

Tema 1

Dezvoltarea și caracterizarea materialelor compozite termoizolante pe bază de aerogel pentru aplicații în construcții eficiente energetic

Descrierea temei

Obiective:

Scopul principal al cercetării este realizarea unor materiale compozite inovative cu proprietăți termoizolante superioare, prin încorporarea particulelor de aerogel în matrice polimerică sau minerală, pentru utilizare în anvelopele clădirilor. Obiectivele specifice sunt:

- Sinteza și caracterizarea particulelor de aerogel (cu precădere silicatic) și integrarea lor în diverse matrici (organice/inorganice).
- Optimizarea rețetei compozitului în funcție de proporția de aerogel și tipul de liant utilizat.
- Evaluarea proprietăților termoizolante, mecanice, de permeabilitate la vapori și rezistență la foc.
- Testarea aplicabilității materialului pe elemente de construcție reale (pereți, fațade, acoperișuri).

Metodologie:

Cercetarea se va desfășura în următoarele etape:

1. **Prepararea materialelor compozite:** selecția și dozarea aerogelului (granule, pulberi) în combinație cu matricea polimerică (ex. rășini epoxidice, poliuretanice) sau anorganică (geopolimeri, tencuieli pe bază de var/ciment).
2. **Caracterizare fizico-mecanică și termică:** măsurători de conductivitate termică, rezistență mecanică, absorbție de apă, difuzie de vapori, stabilitate la temperaturi ridicate, utilizând standardele SR-EN și ASTM.
3. **Modelare și simulare:** realizarea de modele numerice de comportament termic al compozitelor în structura clădirii (folosind diferite softuri).
4. **Evaluare de sustenabilitate:** analiză de tip LCA (Life Cycle Assessment) pentru a cuantifica beneficiile de mediu și economice comparativ cu materialele izolatoare clasice (ex. vată minerală, polistiren expandat).

Rezultate așteptate:

- Obținerea unor materiale compozite cu conductivitate termică sub 0.020 W/mK, rezistență mecanică adecvată și bună durabilitate.
- Validarea experimentală și modelarea comportamentului termic în aplicații reale.
- Integrarea materialului într-un sistem demonstrativ pentru construcții eficiente energetic (NZEB).
- Publicarea rezultatelor în reviste științifice și la conferințe de specialitate.
- Posibile colaborări cu Investitori/Universități/Institute de Cercetare/Administrații publice locale interesate, ca urmare a rezultatelor obținute.

Justificarea încadrării

Tema propusă se încadrează în domeniile „**Digitalizare, industrie și spațiu**” și „**Climă, energie și mobilitate**”, conform domeniilor prioritare definite de ANSCSI (2022-2027). Aerogelul este recunoscut drept unul dintre cei mai performanți izolatori termici, iar integrarea acestuia în materiale compozite pentru construcții susține tranziția către **clădiri eficiente energetic cu amprentă redusă de carbon**.

Prin dezvoltarea unor soluții cu performanță ridicată și impact ecologic redus, tema contribuie la atingerea obiectivelor europene privind reducerea consumului energetic în sectorul construcțiilor, în concordanță cu **Pactul Ecologic European (Green Deal)** și **Strategia națională pentru NZEB**. De asemenea, valorificarea materialelor avansate precum aerogelul sprijină direcțiile de cercetare aplicată și transfer tehnologic, având impact direct în industrie și în mediul construit.

Tema 2

Dezvoltarea și caracterizarea materialelor compozite termoizolante cu particule de *cenosphere* pentru aplicații în construcții sustenabile

Descrierea temei

Obiective:

Scopul acestei cercetări este dezvoltarea unui material compozit termoizolant, durabil și ecologic, prin utilizarea particulelor de *cenospheres* (un produs secundar al arderii cărbunelui) în matrice polimerică sau minerală, destinat utilizării în construcțiile civile și industriale. Obiectivele specifice includ:

- Obținerea și caracterizarea materialelor compozite cu diverse concentrații de *cenospheres*.
- Evaluarea proprietăților termoizolante, mecanice și ignifuge ale compozitelor.
- Optimizarea rețelei compozitului pentru a atinge o conductivitate termică scăzută, menținând în același timp o bună rezistență mecanică și stabilitate chimică.
- Testarea comportamentului în condiții reale de umiditate, variații de temperatură și expunere la foc.

Metodologie:

Cercetarea va cuprinde mai multe etape:

1. **Prepararea compozitelor:** amestecarea particulelor de *cenospheres* cu matrici polimerice (ex. rășini epoxidice, poliuretan) sau anorganice (ex. geopolimeri), în diferite proporții.
2. **Caracterizarea materialelor:** testarea compozitelor obținute din punct de vedere fizico-chimic și termic (conductivitate termică, capacitate termică, densitate, porozitate), precum și din punct de vedere mecanic (rezistență la compresiune, tracțiune, încovoiere), folosind metode standardizate.
3. **Analize funcționale:** testarea rezistenței la foc (comportament la ardere, degajare de fum), rezistența la umiditate, stabilitate la cicluri de îngheț-dezghet.
4. **Analiză comparativă și optimizare:** compararea performanțelor cu materiale clasice (polistiren, vată minerală) și optimizarea rețelei pentru o aplicație reală.

