

WP2-A2. Studiu comparativ al curriculei axate pe gestionarea deșeurilor din industria rocilor ornamentale și a industriilor conexe din țările participante.



Această lucrare este licențiată sub [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

"Finanțat de Uniunea Europeană. Punctele de vedere și opiniile exprimate aparțin exclusiv autorului/autorilor și nu reflectă neapărat opiniile Uniunii Europene sau ale Agenției Executive Europene pentru Educație și Cultură (EACEA). Nici Uniunea Europeană, nici EACEA nu pot fi considerate responsabile pentru acestea."



Erasmus+



Transilvania
University
of Brasov



Conținut

1. INTRODUCERE	5
2. GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN INDUSTRIA ROCILOR ORNAMENTALE	5
2.1. Introducere în gestionarea deșeurilor în industria rocilor ornamentale	5
2.2. Impactul gestionării deșeurilor asupra industriei și sustenabilității mediului .	7
2.2.1. Beneficii economice și de mediu.....	7
2.2.2. Responsabilitate socială și conformarea în raport cu reglementările legale.....	7
2.3. Educație și formare profesională în domeniul gestionării deșeurilor	8
2.3.1. Educație și formare profesională (VET): Abordare practică și operațională.....	8
2.3.2. Învățământ superior: Management strategic și viziune cuprinzătoare	8
2.4. Rolul gestionării deșeurilor în învățământul profesional	8
3. CURRICULA DE GESTIONARE A DEȘEURILOR	9
3.1. GERMANIA.....	9
3.1.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)	10
3.1.2. Gestionarea deșeurilor în învățământul superior	11
3.2. SPANIA	12
3.2.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)	13
3.2.2. Gestionarea deșeurilor în învățământul superior.....	14
3.3. ROMANIA.....	15
3.3.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)	16
3.3.2. Gestionarea deșeurilor în învățământul superior	17
3.4. CROAȚIA.....	18
3.4.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)	18
4. ANALIZAREA REZULTATELOR	21
4.1. GERMANIA.....	21
4.1.1. Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității.....	21
4.1.2. Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale.....	22
4.1.3. Accent pus pe legislație și conformitate	22
4.1.4. Proiecte finale și studii de caz	22
4.1.5. Concluzii generale	23

4.2.	SPANIA	23
4.2.1.	Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității.....	23
4.2.2.	Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale.....	23
4.2.3.	Accent pus pe legislație și conformitate	24
4.2.4.	Proiecte finale și studii de caz	24
4.2.5.	Concluzii generale	25
4.3.	ROMANIA.....	25
4.3.1.	Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității.....	25
4.3.2.	Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale.....	25
4.3.3.	Proiecte finale și studii de caz	26
4.3.4.	Concluzii generale	26
4.4.	CROATIA.....	27
4.4.1.	Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității.....	27
4.4.2.	Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale.....	27
4.4.3.	Accent pus pe legislație și aplicare.....	27
4.4.4.	Proiecte finale și studii de caz	27
4.4.5.	Concluzii generale	28
5.	CELE MAI BUNE PRACTICI.....	28
5.1.	Caracteristici comune ale programelor de învățământ eficiente privind gestionarea deșeurilor	28
5.1.1.	Cadru juridic clar și bine integrat	28
5.1.2.	Abordare practică a fluxurilor reale de deșeuri	29
5.1.3.	Învățare bazată pe proiecte și învățare la locul de muncă	29
5.1.4.	Modularitate și orientare spre învățarea pe tot parcursul vieții	30
5.2.	Lacune și lecții pentru un proiect axat pe piatră ornamentală și economie circulară.....	30
5.2.1.	Lipsa unei concentrări specifice sectorului asupra pietrei ornamentale	30
5.2.2.	Fragmentarea între competențele tehnice, de mediu și digitale	31
5.2.3.	Subutilizarea proiectelor aplicate sectorului pietrei.....	31
5.3.	Rezumatul recomandărilor pentru RockChain	31
5.3.1.	Valorificarea punctelor forte existente	31
5.3.2.	Acordarea de vizibilitate sectorului în proiecte și scenarii de învățare	31
5.3.3.	Depășirea fragmentării dintre competențele tehnice, de mediu și digitale.....	31
5.3.4.	Utilizarea formatelor modulare compatibile cu formarea profesională, universitatea și educația continuă	32



5.3.5.	Poziționarea pietrei ornamentale ca exemplu pilot european.....	32
6.	CONCLUZII	32
7.	BIBLIOGRAFIE	34
	Germania – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic	35
	Croatia – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic.....	37
	Spania – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic.....	38
	Romania – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic	39
	Sursele figurilor	40

1. INTRODUCERE

Acest document prezintă rezultatele activității WP2.A2, axate pe o analiză comparativă a curriculei (programelor de studiu) legate de gestionarea deșeurilor în cadrul industriei rocilor ornamentale și al sectoarelor conexe. Obiectivul principal este de a cartografia și evalua domeniul educațional existent în țările partenere participante și în contextul mai larg al Uniunii Europene.

Printr-o analiză cuprinzătoare a rapoartelor naționale, acest studiu identifică atât practicile educaționale de succes, cât și lacunele critice în care programele de studiu actuale nu reușesc să satisfacă nevoile industriale și de mediu. Aceste perspective oferă dovezile de bază pentru faza ulterioară, WP2.A3: „Definirea obiectivelor de învățare și a rezultatelor învățării din programele de învățământ”, asigurându-se că formarea propusă este ancorată în realitatea specifică a sectorului pietrei.

2. GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN INDUSTRIA ROCILOR ORNAMENTALE

Gestionarea deșeurilor joacă un rol cheie în sectorul pietrei ornamentale, nu doar ca factor determinant pentru îmbunătățirea sustenabilității industriale, ci și ca instrument pentru reducerea impactului activității asupra mediului. Ca industrie extractivă, cantitatea de deșeuri generată în timpul etapelor de extracție, prelucrare și finisare a pietrei este considerabilă. Dacă aceste subproduse nu sunt gestionate corespunzător, pot provoca daune grave mediului, cum ar fi distrugerea habitatului, eroziunea solului și contaminarea surselor de apă.

Dimpotrivă, existența unor sisteme robuste de gestionare deschide calea către strategii de recuperare mai eficiente. Prin principiile economiei circulare, materialele care anterior erau considerate deșeuri pot fi reciclate și reutilizate, devenind resurse utilizabile.

La nivel internațional, au fost promovate diverse acțiuni pentru îmbunătățirea schemelor de gestionare a deșeurilor, dezvoltând politici și bune practici care urmăresc reducerea generării de deșeuri la sursă, în special în etapele de extracție și prelucrare. Această abordare promovează, de asemenea, utilizarea responsabilă a subproduselor, integrându-le în mod durabil în sectoare conexe, cum ar fi construcțiile și dezvoltarea infrastructurii.

2.1. Introducere în gestionarea deșeurilor în industria rocilor ornamentale

Gestionarea deșeurilor în sectorul pietrei ornamentale acoperă întregul ciclu de viață al materialului, de la reducerea deșeurilor în faza de extracție până la reciclarea și

utilizarea subproduselor. Principalele tipuri de deșeuri generate, cum ar fi șlamul de piatră, fragmentele și praful fin, prezintă un risc considerabil pentru mediu dacă nu sunt gestionate corespunzător. Prin urmare, gestionarea în această industrie se bazează pe trei piloni strategici:

- Reducerea deșeurilor: Această etapă este esențială încă din primele etape, cum ar fi curățarea și tăierea blocurilor, și necesită aplicarea unor tehnici optimizate. Utilizarea unor unelte și echipamente de tăiere de înaltă precizie care îmbunătățesc valoarea prelucrării pietrei crește eficiența și reduce impactul asupra mediului la sursă.

- Reciclarea și reutilizarea: Deșeurile precum șlamul de piatră și fragmentele pot fi tratate și transformate în materiale utile pentru construcții, de exemplu, ca agregate, materiale de umplere sau aditivi pentru ciment. Aceste practici nu numai că reduc volumul de deșeuri, dar ajută și la conservarea resurselor naturale și la îmbunătățirea profitabilității procesului.

- Gestionare durabilă: Aceasta implică implementarea unor sisteme de management de mediu bazate pe standarde internaționale, asigurând o tratare responsabilă a deșeurilor. Acest lucru permite companiilor din sector să își reducă amprenta ecologică și să aducă o contribuție concretă la obiectivele globale de dezvoltare durabilă.

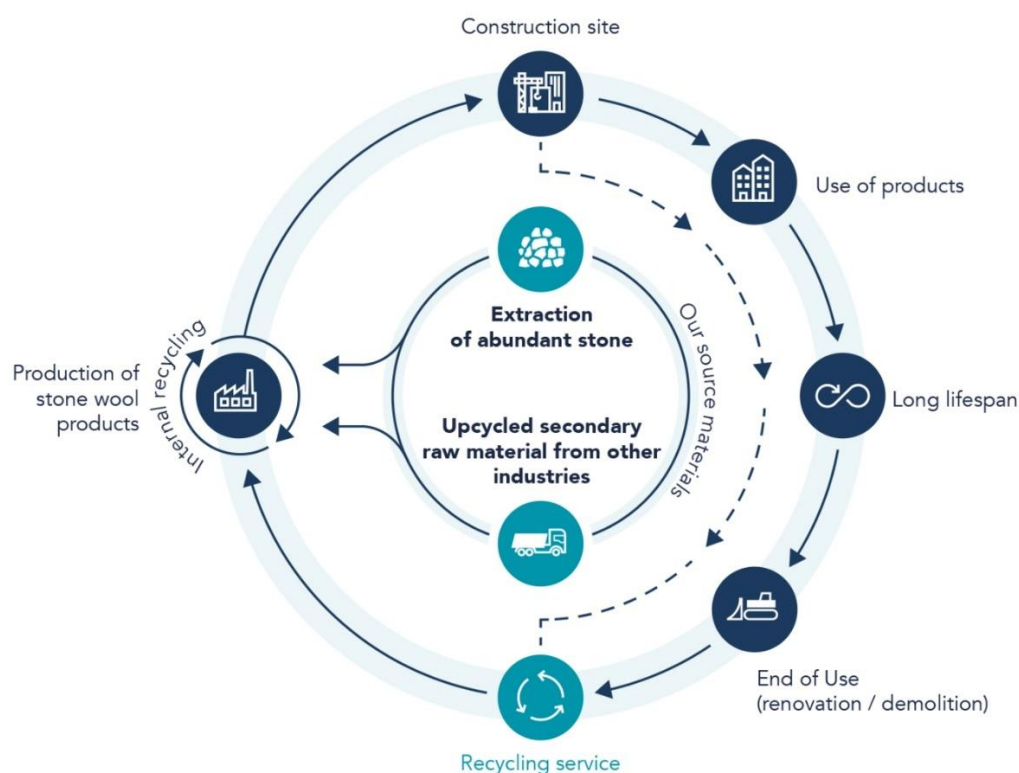


Figura 1: Economie circulară în sectorul rocilor ornamentale și al construcțiilor.

2.2. Impactul gestionării deșeurilor asupra industriei și sustenabilității mediului

Implementarea unor strategii eficiente de gestionare a deșeurilor oferă beneficii atât economice, cât și de mediu pentru industria pietrei ornamentale. Adoptarea unor măsuri durabile nu numai că reduce consumul de materii prime, dar diminuează și impactul asupra mediului, impulsionând procese mai eficiente în întregul sector.

