



UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS" DIN GALAȚI
FACULTATEA DE INGINERIE ȘI AGRONOMIE DIN
BRĂILA

SCȘS 21

Sesiunea de Comunicări Științifice Studențești
"Edmond Nicolau" ediția XXVIII 26-27 aprilie 2021



STUDIU PRIVIND POSIBILITĂȚILE DE RECICLARE A NĂMOLULUI REZULTAT DIN FORAJELE PETROLIERE

Autor: GRIGORE SORIN¹, anul IV, I.S.B.E.

Îndrumător științific: Ș.I. Dr. Ing. Mariana Carmen BURTEA²

Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila,
Universitatea "Dunărea de jos" din Galați

[1 grigoresorin84@gmail.com](mailto:1.grigoresorin84@gmail.com)

[2 Carmen.Burtea@ugal.ro](mailto:2.Carmen.Burtea@ugal.ro)

Rezumat: Prin lucrarea de față se realizează proiectarea unei tehnologii inovative de reducere și reutilizare a deșeurilor rezultate din forajele petroliere, înlăturându-se impactul negativ asupra mediului și realizând eliberarea terenurilor pe care sunt depozitate. Reciclarea se încearcă pentru confecționarea de cărămizi uscate sau arse și prin obținerea de mortare sau materiale de umplutură pentru drumuri.

Cuvinte cheie: nămol din forajele petroliere; reciclarea nămolului; cărămizi pentru construcții.

1. INTRODUCERE

Nămolul rezultat de la forajele petroliere (60 tone de la fiecare sondă), de pe teritoriul județului Brăila, este transportat la locul de depozitare unde este deshidratat, neutralizat și pregătit pentru depozitarea în depozite permanente. Costurile de transport, neutralizare și depozitare implică sume care recomandă reciclarea acestuia.

Nămolul este încadrat, în funcție de caracteristicile fizico-chimice și conform legislației de mediu în vigoare (Legea 211/2011, Regulament 1272/2008, HG 856/2002) în clase de deșeuri nepericuloase sau inerte (conform anexei nr. 3).

Acest studiu a rezultat dintr-o necesitate existentă pe piața românească (și nu numai), unde există o stringentă nevoie de soluții pentru tratarea, depozitarea sau/și reutilizarea nămolului și datorită restricțiilor impuse de legislația de mediu referitoare la modul de realizare, operare și gestionare a deșeurilor.

Până în prezent, în construcții se folosesc cărămizi din argilă arsă sau BCA din ciment cu nisip. Pe plan național și internațional există propuneri (sub formă de brevete) de procedee de utilizare a nămolurilor provenite din diverse activități, în construcții sau agricultură: de ex. nămol activ din stațiile de epurare biologică, șlamuri petroliere.

2. SCOPUL LUCRĂRII

Obiectivul principal al studiului îl reprezintă identificarea posibilităților de reciclare, studierea avantajelor și dezavantajelor, folosirii nămolului rezultat de la sondele de forare.

Proiectul are drept scop reciclarea nămolului rezultat din foraje. Acest nămol poate deveni o materie primă foarte bună pentru valorificarea sub formă de materiale de construcții: cărămizi pentru construcții civile și industriale, eventual ceramice, materiale pentru construcția drumurilor, mortare.

