



UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN
IAȘI



MANAGEMENTUL UTILIZĂRII MATERIALELOR LOCALE PENTRU CONSTRUCȚII DE LOCUINȚE ÎN MOLDOVA

TEZA DE DOCTORAT

Doctorand: ing. DOINA-CEZARA ALBU

Conducător de doctorat: prof. univ. em. dr. ing. ION ȘERBĂNOIU

IAȘI, 2024

UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI
RECTORATUL

Către

Vă facem cunoscut că, în ziua de _____ la ora _____ în _____, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

**“MANAGEMENTUL UTILIZĂRII MATERIALELOR LOCALE
PENTRU CONSTRUCȚII DE LOCUINȚE ÎN MOLDOVA”**

elaborată de doamna **DOINA-CEZARA ALBU** în vederea conferirii titlului științific de doctor.

Comisia de doctorat este alcătuită din:

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. Conf. univ. dr. ing. Mihai Petru
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași | președinte |
| 2. Prof. univ. em. dr. ing. Ion Șerbănoiu
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași | conducător de doctorat |
| 3. Prof. univ. dr. ing. Radu Sorin Văcăreanu
Universitatea Tehnică de Construcții București | referent oficial |
| 4. Prof. univ. dr. ing. Mircea Rujanu
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași | referent oficial |
| 5. Prof. univ., dr. hab. Ion Rusu
Universitatea Tehnică a Moldovei | referent oficial |

Cu această ocazie vă invităm să participați la susținerea publică a tezei de doctorat.

RECTOR, /

Prof. univ. dr. ing. Dan Cătălin

Secretar universitate,

Ing. Criștina Nagiț



Cuprins

INTRODUCERE	4
1. NECESITATEA ȘI OPORTUNITATEA CERCETĂRII. STADIUL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIU DE CERCETARE	5
1.1. Imperative privind folosirea materialelor locale.....	5
1.2. Stadiul cercetării pe plan intern	5
1.3. Stadiul cercetării în plan extern	6
2. MATERIALE UTILIZATE PENTRU EXECUȚIA CONSTRUCȚIILOR DE LOCUINȚE.....	7
2.1. Materiale de construcții durabile	7
2.2. Materiale de construcții ecologice	9
2.3. Materiale de construcție din pietre naturale.....	12
2.4. Materiale de construcții frecvent utilizate	13
2.5. Materiale de construcții rezistente la foc	17
3. CARACTERISTICI ALE MATERIALELOR FOLOSITE ÎN LUCRĂRI DE ZIDĂRIE DIN MOLDOVA.....	20
3.1. Caracteristicile fizice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie	20
3.2. Caracteristicile mecanice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie	22
3.3. Caracteristicile chimice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie	24
4. SOLUȚII CONSTRUCTIVE PENTRU CONSTRUCȚII DE LOCUINȚE ÎN MOLDOVA	27
4.1. Clasificarea soluțiilor constructive pentru locuințe existente în Moldova	27
4.2. Materiale locale utilizate pentru execuția locuințelor în Moldova	29
4.3. Criterii de evaluare a soluțiilor constructive pentru locuințe în Moldova	30
5. FEZABILITATEA A UNEI SOLUȚII CONSTRUCTIVE CU MATERIALE LOCALE PENTRU LOCUINȚE ÎN MOLDOVA	33
5.1. Caracterizarea tehnică soluțiilor constructive.....	33
5.2. Caracterizarea economică a soluției constructive studiate	35
6. CONCLUZII, RECOMANDĂRI, VALORIFICAREA REZULTATELOR CERCETĂRII	37
6.1. Concluzii, contribuții originale.....	37
6.2. Recomandări privind aplicarea rezultatelor cercetării	39
6.3. Valorificarea cercetării.....	40
BIBLIOGRAFIE.....	42

INTRODUCERE

Actual societatea înaintea cerințe suplimentare față de construcțiile locative, se doresc clădiri ecologice, eficiente din punct de vedere energetic, durabile, cu un aspect frumos și să fie și funcționale.

Implementarea materialelor moderne în construcții se argumentează prin faptul că sunt ecologice, fiabile și durabile, permițând trecerea aerului și fiind ușoare.

În ultimul deceniu constatăm prevalarea creșterii importului de materiale utilizate în construcții față de creșterea producerii / extragerii materialelor locale.

Actual la construcția de locuințe se utilizează preponderent materiale de import deoarece ele sunt mai ușoare. De asemenea, lipsa promovării materialelor locale și marketingul agresiv a materialelor de import, precum și lipsa informării consumatorului final cu privire la avantajele materialelor locale conduc într-un final la sporirea costurilor construcțiilor locative în Moldova.

Managementul utilizării materialelor locale pentru construcții de locuințe în Republica Moldova este important atât pentru dezvoltarea nemijlocită a sectorului prin asigurarea calității și reducerea costurilor, respectiv asigurarea cu spațiu locativ a unui număr mai mare de cetățeni, dar și dezvoltarea industriei materialelor de construcții, a altor domenii conexe care împreună permit stimularea economiei locale și asigurarea dezvoltării durabile a țării. Printre avantajele utilizării materialelor locale putem evidenția și reducerea impactului asupra mediului prin reducerea emisiilor de dioxid de carbon asociate cu transportul materialelor de construcții.

Ipoteza de cercetare rezultă din presupunerea că în Republica Moldova materialele locale, în special blocurile de calcar - cotilețul, corespund standardelor moderne pentru construcțiile locative, fiind utilizat într-o soluție constructivă concretă, poate asigura cerințele de siguranță și confort în locuințe la costuri minime.

Scopul lucrării constă dezvoltarea managementului utilizării materialelor locale pentru construcția de locuințe, în particular a blocului de calcar - cotilețului, prin evaluarea caracteristicilor tehnice a acestuia și argumentarea soluției constructive de zidărie fezabilă tehnic și economic.

Teza de doctorat este structurată în 6 capitole complexe: I. „Necesitatea și oportunitatea cercetării. Stadiul cunoașterii în domeniul de cercetare”, definește necesitatea și oportunitatea cercetării și stadiul cunoașterii tematicii la nivel intern și extern; II. „Materiale utilizate pentru execuția construcțiilor de locuințe” cuprinde identificarea, clasificarea și analiza materialelor utilizate la construcția de locuințe în Moldova; III. „Caracteristici ale materialelor folosite în lucrări de zidărie din Moldova”, cuprinde rezultatele cercetării caracteristicilor fizice, mecanice și chimice a materialelor utilizate în lucrări de zidărie și determinarea, prin încercări de laborator, a caracteristicilor blocurilor de calcar (cotilețul) extrase din diferite zone ale Republicii Moldova; IV. „Soluții constructive pentru construcții de locuințe în Moldova”, sunt identificate și clasificate soluțiile constructive istoric aplicate la construcția de locuințe, analizate schemele constructive utilizate actual de dezvoltatorii din Moldova cu identificarea caracteristicilor materialelor locale utilizate în funcție de soluția constructivă și analiza materialelor de zidărie utilizate la construcția de locuințe; V. „Fezabilitatea a unei soluții constructive cu materiale locale pentru locuințe în Moldova” este demonstrată fezabilitatea tehnică și economică a utilizării blocurilor de calcar – cotilețului în cadrul unei soluții constructive pentru lucrări de zidărie; VI. „Concluzii, recomandări, valorificarea rezultatelor cercetării” cuprinde concluziile, recomandările formulate în urma studiului realizat și valorificări de rezultate.

1. NECESITATEA ȘI OPORTUNITATEA CERCETĂRII. STADIUL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIU DE CERCETARE

1.1. Imperative privind folosirea materialelor locale

În antichitate, oamenii puteau construi case folosind materiale naturale. Pe măsură ce timpul a trecut și vremea s-a înrăutățit, oamenii au fost nevoiți să folosească lemnul în diferite moduri pentru a construi case mai puternice și acoperișuri permanente. Știm că oamenii au început să folosească piatra pentru a construi case în jurul anului 3000 î.Hr. În antichitate, locuitorii Mesopotamiei au început să folosească blocuri de piatră pentru a construi case. De-a lungul timpului, oamenii au început să folosească diferite materiale, precum piatra și metalul, pentru a-și face clădirile mai puternice și mai lungi. De asemenea, deși piatra a fost alegerea lor, lemnul a jucat totuși un rol important în construcția clădirilor, în special în construcția nivelurilor superioare ale clădirilor înalte. În Evul Mediu, oamenii au început să folosească piatra pentru a construi clădiri foarte importante precum biserici și palate. De asemenea, au început să folosească un nou material numit sticlă, care era foarte important pentru clădiri. În timpul Renașterii, oamenii au început să folosească un tip de material numit cărămidă în loc de piatră. Cărămizile au devenit foarte populare și au fost folosite pentru a construi multe structuri interesante, cum ar fi marea cupolă a Catedralei din Florența. De asemenea, au început să folosească betonul pentru a proteja clădirile și a le face frumoase. Pe lângă cărămizi, oamenii au început să folosească metale precum fierul și oțelul pentru a construi clădiri. Au folosit și beton armat, care a devenit mai puternic în timp. Utilizarea podelelor speciale în clădiri a făcut posibilă crearea unor structuri foarte mari și impresionante. Burj Khalifa din Dubai a atins o înălțime de 829 de metri, la doar 130 de ani după ce a fost construit primul zgârie-nori. Există o cerere în creștere pentru structuri autoportante și rezistente la cutremur, inclusiv materiale de construcție ecologice care asigură durabilitatea.

Analizând istoria materialelor locale în Republica Moldova, s-au identificat case realizate din lut bătut, blocuri de lut (lampaci), lut pe schelet din lemn cu împletituri de nuiele, lemn, chirpici, piatră brută, blocuri de calcar (cotileț) și cărămidă.

Materialele locale au trecut pe plan secundar inclusiv blocurile de calcar - cotilețul, care pot fi extrase din 59 mine, dintre care 44 sunt exploatare, 2 sunt pregătite pentru exploatare și 13 sunt în rezervă (Doina-Cezara, 2021). Prin utilizarea blocurilor locale de calcar poate fi susținută economia locală (inclusiv păstrarea locurilor de muncă), se pot reduce emisiile de CO₂ și menține sustenabilitatea și reduce impactul negativ asupra mediului. Blocurile de calcar sunt extrase și utilizate pentru realizarea pereților clădirilor, iar praful rămas poate fi utilizat în calitate de aditiv în mortare. Legislația din Republica Moldova permite utilizarea blocurilor de calcar - cotilețului în urma testării de laborator cu condiția corespunderii standardelor SM EN cu privire la pietrele naturale. Folosirea materialelor locale în construcție de locuințe în Republica Moldova este benefică din punct de vedere economic, ecologic și social.

1.2. Stadiul cercetării pe plan intern

Subiectul managementului materialelor locale de construcții în Moldova nu a fost abordat nici la nivel național nici internațional. Tematica materialelor locale și tradiționale a fost abordată de către cercetători din Franța, Egipt, Slovacia, Ghana, China, Nigeria, Brazilia și Palestina. La nivel național studii nu au fost depistate, ce ține de nivelul internațional au fost identificate un șir de stu-

dii asupra calcarului. Cercetătorii au efectuat studii asupra proprietăților și caracteristicilor tehnice a calcarelor din Egipt, Turcia, China, Iran și altele. De asemenea, au fost efectuate studii asupra pulberii de calcar ce este folosită în ciment, mortare, betoane și tencuieli. Ce ține de calcarul din Moldova acesta posedă caracteristici diferite, însă studii nu au fost publicate pentru a putea fi efectuate comparații.

Pe motiv că blocurile de calcar din Moldova diferă față de blocurile de calcar din alte țări, nu este posibil a realiza o comparație a caracteristicilor tehnice a materialelor. În Moldova se regăsesc blocuri de calcar din oolite și scoici, pe când în alte țări compoziția diferă. Cercetarea se va axa pe materialul local - bloc de calcar (cotileț), ce va fi analizat din punct de vedere fizic, mecanic și tehnic.

1.3. Stadiul cercetării în plan extern

Un număr mare de experți în domeniul construcțiilor consideră că materialele de construcție locale reprezintă o bună alternativă în construcția de locuințe și că utilizarea lor va contribui la ameliorarea deficitului de locuințe din țările în curs de dezvoltare, reducând astfel importurile și costurile totale. Cu toate acestea, nu au existat comparații empirice intensive ale costurilor între materialele de construcție fabricate la nivel local și așa-numitele materiale de construcție importate pentru a stabili diferența reală de costuri. Un alt argument similar este că așa-numitele materiale locale se compară favorabil cu materialele de construcție importate.

Realizând o analiză a cercetărilor în domeniul de studiu din ultimii 5 ani, s-au depistat un șir de cercetări axate pe materiale de construcție locale, precum în 2019, Rashmi Manandhar, Jin-Hee Kim și Jun-Tae Kim au abordat tema „*Sustenabilitatea ecologică, socială și economică a bambusului și a materialelor de construcție pe bază de bambus în clădiri*” (Manandhar et al., 2019) unde s-au axat pe utilizarea materialului local și efectul său asupra sustenabilității clădirilor. Cercetătorii Ahmet Vefa Orhon și Müjde Altin, în 2019, au pus accent pe utilizarea bambusul, pământul bătut, baloți de paie, pluta în construcția caselor de locuit, capitolul din cartea Environmentally-Benign Energy Solutions având denumirea „*Utilizarea de materiale de construcție alternative pentru construcții durabile*” (Orhon & Altin, 2020). Cercetătorii Mohamed A.B. Omer și Takafumi Noguchi, în același an au abordat tematica „*Un cadru conceptual pentru înțelegerea contribuției materialelor de construcții la realizarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD)*” (Omer & Noguchi, 2020), unde au pus accent pe utilizarea materialelor naturale ce duc la realizarea celor 13 obiective din 25 a ODD 2030.

Studiile asupra pietrei de calcar au început încă din antichitate când acest material natural era utilizat pe scară largă pentru ridicarea edificiilor ce au devenit în zilele noastre minuni ale lumii.

Primul brevet a fost înregistrat 2015 în Australia de către Murphy Martin Daniel cu titlul *Blocuri de calcar reconstituite*. Un alt brevet intitulat *Metoda de fabricare a materialelor din calcar pentru zidărie* a fost prezentat în 2018.

Pentru început, efectuarea cercetărilor asupra materialelor locale în Republica Moldova permite identificarea și explorarea resurselor naturale care sunt ușor disponibile în țară. În plus, utilizarea resurselor locale poate juca un rol catalizator în stimularea creșterii și prosperității economiei locale, precum și în sprijinirea entităților economice din Republica Moldova. Pentru a rezuma, cercetarea materialelor locale din Republica Moldova are o importanță imensă în valorificarea eficientă a resurselor naturale abundente, susținerea economiei locale și protejarea mediului.

2. MATERIALE UTILIZATE PENTRU EXECUȚIA CONSTRUCȚIILOR DE LOCUINȚE

2.1. Materiale de construcții durabile

În mare parte un ciclu de viață a unui material ce este folosit în construcție este compus din 3 faze: Pre-construcție; Construcție; și Post-construcție, fiind exemplificat în figura 2.1.

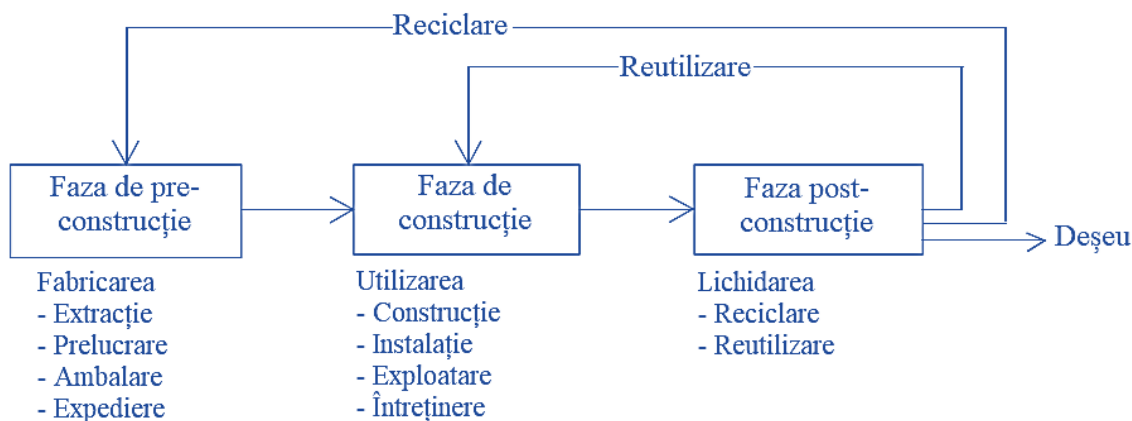


Figura 0.1. Trei faze ale ciclului de viață al materialelor de construcție

Faza de pre-construcție descrie procesul de producție și de livrare a unui material până la punctul de punere în operă. Înțelegerea impactului asupra mediului în faza premergătoare construcției va conduce la o selecție înțeleaptă a materialelor de construcție. Metodele de procurare a materiilor prime, procesul de fabricație în sine și distanța dintre locul de fabricație și șantierul de construcție au toate consecințe asupra mediului. Conștientizarea originii materialelor de construcție este esențială pentru înțelegerea impactului colectiv al acestora asupra mediului atunci când sunt exprimate sub forma unei clădiri. Materiile prime de bază pentru materialele finite pentru construcții, fie că este vorba de pereți de beton sau de membrane pentru acoperișuri, sunt obținute prin extragerea sau recoltarea re-surselor naturale. Extracția de materii prime, fie că provin din surse regenerabile sau finite, este în sine o sursă de daune ecologice grave. Teoretic, materialele recoltabile, cum ar fi lemnul, sunt resurse regenerabile, pot fi obținute cu mai puțină devastare a ecosistemelor lor.

Faza de construcție începe în momentul asamblării materialului într-o structură, include întreținerea și repararea materialului și se prelungește pe toată durata de viață a materialului în interiorul sau ca parte a clădirii. Selectarea materialelor de construcție pentru reducerea deșeurilor de construcție și a deșeurilor care pot fi re-ciclate este esențială în această fază a ciclului de viață al clădirii. Expunerea pe termen lung la anumite materiale de construcție poate fi periculoasă pentru sănătatea ocupanților unei clădiri.

Din punctul de vedere al proiectantului, poate că *faza post-construcție* cea mai puțin luată în considerare și cea mai puțin înțeleasă din ciclul de viață al clădirii are loc atunci când durata de viață utilă a clădirii sau a materialului a fost epuizată. Materialele degradabile pot produce deșeuri toxice, singure sau în combinație cu alte materiale. Reutilizarea adaptivă a unei structuri existente conservă energia care a fost folosită pentru materialele și construcția acesteia. Energia încorporată în construcția clădirii în sine și în producția acestor materiale va fi irosită dacă aceste "resurse" nu sunt utilizate în mod corespunzător.