2.2.1. Beneficii economice și de mediu

Aplicarea tehnicilor de minimizare a deșeurilor este esențială pentru a preveni degradarea solului cauzată de eliminarea necorespunzătoare a pietrei, precum și pentru a reduce poluarea apei cauzată de scurgerile de șlam. Dintr-o perspectivă economică, companiile care încorporează principii ale economiei circulare - în special prin reutilizarea subproduselor din piatră - își pot reduce semnificativ costurile de operare, generând în același timp venituri suplimentare prin materiale reciclate. Aceste practici reduc, de asemenea, nevoia de depozite de deșeuri, rezultând cheltuieli mai mici și o mai mare sustenabilitate financiară pentru sector.

2.2.2. Responsabilitate socială și conformarea în raport cu reglementările legale

Dintr-o perspectivă socială, gestionarea sustenabilă a deșeurilor permite companiilor să își demonstreze angajamentul față de Responsabilitatea Socială Corporativă (RSC) și protecția mediului. Această abordare consolidează imaginea instituțională și poziționează sectorul pietrei ca un „jucător” angajat în respectarea reglementărilor internaționale de mediu.



Figura 2: Diagrama triplă a sustenabilității.

2.3. Educație și formare profesională în domeniul gestionării deșeurilor

Educația specializată și formarea profesională sunt piloni fundamentali pentru transformarea industriei pietrei ornamentale. Existența unui personal pregătit să adopte practici sustenabile nu este doar o îmbunătățire dezirabilă, ci o necesitate cheie pentru a asigura viabilitatea pe termen lung a sectorului. Prin urmare, este esențial ca programele educaționale, atât cele profesionale, cât și cele universitare, să integreze sistematic conținut privind managementul de mediu și reducerea deșeurilor. Această formare este crucială pentru a pregăti profesioniștii care se vor confrunta cu provocările de mediu și de reglementare specifice sectorului.

2.3.1. Educație și formare profesională (VET): Abordare practică și operațională

În domeniul învățământului tehnic, este important să se depășească concepțele generale și să se concentreze pe competențe profesionale specifice. Programele de învățământ ar trebui să se concentreze pe competențe tehnice direct aplicabile în domeniu, cum ar fi:

- **Optimizarea extracției:** Utilizarea unor tehnici miniere avansate care reduc generarea de deșeuri și fracturile inutile la sursă.
- **Eficiența procesării:** Instruire în reglarea precisă a utilajelor de tăiere și lustruire pentru a reduce producția de șlam și praf fin.
- **Valorificarea subproduselor:** Dezvoltarea abilităților practice pentru clasificarea, tratarea și reutilizarea deșeurilor de prelucrare ca materiale secundare pentru construcții.

2.3.2. Învățământ superior: Management strategic și viziune cuprinzătoare

La nivel universitar, programele de inginerie și management ar trebui să adopte o abordare mai largă, mai sistemică. De exemplu, programele de studii în ingineria mediului sau minieră ar trebui să abordeze probleme specifice sectorului pietrei ornamentale, cum ar fi:

- **Proiectare bazată pe economia circulară:** Instruire pentru crearea de sisteme închise în care deșeurile dintr-un proces devin materie primă pentru altul (de exemplu, utilizarea șlamului de piatră în fabricarea cimentului).
- **Evaluarea impactului asupra mediului (EIA):** Cunoștințe avansate despre conformitatea cu reglementările legale, metodologiile de analiză a ciclului de viață (ACV) și monitorizarea mediului pe termen lung în zonele de carieră.
- **Inovație și tehnologie:** Integrarea instrumentelor emergente, cum ar fi digitalizarea și utilizarea blockchain-ului, pentru a urmări fluxurile de deșeuri și a certifica sustenabilitatea produselor din piatră.

2.4. Rolul gestionării deșeurilor în învățământul profesional

Educația și Formarea Profesională (VET) reprezintă o verigă cheie în funcționarea sectorului pietrei ornamentale. Aceasta joacă un rol fundamental în asigurarea faptului că lucrătorii din sector nu numai că au cunoștințe teoretice, ci și abilitățile tehnice necesare pentru a aplica zilnic soluții specifice de gestionare a deșeurilor. Integrarea sistematică a tehnicilor de reducere a deșeurilor și a strategiilor durabile în programele de învățământ face posibilă instruirea personalului calificat pentru a stimula inovația de mediu și a îmbunătăți semnificativ utilizarea eficientă a resurselor.

Abordarea formării ar trebui să se concentreze pe învățarea practică, în special în utilizarea tehnologiilor durabile pentru prelucrarea pietrei și gestionarea deșeurilor. Cunoașterea modului de utilizare precisă a mașinilor de tăiat și lustruit este esențială pentru reducerea generării de particule fine și șlam, ceea ce contribuie direct la reducerea impactului industriei asupra mediului.

În același timp, educația trebuie să depășească aspectul tehnic și să promoveze o mentalitate orientată spre sustenabilitate. Atunci când lucrătorii înțeleg consecințele asupra mediului ale fiecărei etape a procesului, de la extracție la finisare, ei devin agenți ai schimbării, capabili să aplice activ strategii de reducere a deșeurilor ca parte firească a muncii lor zilnice.

3. CURRICULA DE GESTIONARE A DEȘEURILOR

3.1. GERMANIA

Germania combină unul dintre cele mai avansate sisteme de gestionare a deșeurilor din Uniunea Europeană cu o generare considerabilă de deșeuri, în special în sectorul construcțiilor și demolărilor. Conform datelor recente, aproximativ 207,9 milioane de tone de deșeuri minerale de construcții au fost produse în 2022. Din acest total, aproximativ 58,7% au fost sol și pietre, ceea ce face ca aceste deșeuri să fie cea mai voluminoasă categorie din țară. Deși peste 90% din aceste materiale sunt recuperate, o mare parte este utilizată în scopuri cu valoare redusă, cum ar fi depozitarea deșeurilor, subliniind necesitatea inovării în strategii de reciclare și reutilizare de calitate superioară pentru deșeurile de piatră naturală.

Cadrul juridic este definit de Kreislaufwirtschaftsgesetz (Legea Economiei Circulare), care adaptează Directiva-cadru a UE privind deșeurile, la contextul german. Acest regulament stabilește o ierarhie strictă pe cinci niveluri pentru gestionarea deșeurilor, acordând prioritate prevenirii, reutilizării și reciclării față de recuperarea energiei și eliminarea finală. Acest mediu de reglementare generează o cerere mare de profesioniști instruiți în reciclare, economie circulară și protecția mediului, în special în sectoarele care gestionează volume mari de deșeuri minerale, cum ar fi construcțiile, agregatele și extracția pietrei naturale.

Sistemul de învățământ german răspunde acestei cerințe printr-o combinație de programe duale de formare profesională, studii tehnice la școli specializate și diplome universitare axate pe teme de mediu și industriale.

3.1.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)

În sistemul dual de formare profesională din Germania, ocupațiile legate de gestionarea deșeurilor sunt reglementate la nivel federal și combină instruirea practică în companii cu studii teoretice în școli profesionale. În cazul sectoarelor pietrei ornamentale și construcțiilor, cele mai relevante programe se concentrează pe reciclarea deșeurilor minerale de construcții, a materialelor de excavare și a protecției mediului în mediile industriale.

Tehnician de reciclare și gestionare a deșeurilor (Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft)

- **Instituție:** Sistem dual / Institutul Federal pentru Educație și Formare Profesională (BIBB)
- **Link:** [BIBB Profile](#)
- **Descriere:** Un program de ucenicie dual, reglementat la nivel național, cu durata de trei ani, care pregătește tehnicieni pentru operarea și optimizarea sistemelor de gestionare a deșeurilor municipale și industriale. Cursanții învață să identifice, să clasifice și să sorteze deșeurile, să organizeze logistica și să aplice legislația de mediu. Profilul actualizat abordează în mod explicit manipularea separată și reciclarea deșeurilor minerale de construcții și a agregatelor, ceea ce îl face direct relevant pentru exploatarea în cariere și prelucrarea pietrei naturale.

Asistent Tehnic pentru Protecția Mediului

- **Instituție:** Berufliche Schule Butzbach (Școală bazată pe VET)
- **Link:** [Berufliche Schule Butzbach Program](#)
- **Descriere:** Un program cu normă întreagă, cu durata de doi ani, care formează asistenți pentru efectuarea de măsurători și analize asupra aerului, apei, solului și deșeurilor. Curriculumul combină chimia mediului și practica de laborator cu caracterizarea și eșantionarea deșeurilor. Absolvenții sunt echipați pentru a lucra în laboratoare și departamente de mediu ale companiilor extractive, monitorizând depozitele de deșeuri din cariere și șlamului.

Responsabil cu deșeurile companiei (Curs de bază)

Instituție: TÜV SÜD Akademie / Camera de Comerț și Industrie (IHK)

- **Link:** [TÜV SÜD Course](#)
- **Descriere:** Legislația germană impune companiilor care produc deșeuri cu grad ridicat de producție (inclusiv cariere și companii de prelucrare a pietrei) să numească un responsabil cu gestionarea deșeurilor. Acest curs de bază oferă

cunoștințele de specialitate prevăzute de lege în legislația privind deșeurile, sarcinile de documentare și manipularea deșeurilor periculoase. Acesta acoperă în mod explicit deșeurile minerale din construcții, fiind esențial pentru managerii de conformitate din sectorul pietrei

Formare profesională continuă pentru profesioniștii din domeniul reciclării și gestionării deșeurilor

- **Instituție:** Federal Institute for Vocational Education and Training (BIBB)
- **Link:** [BIBB Certificate Supplement](#)
- **Descriere:** Cursuri avansate pentru tehnicieni certificați, care vizează aprofundarea competențelor în optimizarea proceselor și strategiile economiei circulare. Aceste programe se concentrează pe îmbunătățirea calității reciclării deșeurilor minerale și a molozului de construcții, sprijinind tranziția de la eliminare la reutilizarea de înaltă valoare a subproduselor din carieră.

3.1.2. Gestionarea deșeurilor în învățământul superior

La nivel universitar, mai multe instituții oferă diplome specializate în ingineria reciclării și ingineria mediului. Deși aceste programe nu se concentrează exclusiv pe piatra ornamentală, ele includ module cuprinzătoare despre deșeurile de construcții și materialele minerale, care sunt esențiale pentru gestionarea durabilă a deșeurilor generate în cariere.

B. Ing. Reciclare, Mediu și Sustenabilitate

- **Instituție:** Hochschule Magdeburg-Stendal
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** O diplomă de șapte semestre axată pe ingineria reciclării și sustenabilitate. Pune un accent deosebit pe deșeurile din construcții și demolări, agregatele minerale și materiile prime secundare. Acest lucru o face extrem de relevantă pentru proiectarea rutelor de recuperare a reziduurilor de piatră din cariere.

B. Inginer Tehnologie de Mediu și Reciclare

- **Instituție:** Hochschule Nordhausen
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** Pregătește ingineri în ingineria proceselor de mediu și producție eficientă din punct de vedere al resurselor. Programa de învățământ include știința materialelor și tehnologii de reciclare. Studiile de caz abordează frecvent fracțiunile minerale și subprodusele industriale, permițând absolvenților să dezvolte soluții pentru reutilizarea reziduurilor de prelucrare a pietrei în materiale de construcții.

