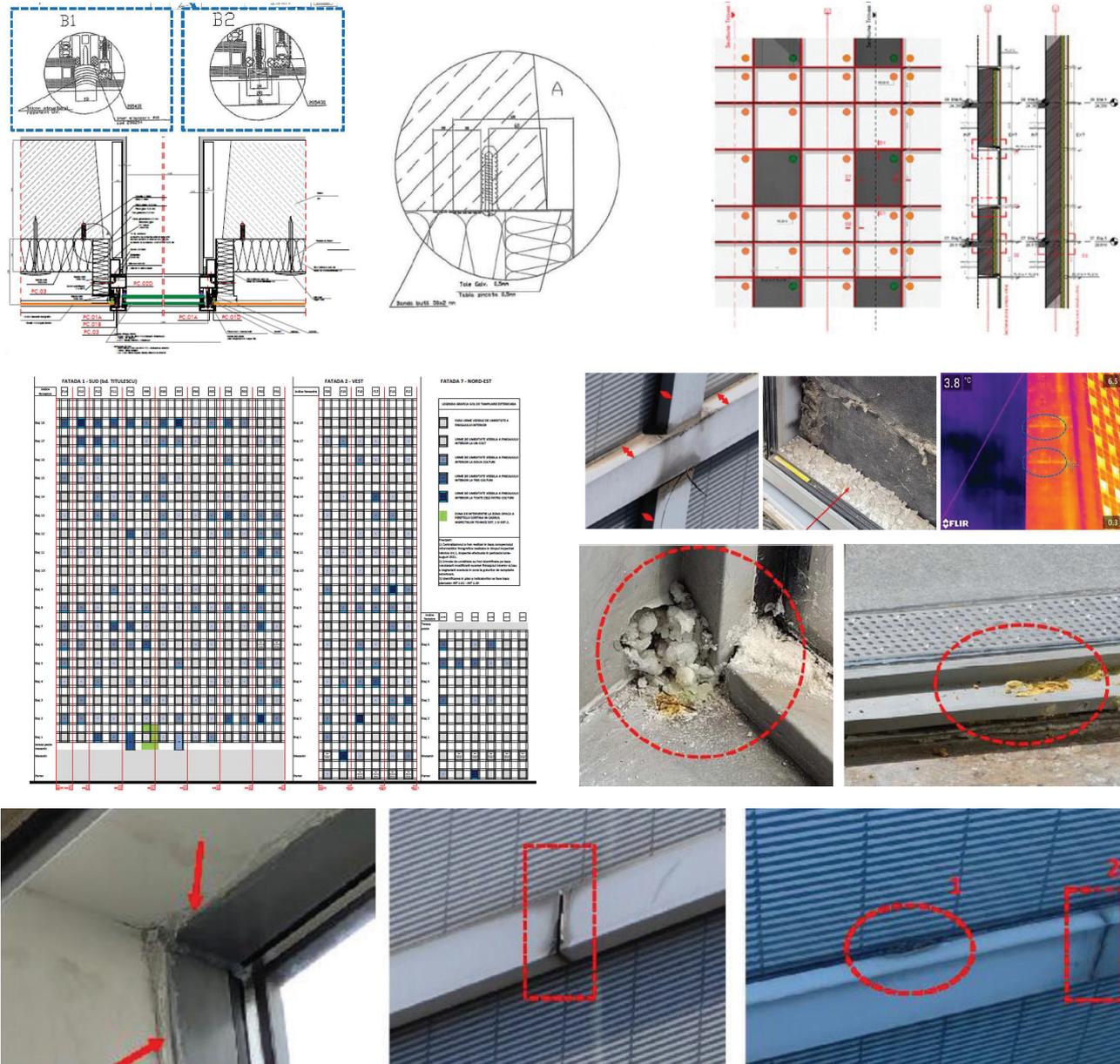


Fig. 5. Deficiențe identificate în fațadele din sticlă/Deficiencies identified in glass facades
 Sursa/Source: arhiva personală/personal archive.

Fațada structurală din sticlă, parter și mezanin, în suprafață de 356,84 mp prezintă:

- _degradare chimică a profilurilor verticale (montanți) la bază (nivel parter), în zona cu trafic intens lângă fațadele cortină;
- _degradare chimică a traverselor de la pardoseală, în zona cu trafic intens;
- _deteriorare chimică a distanțierului din aluminiu situat la nivelul pardoselii, component al panoului dublupan.

Concluziile privind fațada placată cu sticlă au fost prezentate astfel:

- _196 de deschideri exterioare ale tâmplăriei (23%) au prezentat degradări ale finisajelor interioare (cu diferite niveluri de avarie);
- _degradarea finisajelor în zona golurilor de tâmplărie;
- _124 de goluri prezintă degradări doar în zona colțurilor/laterale;
- _56 de goluri prezintă degradări în două colțuri/două laturi;
- _8 goluri prezintă degradări în trei colțuri/trei laturi;
- _8 goluri prezintă degradări perimetrice la toate cele patru colțuri/pe toate cele patru laturi.