Materialele de construcții durabile pot fi clasificate în mai multe categorii, în funcție de criteriile de durabilitate luate în considerare. Dacă analizăm materialele de construcții durabile după natura lor, ele se împart în materiale naturale și artificiale. Materialele artificiale sunt compuse din

amestecuri de materii prime naturale cu aditivi chimici. Există și alte materiale și tehnologii ecologice în domeniu, care pot reduce amprenta de carbon și impactul asupra mediului înconjurător, iar ce ține de materialele artificiale există multe alte opțiuni disponibile pe piață, fiecare având proprietăți specifice în funcție de nevoile proiectului de construcție.

Unele materiale pot rămâne funcționale, dar devin învechite din cauza schimbării stilurilor și preferințelor sau a îmbunătățirii produselor mai noi, în timp ce altele pot avea o durată de viață scurtă din cauza utilizării intensive.

Zidăria este una dintre cele mai rezistente componente ale unei case. Șemineele, coșurile de fum și cărămizile de fațadă pot dura toată durata de viață a unei case. Acoperișurile din zonele care se confruntă cu fenomene meteorologice severe, cum ar fi grindina, tornadele și/sau uraganele, pot avea, de asemenea, o durată de viață mai scurtă decât în mod normal, în general, sau pot suferi daune izolate care necesită reparații pentru a asigura durata de viață a materialelor din jurul acoperișului. Este posibil ca unele componente exterioare să necesite protecție prin vopsele sau materiale de etanșare adecvate, precum și întreținere periodică. De asemenea, în timp ce elementele fațadei bine întreținute și nedeteriorate pot dura mult timp, conexiunile lor sunt cele care tind să cedeze, astfel încât se recomandă cu insistență inspecția și întreținerea sezonieră.

Materialele de construcție durabile și sustenabile sunt esențiale pentru reducerea impactului asupra mediului și promovarea unei construcții mai responsabile din punct de vedere ecologic. Toate aceste materiale de construcție contribuie la reducerea amprentei de carbon a construcției și la crearea unui mediu construit mai durabil și sănătos pentru oameni și mediu.

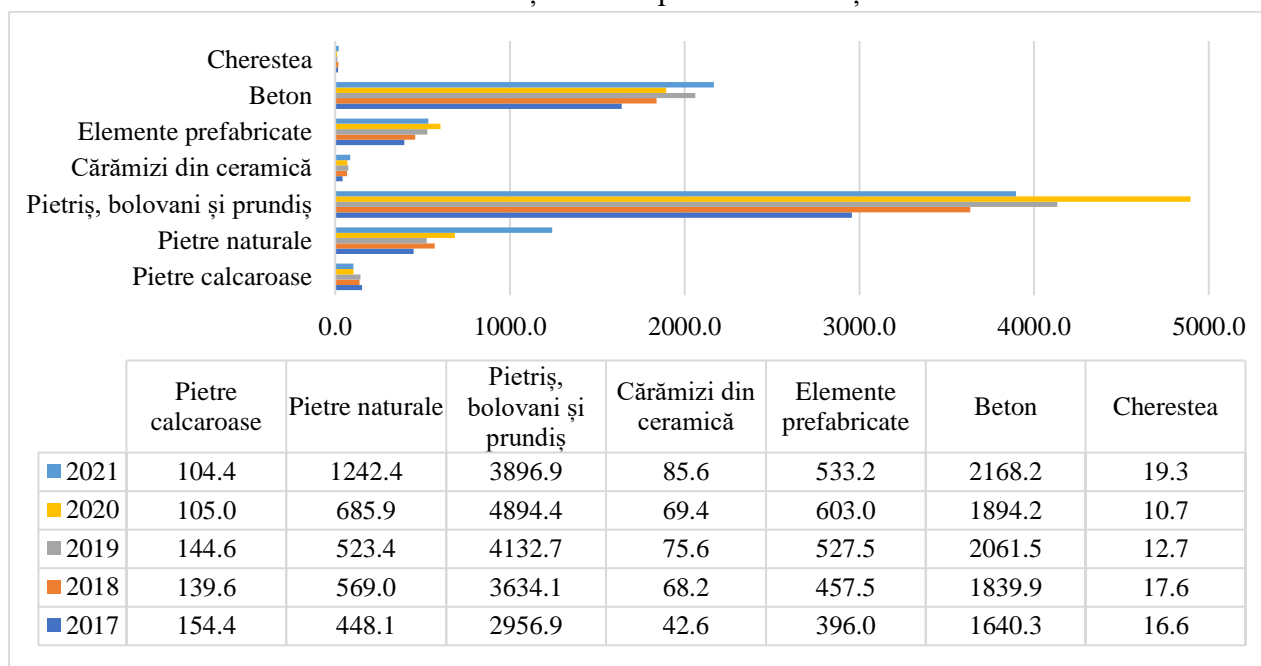


Figura 0.2. Producția materialelor durabile în Republica Moldova

Producția și vânzările materialelor de construcție durabile poate include informații despre evoluția pieței a acestor materiale, fiind prezentat în figura 2.2 și 2.3. Analizând figurile se observă un decalaj al volumului de producție de materiale durabile de la an la an și o tendință constantă de creștere a prețurilor pentru producerea lor.

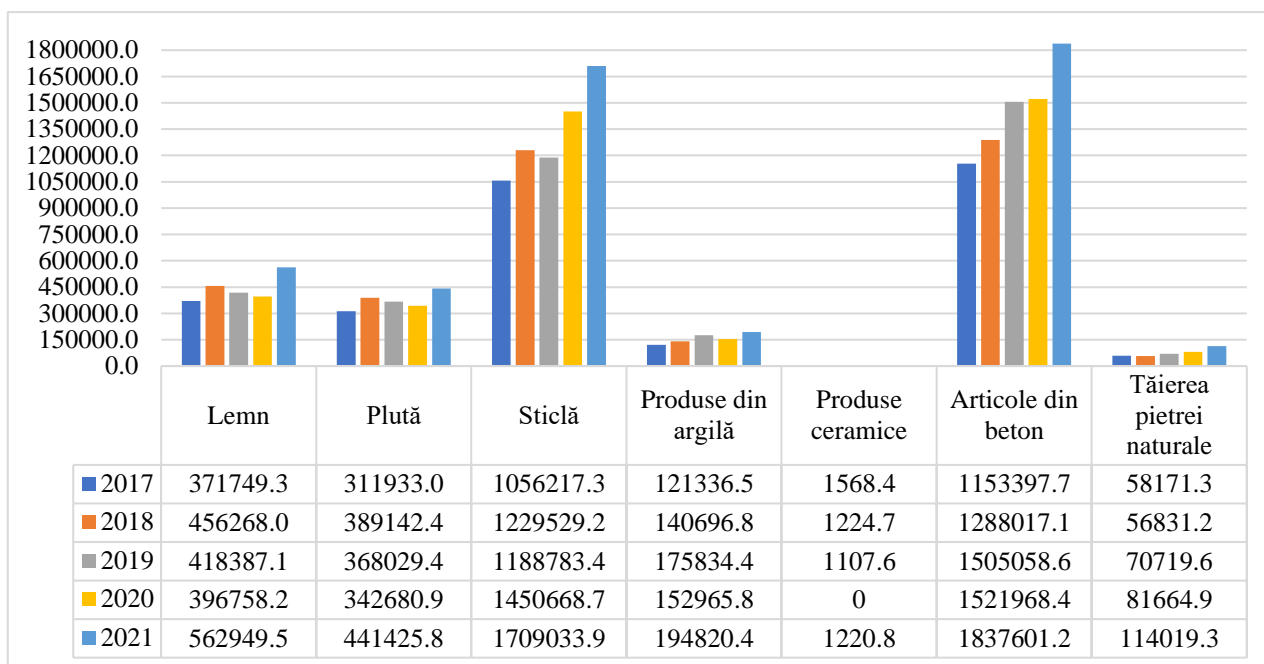


Figura 0.3. Valoarea materialelor fabricate în Republica Moldova, mii MDL

Utilizarea materialelor de construcție durabile în diferite tipuri de construcții este esențială pentru obținerea unei construcții rezistente, sigure și sustenabile. De asemenea, utilizarea izolației din fibre naturale, cum ar fi lemnul de cânepă sau celuloza, care oferă o izolație termică excelentă și contribuie la reducerea consumului de energie. Precum și utilizarea acoperișurilor verzi, care sunt formate din straturi de sol și plante și oferă izolație suplimentară, reduc absorbția de căldură și optimizează eficiența energetică a clădirii. Pe lângă aceste exemple, există și alte modalități de utilizare a materialelor de construcție durabile în diferite tipuri de construcții. În general, este important să se aleagă materiale cu un impact scăzut asupra mediului și care să fie rezistente și durabile, pentru a asigura o construcție de calitate și sustenabilă.

Există mai multe beneficii asociate cu utilizarea materialelor de construcție durabile. În plus, materialele durabile au capacitatea de a fi reciclate, reutilizate sau compostate, ceea ce duce în cele din urmă la o reducere atât a deșeurilor, cât și a nivelurilor de poluare. De asemenea, materialele de construcție durabile sunt proiectate special pentru a avea o durată de viață extinsă și o rezistență sporită împotriva diferiților factori care cauzează degradarea. Ca rezultat, clădirile construite cu aceste materiale vor necesita mai puține reparații și înlocuiri în timp, ceea ce duce în cele din urmă la economii substanțiale de costuri pe termen lung. Utilizarea materialelor de construcție durabile joacă un rol crucial în creșterea eficienței energetice a structurilor. Utilizarea materialelor de construcții durabile este esențială pentru a atinge obiectivele de dezvoltare sustenabilă. Aceste materiale oferă multiple avantaje, contribuind la protejarea mediului, la economii de costuri și la crearea de spații de locuit sănătoase și durabile.

În Republica Moldova categoria de materiale locale durabile utilizate în construcții cuprinde: blocuri de calcar - cotileț, cărămida, betonul, piatra brută (piatră, pietriș, prundiș).

2.2. Materiale de construcții ecologice

Materialele de construcție ecologice sunt cele care utilizează în mod optim resursele, produc un minim de deșeuri și sunt sigure pentru mediu și pentru oameni. În ultima jumătate de secol, odată cu ritmul rapid de urbanizare la nivel mondial, găsirea materiilor prime și a energiei pentru producerea materialelor de construcție și absorbția deșeurilor rezultate din producția, utilizarea și eliminarea acestora au devenit probleme globale presante. Un exemplu foarte vizibil este gradul fără

precedent de despădurire care are loc la nivel mondial pentru a produce lemn pentru construcții. Deoarece toate industriile producătoare de materiale de construcții sunt consumatoare de materii prime și de energie și produc un anumit grad de deșeuri, acestea reprezintă ținte importante la nivel mondial pentru îmbunătățirea eficienței și reducerea poluării mediului. Materialele de construcție prietenoase cu mediul sunt cele care asigură un serviciu și o durată de viață corespunzătoare, cu un nivel minim de întreținere, minimizând în același timp extracția de materii prime, poluarea și energia consumată în timpul fabricării și utilizării, și care au un potențial maxim de reutilizare sau de recuperare a resurselor.

La nivel mondial, peste 27% din totalul recoltării de lemn este dedicat cherestelei, iar marile industrii de materiale de construcții, cum ar fi fabricarea cimentului, sunt mari consumatori de minerale extrase și foarte mari consumatori de energie fosilă. Consumul de oțel pe cap de locuitor este singurul indicator global al principalelor industrii de materiale de construcții care a scăzut ușor în această perioadă. Celelalte industrii majore de materiale de construcții care prezintă interes sunt: cărămida și produsele de zidărie, sticla, metalele neferoase, produsele din fibre minerale și celuloză, produsele din asfalt și membranele din plastic, produsele din ghips, vopselele și acoperiri. Societățile sărace și tradiționale sunt mai predispuse să folosească materiale indigene, deșeuri și metode de construcție a adăposturilor care necesită multă muncă. Unele dintre aceste materiale și metode tradiționale, cum ar fi pereții din pământ stabilizat, pereții din baloți de paie, construcția cu cadre din bușteni și stâlpi și construcțiile din zidărie de piatră, fac acum o mică reparație în țările puternic industrializate, în parte ca o reacție împotriva industrializării metodelor de construcție.

Există două fluxuri principale care trebuie luate în considerare atunci când se selectează materialele ecologice asociate cu construcția pe parcursul funcțiilor ciclului de viață a acesteia. Primul flux este conservarea resurselor finite ale Pământului prin procese de extracție, producție și construcție mai eficiente și prin reducerea deșeurilor. Al doilea flux de considerații de mediu se referă la impactul materialelor și al derivaților acestora asupra ocupanților clădirii, din cauza potențialului lor de a afecta negativ calitatea aerului din interior. Având în vedere că materialele, în diversele lor forme, fac parte integrantă din mediul interior, unde oamenii își petrec aproximativ 90% din timp, rezultă că acestea pot afecta în mod semnificativ calitatea aerului interior și pot genera o serie de riscuri, de la emisii de gaze potențial dăunătoare, până la creșterea expunerii noastre la foc, unde inflamabilitatea și eliberarea de gaze toxice în timpul incendiului pot fi un factor.

Materialele de construcții ecologice sunt materiale care sunt concepute și fabricate pentru a avea un impact minim asupra mediului înconjurător și pentru a promova sustenabilitatea. Aceste materiale sunt selectate pentru a fi durabile, regenerabile, reciclabile și non-toxice. Ele sunt concepute pentru a reduce consumul de energie și resurse naturale în timpul fabricației, utilizării și eliminării lor. Utilizarea acestor materiale contribuie la construirea unor structuri mai sustenabile și la reducerea impactului asupra mediului înconjurător.

Obiectivele de mediu urmărite de profesioniștii din domeniul construcțiilor atunci când selectează materiale, produse, componente și ansambluri în timpul procesului de construcție pot fi rezumate după cum urmează:

- reducerea impactului asupra mediului natural și a biodiversității;
- reducerea utilizării resurselor finite în conformitate cu realizarea unei amprente ecologice durabile;
- să selecteze materiale, produse, componente și ansambluri care îmbunătățesc sănătatea umană și contribuie la o calitate sănătoasă a aerului interior, de exemplu, emisii reduse de CO₂, toxicitate și inflamabilitate în caz de incendiu.

Conform Institutului Național de Științe ale Construcțiilor (SUA), clădirile generează gaze cu efect de seră, respectiv 35% din dioxidul de carbon, 49% din dioxidul de sulf și 25% din oxidul de azot prezent în atmosferă. Din cauza exploatarii excesive, disponibilitatea materialelor naturale se reduce, iar prețurile sunt în continuă creștere. Utilizarea de materiale non-toxice și neconvenționale poate reduce emisiile de CO₂ și dependența de materialele naturale.

Analizând unele materialele de construcții putem trage următoarele concluzii:

- Cărămida este un material de construcție utilizat în mod substanțial pentru a face pereți, pavaje și alte elemente de construcție. Aceste cărămizi au o formă și dimensiuni uni-forme, ceea ce necesită mai puțin mortar pentru lucrările de zidărie și tencuială.
- În general, cărămizile din lut arse în cuptor sunt fabricate din solul agricol fertil superior, astfel încât, în loc să se exploateze solul, cenușa zburătoare este un deșeu industrial provenit de la centralele electrice. Cărămizile fabricate din amestecul de ciment și cenușă zburătoare au fost cu aproximativ 29% mai ușoare, conținutul mediu de apă absorbită a fost cu 18,10% mai mic, iar rezistența la compresiune a fost cu 56,72% mai mare decât cea a cărămizilor din argilă arsă în cuptor. Ceea ce face cărămida din cenușă zburătoare să fie mai ușor de prelucrat, un material verde.
- Oțelul a fost întotdeauna folosit ca material de armare, iar costul oțelului este mult mai mare, ceea ce face ca proiectul să fie mai costisitor.

Materiale ecologice reduc deșeurile și economisesc costurile asociate cu reparațiile și înlocuirile elementelor clădirii. Majoritatea materialelor de construcție ecologice oferă o durabilitate superioară, în parte datorită conținutului ridicat de materiale naturale. Metalul galvanizat ondulat este un alt material de construcție verde durabil, care poate fi reciclat la infinit și care, la propriu, durează o viață întreagă.

Materialele de construcție ecologice ce se includ în categoria - originea naturală, sunt materialele care provin direct din resurse naturale și nu necesită prelucrare intensă. Utilizarea acestor materiale de construcție ecologice după origine naturală poate contribui la reducerea impactului asupra mediului înconjurător, prin reducerea emisiilor de carbon și a poluării asociate cu prelucrarea și producția de materiale sintetice (Vida-Simiti). Categoria reciclarea și regenerabilitatea include materiale de construcție ecologice, care pot fi refolosite sau transformate în alte produse după ce sunt utilizate. Oțelul este un tip de material care poate fi folosit pentru a construi case sau clădiri. După ce o structură de oțel este demolată, oțelul poate fi topit și refolosit în alte proiecte de construcție.

Criteriul - eficiența energetică se referă la materialele care au proprietăți de izolare, contribuind la reducerea consumului de energie pentru încălzire și răcire a clădirii. Există mai multe aspecte ale materialelor de construcție care pot contribui la eficiența energetică a unei clădiri. Materialele de construcție ecologice cu o bună izolație termică pot ajuta la reducerea pierderilor de căldură în sezonul rece și la menținerea temperaturii confortabile în interior, fără a fi nevoie de utilizarea excesivă a sistemelor de încălzire. Materialele de construcție ecologice care pot absorbe și elibera umiditatea în mod natural ajută la menținerea unui mediu sănătos și confortabil pentru ocupanți. Aceste materiale pot contribui la reducerea necesității de a utiliza sisteme de climatizare care consumă energie. De asemenea, materialele de construcție ecologice pot include și sisteme de iluminat eficiente energetic, cum ar fi ferestre cu geamuri termoizolante sau panouri solare pentru producția de energie electrică.

Utilizarea materialelor de construcție ecologice cu o bună eficiență energetică poate contribui la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la protejarea mediului înconjurător. Materialele

ce se includ în categoria durabilitatea și impactul asupra mediului se referă la materialele care au o durată lungă de viață, necesită puțină întreținere și au un impact redus asupra mediului în timpul producției și utilizării lor. Există câteva aspecte cheie care pot fi luate în considerare atunci când se evaluează durabilitatea și impactul asupra mediului al materialelor de construcție ecologice. Materialele de construcție ecologice preferă să folosească materii prime regenerabile și reciclabile, cum ar fi lemnul provenit din silvicul-tură durabilă sau materialele reciclate, în locul materiilor prime neregenerabile sau care necesită extracție intensivă de resurse. Materialele de construcție ecologice încearcă să reducă emisiile de gaze cu efect de seră și consumul de energie în timpul procesului de producție. De asemenea, materialele de construcție ecologice pot fi evaluate și în funcție de durabilitatea lor în utilizare. În plus, materialele de construcție ecologice pot fi reciclabile sau biodegradabile după utilizare.