Master în Ingineria Proceselor de Mediu și Reciclare

- **Instituție:** Technische Universität Clausthal
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** Un program de masterat avansat care acoperă tehnologiile de gestionare a deșeurilor, proiectarea proceselor și recuperarea materiilor prime secundare. Include studii de caz privind reciclarea materialelor minerale și a subproduselor industriale direct transferabile operațiunilor de prelucrare a pietrei.

Master în Managementul Deșeurilor și Tratarea Siturilor Contaminate

- **Instituție:** Technische Universität Dresden
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** Se concentrează pe gestionarea durabilă a deșeurilor și remediarea siturilor contaminate. Modulele acoperă proiectarea depozitelor de deșeuri și gestionarea fluxului de materiale. Tezele abordează adesea deșeurile minerale și solurile, relevante pentru regiunile cu activități intense de exploatare în carieră, unde depozitele de deșeuri vechi reprezintă o problemă.

M.Ing. Tehnologie de Mediu și Reciclare

- **Instituție:** Hochschule Nordhausen
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** Aprofundează competențele în tehnologii avansate de reciclare și optimizarea instalațiilor. Accentul pus pe ingineria materialelor îi ajută pe absolvenți să dezvolte lanțuri inovatoare de reciclare a deșeurilor minerale, inclusiv transformarea reziduurilor de carieră în materii prime secundare de înaltă calitate.

3.2. SPANIA

În ultimul deceniu, Spania a înregistrat progrese semnificative în dezvoltarea politicilor și reglementărilor legate de gestionarea deșeurilor și economia circulară. Cadrul național este articulat prin Planul-cadru de gestionare a deșeurilor de stat (PEMAR) și noua sa versiune pentru perioada 2024–2035, care stabilește linii strategice pentru prevenirea generării de deșeuri, încurajarea reciclării și promovarea utilizării materiilor prime secundare în toate sectoarele. Aceste planuri sunt implementate în cadrul Legii 7/2022 privind deșeurile și solul contaminat, care consolidează Responsabilitatea extinsă a producătorului (EPR) și impune obiective mai stricte pentru deșeurile de construcții și demolări (CDW).

Activitățile de construcții și demolări se numără printre principalele surse de deșeuri din țară. Se estimează că aproximativ 37 de milioane de tone de CDW sunt generate în fiecare an. În cadrul acestei categorii, sectorul rocilor ornamentale și al carierelor contribuie cu o cantitate semnificativă de deșeuri sub formă de șlam, deșeuri și materiale de acoperire. Cu toate acestea, acest volum reprezintă și o oportunitate de a recupera aceste deșeuri ca agregate secundare, componente pentru „beton verde” sau alte produse ecologice inovatoare.

Sistemul educațional spaniol răspunde acestor provocări printr-o combinație de cursuri de formare profesională, certificate profesionale și centre specializate precum Escuela del Mármol de Fines (Școala de Marmură Fines). La nivel universitar, diplomele în inginerie de mediu și inginerie minieră oferă o pregătire avansată adaptată nevoilor acestui sector.

3.2.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)

În Spania, formarea profesională legată de gestionarea deșeurilor este organizată în principal prin Certificate Profesionale. În cazul industriei rocilor ornamentale, există două domenii cheie de formare: pe de o parte, calificări transversale în gestionarea deșeurilor industriale și, pe de altă parte, calificări specifice pentru sectorul industriilor extractive.

Gestionarea Deșeurilor Urbane și Industriale (Cod SEAG0108 - Nivel 2)

- **Instituție:** SEPE (Serviciul Public de Ocupare a Forței de Muncă de Stat) / Diversi Furnizori
- **Link:** [Certificate Details](#)
- **Descriere:** Calificarea națională de bază pentru operatorii din domeniul gestionării deșeurilor. Aceasta acoperă colectarea, transportul și operarea instalațiilor de reciclare. Profilul de competență include manipularea separată a deșeurilor inerte și a celor de construcții, fiind direct aplicabil companiilor implicate în restaurarea carierelor și gestionarea reziduurilor minerale.

Operațiuni auxiliare în instalațiile de prelucrare a pietrei naturale (IEXD0308 - Nivelul 1)

Instituție: SEPE / Escuela del Mármol de Fines

- **Link:** [Specialty Details](#)
- **Descriere:** Acest certificat definește profilul operativ de bază pentru instalațiile de prelucrare a pietrei naturale. Modulele de instruire includ manipularea blocurilor de piatră, operarea echipamentelor de tăiere și întreținerea de bază. Acesta oferă un punct de intrare natural pentru integrarea unor subiecte precum reducerea, segregarea și reciclarea internă a reziduurilor de piatră în învățarea la locul de muncă.

Itinerariu de formare: Prelucrarea pietrei naturale și competențe digitale

- **Instituție:** Escuela del Mármol de Fines (Centrul Național de Referință)
- **Link:** [CRN Piedra Natural](#)
- **Descriere:** The *Escuela del Mármol de Fines (Almería)* oferă itinerarii specializate care combină instruirea tehnică în prelucrarea pietrei cu abilitățile digitale. În calitate de Centru Național de Referință pentru acest sector, programele sale sunt aliniate în mod explicit la nevoile industriei, inclusiv utilizarea eficientă a materiilor prime și gestionarea responsabilă a subproduselor din piatră.

Managementul deșeurilor din construcții și demolări

- **Instituție:** Professional Associations / Specialist Providers
- **Link:** [Course Example](#)
- **Descriere:** Cursuri VET scurte, destinate managerilor de șantier și tehnicienilor. Acestea abordează legislația spaniolă și europeană privind demolările compuse din deșeuri (CDW), proiectarea planurilor de gestionare a deșeurilor și demolarea selectivă. Pentru sectorul pietrei naturale, aceste cursuri sunt esențiale pentru a se asigura că deșeurile pe bază de piatră sunt canalizate către rute de reciclare autorizate, mai degrabă decât către gropile de gunoi.

3.2.2. Gestionarea deșeurilor în învățământul superior

La nivel universitar, țara oferă o gamă largă de studii în ingineria mediului și ingineria minieră. Deși majoritatea acestor programe au un accent multisectorial, multe includ module specializate privind restaurarea minieră și utilizarea agregatelor reciclate, cunoștințe direct aplicabile lanțului valoric al pietrei ornamentale.

Master în Minerit Durabil (Máster Universitario en Minería Sostenible)

- **Instituție:** Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
- **Link:** [UPM Program](#)
- **Descriere:** O diplomă oficială de master axată pe tehnologii miniere și management de mediu. Programa de învățământ acoperă evaluarea impactului asupra mediului, gestionarea deșeurilor miniere (steril) și recuperarea siturilor extractive. Studiile de caz prezintă adesea cariere spaniole, ceea ce face ca aceste competențe să fie extrem de relevante pentru reutilizarea reziduurilor de piatră și restaurarea carierelor.

Master în Managementul Deșeurilor și Recuperarea Resurselor

- **Instituție:** Universidad Autónoma de Madrid (UAM)
- **Link:** [UAM Program](#)

- **Descriere:** Un program specializat care formează profesioniști în proiectarea sistemelor de gestionare a deșeurilor, cu un accent puternic pe recuperarea resurselor. Studenții studiază tehnologii pentru valorificarea deșeurilor solide și a șlamului. Pentru sectorul pietrei, aceste abordări pot fi aplicate la tratarea și reutilizarea șlamului de tăiere și a deșeurilor minerale inerte.

Master în Ingineria Mediului

- **Instituție:** Universitat Politècnica de València (UPV) & Universitat de València
- **Link:** [Joint Master Program](#)
- **Descriere:** Oferă instruire avansată în prevenirea și controlul impactului asupra mediului provenit din activitățile industriale. Modulele includ proiectarea depozitelor de deșeuri și evaluarea ciclului de viață (ACV). Tezele abordează adesea depozitele de deșeuri inerte pentru reziduuri de carieră, oferind o punte directă către provocările industriei rocilor ornamentale.

Master în Economie Circulară

- **Instituție:** Campus Iberus (Zaragoza, La Rioja, Lleida, Navarra)
- **Link:** [Campus Iberus Program](#)
- **Descriere:** Un master inter universitar care pregătește absolvenții pentru gestionarea fluxurilor complexe de materiale. Acesta acoperă simbioza industrială și indicatorii economiei circulare. Proiectele abordează frecvent materialele de construcție și subprodusele minerale, oferind instrumente pentru proiectarea de modele de afaceri circulare pentru deșeurile de piatră naturală (de exemplu, recife artificiale sau imprimare 3D).

3.3. ROMANIA

România a făcut progrese semnificative în adaptarea sistemului său de gestionare a deșeurilor la cerințele Uniunii Europene; cu toate acestea, are încă una dintre cele mai scăzute rate de reciclare a deșeurilor municipale din blocul comunitar. În 2022, generarea de deșeuri municipale a fost de aproximativ 303 kg pe cap de locuitor, mult sub media UE-27 (513 kg), dar cea mai mare parte a acestora ajunge încă la gropile de gunoi, cu rate de reciclare de doar aproximativ 12-14%, mult sub obiectivele stabilite pentru 2025.

Unele inițiative recente, cum ar fi sistemul național de Depozitare și Returnare (SGR) pentru recipientele de băuturi, lansat la sfârșitul anului 2023, au îmbunătățit semnificativ colectarea deșeurilor de ambalaje. Cu toate acestea, aceste fluxuri reprezintă doar o mică parte din volumul total de deșeuri și nu abordează deșeurile generate de construcții, demolări, minerit și cariere. În același timp, România dispune de resurse semnificative de piatră ornamentală a cărei extracție și prelucrare

generează cantități mari de deșeuri: deșeuri, șlam și particule fine care trebuie urgent recuperate în conformitate cu criteriile economiei circulare.

Aceste provocări structurale au determinat dezvoltarea unei game largi de programe educaționale atât în formarea profesională, cât și în învățământul superior, axate pe protecția mediului. Deși majoritatea au o abordare transversală, conținutul privind clasificarea deșeurilor, managementul integrat și tehnologiile de reciclare este deosebit de relevant pentru gestionarea deșeurilor minerale complexe, cum ar fi cele din sectorul pietrei ornamentale.

3.3.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)

În România, formarea în domeniul gestionării deșeurilor în afara cadrului universitar este organizată în principal prin programe de specializare acreditate de ANC, legate de coduri ocupaționale specifice din Catalogul Ocupațiilor din România (COR). Aceste cursuri se adresează în principal managerilor și tehnicienilor de mediu care lucrează în companii care generează cantități mari de deșeuri industriale, cum ar fi carierele și fabricile de prelucrare a pietrei.

Specialist în Managementul Deșeurilor (COR 213310)

- **Instituție:** Diversi furnizori (Acreditat ANC)
- **Link:** [Course Details](#)
- **Descriere:** Această specializare acreditată la nivel național pregătește profesioniști pentru coordonarea activităților de gestionare a deșeurilor la nivel organizațional. Curriculumul acoperă clasificarea deșeurilor, proiectarea schemelor interne de colectare și raportarea către autoritățile de mediu. Pentru operatorii din minerit și prelucrarea pietrei, acest profil este esențial pentru gestionarea fluxurilor de deșeuri minerale și dezvoltarea rutelor de reciclare în locul depozitării deșeurilor.