În literatura tehnică internațională (Madureira et al., 2017), se menționează următoarele: durata de viață estimativă a componentelor unei clădiri poate fi considerată conform tabelului de mai jos (Tabel 2). Pe baza datelor prezentate în tabel, se pot trage următoarele concluzii tehnice:

- _ Fațada ventilată realizată din panouri de piatră naturală se apropie de sfârșitul duratei minime de viață (20 de ani);
- _Sistemul de fațadă cortină a depășit durata minimă de viață (10 ani);
- _Sistemul de etanșare al clădirii a depășit durata medie de viață (11 ani) și se apropie de durata maximă de viață (20 de ani) - după care este obligatorie o analiză și reabilitare generală.

Structural glass façade, ground floor - mezzanine, in surface of 356.84 sq m, presents the following:

- _chemical degradation of the vertical profiles (uprights) at the base (at floor level), in the area heavy traffic near curtain walls;
- _chemical degradation of the floor joists, in the high traffic area of the walls curtain;
- _chemical damage to the aluminium spacer located at floor level, forming a double-glazed panel, and degradation of the double-glazed panel, a component panel of the curtain wall.

Glass facade deficiencies have been summarized in the following way:

- _196 exterior carpentry openings (23%) showed degradation of their interior finishes (at varying levels of damage);
- _degradation of finishes in the area of carpentry gaps
- _124 holes show degradation only in the corner/side area;
- _56 holes show degradation in the two corner/two side areas;
- _8 holes show degradation in the three corner/three side areas;
- _8 holes show perimeter degradation at all four corners/ on all four sides.

In the international technical literature (Madureira et al., 2017), the following is stated: the estimated service life of a building's components can be considered according to the table below (Table 2). Based on the data presented in the table, the following technical conclusions can be drawn:

- _The ventilated facade made of natural stone panels is approaching the minimum end of its service life (20 years);
- _The curtain wall system has exceeded its minimum service life (10 years);
- _The building's sealing system has exceeded its average service life (11 years) and is approaching the maximum service life (20 years) — after which a thorough review and refurbishment is mandatory.

Table 1 Deficiențe în fațadele din sticlă conform cerințelor fundamentale conform Legii 10/1995 privind „Calitatea în construcții”

Cerința	Criteriu	Descrierea succintă a deficienței	Consecințele deficienței
A1	1	Compromiterea sistemului de contravântuire din cauza coroziunii elementelor de fixare.	* Utilizarea clădirii este afectată.
	2	Compromiterea montanților din cauza degradării chimice.	* Degradare parțială sau totală a fațadei cortină. * Afectarea stabilității anvelopei clădirii.
B1	1	Panou de siguranță cu geam simplu fără tratament laminat la peste 38 m înălțime.	* Afectare locală a fațadei cortină.
	2	Coroziunea elementelor de fixare a profilelor de protecție și deformarea acestora.	* Risc de cădere și rănire. * Afectare locală. * Favorizarea infiltrațiilor de apă în anvelopă.
C	1	Strat de aer ventilat continuu – tuburi Kopex între panouri cu geam simplu.	* Utilizarea clădirii este afectată.
	2	Prezența materialelor cu clasă de reacție la foc B sau inferioară (dibluri PVC și tuburi Kopex din PVC).	* Degradare parțială sau totală a fațadei cortină. * Utilizarea clădirii este afectată. * Degradare parțială sau totală a fațadei cortină.
D	1	Apariția condensului pe suprafețele interioare și favorizarea apariției mucegaiului.	* Degradarea finisajelor și a materialelor anvelopei. * Apariția mucegaiului și a fungilor interiori.
E	1	Degradarea stratului de izolație termică.	* Creșterea consumului de energie pentru asigurarea condițiilor de confort.

Table 1 Deficiency in glass facades according to the fundamental requirements according to Romanian Law 10/1995 on construction quality

Requirement	Criterion	Brief description of the deficiency	Consequences of the deficiency
A1	1	Compromise of the bracing system due to corrosion of fixings.	* Impaired building usability
	2	Compromise of mullions due to chemical degradation.	* Partial or total degradation of the curtain wall. * Impaired stability of the building envelope.
B1	1	Single-glazed safety panel without laminated treatment above 38 m height.	* Local damage to the curtain wall.
	2	Corrosion of protective profile fixings and deformation of protective profiles.	* Risk of falling and injury. * Local damage. * Promotes water infiltration into the envelope.
C	1	Continuous ventilated air layer - Kopex tubes between single panel panels.	* Impaired building usability.
	2	Presence of materials with fire reaction class B or lower (PVC dowels and PVC Kopex tubes).	* Partial or total degradation of the curtain wall. * Impaired building usability. * Partial or total degradation of the curtain wall.
D	1	Appearance of condensation on interior surfaces and promotion of mold growth.	* Degradation of finishes and envelope materials. * Appearance of mold and interior fungi.
E	1	Degradation of the thermal insulation layer.	* Increased energy consumption to ensure comfort conditions.