Există mai multe aspecte ale materialelor de construcție ecologice care pot contribui la îmbunătățirea calității aerului interior. COV-urile (compuși organici volatili) sunt substanțe chimice care pot fi găsite în multe materiale de construcție convenționale și care pot elibera vapori care poluează aerul interior. Materialele de construcție ecologice sunt proiectate pentru a avea emisii reduse de COV, ceea ce ajută la menținerea unui mediu sănătos pentru ocupanți.

Materialele de construcție ecologice încearcă să evite utilizarea acestor substanțe toxice și să ofere un mediu sigur și sănătos pentru ocupanți. De asemenea, materialele de construcție ecologice pot contribui la controlul umidității și la prevenirea dezvoltării mușcăiului și a altor organisme nocive. Prin utilizarea materialelor de construcție ecologice care promovează o calitate bună a aerului interior, se poate crea un mediu sănătos și confortabil pentru ocupanții clădirii.

Materialele de construcții ecologice reprezintă o soluție esențială în lupta împotriva schimbărilor climatice și a degradării mediului înconjurător. Aceste materiale sunt concepute pentru a minimiza impactul asupra mediului și pentru a promova construcții sustenabile și prietenoase cu natura. În primul rând, aceste materiale sunt fabricate din surse regenerabile și reciclabile, reducând astfel consumul de resurse naturale și emisiile de gaze cu efect de seră asociate cu producția de materiale de construcții tradiționale. În al doilea rând, materialele de construcții ecologice sunt non-toxice și sănătoase pentru mediul interior. Utilizarea materialelor de construcții ecologice este esențială pentru a construi un viitor sustenabil. Aceste materiale oferă multiple avantaje, contribuind la protejarea mediului, la economii de costuri și la crearea de spații de locuit sănătoase și eficiente energetic.

2.3. Materiale de construcție din pietre naturale

Materialele de construcție din pietre naturale sunt produse utilizate în construcții, obținute din diverse tipuri de roci naturale, cum ar fi granitul, marmura, travertinul, ardezia, calcarul și multe altele. Pietrele naturale utilizate în construcții pot fi clasificate după mai multe criterii.

Blocurile de calcar - cotilețul sunt cele mai răspândite pe teritoriul Republicii Moldova (tabelul 2.1), (Lungu & Arama, 2012) având 59 de puncte de extragere, dintre care 37 de mine sunt exploatate, 20 de mine în rezervă și 2 mine sunt pregătite pentru exploatare.

Tablelul 0.1. Analiza pietrelor naturale utilizate în construcție din Republica Moldova

Nr. Ord.	Piatră naturală	Puncte de extragere	Exploatat	Rezervă	Pregătit pentru exploatare
1	Blocuri de calcar (cotileț)	59	37	20	2
2	Gresie	19	13	6	
3	Argilit	2	2		
4	Granit	1	1		

Cariera „Mineral” din Republica Moldova a jucat un rol esențial în creșterea și dezvoltarea industriei de extracție a blocurilor de calcar - cotilețul din regiune. Aceste mine contribuie colectiv la industria înfloritoare de extracție a blocurilor de calcar din Moldova (Doina-Cezara, 2021).

Blocurile de calcar - cotilețul din Republica Moldova sunt caracterizate prin aspectul lor masiv și rezistent. Acestea sunt formate din sedimente organogene, precum cojile și scheletele de organisme marine. De exemplu, calcarul extras din cariera din Chișinău este diferit de calcarul extras la Cricova sau la Mileștii Mici. Se poate observa o distincție notabilă între calcarul extras din cariera de la Chișinău și calcarul extras din Cricova sau Mileștii Mici.

Generalizând constatăm că blocurile de calcar - cotilețul din Republica Moldova sunt o opțiune pentru clădirile rezidențiale datorită calității lor, durabilității și aspectului estetic, având culori și texturi diferite oferă astfel o gamă largă de opțiuni pentru proiectele de construcții atât pentru pereți de zidărie cât și pentru placarea fațadelor. Pietrele naturale sunt materiale remarcabile utilizate în construcții datorită caracteristicilor lor unice și beneficiilor pe care le aduc. Pietrele naturale, cum ar fi granitul, marmura, travertinul, ardezia și calcarul, adaugă valoare și eleganță proiectelor de construcții.

Materialele de construcții din pietre naturale reprezintă o opțiune excelentă pentru construcții durabile și estetice. În primul rând, pietrele naturale sunt recunoscute pentru frumusețea și diversitatea lor. În al doilea rând, materialele de construcții din pietre naturale sunt extrem de durabile și rezistente. Această durabilitate face ca pietrele naturale să fie o opțiune excelentă pentru construcții care necesită rezistență și stabilitate pe termen lung. Ele sunt disponibile în mod natural și nu necesită prelucrare intensivă sau aditivi chimici pentru a fi utilizate în construcții. Un alt avantaj al materialelor de construcții din pietre naturale este că acestea oferă o bună izolație termică și acustică. Materialele de construcții din pietre naturale reprezintă o alegere excelentă pentru construcții durabile, estetice și ecologice. Utilizarea pietrelor naturale în proiectele de construcție poate adăuga valoare și rezistență pe termen lung, contribuind la crearea unor spații de locuit sau de lucru deosebite.

2.4. Materiale de construcții frecvent utilizate

Materialele de construcții economice sunt materiale care oferă un raport optim între calitate și cost, fiind accesibile din punct de vedere financiar și potrivite pentru proiectele de construcție cu buget redus. Aceste materiale pot fi produse din resurse naturale sau reciclate și sunt proiectate pentru a fi durabile, rezistente și eficiente din punct de vedere energetic. Ele pot include, de exemplu, cărămizi, beton, lemn, oțel, sticlă sau materiale izolante. Există o varietate de materiale de construcții economice disponibile, care pot fi utilizate în diferite etape ale unui proiect de construcție. Betonul este un material versatil și durabil, utilizat în construcții pentru fundații, pereți, podele și structuri. Lemnul este un material natural, disponibil și accesibil din punct de vedere financiar. Poate fi utilizat pentru construcția de structuri, pereți, plafoane și acoperișuri. Este un material transparent, rezistent și poate contribui la economisirea energiei prin permiterea intrării luminii naturale. Acestea sunt doar câteva exemple de materiale de construcții economice, iar alegerea lor depinde de necesitățile specifice ale proiectului și de bugetul disponibil.

Utilizarea materialelor de construcție alternative cu costuri reduse previne, de asemenea, creșterea costului de construcție din cauza utilizării unor materiale de construcție rare, care în cele din urmă cresc costul proiectului. Utilizarea materialelor locale reduce dependența de transport, a cărui contribuție la costul materialelor de construcție este mare pe distanțe lungi. Utilizarea materialelor de construcție disponibile la nivel local nu numai că reduce costurile de construcție, dar sunt, de asemenea, potrivite pentru condițiile locale de mediu. Iată câțiva factori cheie care pot afecta prețul materialelor de construcție:

- Dacă există o cerere mare pentru un anumit material de construcție și oferta este limitată, prețurile pot crește.
- Costurile de producție ale materialelor de construcție pot varia în funcție de resursele necesare, de tehnologia și de echipamentele utilizate. De exemplu, materialele care necesită procese complexe sau resurse rare pot fi mai costisitoare.
- Costurile de transport pot influența prețul materialelor de construcție, în special în cazul în care ele trebuie aduse de la distanțe mari sau în zone greu accesibile.
- Materialele de construcție de calitate superioară, care oferă proprietăți superioare, precum rezistența la foc, izolarea termică sau durabilitatea, pot avea un preț mai ridicat.
- Calitatea și performanța superioară pot argumenta costurile suplimentare în anumite cazuri.
- Unele materiale de construcție pot fi supuse unor reglementări și standarde specifice, care pot impune cerințe de calitate sau siguranță mai ridicate.

Aceste cerințe pot adăuga costuri suplimentare în procesul de producție sau distribuție a materialelor. Fluctuațiile valorii monedei și inflația pot afecta prețurile materialelor de construcție, în special în cazul în care acestea sunt importate sau depind de resurse externe.

Comparația materialelor de construcție cu cost redus din România și Republica Moldova este destul de dificilă, deoarece prețurile variază în funcție de mulți factori, inclusiv variază de la un furnizor la altul și de la o regiune la alta. Din materialele prezentate mai sus în Republica Moldova sunt produse doar 43%, pe când în România 90% reprezintă materiale de producere autohtonă. În ambele țări pe piața materialelor de construcție există concurența dintre materialele produse local și cele de import.

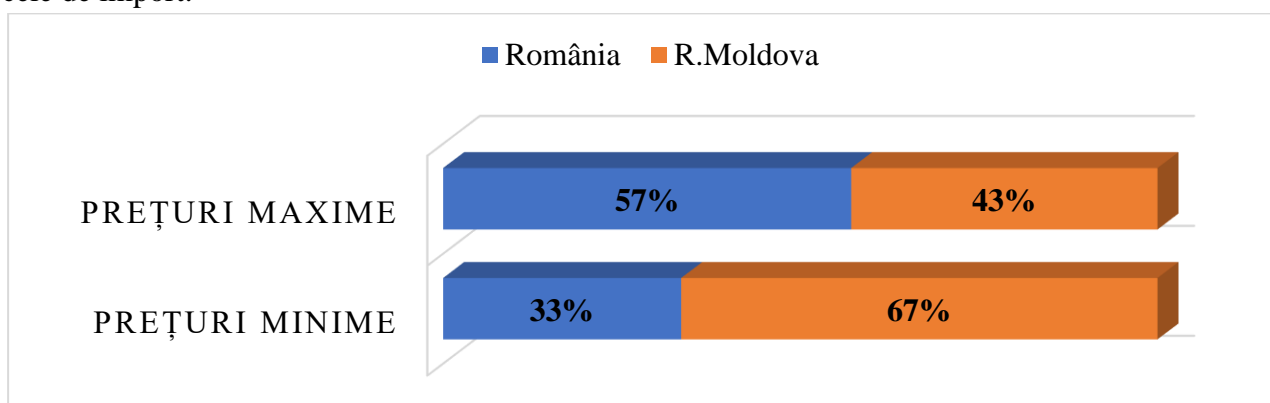


Figura 0.4. Comparația costurilor materialelor de construcție

Potențial interes pentru firmele din România pot prezenta materiale cu prețuri minime în Republica Moldova – 67% din cele analizate (figura 2.4), unele din acestea fiind considerabil mai ieftine. După cum am menționat mai sus cauza costurilor ridicate a materialelor de construcție este importul materialelor analogice și marketingul agresiv a acestora, care sporește concurența pe piața de desfacere din Republica Moldova.

De bază sunt importate 6 categorii de materiale de construcții: Lemn și articole din lemn, cărbune de lemn; Plută și articole din plută; Articole din piatră, ipsos, ciment, azbest, mică sau din materiale similare; Produse ceramice; Sticlă și articole din sticlă; Fontă, fier și oțel.

Analizând lemnul și articole din lemn, precum și cărbune de lemn, există câțiva factori care pot influența costul acestor materiale: lemnul de esență tare, cum ar fi stejarul sau maho-nul, poate fi mai scump decât lemnul de esență moale, cum ar fi pinul sau molidul; lemnul de calitate superioară, fără defecte sau cu textură și culoare uniformă, poate fi mai scump decât lemnul de calitate inferioară; lemnul provenit din surse sustenabile și certificate poate fi mai scump decât lemnul provenit din surse ne sustenabile; lemnul prelucrat și finisat, cum ar fi plăcile laminate sau mobilierul finisat, poate fi mai scump decât lemnul brut.

Analizând indicatorii statistici dinamici pentru cei 7 ani de import în Republica Moldova a lemnului și articolelor din lemn, cărbune de lemn, s-a stabilit un nivel mediu a valorii importului de 107 277.28 mii de USD. De asemenea, sporul absolut de bază al importului de lemn și articole din lemn, precum și a cărbunelui de lemn este în creștere cu 81 087.73 mii de USD în 2021 față de 2015. În dinamica celor 7 ani analizați, importul de lemne și articolele din lemn, cărbune de lemn a crescut de 2,04 ori în 2021 față de 2015, iar de la an la an valoarea importului crește de 1.11 ori. Valoarea absolută de sporire a importului de lemne și articolele din lemn, cărbune de lemn a crescut 77 968.97 mii de USD în cei 7 ani analizați, ce ne permite să constatăm tendința de creștere a importurilor în Republica Moldova.

Următoarea categorie de materiale importate este pluta și articole din plută, există câțiva factori care pot influența costul acestor materiale: produsele de design interior, pot fi mai scumpe decât pluta brută; dacă există o cerere mare pentru pluta și oferta este limitată, prețurile pot crește; costul articolelor din plută poate varia în funcție de utilizarea finală.

Analizând ultimii ani, se poate constata că pluta și articolele din plută au fost importate preponderent din Portugalia unde în 2021 valoarea importului a fost de 2 078 mii de USD, considerabil mai puțin din Franța, Ucraina, Italia și Ungaria. Analizând indicatorii statistici dinamici pentru cei 7 ani de import în Republica Moldova a plutei și a produselor din plută, s-a stabilit un nivel mediu a valorii importului de 3 773.43 mii de USD. De asemenea, sporul absolut de bază al importului de plutei și a produselor din plută este în creștere cu 2 845.29 mii de USD în 2021 față de 2015. În dinamica celor 7 ani analizați, importul plutei și a produselor din plută a crescut cu 2.20 în 2021 față de 2015, iar de la an la an valoarea importului crește de 1.12 ori. Valoarea absolută de sporire a importului plutei și a produselor din plută a crescut cu 2 371.08 mii de USD în cei 7 ani analizați, ce ne permite a confirma tendința de creștere a importurilor în Republica Moldova.

Atunci când sunt analizate articolele din piatră, ipsos, ciment, azbest, mică sau alte materiale similare, costul acestor materiale poate fi influențat de următorii factori: există o varietate de tipuri și calități de piatră, ipsos, ciment, azbest, mică și alte materiale similare disponibile; materialele de calitate superioară, care sunt durabile și rezistente, pot avea un preț mai ridicat decât materialele de calitate inferioară; dacă există o cerere mare pentru aceste materiale și oferta este limitată, prețurile pot crește; costurile de transport pot influența prețul acestor materiale, în special în cazul în care ele trebuie aduse de la distanțe mari sau în zone greu accesibile; distanța și costurile logistice pot adăuga un surplus la prețul final al materialului; materialele care sunt durabile și rezistente la foc pot avea un preț mai ridicat, deoarece oferă proprietăți superioare și pot fi mai căutate pentru utilizări specifice.

Importul articolelor din piatră, ipsos, ciment, azbest, mică sau alte materiale similare în ultimii ani a fost realizat din țările Belarus, Federația Rusă, Ucraina, Bulgaria, Germania, Italia, Polo-

nia, România, Spania, China, India și Turcia, liderul fiind în ultimii ani Federația Rusă, unde în 2021 valoarea importului a fost de 12 274.21 mii de USD.

Analizând indicatorii statistici dinamici pentru cei 7 ani de import în Republica Moldova a articolelor din piatră, ipsos, ciment, azbest, mică sau alte materiale similare, s-a stabilit un nivel mediu a valorii importului de 37 036.91 mii de USD. De asemenea, sporul absolut de bază al importului de articole din piatră, ipsos, ciment, azbest, mică sau alte materiale similare este în creștere cu 17 500.14 mii de USD în 2021 față de 2015. În dinamica celor 7 ani analizați, indicii importului de articole din piatră, ipsos, ciment, azbest, mică sau alte materiale similare a crescut de 1,58 ori în 2021 față de 2015, iar de la an la an valoarea importului crește de 1.07 ori. Valoarea absolută de sporire a importului articolelor din piatră, ipsos, ciment, azbest, mică sau alte materiale similare a crescut 30 172.66 mii de USD în cei 7 ani analizați, ce ne permite să vedem tendința de creștere de importuri în Republica Moldova.

Prețurile pot varia în funcție de tipul de ceramică și de complexitatea procesului de fabricație asociat fiecărui tip. Calitatea și finisarea produselor ceramice pot influența prețul. Produsele ceramice de înaltă calitate, cu finisaje fine și detalii complexe, pot avea un preț mai ridicat decât cele de calitate inferioară. Costurile de producție pot varia în funcție de tehnologia și echipamentele utilizate în procesul de fabricație a produselor ceramice. Unele produse ceramice pot fi asociate cu branduri de renume sau pot proveni din regiuni cunoscute pentru calitatea lor. Aceste produse pot avea un preț mai ridicat datorită reputației și prestigiului asociate. Prețul produselor ceramice poate varia în funcție de dimensiunea și cantitatea acestora.

Importul produselor ceramice în ultimii ani a fost realizat din Belarus, Federația Rusă, Ucraina, Bulgaria, Germania, Italia, Polonia, România, Spania, Ungaria, China și Turcia, liderul fiind în ultimii ani Ucraina, unde în 2021 valoarea importului a fost de 11 711.68 mii de USD.

Analizând indicatorii statistici dinamici pentru cei 7 ani de import în Republica Moldova a produselor ceramice, s-a stabilit un nivel mediu a valorii importului de 45 072.65 mii de USD. De asemenea, sporul absolut de bază al importului de produse ceramice este în creștere cu 19 682.66 mii de USD în 2021 față de 2015. În dinamica celor 7 ani analizați, importul produselor ceramice a crescut de 1.54 ori în 2021 față de 2015, iar de la an la an valoarea importului crește de 1.06 ori. Valoarea absolută de sporire a importului produselor ceramice a crescut 36 449.37 mii de USD în cei 7 ani analizați, ce ne permite să vedem tendința de creștere de importuri în Republica Moldova.

Calitatea și finisarea articolelor din sticlă pot influența prețul. Articolele din sticlă de înaltă calitate, cu finisaje fine și detalii complexe, pot avea un preț mai ridicat decât cele de calitate inferioară. Costurile de producție pot varia în funcție de tehnologia și echipamentele utilizate în procesul de fabricație a articolelor din sticlă. Designul și estetica articolelor din sticlă pot avea un impact asupra prețului. Articolele din sticlă cu design unic sau cu elemente artistice pot fi mai scumpe decât cele cu design simplu sau standard. Unele articole din sticlă pot fi asociate cu branduri de renume sau pot proveni din regiuni cunoscute pentru calitatea lor. Aceste articole pot avea un preț mai ridicat datorită reputației și prestigiului asociate. Prețul articolelor din sticlă poate varia în funcție de utilizarea și funcționalitatea acestora.

Importul sticlei și articolelor din sticlă în ultimii ani a fost realizat din țările Belarus, Federația Rusă, Ucraina, Bulgaria, Cehia, Franța, Germania, Italia, Polonia, România, China și Turcia, lider în ultimii ani fiind China, unde în 2021 valoarea importului a fost de 14 780.82 mii de USD.