Responsabil cu mediul (COR 325710)

- **Instituție:** Diversi furnizori (Acreditat ANC)
- **Link:** [Course Example](#)
- **Descriere:** Se concentrează pe responsabilități mai ample de mediu în cadrul companiilor. Participanții învață să identifice impactul asupra mediului, să asigure respectarea autorizațiilor și să monitorizeze emisiile și deșeurile. În companiile extractive, absolvenții acționează ca intermediari cheie între departamentele de producție și autoritățile de reglementare, asigurând respectarea legislației de mediu.

Responsabil cu gestionarea deșeurilor (curs vocațional recunoscut de ANC)

Instituție: *Diversi furnizori (Acreditați ANC)*

- **Link:** [Course Details](#)
- **Descriere:** Destinat personalului direct responsabil de operațiunile zilnice: sortare, etichetare și depozitare. Instruirea include legislația românească privind deșeurile și utilizarea corectă a codurilor din Catalogul European al Deșeurilor (EWC). Esențial pentru evitarea depozitării necontrolate a reziduurilor de piatră și asigurarea trasabilității în cariere.

Specialist în Managementul Deșeurilor (Specializare Online)

- **Instituție:** Academia Avangarde
- **Link:** [Online Course](#)
- **Descriere:** O specializare integral online care combină actualizări de reglementare cu studii de caz aplicate. Acoperă Planul Național de Gestionare a Deșeurilor (PNGD) și tehnologiile de tratare. Formatul flexibil este potrivit în special pentru inginerii din sectoare dispersate geografic, precum industria minieră, care trebuie să integreze practici moderne de economie circulară fără a întrerupe operațiunile.

3.3.2. Gestionarea deșeurilor în învățământul superior

În ceea ce privește învățământul superior, mai multe universități din România oferă programe specifice în domeniul managementului deșeurilor și economiei circulare, în general în cadrul facultăților de inginerie a mediului. Aceste cursuri oferă o pregătire avansată în tehnologii de tratare și evaluarea ciclului de viață, competențe cheie pentru abordarea provocărilor sectorului pietrei ornamentale dintr-o perspectivă sustenabilă.

Master în Inginerie de Recuperare a Deșeurilor

- **Instituție:** Universitatea Babeș-Bolyai (Cluj-Napoca)
- **Link:** [Master Program](#)
- **Descriere:** Formează specialiști în ingineria transformării deșeurilor în resurse secundare. Subiectele principale includ caracterizarea deșeurilor, optimizarea tehnologiei de reciclare și indicatorii economiei circulare. Profilul său multidisciplinar îl face potrivit pentru abordarea unor probleme complexe, cum ar fi reutilizarea suspensiei de piatră în materialele de construcții.

Master în Managementul, Tratarea și Valorificarea Deșeurilor

- **Instituție:** Universitatea Gheorghe Asachi din Iași
- **Link:** [Master Program](#)
- **Descriere:** Se concentrează pe ingineria avansată a managementului deșeurilor. Curriculumul acoperă prevenirea, proiectarea stațiilor de epurare și recuperarea materiilor prime secundare. Absolvenții sunt pregătiți să

proiecteze sisteme integrate pentru deșeuri industriale, direct aplicabile în optimizarea valorificării deșeurilor minerale în regiunile miniere.

Licență în Inginerie de Mediu

- **Instituție:** Universitatea Babeș-Bolyai (Cluj-Napoca)
- **Link:** [Bachelor Program](#)
- **Descriere:** Oferă o bază vastă în științele mediului, controlul poluării și gestionarea deșeurilor. Studenții realizează proiecte practice cu autoritățile locale și companii. Foarte relevant pentru planificarea sistemelor de gestionare a deșeurilor în construcții și minerit, unde inginerii trebuie să proiecteze scheme de monitorizare și să asigure conformitatea legală.

3.4. CROAȚIA

Croația generează între 6 și 7 milioane de tone de deșeuri pe an, ceea ce echivalează cu aproximativ 1,3-1,5 tone pe locuitor. O parte semnificativă a acestor deșeuri provine din activități de construcții, demolări, minerit și exploatare, în special sub formă de deșeuri minerale. Deși țara a înregistrat progrese în ceea ce privește colectarea selectivă și reciclarea, depozitarea deșeurilor rămâne principala metodă de tratare a deșeurilor municipale, așa că se intensifică eforturile pentru a îndeplini obiectivele europene de reciclare și reducere a utilizării depozitelor de deșeuri.

Planul de gestionare a deșeurilor 2023-2028 al Republicii Croația consolidează măsuri precum prevenirea, colectarea separată și reciclarea, promovând în același timp crearea de centre regionale de gestionare a deșeurilor, cu un accent deosebit pe deșeurile de construcții și minerale. Această strategie este deosebit de relevantă pentru sectorul bine stabilit al mineralelor nemetalice din Croația, unde carierele istorice de piatră ornamentală generează volume mari de deșeuri, șlam și deșeuri minerale care ar putea fi recuperate ca materii prime secundare.

În acest context, sistemul de învățământ croat oferă o combinație de programe de educație și formare profesională (VET) în domeniul protecției mediului și exploatării minerului, alături de micro-calificări pentru adulți și o gamă diversă de programe de învățământ superior în inginerie civilă și de mediu.

3.4.1. Gestionarea deșeurilor în învățământul profesional și de formare profesională (VET)

La nivelul învățământului profesional și de formare profesională (VET), Croația oferă atât programe de învățământ secundar superior inițial, cât și calificări pentru adulți, cu accent strâns legat de protecția mediului și eficiența resurselor. Deși majoritatea programelor de învățământ au o abordare transversală, competențele dobândite, în special în monitorizarea mediului și logistica deșeurilor, sunt ușor aplicabile activităților de construcție și exploatare a pietrei ornamentale.

Tehnician în Protecția Mediului (Ekološki tehničar)

- **Instituție:** Diverse Școli VET (de exemplu, Graditeljska, prirodoslovna i rudarska škola Varaždin)
- **Link:** [Profile Details](#)
- **Descriere:** O calificare de liceu cu durata de patru ani (ISCED 3-4) care pregătește tehnicieni pentru monitorizarea și protejarea mediului înconjurător în contexte industriale. Studenții studiază legislația de mediu, evaluarea impactului și module dedicate gestionării deșeurilor (clasificare, colectare, reciclare). Aceste competențe sunt direct aplicabile monitorizării fluxurilor de praf și nămol în instalațiile de exploatare.

Pietar / Tehnician Pietar (Klesar / Klesarski tehničar)

- **Instituție:** Klesarska škola Pučišća (Școala de zidărie în piatră)
- **Link:** [Curriculum PDF](#)
- **Descriere:** Situată pe insula Brač, această școală specializată oferă programe de extracție, tăiere și finisare a pietrei naturale. Deși gestionarea deșeurilor nu este o materie de sine stătătoare, programul de învățământ include rezultate legate de utilizarea rațională a materiilor prime, minimizarea pierderilor de piatră și manipularea în siguranță a nămolului și a resturilor, direct relevante pentru gestionarea durabilă a carierelor.

Microcalificare în Managementul Deșeurilor (Gospodarenje otpadom)

- **Instituție:** Furnizori de educație pentru adulți (schemă de vouchere)
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** Oferită în cadrul schemei naționale de vouchere pentru învățarea adulților, această micro-calificare (aproximativ 75 de ore) acoperă legislația croată și a UE privind deșeurile, clasificarea și principiile de bază ale economiei circulare. Se adresează lucrătorilor care manipulează deșeuri în construcții, servicii municipale și întreprinderi de prelucrare a pietrei.

Specialist Certificat în Managementul Deșeurilor și Protecția Mediului

- **Instituție:** Seminari.hr / Verlag Dashöfer
- **Link:** [Course Details](#)
- **Descriere:** Un curs online avansat pentru profesioniștii care necesită cunoștințe operaționale și de reglementare. Acesta acoperă planificarea integrată a sistemelor, gestionarea deșeurilor periculoase și cele mai bune tehnici de reciclare disponibile. Profilul corespunde nevoilor managerilor responsabili de fluxurile mari de deșeuri minerale din instalațiile de exploatare.

3.4.2. Gestionarea deșeurilor în învățământul superior

În ceea ce privește învățământul superior, universitățile croate oferă programe de licență și masterat în inginerie de mediu și inginerie civilă, care abordează în mod specific deșeurile minerale, deșeurile din construcții și demolări, precum și abordările economiei circulare care vizează recuperarea valorii acestor materiale.

Licență în Inginerie de Mediu

- **Instituție:** Universitatea din Zagreb, Facultatea de Inginerie Geotehnică (Varaždin)
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** Oferă competențe de bază în protecția mediului, gestionarea deșeurilor și geotehnică. Modulele despre gestionarea deșeurilor solide și monitorizarea mediului îi pregătesc pe studenți să planifice și să supravegheze sisteme în minerit și construcții, inclusiv valorificarea deșeurilor minerale.

Master în Inginerie de Mediu (Specializare Management de Mediu)

- **Instituție:** Universitatea din Zagreb, Facultatea de Inginerie Geotehnică
- **Link:** [Track Details](#)
- **Descriere:** Aprofundează competențele analitice și manageriale pentru utilizarea durabilă a resurselor. Materiile avansate acoperă strategiile economiei circulare, evaluarea riscurilor și planificarea infrastructurii regionale. Absolvenții sunt echipați pentru a proiecta soluții integrate pentru fluxurile de deșeuri minerale de volum mare din construcții și cariere.

Curs de Management al Deșeurilor (Inginerie Civilă)

- **Instituție:** Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
- **Link:** [Course PDF](#)
- **Descriere:** Introduce viitorii ingineri civili în sistemele integrate de gestionare a deșeurilor, cu o atenție specială la recuperarea deșeurilor din construcții și demolări. Aceasta oferă absolvenților cunoștințele necesare pentru a încorpora agregate reciclate și subproduse din piatră în proiecte de infrastructură.

Curs de gestionare durabilă a deșeurilor și reciclare

- **Instituție:** University of Slavonski Brod
- **Link:** [Course Details](#)
- **Descriere:** Se concentrează pe gestionarea durabilă a deșeurilor solide și a tehnologiilor de reciclare în cadrul programului de Eco-inginerie. Studenții analizează liniile de sortare și modelele economiei circulare, pregătindu-se pentru roluri în întreprinderi industriale care vizează creșterea recuperării materialelor, inclusiv a produselor pe bază de minerale.

Studii de silvicultură urbană și protecție a mediului

- **Instituție:** Universitatea din Zagreb, Facultatea de Silvicultură
- **Link:** [Program Details](#)
- **Descriere:** Integrează științele ecologice cu managementul mediului urban. Absolvenții contribuie la planificarea infrastructurii verzi în care deșeurile minerale și de construcții interacționează cu obiective mai largi de gestionare a peisajului.

4. ANALIZAREA REZULTATELOR

Acest capitol prezintă o analiză comparativă a programelor educaționale și a programelor de învățământ legate de gestionarea deșeurilor în industria pietrei ornamentale din țările participante. Obiectivul principal este de a evalua măsura în care aceste programe de formare sunt aliniate cu obiectivele proiectului, în special cu promovarea practicilor durabile de gestionare a deșeurilor în cadrul sectorului.

Prin compararea conținutului instruirii, a competențelor dobândite și a metodologiilor aplicate, această analiză își propune să evidențieze bunele practici care promovează sustenabilitatea și eficiența în gestionarea deșeurilor generate în timpul extracției și prelucrării pietrei. În plus, examinează modul în care diferite sisteme naționale de învățământ răspund provocărilor specifice de mediu reprezentate de această industrie.