Tab. 2 Propunere de durată de viață estimativă pentru fiecare element de fațadă (Madureira et al., 2017) / Estimated service life proposal for each facade element (Madureira et al., 2017).

Element	Material	Durată de viață a elementelor clădirii (ani) Service life of the building's elements (years)			
		Minimum	Maximum	Medie Average	Propunere Proposed
Placări / Claddings	Tencuială / Rendering	20	81	50	40
	Vopsea / Paint	4	10	7	8
	Ceramică/ Ceramic	15	57	36	40
	Piatră/ Stone	20	70	45	50
Festre, uși și elemente de protecție Windows, Doors & Protection Elements	Lemn de calitate înaltă High Quality Wood	10	69	40	35
	Aluminium	10	58	34	35
	PVC	10	49	30	35
Cornișe, streșini, cadre uși ferestre / Cornices, Eaves, Etaşări rosturi / Door & Window Frames	Piatră / Stone	20	60	40	50
	Ciment/ beton Cement / Concrete	20	60	40	50
Etaşări rosturi / Joint seals		3	20	11	10
Elemente de fixare/ feronerie uși și ferestre Fastening elements/doors and windows fittings	Oțel galvanizat/ Galvanized Steel	—	—	10	10

Tab. 3 Evaluarea elementelor de anvelopă conform cerințelor fundamentale conform Legii 10/1995 privind calitatea în construcții / Envelope elements evaluations according to the fundamental requirements according to Romanian Law 10/1995 on construction quality

Element de anvelopă evaluat / Evaluated envelope element	Clasificare conform cerinței fundamentale Classification according to fundamental requirement					
	A1	B1	C	D	E	F
1 Zonă anvelopă finisată cu perete cortină* / Envelope area finished with curtain wall*	***	NO	NO	NO	NO	YES
2 Zonă anvelopă finisată cu placare din piatră naturală* / Envelope area finished with natural stone cladding*	***	(NO)	NO	YES	NO	YES
3 Zonă anvelopă cu fațadă cortină structurală la parter și mezanin* / Envelope area with structural curtain wall at the ground floor and mezzanine level*	***	(NO)	YES	YES	NO	YES

Legendă / Legend:

* stratul de beton armat, precum și elementele structurale ale clădirii nu fac obiectul prezentei documentații (n.r. raportul centralizator) de evaluare și încadrare în cerințele fundamentale; / The reinforced concrete layer, as well as the structural elements of the building, are not the subject of the present documentation (i.e., the centralized report) for evaluation and classification according to the fundamental requirements;

*** pentru încadrarea în cerința A1 este necesară realizarea unei expertize tehnice conform prevederilor legale din partea unui expert tehnic atestat M.L.P.A.T. pentru cerința fundamentală A1./ In order to comply with requirement A1, a technical assessment must be carried out by a certified technical expert authorized by the M.L.P.A.T. for the fundamental requirement A1, in accordance with legal provisions.

Conform legislației în vigoare, nerespectarea chiar și a unei singure prevederi legislative privind o cerință fundamentală se consideră că atrage după sine neîndeplinirea integrală a acelei cerințe fundamentale.

În *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, Stewart Brand (1995) definește existența unei clădiri și schimbările prin care aceasta trece, explorând straturile spațio-temporale care o compun. Astfel, conform afirmațiilor lui Brand, fiecare edificiu se bazează pe cinci niveluri care se succed, asemănătoare unor sfere concentrice:

- _Stilul - considerat aproape etern
- _Structura de rezistență - cu o durată de viață între 30 și 300 de ani
- _Elementele de închidere - aproximativ 20 de ani
- _Instalațiile - între 7 și 15 ani
- _Organizarea spațiului interior - aproximativ 3 ani.

Conceptul de intervenție și transformarea fațadelor

Renovarea completă a fațadei clădirii este rezultatul unui proces amplu de proiectare și conceptualizare, în cadrul căruia au fost explorate peste zece soluții distincte pentru a obține un echilibru optim între performanță, estetică și sustenabilitate. Propunerea finală reprezintă o intervenție arhitecturală și tehnică atent rafinată, care urmărește obiective cheie: asigurarea siguranței structurii existente, alinierea la standardele NZEB (clădire cu consum de energie aproape egal cu zero), integrarea naturii în țesutul mineral al amplasamentului, accentuarea expresiei volumetrice a fațadelor și crearea unui reper urban recunoscut.

Fiecare componentă a proiectului final a fost dezvoltată ca răspuns la deficiențele specifice ale anvelopei existente a clădirii, dar și în conformitate cu obiectivele mai largi impuse de evoluția reglementărilor, cerințelor de mediu și

According to the legislation in force, failure to comply with at least one legislative provision regarding the fundamental requirement is considered to mean that the respective fundamental requirement is not complied with in its entirety.