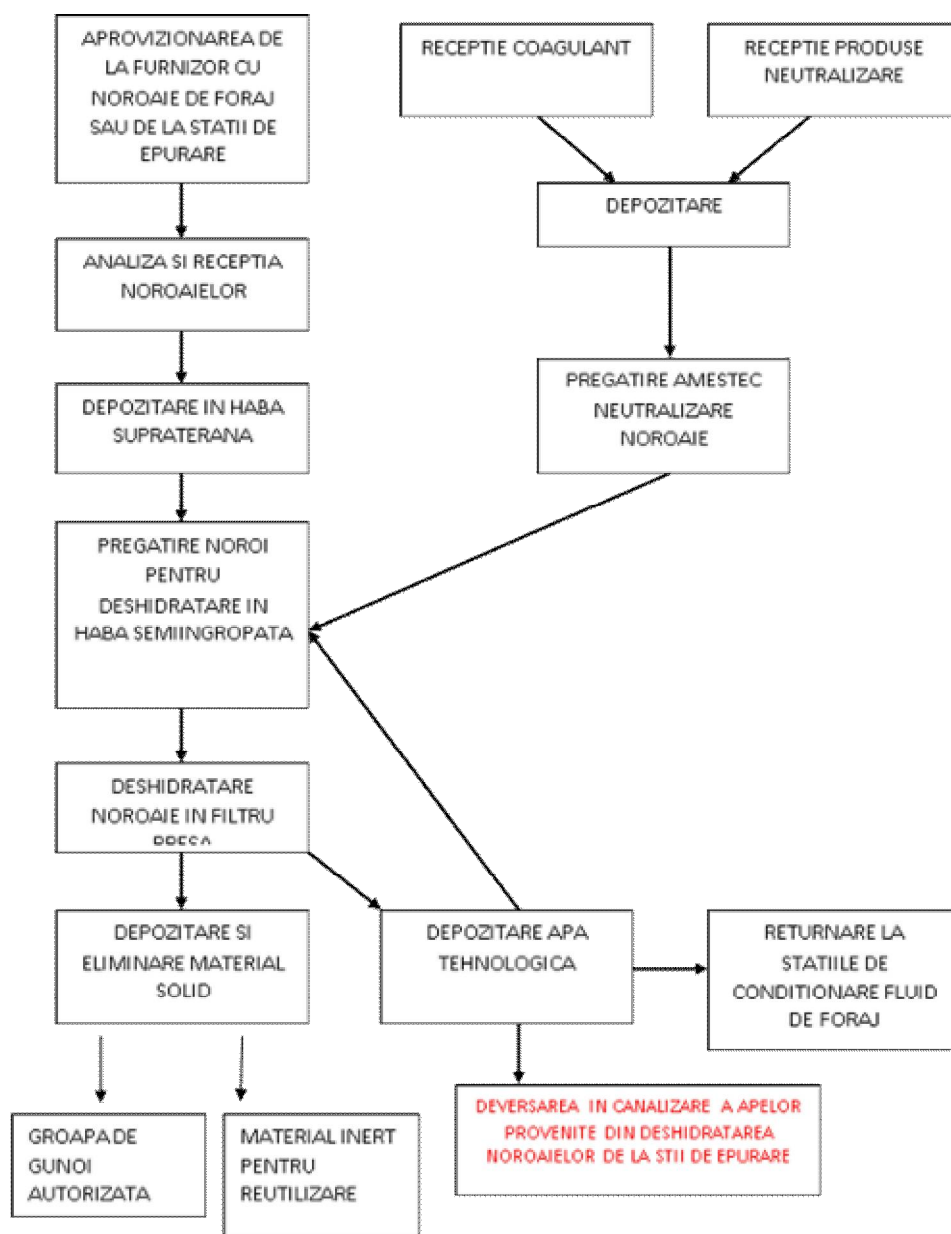


Fig. 2.1 Schema fluxului tehnologic într-un depozit de nămol

Implementarea de către firmele de preluare a nămolului a unei linii de fabricație pentru materialele de construcții, proiectarea ar necesita obținerea de rețete multiple pentru nămolurile rezultate la foraje și care au diferite proprietăți fizico-chimice și mineralogice.

Avantajele valorificării acestui deșeu sunt următoarele:

- Creșterea eficienței economice a firmei;
- Creșterea competitivității firmei în domeniul reciclării deșeurilor;
- Creșterea numărului de servicii prestate;
- Diminuarea spațiului de depozitare a deșeurilor;
- Reciclarea deșeurilor inerte nesalvate de la forajele petroliere;
- Valorificarea superioară a unor deșeuri din agricultură.