Analizând indicatorii statistici dinamici pentru cei 7 ani de import în Republica Moldova a sticlei și articole din sticlă, s-a stabilit un nivel mediu a valorii importului de 41 566.32 mii de USD. În dinamica celor 7 ani analizați, importul sticlei și articole din sticlă a crescut de 2.02 ori în 2021

față de 2015, iar de la an la an valoarea importului crește de 1.11 ori. Valoarea absolută de sporire a importului sticlei și articole din sticlă a crescut 30 360.39 mii de USD în cei 7 ani analizați, ce ne permite să confirmăm tendința de creștere de importuri în Republica Moldova.

Costul materialelor din categoria fontă, fier și oțel poate fi influențat de mai mulți factori precum: materialele de înaltă calitate, cu compoziție chimică precisă și proprietăți mecanice superioare, pot avea un preț mai ridicat decât cele de calitate inferioară; costurile de producție pot varia în funcție de tehnologia și echipamentele utilizate în procesul de fabricație a fontei, fierului și oțelului; materialele mari sau piesele complexe pot fi mai scumpe decât cele mici sau simple; dacă există o cerere mare pentru aceste materiale și oferta este limitată, prețurile pot crește. Costul fontei, fierului și oțelului poate varia în funcție de utilizarea finală.

Importarea de fontă, fier și oțel în ultimii ani a fost realizată din țările Belarus, Federația Rusă, Ucraina, Belgia, Bulgaria, Finlanda, Germania, Italia, Polonia, România, Suedia, Ungaria, China, Coreea de Sud, Taiwan și Turcia, liderul fiind în ultimii ani Ucraina, unde în 2021 valoarea importului a fost de 62 507.87 mii de USD.

Analizând indicatorii statistici dinamici pentru cei 7 ani de import în Republica Moldova a fontei, fierului și oțelului, s-a stabilit un nivel mediu a valorii importului de 93 715.46 mii de USD. De asemenea, sporul absolut de bază al importului de fontă, fier și oțel este în creștere cu 64 677.83 mii de USD în 2021 față de 2015. În dinamica celor 7 ani analizați, importul fontei, fierului și oțelului a crescut de 1.88 ori în 2021 față de 2015, iar de la an la an valoarea importului crește de 1.09 ori. Valoarea absolută de sporire a importului de fontă, fier și oțel a crescut 73 497.53 mii de USD în cei 7 ani analizați, ce ne permite să vedem tendința de creștere de importuri în Republica Moldova.

Importul de materiale de construcție economice în Republica Moldova a avut o creștere semnificativă în ultimii ani. Importul de materiale de construcție economice în Republica Moldova include o gamă largă de produse, cum ar fi cărămizi, ciment, grinzi de lemn, țigle de metal, vopsele și lacuri, materiale izolante, ferestre și uși. Importurile de materiale de construcție economice au crescut și din cauza competiției din piața internă. Pentru a stimula producția internă și a reduce dependența de importurile de materiale de construcție economice, autoritățile din Republica Moldova au implementat politici și măsuri pentru promovarea investițiilor în industria construcțiilor și pentru sprijinirea producției locale.

Utilizarea materialelor de construcții economice poate fi o soluție eficientă pentru a reduce costurile în proiectele de construcții. Printre materialele locale economice putem evidenția *ipsosul, cimentul, piatra, argila*.

2.5. Materiale de construcții rezistente la foc

Materialele de construcții rezistente la foc sunt acele materiale care au proprietăți speciale care încetinesc sau împiedică propagarea focului și arderea rapidă în caz de incendiu. Ele sunt clasificate în funcție de gradul lor de rezistență la propagarea incendiilor și de capacitatea lor de a menține integritatea structurală în timpul unui incendiu. În conformitate cu aceste reglementări, nivelurile de rezistență la foc ale materialelor de construcție sunt împărțite în următoarele clase prezentate în tabelul 2.2.

Tablelul 0.2. Nivelele de rezistență la foc a materialelor de construcție

Clasa	Descrierea
A1	Materiale incombustibile. Acestea nu contribuie la propagarea focului și nu emit niciun fel de substanțe toxice sau fum în timpul expunerii la flăcări.
A2	Materiale cu grad redus de inflamabilitate. Acestea sunt considerate incombustibile, dar pot emite cantități mici de substanțe toxice sau fum în timpul incendiului.
B	Materiale care se sting în lipsa unei flăcări de întreținere și al căror aport la dezvoltarea incendiului este foarte limitat.
C	Materiale combustibile care contribuie la dezvoltarea incendiului în anumite limite.
D	Materiale combustibile care contribuie la dezvoltarea și propagarea focului.
E	Materiale combustibile care contribuie la propagarea rapidă a focului.
F	Materiale a căror comportare la foc nu a fost determinată.

NCM E.03.02-2014 PROTECȚIA ÎMPOTRIVA INCENDIILOR A CLĂDIRILOR ȘI INSTALAȚIILOR

Clasificarea cu precizie a materialelor de construcție rezistente la foc pentru a asigura siguranța și longevitatea clădirilor în caz de incendiu este esențială.

Materialele de construcție pot fi clasificate în două categorii principale în funcție de comportamentul lor în fața focului, prezentate în figura 2.5.

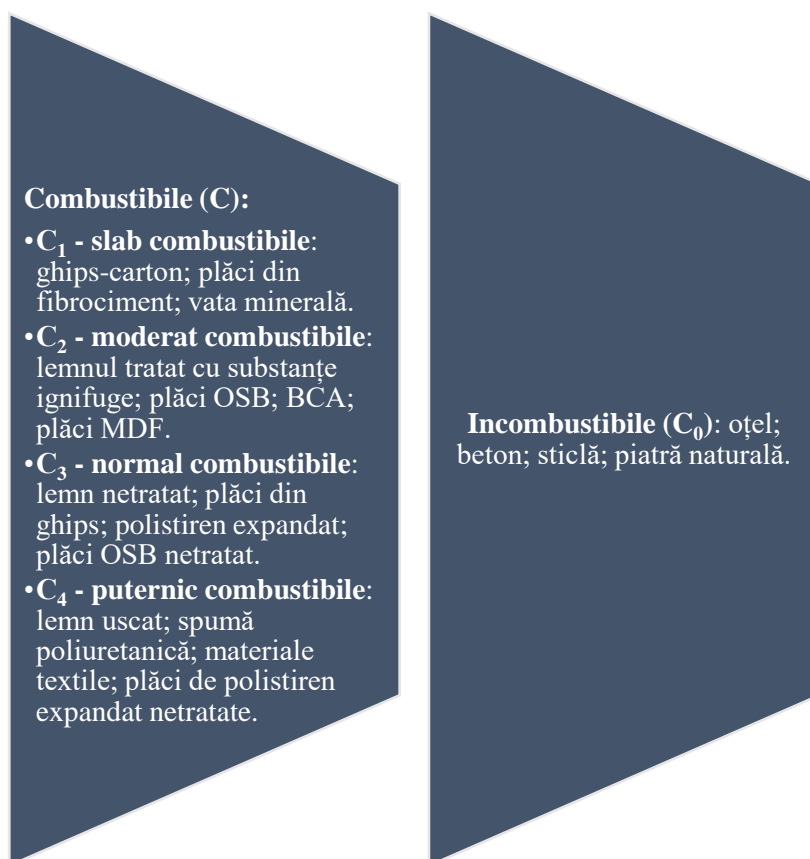


Figura 0.5. Clasificarea materialelor de construcție în funcție de comportamentul la foc

Materialele de construcție inflamabile sunt acele materiale care pot lua foc și arde ușor în prezența flăcărilor. În baza NCM E.03.02-2014, materialele de construcție inflamabile pot fi clasificate în: In1 - greu inflamabile; In2 - moderat inflamabile; In3 - ușor inflamabile.

După gradul de propagare a flăcării pe suprafață, materialele de construcție combustibile se clasifică în patru grupe. După toxicitatea produselor de ardere, materialele de construcție combusti-

bile se clasifică în patru grupe: T1 – materiale puțin periculoase; T2 – materiale moderat periculoase; T3 – materiale puternic periculoase; T4 – materiale extrem de periculoase.

Diferite tipuri de materiale de construcție sunt clasificate în funcție de cât de nocive pot fi atunci când ard, iar acest lucru este decis prin standardele în vigoare. Există anumite materiale de construcție care pot emite fum în timpul unui incendiu sau în cazul unor temperaturi ridicate. Aceste materiale sunt concepute pentru a rezista la temperaturi ridicate și pentru a reduce răspândirea flăcărilor, contribuind la prevenirea răspândirii rapide a incendiului și la limitarea pagubelor potențiale ale acestuia. Aceste materiale sunt proiectate pentru a avea proprietăți care inhibă procesul de aprindere și de ardere, precum și pentru a reduce eliberarea de gaze toxice și de fum în timpul unui incendiu. În plus, materialele rezistente la foc pot contribui la protejarea infrastructurii critice, la reducerea pagubelor materiale și la minimizarea riscului de rănire sau de pierdere a vieții.

Materialelor de construcții rezistente la foc pot oferi o barieră eficientă împotriva propagării flăcărilor și a fumului, permițând astfel ocupanților să părăsească clădirea în siguranță și oferind pompierilor timp suplimentar pentru a interveni și a limita daunele. Ele pot reduce riscul de incendiu și pot limita pagubele cauzate de un incendiu, fiind esențiale pentru asigurarea siguranței și protecției împotriva incendiilor în clădiri și structuri. Aceste materiale pot salva vieți, limita pagubele și reduce riscul de incendiu. Este important ca aceste materiale să fie utilizate în mod corespunzător și în conformitate cu standardele și reglementările de siguranță în vigoare, pentru a asigura o protecție eficientă împotriva incendiilor.

Printre materialele rezistente la foc putem menționa următoarele materiale locale: piatra de calcar, betonul, blocurile ceramice.

Generalizând, constatăm un spectru larg de materiale locale care pot fi utilizate în construcții și sunt durabile, ecologice, din pietre naturale, economice, rezistente la foc (tabelul 2.3).

Tabelul 0.1. Analiza comparativă a materialelor locale pentru construcția de locuințe

Material local	Criteriu				
	Durabil	Ecologic	Piatră naturală	Economic	Rezistent la foc
Beton	+	-	-	-	+
Plăci de ipsos	-	+	-	-	+
Cărămizi	+	+	+	-	+
Piatră brută	+	+	+	+	+
<i>Blocuri de calcar (co-tileț)</i>	+	+	+	+	+
Bolțari	+	-	-	+	+
Cherestea	+	+	-	+	-
Sticlă	+	-	-	-	+
Gresie	-	+	+	-	+
Granit	+	+	+	-	+

3. CARACTERISTICI ALE MATERIALELOR FOLOSITE ÎN LUCRĂRI DE ZIDĂRIE DIN MOLDOVA

3.1. Caracteristicile fizice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie

Caracteristicile fizice ale materialelor utilizate în lucrările de zidărie se referă la proprietățile lor legate de structură, dimensiuni, greutate și manipulare. Aceste caracteristici pot influența modul în care materialele sunt utilizate și instalate în construcții.

Densitatea este raportul dintre masa unui material și volumul său în stare omogenă, unde metodologia de determinare a densităților pentru diferite materiale de construcție în funcție de modul de determinare a volumului probei se referă la:

- *Densitatea reală* este o măsură a masei reale a materialelor pe unitatea lor de volum excluzând orice spații goale sau porozități. Este o măsură a masei efective a materialului în sine, fără a lua în considerare eventualele goluri sau pori prezente în structura sa. De asemenea, densitatea reală poate afecta și aspectele legate de durabilitatea și rezistența în timp a materialelor de construcție.
- *Densitatea aparentă* a materialelor de construcție este o măsură a masei totale a unui material împărțită la volumul total ocupat de materialul respectiv, inclusiv golurile și porii. Densitatea aparentă este influențată de cantitatea de aer sau goluri prezente în structura materialului, precum și de gradul de compactare sau aglomerare a particulelor. Analizând materialele de construcție destinate zidăriei, s-au realizat lucrări de laborator asupra blocurilor de calcar - cotileț din Moldova cu privire la determinarea densității aparente. Pentru determinarea densității aparente a blocurilor de calcar au fost preluate 6 mostre din 3 mine diferite de pe teritoriul țării. Analizând datele căpătate densitatea aparentă a blocurilor de calcar - cotileț din Moldova, variază de la 1 500 – 1 900 kg/m³. BCA are în mediu o densitate aparentă de 500-940 kg/m³, care este mai mică în comparație cu a blocurilor de calcar (cotileț), iar cărămizile cu goluri au o densitate aparentă de 1 000-1 500 kg/m³, iar cărămizile pline au o densitate aparentă de 1 000-1 500 kg/m³, unde se poate concluziona că densitățile cărămizilor sunt mai mici decât cele ale blocurilor de calcar (cotileț).
- *Densitatea în grămadă*, caracterizează materialele granulare și prăfoase, este o măsură a densității aparente a materialului într-o configurație specifică, care poate fi diferită de densitatea aparentă a materialului în formă individuală. Densitatea în grămadă este influențată de mai mulți factori, cum ar fi dimensiunea și forma particulelor, gradul de compactare, umiditatea materialului și metoda de stivuire sau depozitare.

Porozitatea se referă la prezența și proporția de spații goale sau pori în interiorul materialului.

Porozitatea totală se referă la fracțiunea de volum ocupată de spații goale sau pori în interiorul materialului în raport cu volumul total al materialului. Porozitatea totală este o măsură a gradului de goluri sau spații goale în interiorul materialului și poate varia în funcție de tipul și compoziția materialului de construcție.

Porozitatea aparentă deschisă se referă la proporția de spații goale sau pori care sunt accesibili și interacționează cu mediul exterior. Aceasta include doar porii care sunt deschiși și permit schimbul de substanțe între material și mediu.

Porozitatea aparentă este în strânsă legătură cu durabilitatea materialelor, ce presupune cu cât crește valoarea porozității aparente cu atât rezistența materialului de construcție la acțiunea factorilor de mediu va fi mai redusă. Pentru determinarea porozității au fost încercate 18 probe analizate anterior. Porozitatea aparentă deschisă a blocurilor de calcar - cotileț se încadrează în intervalele 2.21 – 3.12% a probelor din cadrul laboratorului efectuat.

Porozitatea aparentă deschisă poate fi influențată și modificată prin diferite tehnici de producție și procesare a materialelor de construcție.

Porozitatea închisă se referă la spațiile goale sau porii care sunt prezenți în interiorul materialului, dar nu sunt conectați cu mediul exterior. Acești pori sunt izolați și nu permit fluxul de substanțe între material și mediu. Porozitatea închisă este o măsură a gradului de goluri sau spații goale în interiorul materialului, care nu sunt accesibile și nu pot fi umplute cu lichide sau gaze.

Concomitent cu procesul de determinare a porozității probelor de calcar, a fost executată lucrarea de laborator pentru determinarea **absorbției de apă** în baza SR EN 1925 „Metode de încercare a pietrei naturale. Absorbția de apă a blocurilor de calcar - cotileț din Moldova se încadrează între 12-19 %, pe când BCA are un procent mai mare, iar cărămizile se încadrează între 20-25 %. Absorbția de apă poate afecta proprietățile și performanța materialelor de construcție. O absorbție mare de apă poate duce la umflarea, fisurarea sau degradarea materialului, în special în cazul expunerii la cicluri de îngheț-dezghet sau la medii umede.

În timpul ciclurilor de îngheț-dezghet, apa se poate infiltra în porii materialului și poate provoca deteriorări. În timpul perioadelor de dezghet, apa se topește și se contractă, ceea ce poate provoca și mai multe daune. Blocurile de calcar - cotileț sunt rezistente la îngheț-dezghet în comparație cu BCA și cărămizile, ce permite utilizarea unor finisaje mai simple pentru pereții exteriori. Materialele cu o **gelivitate** scăzută sunt capabile să reziste la ciclurile de îngheț-dezghet fără a suferi deteriorări semnificative. Aceste materiale sunt de obicei rezistente la absorbția de apă și au o structură poroasă care permite expansiunii și contracției apei în pori fără a provoca daune.

Coeficientul de conductivitate termică a materialelor de construcție este o măsură a capacității unui material de a conduce căldura. Este reprezentat de simbolul λ (lambda) și este exprimat în unitatea de măsură Watts per metru Kelvin ($W/m \cdot K$). Coeficientul de conductibilitate termică determinat cu ajutorul aparatului de măsurare a debitului de căldură pentru plăcile de calcar se încadrează în 0.33-0.66 $W/m \cdot K$, comparând cu alte materiale de construcție precum cărămida sau betonul valorile căpătate se află în același interval. De exemplu, metalele, cum ar fi aluminiul sau cuprul, au coeficienți de conductivitate termică ridicați, ceea ce înseamnă că sunt buni conductori de căldură. Pe de altă parte, materialele izolante, cum ar fi polistirenul sau vata minerală, au coeficienți de conductivitate termică scăzuți, ceea ce înseamnă că sunt buni izolatori termici.

Rezistența termică este o măsură a capacității unui material de a opune transferului de căldură. Rezistența termică este o proprietate importantă în proiectarea termică a clădirilor și a sistemelor de izolare.

Aceste caracteristici determinate prin încercări de laborator pentru blocurile de calcar - cotileț includ densitatea aparentă, porozitatea aparentă, absorbția de apă, gelivitatea și coeficientul de conductibilitate termică. În cele din urmă, a fost măsurat coeficientul de conductivitate termică a blocurilor de calcar - cotileț și s-a constatat că se află în intervalul 0.33 $W/m \cdot K$ până la 0.66 $W/m \cdot K$. Pentru a evalua capacitatea lor de a rezista la ciclurile de îngheț și dezghet, blocurile de calcar – cotilețul au fost supuse la 25 de astfel de cicluri în laborator. După aceste cicluri, blocurile au experimentat o pierdere de masă de aproximativ 1.42% până la 2.50%, demonstrând capacitatea lor de a rezista la astfel de schimbări de mediu. În final, testele de laborator efectuate pe blocurile de calcar – cotileț dezvăluie caracteristicile lor fizice impresionante, inclusiv durabilitate ridicată, porozitate scăzută, rezistență semnificativă la apă, rezistență la ciclurile de îngheț-dezghet și conductivitate termică moderată.

3.2. Caracteristicile mecanice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie

Proprietățile mecanice a materialelor sunt esențiale pentru a asigura rezistența, durabilitatea și stabilitatea structurii de zidărie. Cele mai importante proprietăți mecanice pentru materialele de construcție sunt cele care caracterizează relația acestora cu forțele externe.

Aceste proprietăți sunt considerate importante atunci când se evaluează performanța și adecvarea pietrei naturale pentru aplicarea în zidărie. De asemenea, este esențial să se ia în considerare aceste proprietăți în proiectarea, selecția și utilizarea pietrei naturale în diverse aplicații, cum ar fi construcții, pavaje, decorațiuni etc (Krasovski, 2020).