In *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, Stewart Brand (1995) defines the existence of a building and the changes it goes through by exploring the spatio-temporal layers that make up its existence. Thus, according to Brand's statements, each edifice is based on five levels that follow each other, similar to concentric spheres:

- _Style - considered almost eternal
- _Resistance structure - with a duration of life span of 30-300 years
- _Tires - approximately 20 years
- _Installations - approximately 7-15 years
- _Interior space organization - about 3 years.

Intervention Concept and Facades Transformation

The comprehensive renovation of the building's facade is the result of an extensive design and conceptualization process, during which more than ten distinct solutions were explored to achieve an optimal balance between performance, aesthetics, and sustainability. The final proposal is a carefully refined architectural and technical intervention that addresses key objectives: ensuring the safety of the existing structure, aligning with NZEB (Nearly Zero-Energy Building) standards, integrating nature into the mineral fabric of the site, enhancing the volumetric expression of the facades, and establishing a recognizable urban landmark.

Each component of the final design has been developed in response to specific deficiencies in the existing building envelope and broader objectives set by evolving regulatory, environmental, and aesthetic standards. From structural

standardelor estetice actuale. De la îmbunătățiri structurale, la măsuri de eficiență energetică și actualizarea identității vizuale, intervențiile propuse contribuie la transformarea clădirii într-o prezență urbană contemporană, rezilientă și sustenabilă.

Renovarea are ca scop eliminarea mai multor riscuri de siguranță asociate cu anvelopa actuală a clădirii. Aceasta include înlăturarea pericolului de desprindere a plăcilor de piatră existente, înlocuirea acestora cu un sistem de placare din aluminiu compozit, ușor, nedeformabil și rezistent la foc, reducerea riscurilor legate de panourile simple din sticlă ușor casabile prin laminare și abordarea punctelor vulnerabile din sistemul de fațadă cortină. Aceste măsuri contribuie semnificativ la îmbunătățirea integrității structurale și a siguranței utilizatorilor fațadei. Pentru a respecta standardele nZEB, proiectul prevede înlocuirea panourilor termoizolante existente (dublu vitraj) cu panouri triplu vitraj, dotate cu control solar. Panouri fotovoltaice vor fi instalate pe fațadele sudică, estică și vestică pentru a capta energie solară. Izolația termică va fi îmbunătățită prin creșterea grosimii de la 10 cm la 15 cm, ceea ce va îmbunătăți semnificativ performanțele termice ale clădirii. Aceste modernizări se estimează că vor conduce la o reducere de 20% a consumului total de energie, sursele regenerabile urmând să acopere cel puțin 10% din necesarul energetic al clădirii.

Proiectul introduce elemente vegetale în cadrul spațiului mineral al clădirii, prin amenajarea de zone verzi perimetrale, terase vegetale și pereți verzi. Aceste intervenții contribuie nu doar la îmbunătățirea calității imaginii generale, ci și la sustenabilitatea mediului înconjurător.

Fațada revitalizată va evidenția o identitate cromatică și luminoasă distinctivă în cadrul pieței centrale a capitalei, accentuată de un sistem de iluminat nocturn eficient energetic. Panourile media integrate vor îmbunătăți vizibilitatea clienților și vor susține inițiativele de marketing

improvements to energy efficiency measures and visual identity upgrades, the proposed interventions contribute to transforming the building into a contemporary, resilient, and sustainable presence in the urban landscape.

The renovation aims to eliminate several safety risks associated with the current building envelope. This includes removing the hazard of existing stone tiles detachment, replacement with a lightweight, non-deformable, and fire-resistant aluminium composite cladding, mitigating the danger posed by breakable single-glazing panels, and addressing potential failure points within the curtain wall system. These measures significantly improve the structural integrity and user safety of the facade. To meet nZEB standards, the project includes replacing existing double-glazed panels with triple-glazed ones that incorporate solar control technology. Photovoltaic panels will be installed on the south, east, and west facades to harness renewable energy. The thermal insulation will be enhanced by increasing its thickness from 10 cm to 15 cm, significantly improving the building's thermal performance. These upgrades are expected to yield a 20% reduction in overall energy consumption, with renewable sources covering at least 10% of the building's energy needs.

The project introduces greenery into the building's hardscape through the development of perimeter green areas, vegetated terraces, and vertical green walls. These elements not only improve air quality and aesthetics but also contribute to the environmental sustainability of the site.

The revitalized facade will showcase a distinctive chromatic and luminous identity within the city's central square, accentuated by an energy-efficient night-time lighting system. Integrated media panels will enhance client visibility and support targeted marketing initiatives,

direcționat, consolidând prezența clădirii ca reper urban important.

reinforcing the building's presence as a prominent local landmark.