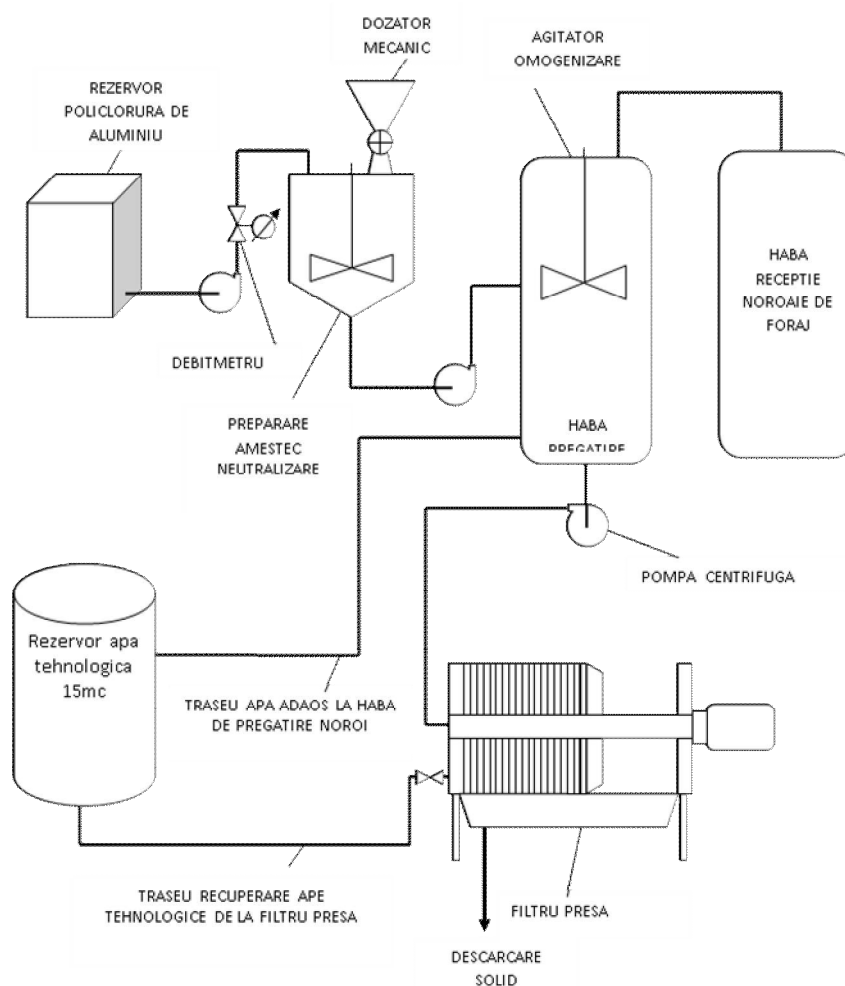


Fig. 2.2 Schema unei instalații de tratare a nămolului

3. METODA ȘI MATERIALELE FOLOSITE

Am luat în lucru 6 probe de nămol de la sondele de forare din depozitul de nămol astfel:

Tabel nr. 1 Probe prelevate pentru studiu

Nr. probei	Locul de prelevare sau originea nămolului	Observații
1.	Nămol platformă stocare temporară	
2.	Nămol platformă stocare temporară	
3.	Nămol sondă Astrid 1	
4.	Nămol sondă Astrid 1	
5.	Nămol neutralizat în depozit	
6.	Nămol neutralizat în depozit	

3.1.Determinarea umidității

Cunoașterea umidității este importantă atât din punct de vedere tehnic cât și analitic. Umiditatea poate fi determinată fie pe proba proaspăt recoltată, fie cea adusă în stare ”uscăță la aer”. Se recomandă ca analizele chimice de sol, pentru a fi comparabile, să se raporteze la solul complet uscat (105⁰C).

Metoda se bazează pe măsurarea pierderii în greutate a unei probe de sol uscată în prealabil la aer, în urma eliminării complete a apei prin uscare la 105⁰C.

Umiditatea materialului se exprimă procentual cu ajutorul formulei:

$$U\% = \frac{B - C}{C - A} * 100 \quad (1)$$

Unde:

U%=conținutul procentual în apă al solului;

A=tara fiolei;

B=greutatea fiolei cu proba de sol luată la analiză;

C=greutatea fiolei cu sol după uscare la 105°C



Fig. 3.1 Pregătirea probelor pentru determinarea umidității;



Fig. 3.2 Probele introduse în etuvă;

3.2. Determinarea pH-ului probelor

Reacția sau pH-ul solului reprezintă însușirea de a disocia ioni H^+ sau OH^- când vine în contact cu apa. Pentru exprimarea acidității sau bazicității solurilor se folosește noțiunea pH care reprezintă logaritmul cu semn schimbat al activității ionilor hidrogen.

$$pH = -\lg aH^+$$

Deși are un caracter convențional pH-ul solului caracterizează suficient sistemul sol-apă pentru a avea o imagine a troficității lui. Activitatea ionilor H^+ din soluția de sol determină activitatea altor ioni astfel ca pH-ul solului constituie un indice important în aprecierea fertilității solului.

pH-ul exercită o mare influență asupra activității și abundenței microorganismelor din sol.