Rezistența la compresiune se referă la capacitatea acesteia de a rezista la forțele de compresiune sau de a suporta presiunea exercitată asupra sa. Este una dintre cele mai importante proprietăți mecanice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie și este utilizată pentru a evalua durabilitatea și capacitatea acesteia de a suporta încărcări grele. Aceasta este o măsură a rezistenței materialelor la deformare sau rupere în urma unei încărcări unidirecționale, ce caracterizează pietrele naturale conform SR EN 1926 „Metode de încercate a pietrei naturale. Determinarea rezistenței la compresiune”, unde în ANEXA B este specificat că rezistența la compresiune axială este egală cu 22 ori indicele de rezistență la încărcare punctuală.

Indicele de rezistență la încărcare punctuală este o măsură a capacității unei suprafețe de piatră naturală de a rezista la încărcări concentrate într-un punct sau într-o zonă mică (Acharya et al., 2022). Indicele de rezistență la compresiune punctuală poate fi determinat prin testarea pietrei naturale într-un aparat de încercare (figura 3.1).



Figura 0.1. Determinarea rezistenței la compresiune cu o presă hidraulică

Pentru determinarea rezistenței la compresiune trebuie să se țină cont de eșantioanele standard, care sunt definite de organizații și standarde internaționale recunoscute pentru a asigura comparabilitatea rezultatelor testelor între diferite laboratoare și pentru a stabili criterii de performanță și calitate a materialelor. În cadrul cercetării asupra blocurilor de calcar - cotilețului a fost determinată rezistența la compresiune asupra a 10 probe din fiecare mină, iar lucrările de laborator au fost efectuate în conformitate cu SR EN 1926 „Metode de încercate a pietrei naturale. Determinarea rezistenței la compresiune”.

În urma încercărilor de laborator s-a determinat că în dependență de unde au fost preluate probele, blocurile de calcar - cotilețul din Moldova au o rezistență medie de la 3.51-6.59 MPa. Concluzionând asupra rezistenței la compresiune a blocurilor de calcar - cotilețul se poate de menționat că rezistența la compresiune a probelor este mai mare decât rezistența la compresiune a BCA și a unor cărămizi. Rocile sedimentare din care face parte calcarul au o rezistență între 30-250 MPa, în urma testelor de laborator datele obținute se încadrează în acești parametri.

Pentru comparație, a fost examinată rezistența la compresiune la uscat a pietrelor artificiale și naturale cele mai frecvent utilizate în construcții menționate în lucrările sale de către Rujanu M. Datele obținute în urma testelor de laborator arată că eșantionul are o rezistență suficientă, comparabilă cu cea a betonului și a cărămizii.

Pentru a înțelege mai în profunzime caracteristicile calcarului extras de pe teritoriul Moldovei, a fost analizată rezistența la compresiune a diferitelor tipuri de calcar. Datele suprapuse arată că rezistența la compresiune a blocurilor de calcar – cotileț din Moldova este de compoziție mixtă între calcar fosil și calcar oolitic, iar combinarea acestor două tipuri de calcar are o rezistență mai mare.

În concluzie, blocurile de calcar pot avea o rezistență la compresiune moderată până la bună, însă este necesară evaluarea specifică a blocurilor din diferite zone de extracție în parte pentru a determina valoarea exactă a rezistenței sale la compresiune și pentru a asigura utilizarea corectă în funcție de necesitățile proiectului.

Rezistența la întindere este determinată prin aplicarea unei forțe de tracțiune asupra unui eșantion de material și înregistrarea valorii maxime a forței necesare pentru a provoca deformare sau rupere. De asemenea, influențează rezistența la întindere și eventualele caracteristici de fracturare sau fisurare ale blocurilor de calcar.

Rezistența la încovoiere este capacitatea unui material de a rezista la forțele de încovoiere sau de flexiune. Este o măsură a rezistenței materialelor la deformare sau rupere în urma aplicării unei forțe de încovoiere care generează momente de încovoiere.

Duritatea este o măsură a rezistenței materialelor la penetrare sau zgâriere și poate fi utilizată pentru a evalua rezistența la uzură a blocurilor de calcar. Pentru a evalua duritatea specifică a unui bloc de calcar, pot fi efectuate teste specifice de duritate, cum ar fi testul de duritate Mohs sau testele de duritate Vickers sau Brinell. Aceste teste pot oferi informații mai precise și cantitative despre duritatea blocurilor de calcar și pot fi efectuate în laborator de specialitate.

Rezistența la forfecare este o măsură a rezistenței materialelor la deformare sau rupere sub acțiunea forțelor de forfecare.

Pentru a determina rezistența la forfecare a blocurilor de calcar - cotileț, se aplică o forță de tăiere asupra unui eșantion de 9 epruvete legate cu mortar M2 din fiecare mină analizată și se măsoară forța maximă necesară pentru a provoca deformarea sau ruperea blocului. Primul pas a constat din realizarea a nouă epruvete legate în stivă, ce reprezintă trei unități stivuite una peste alta, separat de un pat de mortar de 10 mm, în cadrul încercărilor mortarul utilizat a fost M2. După trecerea perioadei de 28 de zile, s-a realizat testarea plasând câte o epruvetă în dispozitivul de testare astfel încât fețele unităților de zidărie pe care se aplică sarcina de forfecare să fie plane și perpendiculare pe direcția sarcinii.

Rezistența la forfecare a adezivului se determină ca medie aritmetică a tuturor încercărilor individuale reușite.

Rezistența la forfecare inițială a blocurilor de calcar - cotileț variază între 0.31 și 0.46 MPa ce depinde de caracteristicile specifice ale calcarului utilizat. Rezistența la forfecare a blocurilor de calcar este un factor important de luat în considerare în proiectarea și evaluarea structurilor și materialelor care utilizează blocuri de calcar. Aceasta poate influența rezistența structurală, durabilitatea și performanța generală a construcțiilor sau a altor aplicații care implică utilizarea blocurilor de calcar.

Modulul de elasticitate, cunoscut și sub denumirea de modulul de Young, este o măsură a rigidității unui material și a capacității sale de a se deforma sub acțiunea unei forțe externe. Cu cât

valoarea modulului de elasticitate este mai mare, cu atât materialul este mai rigid și mai puțin probabil să se deformeze sub acțiunea unei forțe externe.

Modulul de elasticitate al blocurilor de calcar se referă la capacitatea acestora de a se deforma și de a reveni la forma lor inițială sub acțiunea unei forțe externe. În general, calcarul este considerat un material cu un modul de elasticitate moderat, ceea ce înseamnă că poate suporta o anumită deformare elastică sub acțiunea unei forțe externe, dar revine la forma sa inițială odată ce forța este eliminată.

Modulul de elasticitate al blocurilor de calcar poate fi determinat prin efectuarea unor teste specifice de laborator, precum testul de compresiune sau testul de încovoiere. Au examinat modulul de elasticitate a materialelor de construcție menționate în lucrările sale (Dvorkin, 2020; Rujanu, 2011). Ambele teste furnizează informații despre comportamentul elastic al blocurilor de calcar și permit determinarea modulului de elasticitate al materialului. De asemenea, trebuie menționat că rezistența la forfecare inițială a blocurilor de calcar poate fi influențată de alți factori, cum ar fi orientarea stratificării în rocă sau prezența fisurilor și defectelor în material.

Caracteristicile mecanice ale materialelor utilizate în lucrările de zidărie sunt esențiale pentru asigurarea rezistenței și stabilității structurilor construite. Aceste caracteristici includ rezistența la compresiune, rezistența la întindere, rezistența la forfecare și modulul de elasticitate.

3.3. Caracteristicile chimice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie

Proprietățile chimice ale materialelor utilizate în lucrări de zidărie se referă la comportamentul acestor materiale în contact cu substanțele chimice și mediul înconjurător. Aceste proprietăți pot afecta rezistența, durabilitatea și aspectul materialului în timpul utilizării în construcții, clasificarea lor este prezentată în figura 3.2.



Figura 0.2. Proprietățile chimice ale materialelor de construcții

În general, materialele de zidărie, cum ar fi cărămizile și blocurile de beton, prezintă o anumită **rezistență la acizi și baze**, dar pot fi afectate în anumite condiții. Cu toate acestea, anumite acizi puternici, cum ar fi acidul fluorhidric sau acidul sulfuric concentrat, pot avea un impact asupra cărămizilor. Blocurile de beton sunt, de asemenea, rezistente la acțiunea acizilor și bazelor, întrucât betonul este compus în principal din ciment, nisip și agregate. Cu toate acestea, anumite acizi puternici sau soluții alcaline concentrate pot afecta betonul și pot conduce la coroziunea sau deteriorarea sa. Acești acizi pot reacționa cu carbonatul de calciu din calcar, dizolvându-l și provocând deteriorarea sau coroziunea materialului. De exemplu, în cazul în care blocurile de calcar sunt expuse la ploaie acidă sau substanțe chimice acide, pot suferi deteriorări și pot deveni fragilii. În ceea ce pri-

vește rezistența la baze, calcarul este mai stabil în medii alcaline decât în medii acide. Cu toate acestea, calcarul poate fi afectat și de baze puternice, cum ar fi hidroxidul de sodiu (NaOH) sau hidroxidul de potasiu (KOH), care pot reacționa cu carbonatul de calciu și pot provoca dizolvarea sau coroziunea materialului. Pentru a proteja blocurile de calcar împotriva acțiunii acizilor și bazelor, pot fi luate anumite măsuri de protecție. În cazul materialelor de zidărie este important să se ia în considerare rezistența la acizi și baze, în funcție de mediul în care vor fi expuse.

Rezistența la carbonat a materialelor de zidărie se referă la capacitatea acestora de a rezista la reacția de carbonatare. Carbonatarea este un proces chimic în care dioxidul de carbon (CO₂) din aer reacționează cu compușii alcalini din materialele de construcție, cum ar fi calciul sau potasiul, pentru a forma carbonați solubili. Carbonatarea poate afecta materialele de zidărie, cum ar fi betonul sau cărămizile, și poate duce la scăderea pH-ului și la pierderea rezistenței în timp. Argila arsă în sine este în general rezistentă la carbonatare, dar anumite impurități sau minerale prezente în cărămizi pot afecta rezistența acestora. Pietrele naturale sunt formate din minerale și compuși chimici care pot varia în compoziție. Unele pietre naturale, cum ar fi marmura sau calcarul, conțin cantități semnificative de carbonat de calciu, ceea ce le face mai susceptibile la reacția de carbonatare. Alte pietre naturale, cum ar fi granitul sau bazaltul, conțin mai puține cantități de carbonați și sunt, în general, mai rezistente la carbonatare. Acest proces poate duce la scăderea pH-ului în porii calcarului, ceea ce poate afecta rezistența și durabilitatea acestuia. Un moment important care trebuie să se ia în considerare la rezistența la carbonat a materialelor de zidărie este utilizarea acestora în medii cu concentrații ridicate de dioxid de carbon sau în zone cu climă umedă.

Coroziunea este un proces chimic în care un material metalic reacționează cu mediul înconjurător, cum ar fi aerul sau apa, și duce la deteriorarea și de-gradarea acestuia.

Prin evaluarea și selectarea adecvată a materialelor de zidărie în funcție de mediul specific de utilizare și de necesitățile proiectului, se poate asigura o **compatibilitate chimică** adecvată. De asemenea, este important să se urmeze recomandările și instrucțiunile producătorilor privind utilizarea și întreținerea materialelor de zidărie pentru a preveni problemele de compatibilitate și a asigura durabilitatea construcțiilor.

Materiale **insolubile** sunt materialele de zidărie care nu se dizolvă în apă sau în alte solvenți comuni. Aceste materiale sunt durabile și nu sunt afectate în mod semnificativ de contactul cu apă sau alte solvenți. Materiale solubile sunt materialele de zidărie care pot fi dizolvate în apă sau în alte solvenți. De exemplu, unele tipuri de cărămizi refractare sau cărămizi speciale pot fi solubile în anumite substanțe chimice. Solubilitatea materialelor de zidărie poate fi influențată de compoziția chimică, structura și porozitatea acestora. De exemplu, cărămizile ceramice pot fi mai poroase și mai susceptibile la pătrunderea și absorbția apei, ceea ce poate determina o solubilitate mai mare în comparație cu alte materiale de zidărie. Există pietre naturale care sunt solubile în anumite solvenți sau substanțe chimice, precum acidul clorhidric sau acidul sulfuric. Pe de altă parte, există și pietre naturale care sunt insolubile în majoritatea solvenților sau substanțelor chimice comune. Totuși, este important de menționat că chiar și pietrele naturale considerate insolubile pot fi afectate de anumite substanțe chimice agresive sau de solvenți puternici. Există variații în compoziția chimică și în structura poroasă a calcarului, ceea ce poate influența solubilitatea acestuia.

Cristalizarea în materialele de zidărie se referă la procesul în care sărurile sau substanțele solubile din compoziția materialului se dizolvă în apă și apoi se cristalizează pe suprafața sau în porii materialului în momentul evaporării apei. Acest proces poate avea loc în diverse materiale de zidărie, cum ar fi cărămizile, betonul sau piatra naturală. Cristalizarea poate avea loc atunci când apa care conține săruri sau substanțe solubile pătrunde în materialul de zidărie. Pe măsură ce apa se

evaporă, sărurile sau substanțele solubile rămân în material și se cristalizează. Cristalizarea cărămizilor ca proces poate avea loc în special în cărămizile poroase sau în cărămizile cu o compoziție chimică ce conține săruri solubile. Aceasta poate duce la formarea de eflorescențe, care sunt depuneri albe sau colorate care apar pe suprafața cărămizilor atunci când sărurile solubile se cristalizează și se usucă. Aceste cristale pot fi de diferite tipuri, cum ar fi cristalele de ettringit sau cristalele de silicat de calciu hidratat (CSH). Un aspect important de menționat este că procesul de cristalizare în BCA este specific acestui material și este obținut prin condiții controlate în timpul producției. Piatra naturală, cum ar fi marmura, granitul sau travertinul, este formată din minerale cristaline, iar cristalizarea este un proces natural care are loc în timpul formării și evoluției acestor roci în condiții geologice specifice. În timpul exploatarei și prelucrării blocurilor de calcar, procesul de cristalizare poate fi influențat sau modificat.

Rezistența la intemperii a materialelor de zidărie se referă la capacitatea acestora de a rezista la efectele condițiilor meteorologice și climatice extreme, cum ar fi expunerea la temperaturi variabile, ploaie, îngheț-dezghet, radiații solare și umiditate.

Adeziunea materialelor de zidărie se referă la capacitatea unui material de a se atașa sau lipi de un alt material, formând o legătură puternică și durabilă. Există mai multe factori care influențează adeziunea materialelor de zidărie.

Generalizând, constatăm despre caracteristicile fizice, mecanice și chimice a materialelor locale utilizate în lucrările de zidărie, în special a blocurilor de calcar - cotileț, că sunt textură poroasă, cu un grad de absorbție a apei scăzut și cu o rezistență la îngheț-dezghet înaltă, densitatea aparentă este de la 1 500 – 1 900 kg/m³. Rezistența la compresiune în urma încercărilor în laborator este de 3.51-6.59 MPa, fiind mai mare decât în cazul cărămizilor și blocurilor celulare autoclavizate.

4. SOLUȚII CONSTRUCTIVE PENTRU CONSTRUCȚII DE LOCUINȚE ÎN MOLDOVA

4.1. Clasificarea soluțiilor constructive pentru locuințe existente în Moldova

Soluțiile constructive pentru locuințe se referă la diferitele metode și tehnici utilizate în construcția și proiectarea locuințelor. În Republica Moldova există case construite în diferite perioade din materiale de construcții locale și importate, după diferite tehnologii constructive.

Sistemul constructiv masiv se referă la o metodă de construcție care implică utilizarea materialelor solide și dense pentru a forma structura principală a clădirii.

Pereții bătuți cu pământ și paie, acoperiți cu lut, reprezintă o tehnică tradițională de construcție a pereților în care se utilizează un amestec de pământ, paie și lut pentru a forma structura pereților. Procesul de construcție a pereților bătuți cu pământ și paie implică construcția fundației solide pentru a susține greutatea pereților și a clădirii în ansamblu. Structura de susținere se realizează din lemn, care se va umple cu amestecul de pământ și paie. Paiele sunt înmuiate în apă pentru a le face mai flexibile și apoi sunt încorporate în amestecul de pământ. Amestecul de pământ și paie este apoi aplicat în straturi pe structura de susținere, utilizând tehnica de bătut. Fiecare strat este lăsat să se usuce înainte de aplicarea următorului, pentru a asigura o construcție solidă și rezistentă. După ce pereții sunt construiți, aceștia sunt acoperiți cu un strat suplimentar de lut, care asigură protecție împotriva intemperiilor și conferă o finisare estetică. Lutul poate fi aplicat în mai multe straturi și poate fi modelat sau sculptat pentru a crea detalii decorative. Pereții bătuți cu pământ și paie, acoperiți cu lut, au multiple avantaje, prezentate în tabelul 4.1.

Tabelul 0.1. Avantajele și dezavantajele structurii pereților bătuți cu pământ și paie, acoperiți cu lut

Avantaje	Dezavantaje
Materialele sunt ușor de găsit și ieftine (sau uneori chiar gratuite)	Locul de amplasare trebuie ales cu atenție, ținând cont de aprovizionarea cu apă și argilă adecvată, dacă se dorește reducerea emisiilor de CO ₂ datorate transportului.
Emisiile de CO ₂ în timpul prelucrării sunt minime, iar emisiile de CO ₂ în timpul transportului de materiale pot fi reduse.	Materialele sunt grele, ceea ce face transportul dificil
Poate fi combinat cu alte elemente naturale (piatră, var etc.) și necesită puțin lemn.	Utilizarea intensivă a forței de muncă
Permite formele curbe care sporesc rezistența clădirii și spațiul perceput al acesteia.	Este mai bine să se construiască în timpul perioadelor cu o umiditate scăzută
Nu este toxic	Are nevoie de un acoperiș bun și de fundații solide
Poate fi ușor de reparat	Proprietăți de hidroizolare rele
Are o masă termică bună care reduce fluctuațiile de temperatură internă în timpul zilelor călduroase și al nopților reci.	

* Sursa (Estrada, 2013)

Pereții bătuți cu pământ și paie, acoperiți cu lut oferă o bună izolare termică și fonică, sunt durabili și ecologici, deoarece utilizează materiale locale și naturale. În concluzie, pereții bătuți cu pământ și paie, acoperiți cu lut, reprezintă o tehnică tradițională și durabilă de construcție a pereților, care oferă multiple avantaje în termeni de confort, durabilitate și sustenabilitate (Akinkurole et al., 2006; Forster et al., 2008).

Pereții caselor tradiționale din Moldova au fost realizate din lut sau pământ cu un adaos considerabil de paie, ale căror particule sunt strâns unite între ele prin batere sau tasare. Pentru realiza-

rea pereților din pământ bătut și paie sau lut bătut și paie se realizau carcase pentru pereți care ulterior se îndepărtau.