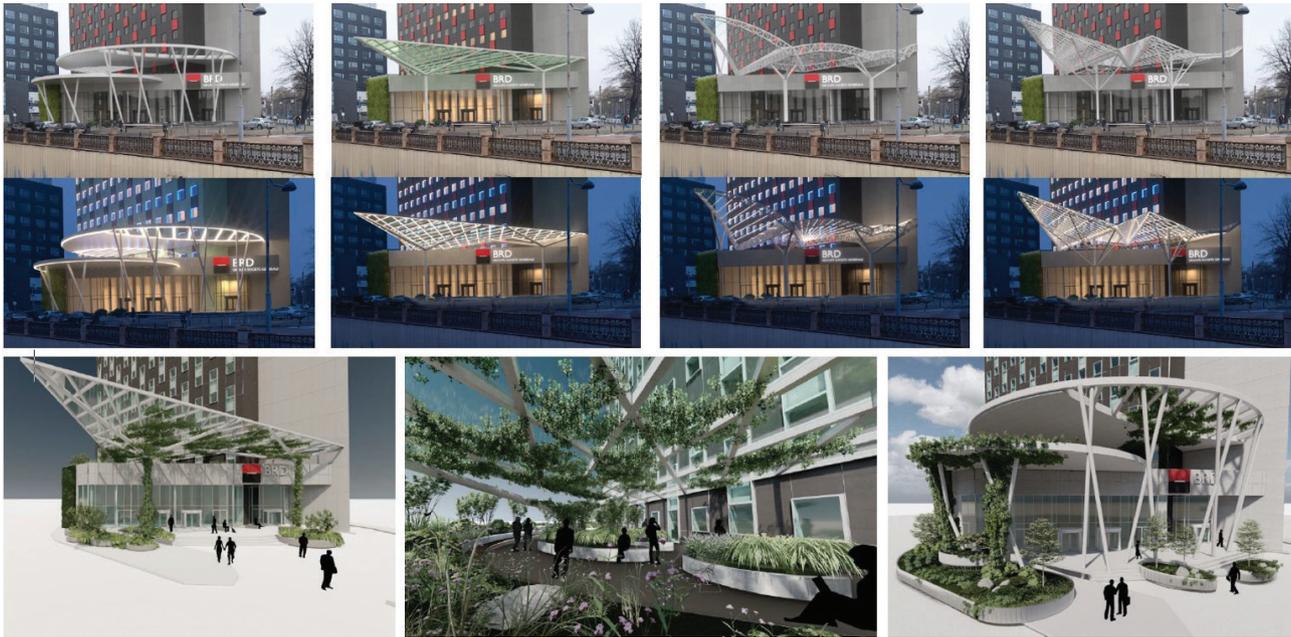


Fig. 6. Structuri metalice înălțate și pergole propuse, structuri verzi, pereți verzi și acoperișuri verzi/Proposed elevated metal structures and pergolas, green structures, green walls, and green roofs. Sursa/Source: arhiva personală/personal archive.

Clădirea a înregistrat un declin constant și cuantificabil al consumului de energie electrică în ultimele două decenii, de la un vârf de 6.881 MWh în 2008 la 3.634 MWh în 2021, ca urmare a unor intervenții strategice precum modernizarea BMS (sistem de management al clădirii), înlocuirea corpurilor de iluminat cu LED și instalarea unor sisteme inteligente de contorizare. Aceste măsuri au optimizat performanța operațională și au creat baza pentru îmbunătățiri suplimentare, cerute de standardele moderne de eficiență energetică.

Renovarea propusă urmărește alinierea clădirii la cele mai recente directive europene, în special Directiva (UE) 2023/1791 și pachetul Fit for 55, care impun reduceri semnificative ale consumului de energie și emisiilor până

The building has demonstrated a consistent and measurable decline in electricity consumption over the past two decades, from a peak of 6,881 MWh in 2008 to 3,634 MWh in 2021, driven by a series of strategic interventions including the BMS upgrade, LED lighting replacements, and intelligent metering systems. These measures have not only optimized operational performance but have laid the groundwork for further enhancements required by contemporary energy efficiency standards.

The proposed renovation aims to align the building with the latest European directives, particularly Directive (EU) 2023/1791 and the Fit for 55 packages, which collectively mandate significant reductions in energy consumption

în 2030. Strategia de eficiență energetică este structurată pentru a atinge și depăși pragurile minime de performanță prevăzute în Legea 372/2005 și MC 001-2022, axându-se pe două principii de bază:

and emissions by 2030. The energy efficiency strategy is structured to meet and exceed the minimum performance thresholds outlined in Law 372/2005 and MC 001-2022, focusing on two core principles:

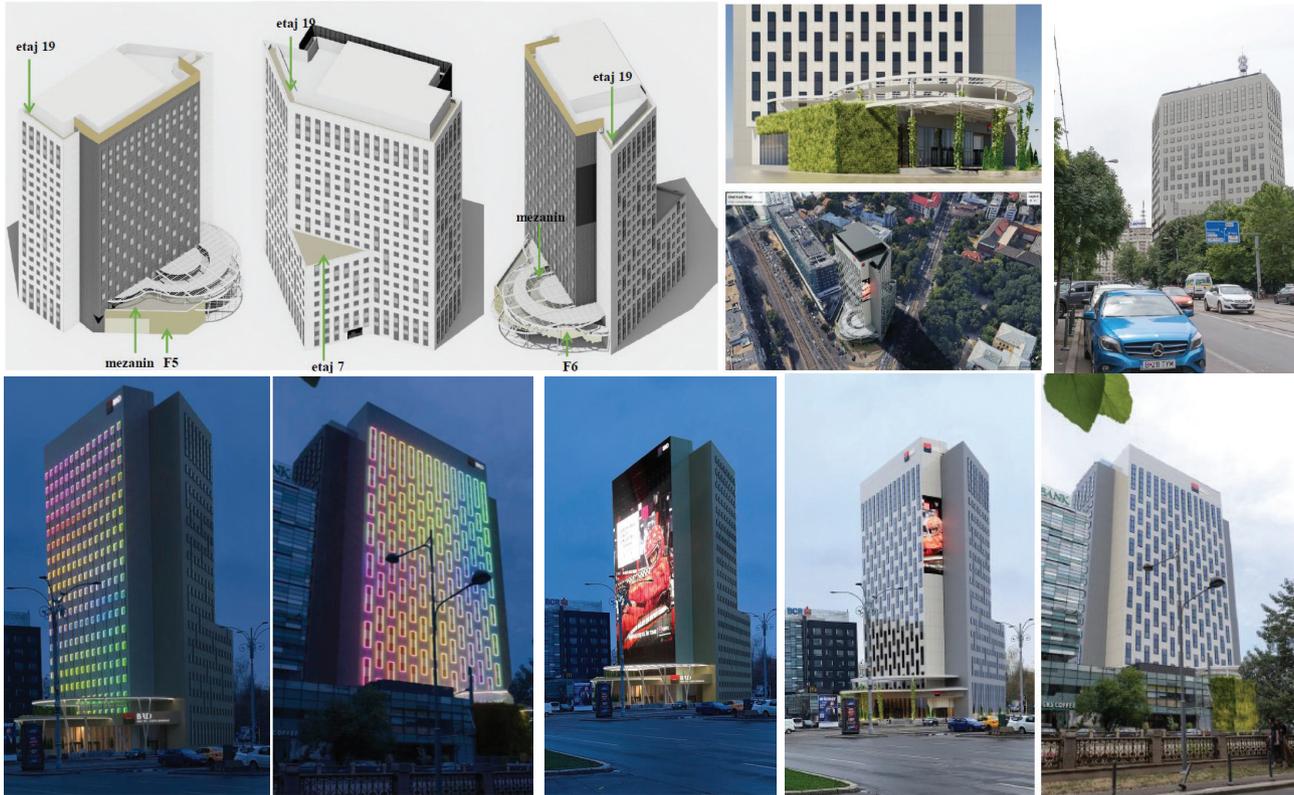


Fig. 7. Fațadă cu panouri compozite din aluminiu pe zonele opace și sticlă triplă în deschideri/Facade with aluminium composite panels on solid sections and triple-glazed glass in openings. Sursa/Source: arhiva personală, Google maps/personal archive, Google maps.

_Reducerea cererii de energie primară: Se estimează o scădere cu 20% a consumului energetic prin îmbunătățirea izolației termice (de la 10 cm la 15 cm) și utilizarea panourilor triplu-pan cu control solar, reducând consumul anual de la 4.337 MWh la aproximativ 3.469,6 MWh;

_Integrarea surselor de energie regenerabilă: Conformarea cu cerința de a produce cel puțin 10% din energia totală din surse regenerabile va fi asigurată prin instalarea de panouri fotovoltaice pe pergole. Acestea vor genera un

_Reduction in primary energy demand: A 20% decrease in energy consumption through improved thermal insulation (from 10 cm to 15 cm) and triple-glazed panels with solar control is projected to lower the annual consumption from 4,337 MWh to approximately 3,469.6 MWh;

_Integration of renewable energy sources: Compliance with the requirement to generate at least 10% of total energy from renewable sources will be ensured by installing photovoltaic panels on pergolas. These installations will

aport estimat de 353,87 MWh/an, depășind ușor ținta minimă de 10%. Aceste intervenții nu doar că demonstrează conformitatea cu politicile energetice europene, dar și poziționarea strategică a clădirii ca o clădire NZEB (cu consum de energie aproape zero). Trecerea la o izolație mai performantă, integrarea energiei regenerabile și gestionarea inteligentă a sistemelor contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și a costurilor operaționale, promovând responsabilitatea ecologică și sustenabilitatea pe termen lung.