Studiul identifică, de asemenea, lacune semnificative, adică domenii în care programele actuale nu reușesc să răspundă nevoilor reale ale sectorului sau să abordeze în mod adecvat anumite probleme de mediu. Aceste constatări stau la baza unei serii de recomandări care vizează îmbunătățirea formării profesionale viitoare.

În cele din urmă, obiectivul este de a se asigura că noile generații de profesioniști sunt pregătite să contribuie activ la economia circulară, managementul mediului și dezvoltarea durabilă pe întregul lanț valoric al pietrei ornamentale.

4.1. GERMANIA

Germania este unul dintre cei mai consacrați lideri din Europa în domeniul gestionării deșeurilor. Ofertele sale educaționale sunt profund integrate într-un cadru solid de economie circulară, susținut de o legislație care prioritizează reciclarea de înaltă calitate în detrimentul eliminării simple.

4.1.1. Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității

Ecosistemul educațional german în domeniul gestionării deșeurilor este vast și strâns legat de sectorul productiv. Formarea profesională duală include ocupații precum

Fachkraft für Kreislauf und Abfallwirtschaft (Tehnician în Reciclare și Gestionarea Deșeurilor), care combină stagiile de practică în companii cu pregătirea tehnică în școli specializate. În plus, există programe școlare axate pe protecția mediului.

La acestea se adaugă programe de licență și masterat extrem de specializate, cum ar fi Ingineria Proceselor de Mediu și Ingineria Reciclării, care dezvoltă competențe avansate în tehnologiile de tratare a deșeurilor, eficiența resurselor și evaluarea ciclului de viață (ACV). În scopul acestui proiect, Germania reprezintă un exemplu clar al modului în care un sistem educațional matur poate susține politici ambițioase ale economiei circulare.

4.1.2. Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale

În ciuda forței sistemului, industria pietrei ornamentale nu este abordată ca un obiectiv specific, ci este inclusă în categoria mai largă a deșeurilor de construcții și minerale. Ucenicii și studenții dobândesc cunoștințe despre manipularea solului, pietrelor și molozului ca parte a operațiunilor standard, legate în principal de producția de agregate sau reciclarea betonului.

Aceste competențe sunt ușor transferabile la gestionarea materialului de acoperire, a deșeurilor de piatră și a subproduselor din carieră. Cu toate acestea, programele de învățământ rareori abordează aspecte specifice sectorului, cum ar fi valoarea estetică a pietrei recuperate, manipularea tehnică a nămolului fin sau dezvoltarea de produse de înaltă valoare din deșeuri de piatră. Având în vedere puternica țesătură industrială și de cercetare a țării, există un mare potențial pentru dezvoltarea unor lanțuri valorice avansate, dacă programele de formare includ studii de caz axate pe roca ornamentală.

4.1.3. Accent pus pe legislație și conformitate

Sistemul german pune un accent puternic pe aspectele juridice și organizatorice ale gestionării deșeurilor. Un element cheie este cerința legală ca multe instalații să aibă un *Betriebsbeauftragte:r für Abfall* (Manager de Deșeuri al Companiei). Această figură profesională este responsabilă pentru conformitatea cu reglementările, documentație, audituri interne și relații cu autoritățile.

Programele de formare și perfecționare pentru acest rol asigură cunoștințe detaliate despre Legea Economiei Circulare (KrWG) și reglementările tehnice aplicabile. În cazul carierelor și al instalațiilor de prelucrare a pietrei, această figură reprezintă un pilon cheie pentru conformitate, deși din perspectiva unui proiect, există loc pentru evoluția acestui rol: trecerea de la simpla respectare a reglementărilor la promovarea activă a circularității, explorând noi oportunități de simbioză industrială pentru deșeurile de piatră.waste.

4.1.4. Proiecte finale și studii de caz

Universitățile de Științe Aplicate (Fachhochschulen) din Germania promovează activ învățarea bazată pe proiecte și teze dezvoltate în colaborare cu industria. Mulți

studenți la inginerie de mediu și reciclare lucrează deja la subiecte legate de subprodusele minerale și proiectarea stațiilor de epurare.

Integrarea sectorului pietrei ornamentale în acest context nu ar necesita schimbări curriculare majore, ci mai degrabă o mai bună definire a abordărilor și a subiectelor. Colaborarea cu asociațiile industriale ar putea duce la proiecte care analizează viabilitatea noilor produse din deșeuri de piatră, optimizează lanțurile de procesare sau evaluează instrumente digitale, inclusiv blockchain, pentru urmărirea fluxurilor circulare de materiale.

4.1.5. Concluzii generale

Germania este un reper educațional foarte matur, în special în ceea ce privește reciclarea deșeurilor minerale. Principala provocare nu constă în lipsa competențelor, ci în absența unei conexiuni clare cu specificitățile sectorului pietrei ornamentale.

Pentru dezvoltarea curriculumului RockChain, expertiza germană oferă conținut tehnic avansat privind reciclarea deșeurilor minerale, optimizarea proceselor și modelele de reglementare. La rândul său, proiectul poate oferi o perspectivă sectorială necesară, evidențiind piatra ornamentală ca un domeniu de aplicare de mare valoare pentru aceste competențe. Această îmbogățire reciprocă, combinând experiența sistemică a Germaniei cu o explorare concentrată a deșeurilor de piatră, va contribui la un curriculum european ambițios din punct de vedere tehnic și aliniat cu realitatea industrială.

4.2. SPANIA

O analiză a peisajului educațional din Spania relevă un ecosistem solid, dar oarecum fragmentat. Acesta constă în certificate profesionale interdisciplinare axate pe deșeuri urbane și industriale, formare profesională specializată în industriile extractive și o gamă largă de masterate în Ingineria Mediului și Economie Circulară.

4.2.1. Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității

Împreună, aceste programe abordează competențe tehnice cheie legate de ierarhia deșeurilor, tehnologiile de tratare, prevenirea poluării și strategiile economiei circulare aplicabile sectoarelor mari consumatoare de resurse. Cu toate acestea, legătura dintre aceste competențe generale și provocările specifice de sustenabilitate din lanțul valoric al pietrei ornamentale (cum ar fi gestionarea nămolului de debitare, a deșeurilor sau a materialelor de acoperire) rămâne în mare parte implicită în programa de învățământ, fără a fi abordată într-un mod diferențiat sau specializat.

4.2.2. Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale

Integrarea directă cu sectorul este cel mai evidentă în instituțiile specializate, cum ar fi Școala de Marmură Fină, sau în certificate specifice, cum ar fi IEXD0308 (Operațiuni

auxiliare în instalațiile de prelucrare a pietrei naturale). În aceste cazuri, instruirea are loc în medii reale de prelucrare a pietrei, unde gestionarea deșeurilor face parte din rezultatele învățării, integrată cu conținut privind eficiența în utilizarea materialelor, igiena industrială și siguranța ocupațională.

În schimb, programele generale de formare profesională și universitare tind să trateze piatra ca o subcategorie a deșeurilor de construcții și demolări (CDW) sau ca deșeu industrial inert. Prin urmare, deși studenții dobândesc competențe transferabile, aceștia nu dobândesc o înțelegere completă a ciclului de viață al deșeurilor de piatră ornamentală și nici a potențialului acestora de recuperare dincolo de concasarea de bază pentru agregate.

4.2.3. Accent pus pe legislație și conformitate

Atât învățământul profesional, cât și învățământul superior din Spania acordă o importanță deosebită legislației de mediu. Certificate precum SEAG0108 și cursurile specializate în CDW dedică un timp semnificativ studierii reglementărilor spaniole și europene, Responsabilității Extinse a Producătorului (EPR) și planificării gestionării deșeurilor. În mod similar, diplomele universitare prioritizează cadrele de Evaluare a Impactului asupra Mediului (EIA).

Această abordare de reglementare oferă o bază solidă pentru un sector precum piatra ornamentală, care operează în conformitate cu reglementări dense din minerit și mediu. Cu toate acestea, există o lipsă de instruire specifică cu privire la modul de traducere a acestor obligații generice în protocoale concrete pentru gestionarea șlamului de tăiere sau a materialelor de carieră. În plus, aplicarea instrumentelor digitale, cum ar fi trasabilitatea prin blockchain pentru a îmbunătăți transparența și conformitatea, nu face încă parte din programa actuală.

4.2.4. Proiecte finale și studii de caz

Majoritatea masteratelor în inginerie de mediu sau Economie Circulară includ un proiect final sau o teză, adesea dezvoltată în colaborare cu companii. Aceste proiecte reprezintă o oportunitate excelentă - încă în mare parte neexploată - de a lega educația de provocările cu care se confruntă sectorul.

În prezent, studiile de caz se concentrează pe deșeurile urbane, apele uzate sau deșeurile reziduale (CDW) generice. Orientarea acestor proiecte către teme precum recuperarea șlamului, eco-designul produselor din piatră sau utilizarea deșeurilor din piatră ca materie primă secundară ar putea crește semnificativ relevanța și specializarea programelor. Acest lucru ar crea un profil de absolvent familiarizat cu fluxurile specifice de deșeuri din sectorul de extracție și prelucrare a pietrei.

4.2.5. Concluzii generale

În Spania, multe dintre elementele necesare pentru construirea unui program de învățământ avansat în gestionarea deșeurilor din piatră ornamentală există deja, deși în prezent sunt dispersate:

- Formare profesională interdisciplinară în gestionarea deșeurilor.
- Un centru național de referință specializat în piatră naturală (Școala de Marmură).
- Programe universitare de nivel înalt în inginerie și economie circulară.

Cu toate acestea, legătura dintre aceste elemente și fluxurile specifice de materiale din sectorul pietrei ornamentale este încă slabă. Pentru proiectul RockChain, aceasta reprezintă o oportunitate strategică clară: de a proiecta un program de învățământ modular care să acționeze ca o punte. Acest program de învățământ ar trebui să conecteze competențele generice existente cu conținut specific sectorului, trasabilitatea digitală (blockchain) și modalități inovatoare de adăugare de valoare.

În loc să dubleze ofertele existente, RockChain ar trebui să se concentreze pe interconectarea acestor puncte forte dispersate, adaptându-le la nevoile reale ale sectorului pietrei ornamentale.

4.3. ROMANIA

4.3.1. Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității

Programele de formare în gestionarea deșeurilor din România au o abordare pronunțat practică și sunt orientate spre conformitatea cu reglementările. Cursurile de formare profesională acreditate de ANC, cum ar fi Specialist în managementul deșeurilor și Responsabil de mediu, se concentrează pe aplicarea legislației actuale, dezvoltarea planurilor de gestionare a deșeurilor pentru companii și organizarea logistică a colectării.

La nivel universitar, masteratele precum Ingineria valorificării deșeurilor oferă o viziune mai strategică, abordând tehnologiile de tratare și indicatorii economiei circulare. Împreună, aceste programe pregătesc profesioniștii pentru a opera sisteme integrate în medii industriale, inclusiv în industrii grele unde deșeurile minerale sunt semnificative.

4.3.2. Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale

În prezent, niciunul dintre programele analizate nu este orientat în mod specific către sectorul pietrei ornamentale. Acest sector este abordat indirect, în cadrul unor module generale despre deșeuri industriale sau miniere. Deși profilurile profesionale instruite

În România au teoretic abilitățile necesare pentru a gestiona deșeuri precum nămolul sau deșeurile de piatră, lipsa unor exemple specifice creează un deficit de cunoștințe.