Pereții realizați din lampaci reprezintă o tehnică tradițională de construcție a pereților care implică utilizarea blocurilor din lut amestecat cu paie. Structurarea pereților din blocuri de lut cu paie este o tehnică ce combină utilizarea blocurilor de lut și a paielor pentru a crea pereți rezistenți și sustenabili. Procesul de construire a pereților cu blocuri de lut și paie implică stivuirea și aranjate într-un model eșalonat a blocurilor pentru a crea structura peretelui. După ce pereții sunt construiți, aceștia pot fi finisați cu un strat de tencuială de argilă sau de var pentru a obține o suprafață netedă și estetică. Pereții realizați din blocuri de lut și paie oferă mai multe avantaje. În concluzie, structurarea pereților cu blocuri de lut și paie este o metodă de construcție durabilă și eficientă din punct de vedere energetic, care oferă numeroase beneficii.

Pereții din nuiele acoperiți cu lut reprezintă o tehnică tradițională de construcție a pereților în care o structură de nuiele este acoperită cu un amestec de lut și alte materiale pentru a forma o suprafață protectoare și estetică. Procesul de construcție a pereților din nuiele acoperiți cu lut presupune construcția structurii de nuiele care va reprezenta scheletul pereților. Aceste nuiele pot fi tăiate din plante precum răchita, salcia sau alte specii de plante cu tulpini flexibile. Nuielele sunt așezate vertical sau orizontal și sunt legate între ele pentru a forma o structură solidă și rezistentă. Lutul este amestecat cu alte materiale pentru a forma un mortar sau un amestec lipicios care va fi aplicat pe suprafața nuielelor. Aceste materiale pot include paie, nisip sau chiar pietriș fin, în funcție de disponibilitate și de proprietățile dorite ale pereților. Amestecul de lut este aplicat pe suprafața nuielelor cu ajutorul unui instrument precum o lopată sau o trăgaci. După uscare, pereții pot fi finisați prin șlefuire, aplicarea unui strat suplimentar de lut sau prin vopsi-re. Pereții din nuiele acoperiți cu lut au multiple avantaje. Aceștia oferă o bună izolare termică și fonică, sunt durabili și pot rezista în timp.

Betonul din zgură este folosit pentru a face ziduri monolitice turnate și pereți din blocuri. În comparație cu pereții din pietre ușoare de beton, pereții din beton monolit de zgură sunt mai durabili, pentru construcția lor este nevoie de mai puțin ciment, dar sunt necesare cofraje speciale. Procesul de realizare a pereților din beton de zgură implică, de obicei pregătirea zgurii obținută din topirea metalelor, ce este supusă unui proces de răcire și zdrobire pentru a produce un material pulverulent. Betonul din zgură de var are nevoie de mai mult timp pentru a se întări decât betonul de ciment, dar cu timpul capătă o rezistență mai mare.

În general, soluțiile constructive de locuințe din Republica Moldova pot fi împărțite în următoarele categorii: case tradiționale din lemn, casele din cărămidă, case din beton armat, case din panouri Sandwich și case din structuri metalice.

Soluțiile constructive alese pentru realizarea locuințelor în mare parte depind și de numărul de etaje al clădirilor, unde din punct de vedere statistic în perioada 2000-2021 s-au înregistrat următoarele date prezentate în figura 4.1.

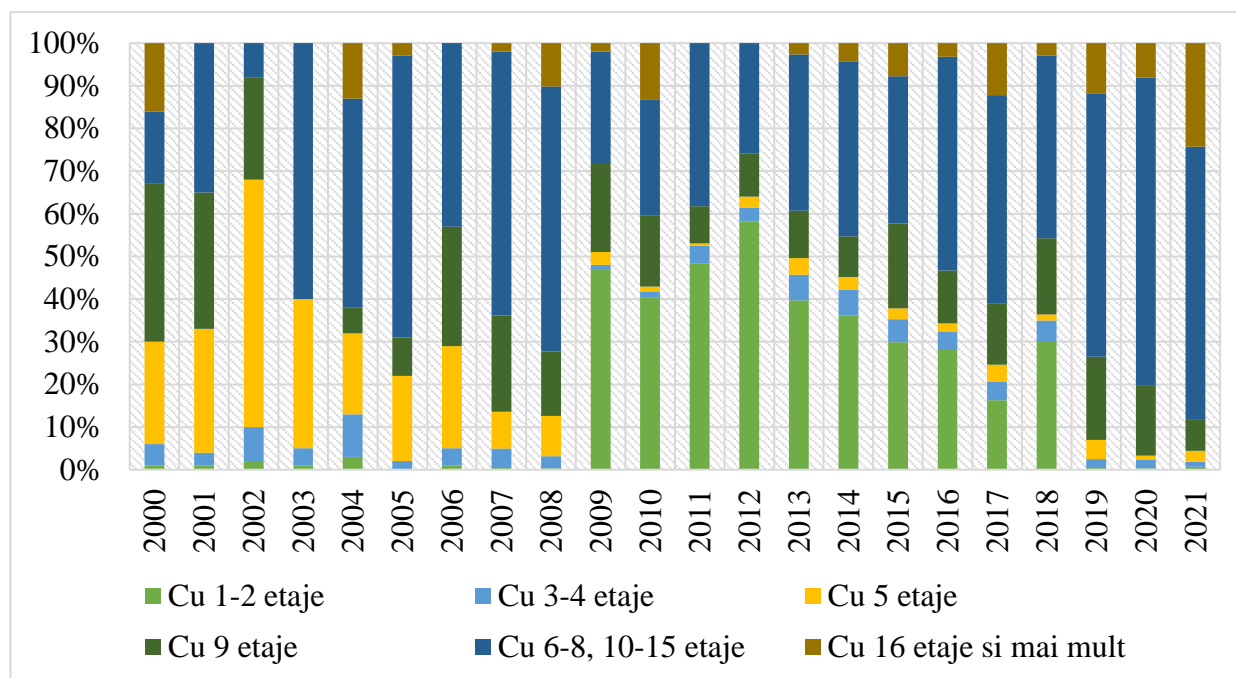


Figura 0.1. Repartizarea clădirilor de locuit după numărul de etaje în Republica Moldova

În funcție de structura pereților, soluțiile constructive cu zidărie se clasifică în: soluție constructivă cu pereți portanți din zidărie de piatră; soluție constructivă cu pereți portanți din zidărie armată; soluție constructivă în cadre umplute cu zidărie.

În cazurile în care această condiție nu se respectă, trebuie efectuat în mod obligatoriu calculul pentru combinarea încărcărilor particulare, ținând cont de răsucirea clădirii în plan (Izmailov et al., 2005).

Examinând aceste clasificări, s-au evaluat entitățile economice care sunt implicate în prezent în construcția de locuințe cu diferite soluții în Republica Moldova. În special, se constată că, începând cu anii 2000, structurile de cadru cu pereți de umplutură sunt realizate dintr-o varietate mare de materiale de construcție, iar materialele locale, în special piatra de calcar, sunt utilizate tot mai puțin.

4.2. Materiale locale utilizate pentru execuția locuințelor în Moldova

Republica Moldova, situată în Europa de Est, are o bogată tradiție în construcția locuințelor utilizând materiale locale. În prezent, diferite tipuri de materiale, atât din surse locale, cât și din import, sunt utilizate pentru construcția de case în Chișinău.

Blocurile de calcar - cotilețul sunt utilizate în principal pentru construirea de pereți nestructurali. Aceste blocuri folosite pe larg în anii 1960 au dimensiuni duble față de blocurile de calcar extrase la moment în diferite mine de pe întreg teritoriu Moldovei.

Cărămizile sunt cele mai utilizate în zidirea pereților blocurilor locative precum și a case-lor individuale. Acest tip de material se produce local dar în același timp termo-blocurile și cele BRIKSTON sunt importate din România. Cărămizile produse și utilizate în Moldova sunt următoarele: cărămizi pline presate – sunt produse masive fabricate în 2 tipuri de dimensiuni: normale (240x115x63 mm) și mari (240x115x88 mm). Se produc în 3 clase de calitate: calitatea A (pentru zidării aparente), calitatea I și a II a (pentru zidării obișnuite) și cu mărci de la 50 la 150. Sunt în 3 clase de calitate (A, I, II) și cu mărci de 25 (folosite pentru zidării de umplutură și ca material termoizolator), de 50 și 75 (folosite la zidării de rezistență). După dimensiuni sunt 3 tipuri de cărămizi: 90, 60, 45 (cifrele indică lățimea).

Blocurile de calcar - cotilețul din Moldova sunt extrase din 39 de mine de pe întreg teritoriul. În cadrul cercetării au fost analizate blocuri din 3 mine diferite, unde au fost preluate dimensiunile.

Procesul de obținere a blocurilor de calcar - cotileț presupune extragerea lor din mină prin folosirea tăietorilor. Blocurilor de calcar - cotileț le revine 8% din totalul proiectelor analizate, deci 26 de clădiri rezidențiale au fost realizate cu pereți din blocuri de calcar - cotileț, pe când 46% îi revine cărămizii și 45% aparțin BCA.

Utilizarea materialelor din surse locale a scăzut constant, acestea fiind înlocuite cu materiale importate precum cărămizile BRIKSTON și BCA. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova oferă date pentru perioada 200-2011 cu privire la darea în exploatarea a locuințelor pe tipul materialele pereților, fiind prezentate în figura 4.2. Materialele de zidărie locale sunt apreciate pentru disponibilitatea, accesibilitatea și durabilitatea lor.

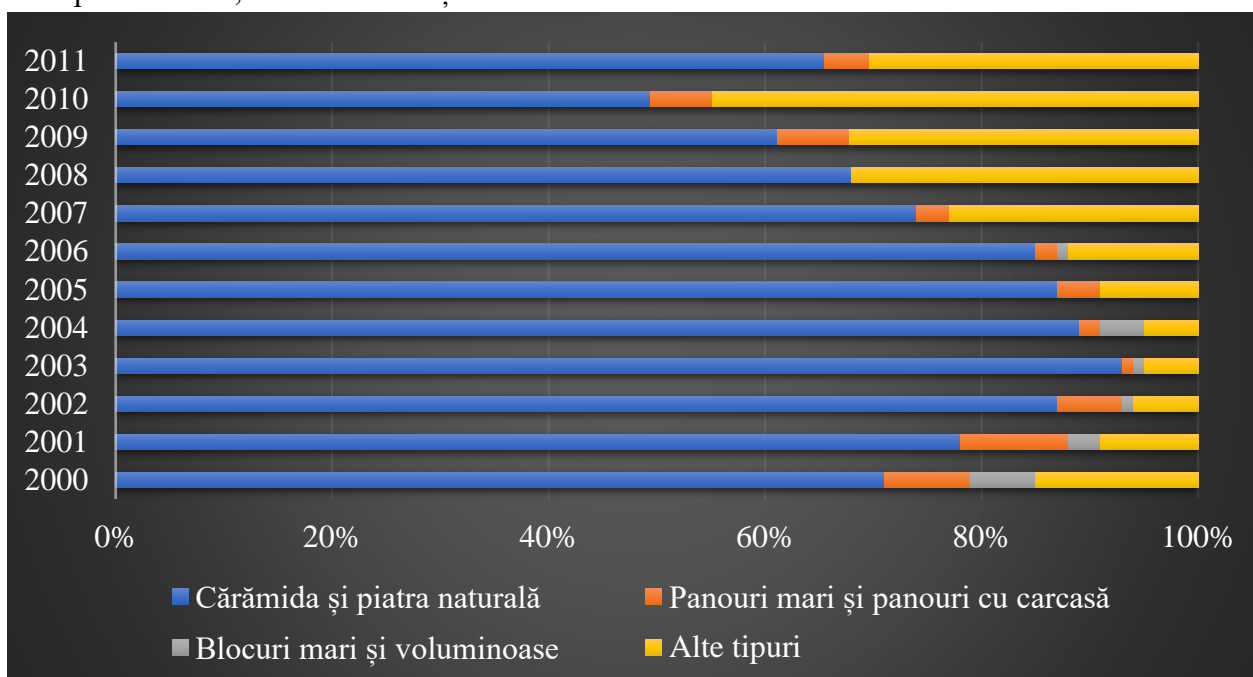


Figura 0.2. Darea în exploatare a locuințelor după tipul materialelor pereților, %

În Moldova, aproximativ 46% din materialele utilizate pentru construcția caselor sunt cărămizile, în mare parte importate, care sunt foarte apreciate pentru natura lor de lungă durată, robustețe și capacitatea de a asigura o izolare termică și fonică eficientă, dar într-o măsură mai mare pentru ușurința lucrărilor de zidărie. Pe când, blocurile de calcar - cotilețul actualmente sunt folosite într-o proporție de doar 8% din totalul materialelor utilizate în construcția caselor. Utilizarea materialelor locale în construcția locuințelor din Moldova nu doar sprijină economia locală și comunitățile locale, dar și reduce dependența de materiale importate și costurile asociate cu acestea.

4.3. Criterii de evaluare a soluțiilor constructive pentru locuințe în Moldova

Evaluarea soluțiilor constructive pentru locuințe constă într-un proces de analiză și comparație a diferitelor opțiuni disponibile pentru a determina cea mai potrivită soluție într-un anumit context. Procesul de evaluare soluțiilor constructive implică etape importante ce trebuie parcurse, acestea fiind prezentate în figura 4.3.

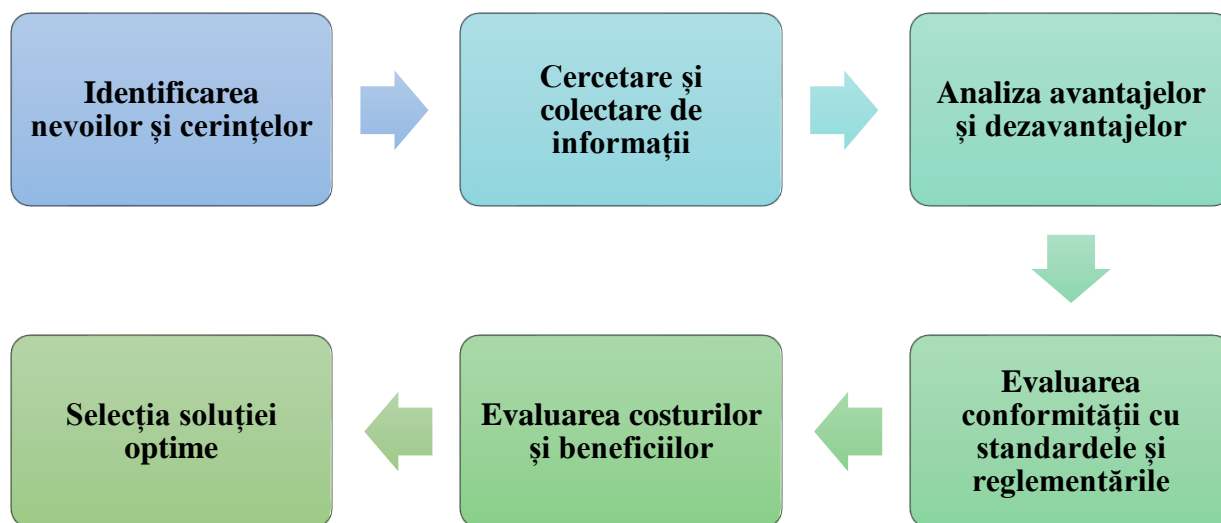


Figura 0.3. Etapele evaluării soluției constructive

Prima etapă presupune că înainte de a evalua soluțiile constructive, este important să se identifice nevoile și cerințele specifice ale locuinței. În etapa a doua este necesar de a obține informații despre diferitele soluții constructive disponibile pe piață, implică cercetarea materialelor, sistemelor și tehnologiilor utilizate în construcție, precum și consultarea experților în domeniu. În etapa a treia, fiecare soluție constructivă are avantaje și dezavantaje specifice, unde este important să se analizeze și să se compare aceste aspecte pentru a evalua dacă soluția este potrivită pentru cerințele identificate. Este important să se verifice dacă soluția respectă normele de siguranță, eficiență energetică, protecție împotriva incendiilor și altele (Șerbănoiu, 2009). În etapa a șasea pe baza analizei și comparației, se va alege soluția constructivă considerată cea mai potrivită pentru locuința respectivă. Evaluarea soluțiilor constructive pentru locuințe este un proces complex și implică luarea în considerare a multiplelor factori pentru a asigura alegerea celei mai bune soluții într-un anumit context (Șerbănoiu, 2008).

Pentru a realiza o evaluare complexă a soluțiilor constructive pentru locuințe în Moldova trebuie să se ia în considerare următoarele criterii prezentate în figura 4.4.

În conformitate cu normativele în vigoare față de alegerea soluțiilor constructive pentru locuințe în Moldova, se va ține cont că se admite utilizarea blocurilor artificiale cu goluri de diferite forme, a cărămizii cu goluri orizontale și a blocurilor ceramice pentru execuția elementelor de construcție ne portante, a căror deteriorare în cazul unui cutremur, nu periclitează viața oamenilor și integritatea bunurilor materiale. Blocurile mici din calcar extrase de pe teritoriul țării, utilizate pentru zidăria pereților și având dimensiunile 390x190x188 mm și 490x240x188 mm, trebuie să satisfacă condițiile normativelor în vigoare.



Figura 0.4. Criterii de evaluare a soluțiilor constructive pentru locuințe

Folosirea cărămizii silico-calcare, a blocurilor pline din beton ușor și a blocurilor pe bază de deșeuri industriale pentru pereții exteriori clădirilor care pot absorbe umiditatea este admis cu condiția placării izolării contra vaporilor de apă. Pentru a spori rezistența clădirilor, este necesar să se utilizeze mortare care conțin aditivi specifici care sunt potriviți tipului special de zidărie utilizat.

Când vine vorba de zidărie din piatră naturală, este necesar să se utilizeze mortare complexe care includ aditivi plastifianți.

În contextul actual al schimbărilor climatice și al creșterii costurilor cu energia, soluțiile constructive ar trebui să fie eficiente din punct de vedere energetic, contribuind la reducerea consumului de energie și a emisiilor de CO₂. De asemenea, este important ca soluțiile constructive să utilizeze materiale de înaltă calitate, care să asigure rezistența și durabilitatea necesară.

Pentru eficientizarea soluțiilor constructive ar trebui ele să fie sustenabile, adică să minimizeze impactul asupra mediului, să utilizeze materiale regenerabile și să favorizeze eficiența în utilizarea resurselor.

Soluțiile constructive ar trebui să fie concepute pentru a asigura un nivel ridicat de siguranță, minimizând impactul potențial al cutremurelor, incendiilor și altor pericole naturale sau accidentale.

Evaluarea conformității soluțiilor constructive cu standardele și reglementările în Republica Moldova este un aspect esențial în procesul de construcție a locuințelor. În Moldova, există anumite norme și reglementări care trebuie respectate pentru a asigura siguranța, calitatea și durabilitatea construcțiilor.

Pentru a evalua conformitatea soluțiilor constructive cu aceste standarde și reglementări este necesară consultarea experților în domeniul construcțiilor, cum ar fi arhitecți, ingineri și inspectorii de construcții. Este important să se respecte aceste reglementări pentru a proteja siguranța, sănătatea și bunăstarea proprietarilor locuințelor în Republica Moldova.