Reacția solului are influență și asupra vegetației spontane, dar ne interesează mai ales influența asupra plantelor cultivate. În general solurile au pH-ul cuprinse între 4 și 10 unități pH.

Reacția acidă influențează negativ creșterea și dezvoltarea plantelor prin carența de calciu, de microelemente (bor, molibden, cobalt), prin apariția de cantități excesive de Fier, Aluminiiu, mangan, prin insolubilizarea fosforului care devine inaccesibil plantelor ($pH < 5$); solurile acide au și proprietăți fizice nefavorabile: structură slab formată, porozitate și permeabilitate mică.

Reacția bazică se datorează prezenței carbonului și a bicarbonatului de sodiu, a sodiului schimbabil în complexul coloidal; plantele suferă la $pH > 8,5$, sărurile solubile și Na_2CO_3 . Împiedică absorbția elementelor nutritive în plante; reacția puternic bazică blochează unele microelemente (cupru, Zinc, mangan); solurile alcaline au și proprietăți fizice nefavorabile, nu au structură, au o porozitate mică, sunt impermeabile.

Cunoașterea reacției este importantă pentru:

➤ Ameliorarea solurilor acide sau alcaline, respective pentru alegerea și aplicarea amendamentelor;

- Folosirea îngrășămintelor chimice în vederea sporirii fertilității solului;

Activitatea ionilor de hydrogen se determină în funcție de valoarea diferenței de potențial dintre doi electrozi introduși în suspensia de sol: electrodul de măsură este electrodul de sticlă și electrodul de referință este de calomel și are potențial constant.



Fig. 3.3 Pregătirea probelor pentru determinarea pH-ului

3.3. Determinarea cantității totale de săruri solubile din probe

Sărurile solubile se pot găsi în soluri în concentrații mai mari decât limita de toxicitate pentru plante. Acest lucru se poate întâlni pe soluri sărurate (având originea în roca mamă, precipitații, apă freatică la adâncimea și mineralizarea critică, intervenția omului).

Probele de sol uscate la aer și din care s-au îndepărtat resturile vegetale și scheletul se omogenizează, se mojurează și se trec prin sită cu ochiuri de 2 mm.

Se cântăresc 50g de sprobă și se trec într-un bidon de 500-700 cm³, după care se adaugă 250 ml apă distilată lipsită de CO₂, se agită suspensia 15 min, într-un agitator, se filtrează print-un filtru cutat din hârtie de filtru calitativă. În tot timpul filtrării pâlnia de filtrare va fi acoperită cu o sticlă de ceas. Filtratul se prinde într-un vas conic cu capacitatea de 200-300 cm³; primele porțiuni de filtrate se aruncă. După filtrare, extractul obținut se omogenizează prin agitare după care se folosește pentru determinarea conținutului total de săruri solubile și pentru determinarea separată a anionilor și cationilor.



Fig. 3.4 Pregătirea probelor pentru CTSS
Determinarea sărurilor;



Fig. 3.5 Filtrarea suspensiei

3.4. Determinarea conținutului de materie organică

Materia organică a solului reprezintă un amestec extrem de complex de substanțe diferite ca origine și structură chimică. Acumularea materiei organice, în sol, îndeosebi sub formă de humus, component specific solului, constituie caracteristica fundamentală prin care solul se deosebește de roca din care s-a format.

Humusul este materia organică, transformată sau aflată în diferite stadii de transformare și care are drept componenți esențiali acizii humici. Acizii humici se formează pe seama produșilor intermediari de descompunere a materiei organice, ca urmare a oxidării biochimice lente. Reacțiile de oxidare, condensare și polimerizare a compușilor macromoleculari rezultați, conduc la formarea de acizi humici.