Fără o pregătire specifică sectorului, absolvenții sunt susceptibili să nu fie conștienți de aspectele tehnice relevante, cum ar fi comportamentul reologic particular al nămolului de piatră sau limitele estetice ale produselor reciclate. Integrarea studiilor de caz legate de experiențele locale ar îmbunătăți semnificativ aplicabilitatea formării în acest sector.

4.3.3. Accent pus pe legislație și conformitate

Învățământul profesional în România pune un accent semnificativ pe legislația națională și europeană de mediu, cum ar fi Legea 211/2011. Studenții trebuie să demonstreze cunoștințe detaliate despre autorizații, obligații de raportare și reglementări aplicabile. Pentru companiile miniere, acest lucru oferă o bază solidă pentru a se conforma reglementărilor.

Cu toate acestea, din perspectiva sectorului pietrei ornamentale, există o oportunitate de a depăși conformitatea de bază. Programele de învățământ ar putea include conținut despre Cele mai bune tehnici disponibile (BAT) pentru restaurarea siturilor miniere și monitorizarea pe termen lung a deșeurilor din cariere, aspecte care sunt adesea trecute cu vederea în cursurile mai generale.

4.3.3. Proiecte finale și studii de caz

Programele de masterat includ adesea proiecte de cercetare aplicată, frecvent în colaborare cu administrațiile locale. În prezent, aceste proiecte se concentrează în principal pe deșeuri municipale sau periculoase. Redirecționarea unei părți a acestui efort academic către provocările cu care se confruntă sectorul (de exemplu, optimizarea tratării șlamului în atelierele de tăiere a marmurei) ar genera o bază de cunoștințe valoroasă, aliniată cu obiectivele proiectului RockChain.

4.3.4. Concluzii generale

România are un sistem educațional dens și coerent în domeniul gestionării deșeurilor, cu componente tehnice și juridice puternice. Cu toate acestea, industria pietrei ornamentale nu este încă vizibilă ca și context de formare. Pentru un proiect precum RockChain, țara oferă o bază solidă de competențe, dar cu o nevoie clară de contextualizare sectorială.

Incorporarea instrumentelor digitale și utilizarea unor situri demonstrative reale ar putea transforma deșeurile de piatră, percepute în prezent ca o răspundere industrială invizibilă, într-un domeniu atractiv de învățare tehnică și inovare aplicată.

4.4. CROATIA

4.4.1. Gestionarea deșeurilor aplicată industriei și sustenabilității

Croația oferă un ecosistem de formare coerent care combină programe de învățământ profesional secundar superior, micro-calificări pentru adulți și diplome universitare în ingineria mediului. Aceste programe abordează subiecte cheie precum monitorizarea, sortarea deșeurilor și planificarea regională.

Având în vedere că politica națională prioritizează reducerea deșeurilor minerale, oferta educațională este bine aliniată cu obiectivele de sustenabilitate. Acest lucru a permis ca tot mai mulți tehnicieni să fie instruiți pentru a înțelege deșeurile nu doar ca o problemă de eliminare, ci și ca parte a unor strategii circulare mai ample.

4.4.2. Integrarea managementului deșeurilor în industria rocilor ornamentale

Croația se remarcă printre țările partenere prin faptul că are o școală specializată în zidărie, Klesarska škola Pučišća, situată într-o regiune cu o puternică tradiție în domeniul pietrei ornamentale. Formarea profesională inițială oferă cunoștințe aprofundate despre proprietățile și prelucrarea pietrei. Cu toate acestea, conținutul privind gestionarea deșeurilor este integrat în toate domeniile, de exemplu în utilizarea rațională a materialelor, mai degrabă decât ca module specifice.

Pe de altă parte, programele universitare de inginerie de mediu dezvoltă competențe avansate în gestionarea deșeurilor din construcții. Legătura dintre formarea meșteșugărească în zidărie și abordarea mai tehnică a ingineriei de mediu este încă în mare parte neexploată. Sectorul ar beneficia foarte mult de pe urma unor proiecte comune care abordează recuperarea deșeurilor de piatră și restaurarea carierelor.

4.4.3. Accent pus pe legislație și aplicare

Programe de formare precum *Gospodarenje otpadom* acordă o atenție semnificativă legislației croate și europene, pregătind profesioniștii să lucreze în centrele de reciclare și să interacționeze cu autoritățile de inspecție. Această abordare juridică consolidează conformitatea cu reglementările în cariere. Cu toate acestea, formarea actuală abordează rareori problemele emergente, cum ar fi monitorizarea bazată pe date, pașapoartele de materiale sau utilizarea blockchain pentru urmărirea subproduselor din piatră pe tot parcursul lanțului valoric.

4.4.4. Proiecte finale și studii de caz

Programele universitare includ adesea proiecte practice. Cu ajustări minore, acestea ar putea include regiuni producătoare de piatră ornamentală, cum ar fi Brač sau Istria, ca laboratoare vii. Studenții ar putea analiza fluxurile de deșeuri și șlam pentru a proiecta circuite circulare în colaborare cu municipalitățile locale. În formarea profesională, introducerea unor mici proiecte privind minimizarea deșeurilor în atelierele școlare ar ajuta la internalizarea economiei circulare prin practica zilnică.

4.4.5. Concluzii generale

Croația aduce o valoare unică proiectului: o combinație între formare profesională specializată în prelucrarea pietrei și un învățământ superior solid în ingineria mediului. Principala slăbiciune nu este lipsa de conținut, ci mai degrabă absența unor conexiuni explicite între formarea în domeniul meșteșugurilor și gestionarea sistemică a deșeurilor.

Oportunitatea strategică pentru RockChain constă în crearea de „punți” de formare, în care studenții la prelucrarea pietrei și la ingineria mediului colaborează în unități de învățare comune. Această metodologie de colaborare ar valorifica punctele forte ale ambelor lumi pentru a genera exemple reale de inovare sectorială, aliniate cu obiectivele economiei circulare europene.

5. CELE MAI BUNE PRACTICI

O analiză comparativă a programelor de formare în gestionarea deșeurilor din Germania, Spania, România și Croația relevă câteva elemente comune care caracterizează cele mai eficiente propuneri în domeniul formării profesionale (VT), învățământului superior și educației continue. În același timp, sunt identificate lacune persistente în ceea ce privește industria pietrei ornamentale, în special în ceea ce privește integrarea economiei circulare și trasabilitatea digitală a fluxurilor de deșeuri.

5.1. Caracteristici comune ale programelor de învățământ eficiente privind gestionarea deșeurilor

Analiza identifică cinci piloni fundamentali care definesc standardul actual de calitate în educația privind gestionarea deșeurilor în țările partenere.

5.1.1. Cadru juridic clar și bine integrat

În toate cele patru țări, cele mai puternice programe leagă gestionarea deșeurilor de un cadru de reglementare riguros. Studenții sunt instruiți să înțeleagă și să aplice ierarhia deșeurilor, responsabilitatea extinsă a producătorului (EPR) și procedurile de autorizare a mediului.

- **România și Germania:** Profilurile acreditate (cum ar fi specialiștii în gestionarea deșeurilor sau managerii de mediu) fac din conformitatea legală și documentația elemente cheie ale învățării.

- **Spania și Croația:** Programele de formare profesională și universitare integrează sistematic legislația națională și directivele europene, cum ar fi Directiva-cadru privind deșeurile, în module tehnice.

Impact: Absolvenții sunt instruiți să proiecteze sisteme care respectă reglementările din mediile industriale, o abilitate esențială în sectoare extrem de reglementate, cum ar fi mineritul și prelucrarea pietrei.

5.1.2. Abordare practică a fluxurilor reale de deșeuri

Programele eficiente evită tratarea deșeurilor ca pe un concept abstract, concentrându-se în schimb pe categorii specifice, cum ar fi deșeurile industriale, deșeurile de construcții și demolări (CDW) și deșeurile miniere.

- **Germania și Spania:** Se concentrează pe deșeurile minerale, reciclarea agregatelor și gestionarea resturilor.

- **România:** Masteratele în inginerie abordează fluxuri complexe, cum ar fi șlamul industrial și deșeurile periculoase.

- **Croația:** Leagă ingineria civilă de planificarea centrelor regionale de gestionare a deșeurilor.

Impact: Competențele dobândite (cum ar fi clasificarea, segregarea și logistica deșeurilor) sunt direct transferabile deșeurilor grele și voluminoase tipice industriei pietrei ornamentale (material steril, șlam, etc).

5.1.3. Învățare bazată pe proiecte și învățare la locul de muncă

Un punct forte recurent este combinarea teoriei cu practica.

- **Învățământ superior:** În toate țările, programele includ teze sau proiecte finale dezvoltate cu companii sau entități publice.

- **Formare profesională:** Sistemele duale (cum ar fi în Germania) sau formarea la locul de muncă (Spania, Croația) permit învățarea în medii reale. În România, cursurile acreditate de ANC includ sarcini aplicative, cum ar fi planuri de gestionare a deșeurilor pentru companii.

Impact: Această abordare oferă o cale directă către RockChain. Cadrele existente pot fi ușor adaptate pentru a include cazuri practice axate pe piatra ornamentală.

Integrarea transversală a economiei circulare și a eficienței resurselor

Programele de învățământ se schimbă de la o viziune axată pe eliminarea deșeurilor la una care consideră deșeurile ca o resursă utilizabilă.

- **Inginerie:** Se promovează analiza fluxului de materiale și evaluarea ciclului de viață (ACV).

- **Formare profesională:** Multe cursuri includ conținut despre eficiența resurselor și utilizarea materiilor prime secundare.

Impact: Deși piatra ornamentală este rareori menționată explicit, instrumentele conceptuale pentru tratarea deșeurilor ca resursă există deja. Acest lucru deschide

calea pentru introducerea unor circuite circulare axate pe subprodusele pietrei (cum ar fi agregatele reciclate sau materialele de restaurare).

5.1.4. Modularitate și orientare spre învățarea pe tot parcursul vieții

O caracteristică structurală comună este diversitatea formatelor educaționale, care facilitează educația continuă.

- **Certificări specifice:** Spania, România și Croația oferă certificate destinate specialiștilor și managerilor de mediu.
- **Educație continuă obligatorie:** În Germania, formarea inițială este completată de cursuri obligatorii de perfecționare a cunoștințelor pentru managerii de deșeuri din companii.

Impact: Această flexibilitate susține învățarea pe tot parcursul vieții și permite tehnicienilor cu experiență să își actualizeze competențele fără a părăsi piața muncii. Acest lucru validează abordarea RockChain: proiectarea de unități de formare flexibile care pot fi integrate cu ușurință atât în formarea profesională, cât și în învățământul superior.

5.2. Lacune și lecții pentru un proiect axat pe piatră ornamentală și economie circulară

În ciuda aspectelor pozitive identificate în programele naționale de educație, analiza evidențiază trei lacune critice care justifică în mod direct existența proiectului RockChain:

5.2.1. Lipsa unei concentrări specifice sectorului asupra pietrei ornamentale

Majoritatea programelor educaționale adoptă o perspectivă neutră din punct de vedere sectorial, clasificând deșeurile în categorii largi, cum ar fi „deșeuri de construcții și demolări” sau „deșeuri industriale”. Chiar și în țările cu o tradiție puternică în domeniul pietrei naturale, precum Spania sau Croația, conținutul abordează rareori provocările tehnice specifice sectorului. În special, cursurile generaliste nu includ de obicei:

- Caracteristicile fizice și de mediu specifice șlamului generat la tăierea pietrei (cum ar fi turtele de filtrare).
- Gestionarea deșeurilor de carieră ca o răspundere pe termen lung pentru mediu și peisaj.
- Proiectarea de produse reciclate sau hibride din deșeuri de piatră, cum ar fi pietrele artificiale.