Concluzii

Evaluarea tehnică a fațadelor Turnului Sediului Central BRD evidențiază provocările persistente în întreținerea și reabilitarea clădirilor de birouri vechi din România. Deficiențele identificate, precum fisurarea și desprinderea materialelor din plăcile de piatră naturală, sunt conforme cu observațiile din literatura de specialitate privind vulnerabilitatea elementelor de fațadă în fața problemelor de montaj și a factorilor de mediu (Madureira et al., 2017). Aceste constatări sunt susținute de studii de caz din România, în special lucrarea recentă a lui Șerban et al. (2024) privind reabilitarea clădirilor de patrimoniu, care arată că intervențiile direcționate asupra fațadelor – precum înlocuirea sticlei la ferestre și izolarea podurilor – îmbunătățesc semnificativ eficiența energetică și reduc costurile de operare.

Abordarea de reabilitare propusă pentru Turnul BRD, prin integrarea sistemelor vitrate performante și modernizarea sustenabilă a anvelopei conform standardelor NZEB, reflectă accentul tot mai mare din practica românească de echilibrare a conformării arhitecturale cu cerințele moderne de eficiență energetică și siguranță. Această abordare este în conformitate cu politicile naționale, inclusiv Legea nr. 372/2005, care vizează creșterea performanței energetice a fondului construit existent. Adăugarea panourilor media digitale pe fațadă ilustrează, de asemenea, o tendință inovatoare spre elemente arhitecturale multifuncționale

yield an estimated 353.87 MWh/year, slightly exceeding the mandatory 10% target. These interventions not only demonstrate compliance with EU energy policy, but also strategically position the building as an nZEB-compliant (Nearly Zero-Energy Building) structure. The shift toward higher insulation performance, renewable energy integration, and intelligent system management contributes to reducing greenhouse gas emissions and operational costs, while promoting environmental responsibility and long-term sustainability.

Conclusions

The technical evaluation of the BRD Headquarters Tower facades highlights persistent challenges in the maintenance and retrofitting of aging office buildings within the Romanian context. The identified deficiencies, including cracking and material displacement of natural stone slabs, align with established observations in the literature regarding the vulnerability of facade elements to installation issues and environmental stressors (Madureira et al., 2017). These findings correspond with Romanian case studies, notably the recent work by Șerban et al. (2024) on heritage building retrofits, which demonstrate that targeted facade interventions, such as window glass replacement and attic insulation, significantly improve energy efficiency and reduce operational costs.

The retrofit approach proposed for the BRD Tower, integrating advanced glazing systems and sustainable envelope upgrades aligned with NZEB standards, reflects a growing emphasis in Romanian building practice on balancing architectural conservation with modern energy and safety requirements. This approach is consistent with national policies, including Law no. 372/2005, aimed at enhancing the energy performance of the existing building stock. The addition of digital media panels to the facade further illustrates an innovative trend toward multifunctional architectural elements that enhance

care îmbunătățesc identitatea urbană și servesc scopuri de marketing. Totuși, acoperirea limitată a inspecției directe – care a vizat doar o fracțiune din suprafața extinsă a fațadei, din cauza constrângerilor logistice și de timp – subliniază o provocare majoră atât în practica românească, cât și la nivel internațional. Această limitare evidențiază nevoia critică de a avansa metodologiile de diagnosticare, prin instrumente precum BIM integrat cu evaluarea ciclului de viață (LCA) (Palumbo et al., 2020), pentru a permite o planificare completă și bazată pe date a lucrărilor de întreținere. Privind spre viitor, adoptarea unor reglementări standardizate de întreținere proactivă, susținute de tehnologii robuste de monitorizare și diagnostic, va fi esențială pentru actorii din domeniul construcțiilor din România. Astfel de reglementări vor contribui la prelungirea duratei de viață a fațadelor, la îmbunătățirea performanței clădirilor și la atingerea obiectivelor naționale și europene privind sustenabilitatea.

Concluziile acestui studiu, împreună cu lecțiile extrase din proiecte similare analizate în România, cum este cel prezentat de Șerban et al. (2024), oferă un ghid valoros pentru viitoarele intervenții de reabilitare, promovând un parc de birouri mai sigur, mai eficient energetic și mai coerent vizual în mediul urban românesc.

urban identity while serving technical purposes. However, the limited scope of direct inspection, which covers only a fraction of the extensive facade area due to logistical and time constraints, illustrates a significant challenge faced in Romanian practice and internationally. This limitation underscores the critical need to advance diagnostic methodologies, incorporating tools such as BIM integrated with Life Cycle Assessment (Palumbo et al., 2020), to enable comprehensive, data-driven maintenance planning. Looking ahead, adopting standardized, proactive maintenance frameworks supported by robust monitoring and diagnostic technologies will be essential for Romanian stakeholders. Such frameworks will help extend facade service life, improve building performance, and contribute to national and European sustainability objectives.

The findings of this study, alongside similar Romanian projects as the one analysed by Șerban et al. (2024), offer valuable guidance for future retrofitting efforts, fostering safer, more energy-efficient, and visually coherent urban environments across Romania's aging office building stock.