5. FEZABILITATEA A UNEI SOLUȚII CONSTRUCTIVE CU MATERIALE LOCALE PENTRU LOCUINȚE ÎN MOLDOVA

Fezabilitatea soluției constructive se referă la evaluarea și analiza posibilității de a implementa o soluția studiată în cadrul unui proiect de construcție.

Fezabilitatea economică este un aspect esențial în evaluarea soluției constructive. Trebuie luate în considerare costurile inițiale, costurile de întreținere și exploatare, precum și beneficiile pe termen lung ale soluției (Șerbănoiu & Șerbănoiu, 2008).

Analiza costurilor și beneficiilor ajută la determinarea dacă soluția este viabilă din punct de vedere financiar și dacă poate genera un profit sau un randament adecvat, fiind prezentată în subcapitolul 5.2.

Evaluarea impactului de mediu al soluției constructive propuse este, de asemenea, importantă. Blocurile de calcar pot fi reciclate sau reutilizate, ceea ce contribuie la reducerea deșeurilor și a impactului asupra mediului. În cazul demolării sau renovării clădirilor, blocurile de calcar pot fi extrase și refolosite în alte proiecte, evitând astfel nevoia de a extrage și a procesa noi materiale. Soluția constructivă propusă este ecologică și sustenabilă, ce poate contribui la reducerea impactului asupra mediului și poate fi considerată mai fezabilă din punct de vedere al sustenabilității.

Evaluarea fezabilității soluției constructive trebuie să țină cont și de capacitățile și resursele disponibile. Aceasta poate include resurse umane, competențe tehnice, echipamente și materiale disponibile la nivel local. Este important să se evalueze dacă există capacitatea și resursele necesare pentru a implementa și menține soluția propusă, prezentate în subcapitolul 5.2.

În concluzie, fezabilitatea soluției constructive implică evaluarea aspectelor tehnice, economice, de mediu, reglementare și a resurselor disponibile pentru a determina dacă soluția este realizabilă și viabilă din punct de vedere practic.

5.1. Caracterizarea tehnică soluțiilor constructive

Caracterizarea tehnică a soluțiilor constructive presupune oferirea unei explicații cuprinzătoare a caracteristicilor și capacităților tehnice ale acestor soluții, luând în considerare criteriile prezentate în figura 5.1. Include o descriere detaliată a diferitelor aspecte tehnice și funcționalități care contribuie la eficacitatea și eficiența acestor soluții.

În urma analizei soluțiilor constructive existente, s-a elaborat o soluție constructivă pentru un sistem cu pereți portanți din blocuri de calcar - cotileț. Pentru argumentarea utilizării soluției constructive prezentate propunem examinarea detaliată în conformitate cu criteriile specifice evidențiate în figura 5.1.

Blocurile de calcar – cotileț propuse pentru executarea soluției constructive a peretelui sunt de categoria III (cele mai ieftine). În Republica Moldova persistă trei categorii de blocuri de calcar - cotileț: I – tăiate perfect; II – cu defecțiuni minuscule; III – unele fețe a blocurilor nu sunt uniforme.

Pentru alegerea spumei poliuretanică au fost efectuate calculele privind rezistența termică și punctul de rouă a soluției constructive, respectiv determinată temperatura la care vaporii de apă conținuți în aer se condensează și devin lichizi pe suprafața unui perete sau al unui strat de izolație termică. Punctul de rouă este influențat de temperatura și umiditatea relativă a aerului, precum și de temperatura suprafeței. Cu cât temperatura aerului și umiditatea relativă sunt mai ridicate, cu atât punctul de rouă este mai apropiat de temperatura suprafeței.



Figura 0.1. Criteriile de evaluare a unei soluții constructive

Pentru determinarea *punctului de rouă* în cazul soluției constructive studiate au fost considerați următorii indicatori de bază în conformitate cu standardele în vigoare: grosimea pereților va fi de 400 mm + 50 mm de termoizolant; termoizolarea pereților va fi cu 5 cm de spumă poliuretanică. După examinarea datelor de bază și efectuarea unei analize amănunțite a tabelului privind „*Punctul de rouă în funcție de temperatura și umiditatea relativă*”, s-a dedus că temperatura la care ar avea loc condensul este de 10.7 °C.

Analiza soluției constructive din punct de vedere a *performanței energetice* a unui perete exterior, se referă la capacitatea acestuia de a reduce transferul de căldură între interior și exteriorul unei clădiri. Cerințele minime de performanță energetică a clădirilor țin seama de condițiile generale de climat interior pentru a preveni eventualele efecte negative, cum sunt ventilarea necorespunzătoare, condițiile locale, destinația dată în proiect și vechimea clădirii și se aplică diferențiat pentru diferite categorii de clădiri, atât pentru clădirile noi, cât și pentru clădirile existente (Universitatea Tehnică de Construcții București, 2019). Pentru a determina performanța energetică a soluției constructive se va lua în considerare metodologia română (Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, 2022) și normativul moldovenesc (Eficiența energetică a clădirilor rezidențiale. Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor, 2016).

Pentru pereții exteriori rezistența termică corectată minimă trebuie să fie de 4 m²K/W, pentru soluția constructivă propusă s-a căpătat 3.64 m²K/W, ce nu corespunde cerințelor minime pentru clădirile NZEB. Rezistența termică totală unidirecțională – 4.49 m²·K/W. Rezistența termică corectată totală – 4.22 m²·K/W. Transmitanța termică corectată totală – 0.24 W/ m²·K; În cazul realizării soluției constructive propuse cu o izolare termică de 6 cm, rezistența termică și transmitanța termică a peretelui vor corespunde cerințelor față de clădirile noi (NZEB).

Prin urmare, soluția constructivă propusă corespunde cerințelor minime de performanță energetică pentru clădiri noi. În comparație cu alte soluții din punct de vedere a eficienței energetice este la același nivel cu soluțiile constructive din BCA.

Durabilitatea soluției constructive este exprimată prin calculele de proiectare ce sunt prezentate în continuare. Unde se va ține cont de ridicarea rezistenței panoului de zidărie se va amplasa plasă de armare după fiecare ale 3 rând de zidărie.

Principalul avantaj al soluției constructive studiate în urma calculelor efectuate este posibilitatea de a aplica blocuri de calcar (cotilețul) în cazul pereților portanți, ceea ce permite construirea de case de tip P sau P + E fără stâlpi, doar cu centură antiseismică.

Siguranța soluției constructive se caracterizează prin rezistența materialelor la incendiu și prin rezistența seismică. Ce ține de rezistența seismică a soluției constructive studiate se referă la capacitatea acestuia de a rezista la solicitările produse de cutremure și de a menține integritatea structurală în timpul unui seism.

5.2. Caracterizarea economică a soluției constructive studiate

Caracterizarea economică a soluției constructive studiate implică evaluarea impactului acesteia asupra aspectelor financiare și economice.

Evaluarea costurilor inițiale este esențială pentru a determina viabilitatea economică a soluției constructive. Costurile unitare ale soluției constructive cuprind cheltuielile necesare pentru achiziționarea materialelor și execuția lucrărilor de construcție la faza inițială a proiectului.

Vizualizarea costurilor unitare pentru soluțiile constructive examinate (figura 5.2) permite a constata eficiența economică a soluției propuse de autor.

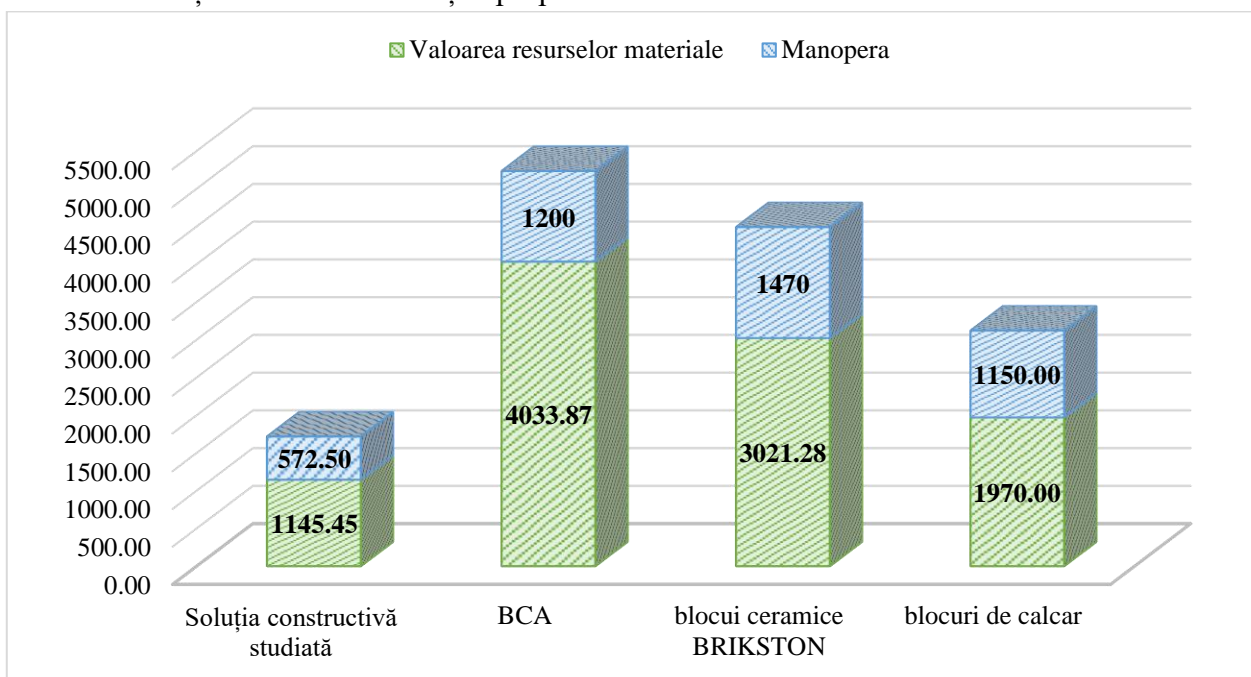


Figura 0.2. Costul unitar pentru 1 m³ de zidărie, MDL

O soluție care reduce consumul de energie sau utilizează materiale durabile și reciclabile poate asigura economii semnificative pe termen lung. Luând în considerare că soluția constructivă are o performanță energetică ridicată, iar izolarea termică este realizată între rândurile de zidărie din blocuri de calcar, în viitor nu va avea nevoie de intervenții pentru schimbarea izolației, ce duce la lipsa costurilor de operare.

Evaluarea fezabilității soluției constructive din punct de vedere a capacității și resurselor disponibile este un aspect important în procesul de planificare și implementare a unui proiect de construcție. Aceasta implică evaluarea dacă există suficiente capacități și resurse disponibile pentru a implementa și menține soluția constructivă propusă.

Evaluarea disponibilității resurselor umane cu competențele și experiența necesare pentru a implementa și gestiona soluția constructivă necesită o evaluare statistică a forței de muncă în domeniul construcțiilor.

Analizând datele statistice, se poate concluziona că resursele umane în Republica Moldova există, iar pentru a implementa soluția constructivă se pot organiza cursuri de formare profesională în cadrul entităților economice cointeresate. Faptul că soluția constructivă cercetată este mai ieftină și solicită costuri de peste 2 ori mai mici pentru manoperă creează premise de cointeresare a muncitorilor prin oferirea unor salarii mai atractive.

Pentru a garanta succesul și finalizarea la timp a unui proiect de construcție, este crucial să se evalueze capacitatea și resursele disponibile. Evaluarea acestor factori este esențială, deoarece permite managerilor de proiect să aloce eficient resursele, să planifice potențialele provocări și să ia decizii informate pe parcursul procesului de construcție. Evaluând cu atenție capacitatea și resursele disponibile, echipele de proiect pot identifica orice limitări sau constrângeri care pot afecta progresul proiectului.

6. CONCLUZII, RECOMANDĂRI, VALORIFICAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

6.1. Concluzii, contribuții originale

Cercetările efectuate în cadrul tezei de doctorat au permis formularea concluziilor prezentate în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1. Concluziile generale și contribuțiile personale

Nr. ord.	Concluzii generale	Contribuții personale
1	<p>Importul masiv a materialelor de construcții în Republica Moldova a condiționat diminuarea utilizării materialelor locale, spre exemplu importul blocurilor de beton celular autoclavizat, blocurilor termoizolatoare multistrat, blocurilor de B.C.A. de tip YTONG și cărămizii BRIKSTON a redus considerabil utilizarea blocurilor de calcar autohtone. Drept urmare, în perioada 2010 – 2022 costului construcției a crescut cu 137% în prețuri comparabile (sau 392% în prețuri curente). În consecință, considerând și nivelul veniturilor populației (veniturile salariaților în 2022 s-au redus cu 8.2%, iar rata sărăciei absolute a atins 31.1%) tot mai puține persoane își pot permite a procura locuințe.</p>	<p>Realizarea unei analize statistice asupra materialelor de construcție din Republica Moldova și determinarea factorilor ce au influențat asupra prețurilor față de materialele de construcție din ultimii ani.</p>
2	<p>Selectarea corectă a materialelor utilizate în proiecte de construcții rezidențiale este extrem de importantă atât pentru asigurarea nivelului cerut de utilitate și confort dar și a siguranței și costurilor efective. Materialele de construcții locale în Republica Moldova corespund celor 5 criterii de evaluare.</p>	<p>Realizarea clasificărilor față de materialele de construcție în baza mai multor criterii de evaluare. Determinarea materialului local ce corespunde criteriilor de bază față de materialele de construcție, precum durabilitatea, natura, ecologia, prețul și rezistența la foc.</p>
3	<p>Materialele de construcție cu o densitate aparentă mai mare pot oferi o rezistență mecanică mai mare, dar pot fi mai grele. Pe de altă parte, materialele cu o densitate aparentă mai mică pot fi mai ușoare și mai ușor de manevrat, dar pot avea o rezistență mecanică mai mică. - blocurile de calcar - cotileț testate în laborator prezintă o porozitate cuprinsă între 2.21% și 3.12%. Rata de absorbție a apei a blocurilor de calcar se încadrează între 12% și 19%, în timp ce BCA demonstrează un procent mai mare. Cărămizile, pe de altă parte, prezintă o rată de absorbție a apei cuprinsă între 20% și 25%. - blocurile de calcar (cotileț) prezintă o rezistență mai mare la ciclurile de îngheț-dezghet în comparație cu BCA și cărămizile.</p>	<p>Realizarea lucrărilor de laborator față de proprietățile fizice asupra blocurilor de calcar (cotileț) din 3 mine diferite de pe teritoriul Republicii Moldova.</p>
4	<p>Cercetările efectuate pe blocurile de calcar (cotileț) au arătat că rezistența acestora la sarcini externe este determinată de rezistența lor la compresiune, fiind de 3.51-6.59 MPa. În comparație, blocurile de celulare autoclavizate au o rezistență la compresiune mai mică, de obicei variind de la 2 la 5.5 MPa. Rezistența</p>	<p>Realizarea lucrărilor de laborator față de proprietățile mecanice asupra blocurilor de calcar (cotileț) din 3 mine diferite de pe teritoriul Republicii Moldova.</p>

	<p>inițială la forfecare a blocurilor de calcar (cotileț) a fost determinată având valori între 0.31 și 0.46 MPa, care este direct influențată de caracteristicile specifice ale stratului de calcar din care au fost obținute blocurile.</p>	
5	<p>S-a constatat că, începând cu anii 2000, a avut loc o schimbare în ceea ce privește construcția structurilor cu cadre cu pereți de umplură, trecându-se la utilizarea unei varietăți mai mari de materiale de construcție și reducerea utilizării materialelor indigene, cum ar fi blocurile de calcar. Actualmente materialul de construcție predominant în Republica Moldova la zidării este cărămida, reprezentând 46% din materialele utilizate, în timp locuințele construite cu blocuri de calcar reprezintă doar 8% din numărul total al clădirilor rezidențiale. Soluțiile constructive pentru zidării actual practicate la construcția clădirilor rezidențiale presupun realizarea pereților din BCA sau cărămizi BRIKSTON, fiind pereți de umplură, cu o izolare pe exterior cu plăci de vată minerală sau polistiren și finisaje (interioare și exterioare).</p>	<p>Clasificarea soluțiilor constructive pentru locuințe existente în Republica Moldova în baza diferitor criterii.</p>
6	<p>Urmare a cercetărilor și analizelor efectuate autorul a stabilit următoarele criterii de evaluare a soluțiilor constructive reglementate de legile și regulamentele moldovenești: performanța termică, durabilitatea, siguranța, estetica și costul. Evaluarea soluțiilor constructive prin prisma acestor criterii permite a construi locuințe confortabile, de lungă durată, sigure și plăcute din punct de vedere vizual, respectând în același timp bugetul.</p>	<p>Realizarea evaluării soluțiilor constructive prin prisma criteriilor de fezabilitate.</p>
7	<p>Urmând prevederile criteriilor de evaluare menționate mai sus autorul a propus o soluție constructivă care s-a demonstrat a fi fezabilă din punct de vedere tehnic, fiind o soluție constructivă durabilă, având o izolație termică de înaltă calitate care previne formarea punctului de rouă în structura peretelui și o eficiență energetică superioară în comparație cu pereții construiți cu materiale precum BCA, cărămizi ceramice BRIKSTON sau blocuri de calcar (cotileț). De asemenea soluția constructivă propusă s-a demonstrat a fi fezabilă din punct de vedere economic, necesitând costuri unitare semnificativ mai mici în comparație cu soluțiile actual practicate, inclusiv costuri de peste două ori mai reduse a manoperei, factor extrem de important în condițiile reducerii forței de muncă în construcții în Republica Moldova. Aplicarea blocurilor de calcar - cotileț din minele situate în Republica Moldova diminuează semnificativ emisiile de CO₂ în comparație cu materialele importate, inclusiv cărămizile BCA sau BRIKSTON.</p>	<p>Propunerea unei noi soluții constructive ce corespunde criteriilor de fezabilitate. Realizarea evaluării prin prisma aspectelor tehnice, economice, eficienței energetice, impactului asupra mediului și resursele disponibile. Compararea soluției constructive propuse cu cele deja existente în Republica Moldova.</p>

6.2. Recomandări privind aplicarea rezultatelor cercetării

Concluziile formulate în urma cercetării efectuate, precum și rezultatele căpătate în urma calculelor bazate pe încercările de laborator asupra blocurile de calcar (cotileț) extrase pe teritoriul Republicii Moldova, permit a formula următoarele recomandări prezentate în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2. Recomandări privind aplicarea rezultatelor cercetării

Nr. ord.	Recomandări	Destinatar
Blocurile de calcar – cotileț pot fi utilizate pentru:		
1	zidirea pereților portanți sau de umplură. Fapt care ar ajuta la dezvoltarea economică a țării prin sporirea volumului de utilizare a materialelor locale, impulsivarea dezvoltării industriei materialelor de construcții	Comaniile de construcție Proiectanți Arhitecți Agenția pentru Supraveghere Tehnică
2	zidărie portantă în baza soluției constructive studiate în cadrul tezei de doctorat (D. C. Albu & Albu, 2024)	
3	reconstrucția clădirilor istorice, ce au fost realizate din blocuri de calcar (cotileț), ar permite păstrarea structurii autentice a clădirilor	
4	folosirea sub formă de placaje pentru fațade la clădiri noi sau pentru reconstrucția fațadelor arhitectural-istorice (D. C. Albu & Lesan, 2021; D.-C. Albu, 2021), ce va duce la păstrarea aspectului arhitectural-istoric și la ridicarea duratei de viață a fațadei (Domenti, 2020)	
5	blocurile de calcar (cotileț) de categoria III (neuniforme), pot fi utilizate la realizarea fundațiilor.	
Propunem aplicarea soluției constructive din blocuri de calcar – cotileț cu spumă poliuretanică la:		
6	construcția pereților portanți pentru clădirile rezidențiale	Comaniile de construcție Proiectanți Arhitecți Agenția pentru Supraveghere Tehnică
7	construcția pereților de umplură	
8	reabilitarea structurală a clădirilor istorice din Chișinău realizate din blocuri de calcar (cotileț). Soluția constructivă poate fi aplicată prin stropirea blocurilor de calcar (cotileț) existente cu spumă poliuretanică și zidirea unui singur rând în partea internă a pereților existenți (pentru a nu afecta elementele arhitecturale ale fațadei).	
9	reparația / reabilitarea clădirilor din anii 50'-60', pentru a asigura eficiența energetică a clădirilor și/sau ridicarea rezistenței clădirilor, care deja au o durată de viață de 35-70 de ani.	