Rezultate așteptate:

- Un nou tip de material compozit termoizolant cu impact redus asupra mediului, bazat pe utilizarea deșeurilor industriale.
- Obținerea unui produs cu proprietăți comparabile sau superioare materialelor izolatoare convenționale, dar cu o amprentă ecologică mai redusă.
- Publicarea rezultatelor la conferințe și în reviste de specialitate și posibila protejare a compoziției prin brevet.
- Propunerea unui model de integrare a acestor materiale în construcțiile sustenabile (ex. clădiri NZEB).
- Posibile colaborări cu Investitori/Universități/Institute de Cercetare/Administrații publice locale interesate, ca urmare a rezultatelor obținute.

Justificarea încadrării

Tema propusă se încadrează în domeniile prioritare " **Digitalizare, industrie și spațiu**" și " **Climă, energie și mobilitate**", conform priorităților definite de ANSCSI (2022-2027). Utilizarea cenosferelor – deșeuri provenite din industria energetică – pentru dezvoltarea unor materiale de construcție inovatoare contribuie la reducerea impactului de mediu și promovează economia circulară.

În plus, cercetarea susține tranziția către **construcții sustenabile**, cu consum energetic redus, contribuind la atingerea obiectivelor din **Pactul Ecologic European** și Agenda 2030 pentru dezvoltare durabilă. Prin valorificarea unor materiale secundare și obținerea de soluții cu proprietăți termoizolante ridicate, tema are potențial de impact major asupra sectorului construcțiilor și eficienței energetice în România și la nivel european.

Tema 3

Tratarea avansată a apelor uzate utilizând tehnologii membranare integrate pentru reutilizare sustenabilă în context urban și industrial

Descrierea temei

Obiective:

Tema aleasă își propune dezvoltarea unui sistem performant de epurare avansată a apelor uzate, utilizând tehnologii membranare moderne (ultrafiltrare, nanofiltrare, osmoză inversă), în vederea obținerii unor efluenți de apă de calitate ridicată, reutilizabili în agricultură, industrie sau pentru scopuri urbane nepotabile. Obiectivele specifice sunt:

- Investigarea eficienței tehnicilor membranare în îndepărtarea poluanților emergenți (microcontaminanți, metale grele, compuși farmaceutici).
- Obținerea, la scară de laborator, de noi membrane compozite activate (MCA).
- Optimizarea proceselor membranare pentru a reduce fenomenul de colmatare și consumul energetic.
- Integrarea tehnologiilor membranare într-o schemă modulară, ușor de adaptat pentru diverse surse de ape uzate (ape reziduale provenite din spitale).
- Evaluarea posibilității de recuperare a resurselor (apă, săruri, nutrienți) în vederea unei economii circulare.

Metodologie:

Cercetarea se va desfășura în mai multe etape:

1. **Caracterizarea apelor uzate** provenite din surse municipale și industriale selectate (industria alimentară, spitale).
2. **Testarea experimentală** a performanțelor diverselor membrane comerciale și experimentale (membrane compozite activate MCA) într-un sistem la scară de laborator. Se vor măsura parametri-cheie precum reținerea de poluanți (medicamente), fluxul specific, presiunea optimă și potențialul de colmatare.
3. **Modelare matematică și simulare** a proceselor de transport prin membrană și a eficienței membranei respectiv a eficienței globale a sistemului, utilizând software-uri de simulare (ex. MATLAB, RNA, etc).
4. **Analiză economică și de mediu**, folosind metode precum Life Cycle Assessment (LCA) și Cost-Benefit Analysis (CBA) pentru validarea fezabilității tehnologice.

Rezultate așteptate:

- Propunerea unei configurații tehnologice optimizate pentru tratarea și reutilizarea apelor uzate.
- Generarea de date experimentale relevante privind eficiența tehnologiilor membranare în contextul poluanților emergenți.
- Publicarea rezultatelor în reviste științifice de impact, conferințe și realizarea unei propuneri de brevet pentru un nou tip de membrană compozită activată (MCA).
- Posibile colaborări cu Investitori/Universități/Institute de Cercetare/Administrații publice locale interesate, ca urmare a rezultatelor obținute.

Justificarea încadrării

Tema propusă se încadrează în domeniul prioritar "**Climă, Energie și Mobilitate**", conform ANSCSI (2022-2027). Tratarea și reutilizarea eficientă a apelor uzate contribuie direct la obiectivele privind gestionarea sustenabilă a resurselor de apă, în contextul creșterii urbanizării și al intensificării presiunii asupra mediului.

Prin integrarea tehnologiilor membranare moderne, cercetarea sprijină dezvoltarea de **tehnologii curate și eficiente energetice**, în acord cu principiile **economiei circulare** și cu **Pactul Ecologic European (Green Deal)**. Impactul social și economic este major, prin creșterea rezilienței infrastructurii de apă și reducerea dependenței de resurse naturale limitate. Tema adresează, astfel, atât provocări naționale, cât și direcții strategice europene în domeniul protecției mediului și sustenabilității.

Conf. univ. dr. habil. Larisa Mădălina Meliță