Referințe / References

- Beasley, K. J. (2012). *Latent Building Facade Failures. Forensic Engineering* 2012. doi:10.1061/9780784412640.097
- Brand, S. (1995). *How buildings learn: What happens after they're built*. Penguin Books.
- Erdly, J. L., & Schwartz, T. A. (2004). *Building Facade Maintenance, Repair, and Inspection* 1444. ASTM International.
- European Commission, 2011. Roadmap to a Resource Efficient Europe (COM/2011/571 final). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels. Available at: [https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com\(2011\)0571_/com_com\(2011\)0571_en.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0571_/com_com(2011)0571_en.pdf)
- Madureira, S., Flores-Colen, I., de Brito, J., & Pereira, C. (2017). *Maintenance planning of facades in current buildings. Construction and Building Materials*, 147, 790–802. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.195>

- Neto, N., & Brito, J. de. (2012). Validation of an inspection and diagnosis system for anomalies in natural stone cladding (NSC). *Construction and Building Materials*, 30, 224–236. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.032>
- Palmer, D. (2006). *Maintenance planning and scheduling handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Palumbo, E., Soust-Verdaguer, B., Llatas, C., & Traverso, M. (2020). How to Obtain Accurate Environmental Impacts at Early Design Stages in BIM When Using Environmental Product Declaration. A Method to Support Decision-Making. *Sustainability*, 12(17), 6927. <https://doi.org/10.3390/su12176927>
- Silva, L., Flores-Colen, I., Vieira, N., Timmons, A.B., Sequeira, P. (2016). Durability of ETICS and Premixed One-Coat Renders in Natural Exposure Conditions. In: Delgado, J. (eds) *New Approaches to Building Pathology and Durability. Building Pathology and Rehabilitation*, vol 6. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0648-7_7
- Șerban, S. E., Catalina, T., Popescu, R., & Popescu, L. (2024). The Intersection of Architectural Conservation and Energy Efficiency: A Case Study of Romanian Heritage Buildings. *Applied Sciences*, 14(11), 4835. <https://doi.org/10.3390/app14114835>
- Wan, S., Ding, G., Runeson, G., & Liu, Y. (2022). Sustainable Buildings' Energy-Efficient Retrofitting: A Study of Large Office Buildings in Beijing. *Sustainability*, 14(2), 1021. <https://doi.org/10.3390/su14021021>

Legislație

- Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, cu actualizări până în 2002. / Law No. 50/1991 on the authorization of construction works, updated until 2002.
- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, cu actualizări până în 2003./ Law No. 10/1995 on construction quality, updated until 2003.
- P 118/1999. Normativ de siguranță la foc a construcțiilor, aprobat prin Ordinul MLPAT nr. 27/N/1999./ P 118/1999. Fire Safety Code for Buildings, approved by MLPAT Order No. 27/N/1999.
- NP 068-02. Normativ privind proiectarea clădirilor civile din punct de vedere al siguranței în exploatare, aprobat prin Ordinul MLPTL nr. 1576/2002./ NP 068-02. Code on the design of civil buildings with respect to operational safety, approved by MLPTL Order No. 1576/2002.
- P 100/1998. Cod de proiectare seismică / P 100/1998. Seismic Design Code.
- Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor, cu modificările și completările ulterioare / Law No. 372/2005 on the energy performance of buildings, with subsequent amendments.
- Legea nr. 307/2006 privind apărarea împotriva incendiilor, cu modificările și completările ulterioare / Law No. 307/2006 on fire protection, with subsequent amendments.
- GE 032-97. Regulament pentru lucrări de întreținere și reparații la construcții, aprobat prin Ordinul MLPAT nr. 116/N/1997 / GE 032-97. Regulation for maintenance and repair works on buildings, approved by MLPAT Order No. 116/N/1997.
- NP 068-02. Normativ de proiectare a clădirilor civile privind siguranța în exploatare, aprobat prin Ordinul MLPTL nr. 1576/2002 / NP 068-02. Design regulation for civil buildings regarding operational safety, approved by MLPTL Order No. 1576/2002.
- P 100-13. Cod de proiectare seismică – Partea I: Prevederi de proiectare pentru clădiri, aprobat prin Ordinul MDRAP nr. 2465/2013/ P 100-13. Seismic Design Code Part I – Design Provisions for Buildings, approved by MDRAP Order No. 2465/2013.
- NP 135-13. Normativ de proiectare pentru fațade ventilate, aprobat prin Ordinul MDRAP nr. 3415/2013 / NP 135-13. Design Regulation for Ventilated Facades, approved by MDRAP Order No. 3415/2013.
- P 100-3/2019. Cod de proiectare seismică – Partea III: Evaluarea clădirilor existente, aprobat prin Ordinul MDRAP nr. 2834/2019/ P 100-3/2019. Seismic Design Code Part III – Assessment of Existing Buildings, approved by MDRAP Order No. 2834/2019.