6.3. Valorificarea cercetării

Pe parcursul programului de doctorat rezultatele cercetării au fost valorificate prin:

➤ Publicarea de articole științifice:

1. Doina-Cezara A.(2021).Use of Limestone Blocks in Constructions in the Republic of Moldova. Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași. Construction. Architecture Section, 67(1) 47-56. <https://doi.org/10.2478/bipca-2021-0004>
2. Albu, D. C., & Lesan, A. (2021). Opportunities for rehabilitation of facades of historic buildings in Moldova with limestone elements. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1209(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1209/1/012008>
3. Doina-Cezara Albu, Reabilitarea fațadelor clădirilor istorice din or. Chișinău cu piatră de calcar, In: Patrimoniul arhitectural: aspecte tehnice, economice și juridice. 27-28 octombrie 2021, Chișinău. Chișinău: MS Logo, 2021, pp. 31-39. ISBN 978-9975-3464-3-6.
4. Albu, D. C. (2022). Physico-Mechanical Characteristics of Limestone Blocks from the Republic of Moldova. Materials Science Forum, 1074, 161–167. <https://doi.org/10.4028/p-52advd>
5. Doina-Cezara Albu, Ion Șerbanoiu, Ensuring sustainability of residential buildings by using local materials in the conditions of the Republic of Moldova, WSEAS TRANSACTIONS ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 20, 59-65, ISSN 2224-3496. <https://doi.org/10.37394/232015.2024.20.7>
6. Doina-Cezara Albu, Ion Albu, The Use of Limestone Blocks in a New Masonry Technology, Advances in Science and Technology, 140, 45-50, ISSN 2522-8722. <https://doi.org/10.4028/p-3s77X4>
7. Doina-Cezara Albu, Svetlana Albu, Ion Șerbanoiu, Masonry evaluation of architectural-historical buildings in Chisinau, Moldova, Advances in Science, Technology and Innovation, ISSN 2522-8722

➤ Participări la conferințe:

▪ Naționale:

1. Doina-Cezara Albu, Typology and use of limestone in construction, “Creații universitare 2021”, Al XIV-lea Simpozion Național Iași, România, 29 mai 2021
2. Doina-Cezara Albu, USE OF LIMESTONE BLOCKS IN CONSTRUCTIONS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA ”Gheorghe Asachi” Technical University of Iasi, Romania 4th International Conference of the Doctoral School May 19 - 21, 2021, Iasi, Romania

▪ Internaționale:

1. Doina-Cezara Albu, Rehabilitation of facades of historical buildings in Chisinau with limestone, Seminarul "Patrimoniul arhitectural: aspecte tehnice, economice și juridice", Chișinău, Moldova, 27-28 octombrie 2021

2. Doina-Cezara Albu, Opportunities for rehabilitation of facades of historic buildings in Moldova with limestone elements, Young Scientist 2021 (YS21) 13th-15th October 2021, High Tatras, Slovakia
 3. Doina-Cezara Albu, Characteristics of limestone blocks from the Republic of Moldova, 6th ISAMR in Jeju Island, South Korea, 2022
 4. Doina-Cezara Albu, The use of limestone blocks in a new masonry technology, 9th International Conference on Advanced Engineering and Technology în Incheon, South Korea, 19-21 mai 2023
 5. Doina-Cezara Albu, Masonry evaluation of architectural-historical buildings in Chisinau, Moldova, The 7th edition of the Conservation of Architectural Heritage, la Universitatea Portsmouth, Marea Britanie, 12-15 septembrie 2023.
- Participarea în cadrul proiectului de cercetare 20.80009.0807.34. *Sporirea valorii patrimoniului arhitectural din Republica Moldova.*
 - Participări în programe ERASMUS, Università degli Studi di Palermo, Italia, 3.04.2022 – 31.07.2022

BIBLIOGRAFIE

- Acharya, D., Raina, A. K., & Panthee, S. (2022). Relationship between point load index and compressive strength of foliated metamorphic rocks at different loading angles. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(6), 490. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-09745-5>
- Akinkurole, O. O., Jiang, C., Oyediran, A. T., Salawu, O. I. D., & Elensinnla, A. K. (2006). Engineering Properties of Cob as a Building Material. *Journal of Applied Sciences*, 6(8), 1882–1885. <https://doi.org/10.3923/jas.2006.1882.1885>
- Albu, D. C. (2022). Physico-Mechanical Characteristics of Limestone Blocks from the Republic of Moldova. *Materials Science Forum*, 1074, 161–167. <https://doi.org/10.4028/p-52advd>
- Albu, D. C., & Albu, I. (2024). The Use of Limestone Blocks in a New Masonry Technology. 45–50. <https://doi.org/10.4028/p-3s77X4>
- Albu, D. C., & Lesan, A. (2021). Opportunities for rehabilitation of facades of historic buildings in Moldova with limestone elements. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1209(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1209/1/012008>
- Albu, D.-C. (2021). Reabilitarea fațadelor clădirilor istorice din or. Chișinău cu piatră de calcar. Patrimoniul arhitectural: aspecte tehnice, economice și juridice.
- Albu, D.-C., & Serbanoiu, I. (2024). Ensuring Sustainability of Residential Buildings by using Local Materials in the Conditions of the Republic of Moldova. *WSEAS TRANSACTIONS ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*, 20, 59–65. <https://doi.org/10.37394/232015.2024.20.7>
- Albu, S., & Albu, I. (2020). Financing schemes in dwelling constructions. *Journal of Social Sciences*, III(2), 42–54. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3871345>
- Ali, M. A. M., & Ahmed, H. M. (2019). Engineering characteristics of Egyptian limestone. *Mining of Mineral Deposits*, 13(2), 75–81. <https://doi.org/10.33271/mining13.02.075>
- Anikoh, G., Adesida, P. A., & Afolabi, O. C. (2015). Investigation of Physical and Mechanical Properties of Selected Rock Types in Kogi State Using Hardness Tests. *Journal of Mining World Express*, 4(0), 37. <https://doi.org/10.14355/mwe.2015.04.004>
- Baccilieri, F., Bornino, R., Fotia, A., Marino, C., Nucara, A., & Pietrafesa, M. (2016). Experimental measurements of the thermal conductivity of insulant elements made of natural materials: preliminary results. *International Journal of Heat and Technology*, 34(S2), S413–S419. <https://doi.org/10.18280/ijht.34S231>
- Basem, K. M. (2009). Compressive Strength of Vuggy Oolitic Limestones as a Function of Their Porosity and Sound Propagation. *Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2(1), 18–25.
- Benavente, D., Fort, R., & Gomez-Heras, M. (2021). Improving uniaxial compressive strength estimation of carbonate sedimentary rocks by combining minimally invasive and non-destructive techniques. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 147, 104915. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2021.104915>
- Biroul național de statistică al Republicii Moldova. (2023). Baza de date. <https://statistica.gov.md/ro>
- Bowden, A. J., Spink, T. W., & Mortimore, R. N. (2002). The engineering description of chalk: its strength, hardness and density. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 35(4), 355–361. <https://doi.org/10.1144/1470-9236/00044>
- Cen, D., Huang, D., Song, Y., & Jiang, Q. (2020). Direct Tensile Behavior of Limestone and Sandstone with Bedding Planes at Different Strain Rates. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 53(6), 2643–2651. <https://doi.org/10.1007/s00603-020-02070-x>

- Chelcea, I. (2020). Locuința rurală în Moldova (secolele XVII-XVIII). *Buletin Științific. Revistă de Etnografie, Științele Naturii și Muzeologie*, 33, 6–23. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=983105>
- Doina-Cezara, A. (2021). Use of Limestone Blocks in Constructions in the Republic of Moldova. *Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași. Construction. Architecture Section*, 67(1), 47–56. <https://doi.org/10.2478/bipca-2021-0004>
- Domenti, R. (2020). Aplicabilitatea materialelor de construcție la reabilitarea clădirilor istorice [Master]. Universitatea Tehnică a Moldovei.
- Dvorkin, L. I. (2020). Структура, состав и свойства минеральных строительных материалов (Structura, compoziția și proprietățile materialelor de construcție minerale). In-fra-Inzheneriya. Eficiența energetică a clădirilor rezidențiale. Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor, Pub. L. No. M.01.01:2016 (2016).
- Erdoğan, Y. (2011). Engineering properties of Turkish travertines. *Scientific Research and Essays*, 6(21), 4551–4566. <https://doi.org/10.5897/SRE11.795>
- Estrada, M. (2013). A case study of cob earth based building technique in Matagalpa, Nicaragua – LCA perspective and rate of adoption [Master, Mid Sweden University]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:695576/FULLTEXT01.pdf>
- Expert - Grup. (2019). Resursele minerale din Republica Moldova. <https://www.resurseminerale.md/ro/resources-map>
- Farouk Mohamed, A. (2020). Comparative study of traditional and modern building techniques in Siwa Oasis, Egypt. *Case Studies in Construction Materials*, 12, e00311. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00311>
- Forster, A. M., Medero, G. M., Morton, T., & Buckman, J. (2008). Traditional cob wall: response to flooding. *Structural Survey*, 26(4), 302–321. <https://doi.org/10.1108/02630800810906557>
- Giuffrida, G., Caponetto, R., & Cuomo, M. (2019). An overview on contemporary rammed earth buildings: technological advances in production, construction and material characterization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 296(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/296/1/012018>
- Humphrey, D. (2013). Building Houses with Locally Available Materials in Ghana: Benefits and Problems. *International Journal of Science and Technology*, 2(2), 225–231.
- Izmailov, I., Zolotcov, A., & Bubuio, I. (2005). NCM F.03.02 - 2005 Proiectarea clădirilor cu pereți din zidărie.
- Kiliç, Ö. (2013). Impact of Physical Properties and Chemical Composition of Limestone on Decomposition Activation Energy. *Asian Journal of Chemistry*, 25(14), 8116–8120. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2013.15172>
- Korneeva, E., Sabri Mohanad, M. S., Babanina, A., Zaytsev, E., & Poberezhskii, S. (2019). Operational characteristics of limestone and methods to increase its strength. *E3S Web of Conferences*, 91, 02028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102028>
- Krasovskiy, P. S. (2020). Materiale de construcție (Строительные материалы). Forum.
- Lungu, S., & Arama, C. (2012). Cronologii privind asimilarea resurselor minerale pe teritoriul Republica Moldova. Conferința tehnico-științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților, 356–358. <http://repository.utm.md/handle/5014/3333>
- Maimescu, T. (2016). Cariere de materiale de construcție din Republica Moldova. Conferința tehnico-științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților.

- Manandhar, R., Kim, J.-H., & Kim, J.-T. (2019). Environmental, social and economic sustainability of bamboo and bamboo-based construction materials in buildings. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 18(2), 49–59. <https://doi.org/10.1080/13467581.2019.1595629>
- Marian, M.-L. (2021). The traditional Moldovan dwelling from the sec. xviii-xx from the perspective of the construction materials and solutions used. *Journal of Social Sciences*, 4(3), 71–78. [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4\(3\).08](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(3).08)
- Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, Pub. L. No. Mc 001-2022, Monitorul Oficial (2022).
- Moldovenii.md. (2011, ianuarie 20). Arhitectura locuinței tradiționale.
- Monokova, A., Vilcekova, S., Meciarova, L., & Selecka, I. (2018). Environmental Impacts of Detached Family Houses Used Natural Building Materials. *Environment, Green Technology, and Engineering International Conference*, 1301. <https://doi.org/10.3390/proceedings2201301>
- Montiel-Zafra, M. V., Canadas-Quesada, F., Vera-Candeas, P., Ruiz-Reyes, N., Rey Arrans, J., & Martínez López, J. (2019). Detection and classification of internal defects in limestone blocks based on a deconvolution technique with SI-PLCA applied to GPR signals. *Research in Non-destructive Evaluation*, 30(6), 350–379. <https://doi.org/10.1080/09349847.2019.1593567>
- Morel, J. C., Mesbah, A., Oggero, M., & Walker, P. (2001). Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. *Building and Environment*, 36(10), 1119–1126. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(00\)00054-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00054-8)
- msd.ua.com. (2019). Стены из монолитного шлакобетона (Pereti monolitici din beton de zgu-ră). <https://msd.com.ua/sovety-stroitelnyam/steny-iz-monolitnogo-shlakobetona/>
- Murphy, M. D. (2015). RECONSTITUTED LIMESTONE BLOCKS (Patent AU2010202881B2).
- Nesterov, T. (2007). Cu privire la mărimea formei arhitecturale a casei de locuit din microzona Orheiul Vechi. *Diversitatea expresiilor culturale ale habitatului tradițional din Republica Moldova*, 32–40.
- Nielson, C., Connie, B. W., & Dave, C. (2009). GREEN BUILDING GUIDE. Design Techniques, Construction Practices & Materials for Affordable Housing. Rural Community Assistance Corporation. https://www.rcac.org/wp-content/uploads/2014/12/grn-bldg-guide_4-20-09.pdf
- Nugmanov, A. (2022, noiembrie 10). Moldova – cea mai rurală și cea mai săracă țară din Europa. Explicăm, de ce aceste criterii sunt interdependente. NewsMaker. <https://newsmaker.md/ro/moldova-cea-mai-rurala-si-cea-mai-saraca-tara-din-europa-explicam-de-ce-aceste-criterii-sunt-interdependente/>
- Oladiran, O. (2015). Investigating the Use of Local Materials for Building Construction. *Journal of Sustainable Technology*, 6(2).
- Omer, M. A. B., & Noguchi, T. (2020). A conceptual framework for understanding the contribution of building materials in the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs). *Sustainable Cities and Society*, 52, 101869. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101869>
- Orhon, A. V., & Altin, M. (2020). Utilization of Alternative Building Materials for Sustainable Construction (pp. 727–750). https://doi.org/10.1007/978-3-030-20637-6_36
- Pamuk, E., & Büyüksaraç, A. (2017). Investigation of Strength Characteristics of Natural Stones in Ürgüp (Nevşehir/Turkey). *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology*, 74–79. <https://doi.org/10.17678/beuscitech.305653>
- Proaspăt, E., & Braguța, E. (2022). Verificarea calității și evaluarea conformității materialelor de construcții. *Tehnica-UTM*.

- Roodman, D. M., & Lenssen, N. (1995). *Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction* (Jane A. Peterson, Ed.; Worldwatch paper, Vol. 124). Worldwatch Institute.
- Rujanu, M. (2011). *Materiale de construcții: caracteristici tehnice generale, obținerea, încercarea și utilizarea materialelor*. Spiru Haret.
- Rusu, A. (2021, iunie 8). Casele tradiționale de la Izbiște. *Est – Curier*.
- Salmi, A., Jussila, J., & Hämäläinen, M. (2022). The role of municipalities in transformation towards more sustainable construction: the case of wood construction in Finland. *Construction Management and Economics*, 40(11–12), 934–954. <https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2037145>
- Sandic, A. (2023). Zăcăminte de calcare pentru tăierea în blocuri din Republica Moldova [Licență]. Universitatea Tehnică a Moldovei.
- SERGEEVICH, B. A., DMITRIEV, A. A., FEDORKIN, S. I., LYUBOMIRSKIJ, N. V., & MAKAROVA, E. S. (2018). METHOD OF MANUFACTURING LIMESTONE WALLING CONSTRUCTION MATERIALS (Patent RU2663887C2).
- Singh, A., Atul, P., & Vikas, S. (2017). Smart and Eco friendly construction materials. *National Conference on Environment Friendly Materials & Technologies and Efficient Energy Consumption*, 20–25.
- Stematiu, D. (2008). *Mecanica rocilor pentru constructori*. Conspress.
- Subhash, S. G., Jannotti, P., & Subhash, G. (2015). The Impact Response of Coquina: Unlocking the Mystery Behind the Endurance of the Oldest Fort in the United States. *Journal of Dynamic Behavior of Materials*, 1(4), 397–408. <https://doi.org/10.1007/s40870-015-0035-1>
- Șerbănoiu, I. (2008). Urmărirea comportării în timp a construcțiilor. Rotaprint U.T.
- Șerbănoiu, I. (2009). *Metode de organizare și programare în construcții*. Editura Societății Academice "MATEI-TEIU BOTEZ".
- Șerbănoiu, I., & Șerbănoiu, A. (2008). *Programarea în managementul activităților de construcții*. Editura Societății Academice "MATEI-TEIU BOTEZ".
- Taranenco, A., Crețu, I., Țurcan, V., & Cutia, E. (2020). Ghid de utilizare SM SR EN 1996-1-1: Proiectarea structurilor din zidărie.
- Universitatea Tehnică de Construcții București. (2019). *Metodologie de calcul al performanței energetice a cladirilor, indicativ Mc001/2006*.
- Vida-Simiti, I. (f.a.). *Materiale și tehnologii ecologice* (p. 41).
- Villarraga, C. J., Gasc-Barbier, M., Vaunat, J., & Darrozes, J. (2018). The effect of thermal cycles on limestone mechanical degradation. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 109, 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2018.06.017>
- Vračević, D., Dugonjić Jovančević, S., Peranić, J., & Hodanić, M. (2019). Determination of Uniaxial Compressive Strength of Limestone. *Zbornik radova*, 22(1), 123–140. <https://doi.org/10.32762/zr.22.1.8>
- Zlygostev, A. S. (2021). *Архитектура и градостроительство* (Arhitectură și planificare urbană). <http://townevolution.ru/books/>