Deși există școli specializate, aspectele de mediu sunt de obicei tratate implicit, fără a fi consolidate ca un domeniu de formare structurat cu indicatori de inovare.

5.2.2. Fragmentarea între competențele tehnice, de mediu și digitale

O slăbiciune recurentă este lipsa conexiunii dintre disciplinele cheie, ceea ce creează un efect de „silo”. În prezent, trei seturi de competențe esențiale sunt predate separat:

- Tehnic: Tăiere, prelucrare și exploatarea carierelor (formare profesională).
- Mediu: Ierarhia deșeurilor și rutele de recuperare (inginerie).
- Digital: Trasabilitate și monitorizare a datelor (IT).

Programele de exploatare în cariere sunt rareori legate de ingineria mediului și practic niciunul dintre programele cartografiate nu integrează instrumente digitale de trasabilitate, cum ar fi blockchain-ul, în predarea managementului deșeurilor. Acest lucru limitează capacitatea absolvenților de a proiecta soluții integrate, în care eficiența tehnică și transparența de mediu se consolidează reciproc.

5.2.3. Subutilizarea proiectelor aplicate sectorului pietrei

Deși învățarea bazată pe proiecte este o metodologie utilizată pe scară largă, studiile axate pe piatra ornamentală sunt rare. Proiectele finale tind să se învârtă în jurul deșeurilor municipale sau a apelor uzate.

Aceasta reprezintă o oportunitate ratată: sectorul pietrei oferă probleme complexe și multidimensionale care acoperă peisajul, materialele și circularitatea, ideale pentru studenții interdisciplinari.

5.3. Rezumatul recomandărilor pentru RockChain

Pe baza celor mai bune practici și a lacunelor identificate, se propune următoarea foaie de parcurs pentru dezvoltarea curriculumului RockChain:

5.3.1. Valorificarea punctelor forte existente

Nu este nevoie să se înceapă de la zero. Fundamentele juridice, tehnologice și ale economiei circulare deja existente în țările partenere ar trebui reutilizate și legate în mod explicit de fluxurile de deșeuri specifice sectorului pietrei ornamentale (șlam, deșeuri, steril și deșeuri de demolare pe bază de piatră).

5.3.2. Acordarea de vizibilitate sectorului în proiecte și scenarii de învățare

Transformați învățarea bazată pe proiecte în provocări specifice pentru sector, utilizând date reale sau simulate din cariere și instalații de procesare ca bază pentru sarcini, studii de caz sau jocuri serioase.

5.3.3. Depășirea fragmentării dintre competențele tehnice, de mediu și digitale

Proiectați rezultate ale învățării care să integreze simultan:

- Cunoștințe despre procese (extracția și transformarea pietrei).
- Managementul mediului (ierarhia deșeurilor, rute de recuperare).
- Trasabilitate digitală (înregistrarea datelor, concepte de bază despre blockchain).

5.3.4. Utilizarea formatelor modulare compatibile cu formarea profesională, universitatea și educația continuă

Structurați RockChain ca un set de module scurte, cumulative, care pot fi integrate cu ușurință în ciclurile de formare profesională, programele universitare și educația adulților, adăugând valoare fără a fi nevoie de reformarea programelor școlare existente.

5.3.5. Poziționarea pietrei ornamentale ca exemplu pilot european

Valorificarea punctelor forte complementare ale Germaniei, Spaniei, României și Croației pentru a prezenta sectorul pietrei ca un model de inovație în care principiile economiei circulare, tehnologiile avansate de gestionare a deșeurilor și trasabilitatea digitală pot fi testate în contextul Erasmus+.

6. CONCLUZII

O analiză comparativă a programelor de formare în gestionarea deșeurilor din Germania, Spania, România și Croația relevă un peisaj educațional în evoluție, dar care prezintă încă lacune structurale semnificative în ceea ce privește sectorul pietrei ornamentale.

Pe de o parte, gestionarea deșeurilor este o disciplină bine stabilită: există profiluri profesionale cu dublă formare în reciclare și mediu, specializări acreditate și o gamă largă de diplome de licență și masterat în inginerie. Pe de altă parte, această ofertă rămâne în mare parte orizontală: este organizată în jurul unor categorii generale, cum ar fi deșeurile urbane sau de construcții, cu puține referințe specifice la fluxurile de materiale și realitățile operaționale ale pietrei ornamentale.

Una dintre cele mai relevante constatări este deconectarea dintre soliditatea tehnică a sistemelor de gestionare a deșeurilor și absența unui conținut specific în planurile de formare. Țările partenere au o bună înțelegere a conceptelor cheie, cum ar fi ierarhia deșeurilor, conformitatea cu reglementările și economia circulară. Cu toate acestea, aceste competențe ajung rareori la profilurile profesionale cele mai apropiate de sector: operatori de cariere, lucrători în instalații de procesare sau manageri în IMM-uri.

Problema nu este lipsa de formare, ci mai degrabă nealinierea acesteia: programele existente sunt prea generale sau academice pentru a aborda provocări specifice, cum

ar fi gestionarea șlamului de tăiere, a rocii sterile de carieră sau a reziduurilor de procesare. Din punct de vedere metodologic, toate țările analizate prezintă o preferință clară pentru combinarea teoriei cu practica. Sistemele duale de formare profesională permit învățarea în contexte reale de muncă, iar studiile universitare necesită finalizarea unor proiecte aplicate.

Această abordare este ideală pentru un sector precum piatra ornamentală, unde deșeurile sunt vizibile, abundente și complexe. Activități precum planificarea tratării șlamului sau proiectarea strategiilor de restaurare a carierelor sunt scenarii ideale de formare pentru munca pe bază de proiecte și învățarea bazată pe jocuri sau simulări.

În toate țările, formarea pune un accent puternic pe legislație și documentație. Profesioniștii învață să interpreteze reglementările, să țină evidențe și să interacționeze cu autoritățile. Această bază de reglementare deschide o oportunitate strategică: aceleași principii care stau la baza conformității cu reglementările pot fi extinse la utilizarea sistemelor digitale de trasabilitate.

Astfel, formarea actuală axată pe „conformitatea documentară” poate evolua către transparența digitală, încorporând instrumente precum blockchain pentru urmărirea deșeurilor de piatră și a materialelor reciclate.

Un obstacol persistent este faptul că multe programe avansate în gestionarea deșeurilor sunt destinate profilurilor universitare sau de inginerie. Există puține oferte structurate pentru profilurile tehnice sau de management mediu, chiar dacă acestea sunt cele care iau decizii zilnice cu privire la gestionarea deșeurilor în cariere sau instalații. Pentru a activa potențialul circular al sectorului, este esențial să se adapteze programele de formare în ceea ce privește limba, durata și cerințele de acces, astfel încât acestea să fie cu adevărat accesibile acestor profiluri operaționale.

Această analiză sugerează că cea mai bună strategie pentru RockChain nu este de a replica ceea ce există deja, ci mai degrabă de a completa și redirectiona programele actuale. Provocarea constă în traducerea punctelor forte ale fiecărei țări în lecții specifice pentru sectorul pietrei ornamentale:

- Creșterea gradului de conștientizare a problemei deșeurilor de piatră.
- Conectarea directă a principiilor economiei circulare cu lanțul valoric „de la carieră la piață”.
- Integrarea trasabilității digitale într-un mod util și ușor de înțeles pentru operatori.

În acest fel, RockChain poate umple o lacună reală de formare în sistemele actuale, aliniindu-se în același timp cu tendințele și prioritățile de politici publice identificate în această analiză comparativă.

7. BIBLIOGRAFIE

- Afonso, P., Bessa, T., Bernardo, E., & Novais, R. (2023). A novel approach for the reuse of waste from the natural stone industry in composite materials. *Sustainability*, 16(1), 64. <https://doi.org/10.3390/su16010064>
- Careddu, N., & Siotto, G. (2019). Dimension stones in the circular economy world. *Resources Policy*, 63, 101412. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101412>
- Lozano-Lunar, A., Pérez-Tapia, G., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez, J. R., & Merino-Lechuga, A. M. (2025). Use of ornamental rock mining waste as secondary raw material for sustainable self-compacting mortar production. *Journal of Building Engineering*, 111, 113305. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.113305>
- Marras, G., Carcangiu, G., Meloni, P., & Careddu, N. (2022). Circular economy in marble industry: From stone scraps to sustainable water-based paints. *Construction and Building Materials*, 341, 127807. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127807>
- Moreira, A. M. M., Ribeiro, M. J., Ferreira, A., & Novais, R. (2022). Ornamental stone processing waste as a secondary raw material in sustainable building products: A review. *Sustainability*, 14(23), 16071. <https://doi.org/10.3390/su142316071>
- Peñaranda Barba, M. A., Alarcón Martínez, V., Gómez Lucas, I., & Navarro Pedreño, J. (2021). Mitigation of environmental impacts in ornamental rock and limestone aggregate quarries in arid and semi-arid areas. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 7(4), 565–586. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2021.04.06>
- Simão, L., Souza, M. T., Ribeiro, M. J., Montedo, O. R. K., Hotza, D., Novais, R. M., & Raupp-Pereira, F. (2021). Assessment of the recycling potential of stone processing plant wastes based on physicochemical features and market opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128678>
- Vagnon, F., Ghezzi, A., & Pellicelli, M. (2020). New developments for the sustainable exploitation of ornamental stones: A systematic review. *Sustainability*, 12(22), 9374. <https://doi.org/10.3390/su12229374>
- United Nations Environment Programme (UNEP), & International Solid Waste Association (ISWA). (2015). *Global waste management outlook*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/report/global-waste-management-outlook>

Germania – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic

- Berufliche Schule Butzbach. (2024). *Nachhaltige Umweltschutztechnik – Staatlich geprüfte:r Umweltschutztechnische:r Assistent:in* [Programme description]. Berufliche Schule Butzbach. <https://berufsschule-butzbach.de/hoehere-berufsfachschule/umweltschutztechnik/>
- Bundesagentur für Arbeit. (2024). *Recycling, Umwelt und Nachhaltigkeit (B.Eng.), Hochschule Magdeburg-Stendal* [Study profile]. Bundesagentur für Arbeit. <https://web.arbeitsagentur.de/studienwahl>
- Bundesinstitut für Berufsbildung. (2021). *Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft / Umwelttechnolog:in für Kreislauf- und Abfallwirtschaft* [Occupation profile]. BIBB. <https://www.bibb.de/en/berufeinfo.php/profile/abl01>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV). (2020). *Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)* [Circular Economy Act, consolidated version]. BMUV. <https://www.bmuv.de/gesetz/kreislaufwirtschaftsgesetz-krwg>
- Cedefop. (2021). *Vocational education and training in Europe – Germany* (Cedefop ReferNet VET in Europe reports). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2801/936711>
- European Environment Agency. (2025a). *Municipal waste management – Germany country profile 2025*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/de-municipal-waste-factsheet.pdf>
- FEANI. (2024). *Environmental Process Engineering and Recycling – Technische Universität Clausthal* [Programme listing]. European Engineering Education Database. <https://www.feani.org/education-database/environmental-process-engineering-and-recycling>
- Hochschule Magdeburg-Stendal. (2025). *Recycling, Umwelt und Nachhaltigkeit (B.Eng.)* [Bachelor programme]. Hochschule Magdeburg-Stendal. <https://studieren.h2.de/studiengaenge/bachelor/recycling-umwelt-und-nachhaltigkeit>
- Hochschule Nordhausen. (2023). *Umwelt- und Recyclingtechnik (B.Eng.)* [Bachelor study programme]. Hochschule Nordhausen. <https://www.hs-nordhausen.de/studium/bachelor/umwelt-und-recyclingtechnik>

- Hochschule Nordhausen. (2025). *Environmental and Recycling Technology (M.Eng.)* [Master study programme]. Hochschule Nordhausen. <https://www.hs-nordhausen.de/studium/master/environmental-and-recycling-technology>
- Industrie- und Handelskammer Lahn-Dill. (2022). *Betriebsbeauftragte für Abfall – Fortbildungen* [Waste officer training courses]. IHK Lahn-Dill. <https://www.lahn-dill.ihk.de>
- Kreislaufwirtschaft Bau. (2024). *Mineralische Bauabfälle – Monitoring 2022* [Monitoring report on mineral construction waste]. Initiative Kreislaufwirtschaft Bau. <https://www.kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-14.pdf>
- Kultusministerkonferenz. (2013). *Rahmenlehrplan für den Bildungsgang Umweltschutztechnische Assistentin / Umweltschutztechnischer Assistent* [Framework curriculum]. KMK. <https://www.kmk.org/dokumentation/rechtsvorschriften/berufliche-schulen.html>
- Technische Universität Clausthal. (2024). *Environmental Process Engineering and Recycling (M.Sc.)* [Master programme]. Technische Universität Clausthal. <https://www.tu-clausthal.de/studieninteressierte/studienangebot/master/environmental-process-engineering-and-recycling>
- Technische Universität Dresden. (2025). *Abfallwirtschaft und Altlasten (M.Sc.)* [Master in Waste Management and Contaminated Site Treatment]. Technische Universität Dresden. <https://tu-dresden.de/bu/umwelt/uw/ressourcen/studium/studiengaenge/abfallwirtschaft-und-altlasten-msc>
- TÜV SÜD Akademie. (2023). *Betriebsbeauftragter für Abfall – Grundlehrgang* [Basic course for company waste officers]. TÜV SÜD Akademie. <https://www.tuvsud.com/de-de/store/akademie/seminare-umwelt/abfall/betriebsbeauftragter-abfall-grundlehrgang>
- Umweltbundesamt. (2025). *Bauabfälle – Statistisch erfasste Mengen mineralischer Bauabfälle 2022* [Official statistics on mineral construction waste]. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de>
- Wegmann, V. (2023). *Waste management in Europe* [Report]. European Public Service Union. https://www.epsu.org/sites/default/files/article/files/Waste%20Management%20in%20Europe_EN.pdf

Croatia – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic

- Government of the Republic of Croatia, Ministry of Economy and Sustainable Development. (2023). *Waste management plan of the Republic of Croatia for the period 2023–2028*.
<https://mingor.gov.hr/UserDocImages//UPRAVA%20ZA%20GOSPODARENJE%20OTPADOM//Plan%20gospodarenja%20otpadom%20Republike%20Hrvatske%20za%20razdoblje%202023.-2028..pdf>
- Republic of Croatia. (2021). *Zakon o gospodarenju otpadom* [Act on Waste Management, Official Gazette 84/2021, 143/2023]. Narodne novine.
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_84_1550.html
- European Environment Agency (EEA). (2024). *Croatia – Waste prevention country fact sheet 2024*. European Environment Agency.
<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/country-profiles-on-waste-prevention-2025/hr-waste-prevention-factsheet-final.pdf>
- European Environment Agency (EEA). (2025). *Croatia – Municipal waste management country profile 2025*. European Environment Agency.
<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/hr-municipal-waste-factsheet.pdf>
- Ministry of Economy and Sustainable Development. (2020). *State of the environment report of the Republic of Croatia 2020* [Chapter on waste and circular economy].
<https://mingor.gov.hr/UserDocImages//UPRAVA%20ZA%20ZA%20C5%A0TITU%20OKOLI%20C5%A0A/Izvje%20C5%A1%C4%87e%20o%20stanju%20okoli%20C5%A1a//Izvjescje o stanju okolisa za 2020.pdf>
- Ministry of Environment and Energy, & World Bank. (2019). *Inputs to the National Waste Management Plan and implementation of EU waste directives* [Technical background document]. World Bank.
<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/418811580369661687/croatia-inputs-to-the-national-waste-management-plan-and-implementation-of-eu-waste-directives>
- AWaRe / AWASTER Project Consortium. (2022). *AWASTER – Resources from waste: Circular solutions for construction and demolition waste in Italy–Croatia* [Interreg Italy–Croatia project]. <https://www.italy-croatia.eu/web/awaster>
- Klesarska škola Pučišća. (2024). *Kurikulum Klesarske škole Pučišća 2024/2025* [School curriculum]. <https://www.klesarskaskola.hr/kurikulum>

- Klesarska škola Pučišća. (2024). *Uporaba novih tehnologija u gospodarenju otpadom iz kamene industrije* [Curriculum note on blockchain, IoT and Big Data in stone-industry waste management]. <https://www.klesarskaskola.hr>

Spania – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic

- España. (2008). *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*. *Boletín Oficial del Estado*, 38, 7724–7736. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/02/01/105/con>
- España. (2022). *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*. *Boletín Oficial del Estado*, 85, 1–132. <https://www.boe.es/eli/es/ley/2022/04/08/7/con>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2020). *España Circular 2030. Estrategia Española de Economía Circular*. https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-espanola-economia-circular/espanacircular2030_tcm30-506003.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2015). *Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016–2022*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/pemar2016-2022_tcm30-703894.pdf
- European Environment Agency (EEA). (2025). *Spain – Municipal waste management country profile 2025*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/es-municipal-waste-factsheet.pdf>
- Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE). (2009). *Certificado de profesionalidad SEAG0108 Gestión de residuos urbanos e industriales* [Real Decreto 1377/2009, de 28 de agosto]. *Boletín Oficial del Estado*, 228, 78491–78530. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2009/08/28/1377/con>
- Ministerio de Educación. (2011). *Real Decreto 384/2011, de 18 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Educación y Control Ambiental y se fijan sus enseñanzas mínimas*. *Boletín Oficial del Estado*, 89, 35272–35323. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/03/18/384/con>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional, & MITECO. (2021). *Técnico Superior en Educación y Control Ambiental – Ficha del título y perfil profesional* [Formación profesional de grado superior].

<https://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/catalogo/general/99/998615/ficha.html>

- Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE). (2020). *Familia profesional Seguridad y Medio Ambiente – Especialidades formativas y certificados relacionados con gestión de residuos* (SEAG0211, SEAG0212, SEAG024PO, SEAG027PO, etc.). <https://www.sepe.es/HomeSepe/Personas/formacion/certificados-profesionalidad/que-es/certificados-seguridad-y-medio-ambiente.html>
- Comunidad Autónoma de Galicia. (2019). *Programas SEAG024PO, SEAG026PO, SEAG027PO, SEAG028PO – Gestión de residuos urbanos, industriales y peligrosos* [Catálogo de especialidades formativas TR302A]. <https://ficheiros-web.xunta.gal/transparencia/2019/11/21/14/19/10/tr302a.pdf>

Romania – oferta de formare, gestionarea deșeurilor și contextul politic

- ANC. (n.d.). *CURS – Specialist in managementul deșeurilor – COR 213310* [Accredited specialization]. Autoritatea Națională pentru Calificări (ANC). <https://cursanc.ro>
- Avangarde Academy. (n.d.). *Curs online – Specialist management deșeuri* [Online specialization course]. Avangarde Academy. <https://avangardeacademy.ro>
- Babeș-Bolyai University. (n.d.-a). *Ingineria valorificării deșeurilor (IVD)* [Waste Recovery Engineering master's programme]. Facultatea de Știința și Ingineria Mediului. <https://enviro.ubbcluj.ro>
- Babeș-Bolyai University. (n.d.-b). *Dezvoltarea sustenabilă și managementul mediului / Sustainable Development and Environmental Management* [Master's programme]. Facultatea de Știința și Ingineria Mediului. <https://enviro.ubbcluj.ro>
- Bălănică Dragomir, C. M., & Coadă, M. T. (2025). Evaluating the sustainability of municipal waste management in Romania. *The Annals of "Dunărea de Jos" University of Galați. Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science*, 48(1), 43–46. <https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/mms/article/view/6980>
- Camera de Comerț, Industrie și Agricultură Timiș. (n.d.). *Program formare profesională autorizat – Responsabil de mediu (COR 325710)* [Environmental officer training]. CCIAT. <https://www.cciat.ro>
- ECOSIMPLU SRL. (n.d.). *Responsabil de mediu – COR 325710; Specialist în managementul deșeurilor – COR 213310* [Training courses]. ECOSIMPLU SRL. <https://ecosimplu.ro>

- EEA. (2013). *Municipal waste management in Romania* [Country fact sheet]. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/managing-municipal-solid-waste/romania-municipal-waste-management>
- EEA. (2025a). *Romania – municipal waste factsheet 2025*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/ro-municipal-waste-factsheet.pdf>
- EEA. (2025b). *Romania – waste prevention factsheet 2025*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/country-profiles-on-waste-prevention-2025/ro-waste-prevention-factsheet-final.pdf>
- EuroAcademia. (n.d.). *Curs responsabil de mediu (cod COR 325710)* [Environmental officer course]. Fundația EuroAcademia. <https://euroacademia.ro>
- Gheorghe Asachi Technical University of Iași. (n.d.). *Master Managementul, tratarea și valorificarea deșeurilor* [Master's in Waste Management, Treatment and Valorisation]. Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului "Cristofor Simionescu". <https://www.ch.tuiasi.ro>
- Glia Center. (n.d.). *Curs responsabil cu gestiunea deșeurilor* [Waste management officer course]. Glia Center. <https://gliacenter.ro>
- Meda Consulting. (n.d.-a). *Curs specialist în managementul deșeurilor (cod COR 213310)* [Waste management specialist course]. Meda Consulting. <https://medaconsulting.ro>
- Meda Consulting. (n.d.-b). *Curs responsabil de mediu (cod COR 325710)* [Environmental officer course]. Meda Consulting. <https://medaconsulting.ro>
- Năstase, C., Chasovschi, C., & State, M. (2019). Municipal waste management in Romania in the context of the EU: A stakeholders' perspective. *Technological and Economic Development of Economy*, 25(5), 850–876. <https://doi.org/10.3846/tede.2019.10295>
- UpTraining. (n.d.). *Curs specialist în managementul deșeurilor (COR 213310)* [Waste management specialist course]. UpTraining. <https://uptraining.ro>

Sursele figurilor

- **Figura 1**

Rockpanel. *How recyclable Rockpanel products contribute to a circular economy*. <https://www.rockpanel.com/uk/product->



[benefits/sustainability/how-recyclable-rockpanel-products-contribute-to-a-circular-economy/](#)

- **Figura 2**

Triple bottom line diagram (interconnection of the elements of the Triple Bottom Line concept). https://www.researchgate.net/figure/The-interconnection-of-the-elements-of-the-Triple-Bottom-Line-concept_fig1_329185478