Fig 3.6 Pregătirea probelor pentru calcinare



Fig. 3.7 Calcinarea probelor



Fig. 3.8 Probele calcinate

3.5. Determinarea fracțiunilor granulometrice

Prin compoziția granulometrică se înțelege proporția cu care particulele primare componente ale fazei solide, silicatică, a solului, clasate pe categorii de mărime, intră în alcătuirea solului. Prin material silicatic se înțelege partea minerală a solului, fără carbonați și humus (se admite un conținut de maxim 5% humus). Categoriile de particule de diferite mărimi constituie fracțiuni granulometrice.

Pentru caracterizarea solului, din punct de vedere al compoziției granulometrice, trebuie să se determine cel puțin următoarele fracțiuni:

- ✓ Nisip grosier 2.0...0,2 mm
- ✓ Nisip fin 0,2...0,02 mm
- ✓ Praf 0,02...0,002 mm
- ✓ Argilă sub 0,002mm
- ✓ Argilă fizică sub 0,001 mm
- ✓ Argilă coloidală sub 0,002 mm



Fig. 3.9 Pregătirea probelor pentru cernere



Fig. 3.10 Cernerea probelor

3.6. Determinarea capacității totale de schimb cationic

Capacitatea totală de schimb cationic se determină prin metoda Bower (1952) prin saturarea complexului adsorbiv cu ionul Na^+ , utilizând soluția de acetat de sodiu tamponată la $\text{pH} = 8,2$. Avantajul folosirii acestei soluții, în cazul solonețurilor și subtipurilor alcalizate ce conțin și CaCO_3 , constă în faptul că la $\text{pH} = 8,2$ solubilitatea carbonaților alcalino-pământoși este mult mai redusă evitându-se astfel un exces de ioni Ca^{2+} care ar fi competitivi cu ionul Na^+ în saturarea complexului adsorbiv al solului. Deplasarea ionilor Na^+ , corespunzător valorii T, se face cu ionii NH_4^+ din soluția de acetat de amoniu ($\text{pH} = 7$); în extractul obținut, Na^+ se determină prin fotometrie în flacără.

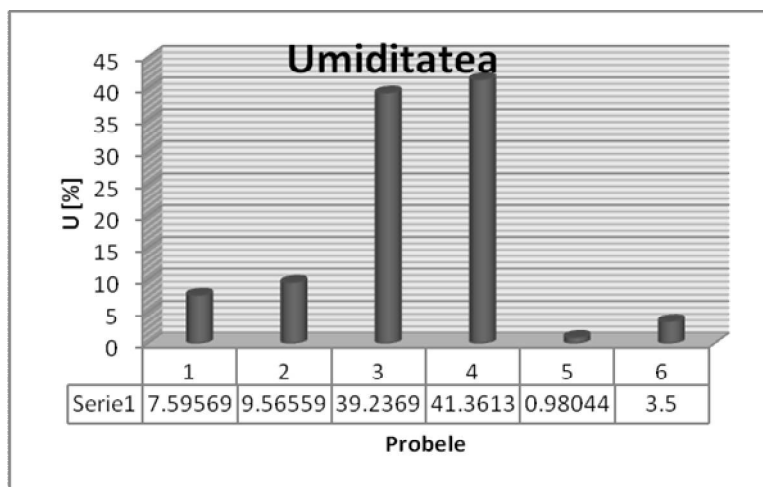


Fig. 3.11 Determinarea capacității totale de schimb cationic



4. REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII

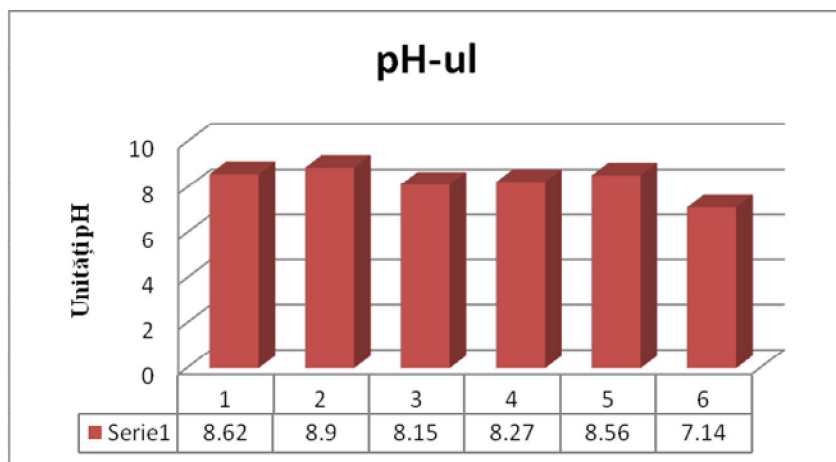
La determinarea umidității probelor am obținut următoarele rezultate:



Grafic nr 4.1 Determinarea umidității

Probele 1,2 au o umiditate mică deoarece nămolul era depozitat în aer liber și a pierdut umiditatea, probele 3,4 au o umiditate ridicată deoarece nămolul doar ce era adus de la sondă iar probele 5 și 6 au o umiditate foarte scăzută deoarece nămolul era neutralizat și deshidratat.

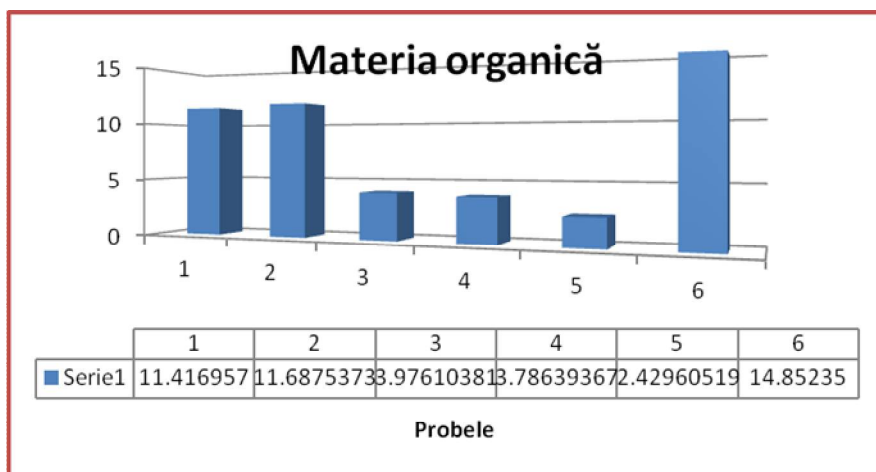
La determinarea pH-ului probelor am obținut următoarele rezultate:



Grafic nr 4.2 Determinarea pH-ului

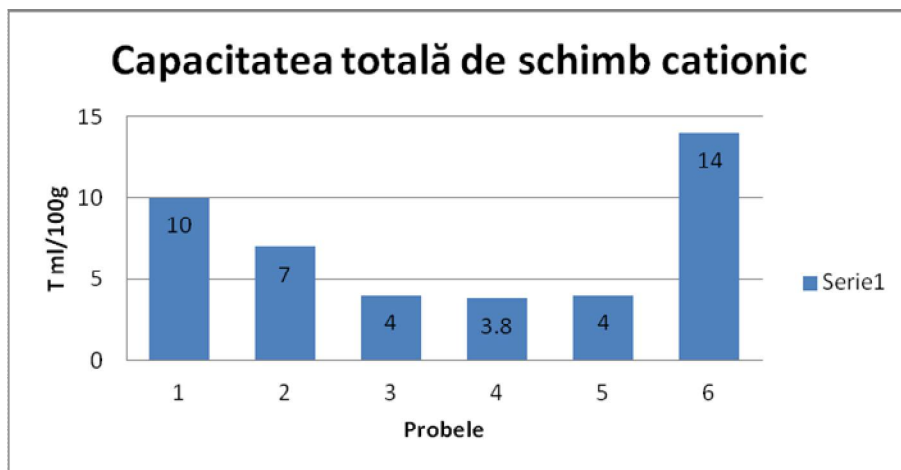
Rezultatele obținute arată că pH-ul probelor se încadrează în categoria de puternic alcalină.

La determinarea materiei organice din probe am obținut următoarele rezultate:



Grafic nr 4.3 Determinarea materiei organice

La determinarea capacității totale de schimb cationic din probe am obținut următoarele rezultate:



Grafic nr 4.4 Determinărea capacității totale de schimb cationic

Am început studiul asupra mai multor formule și rețete de confecționare a cărămidilor astfel:

Tabel nr. 2 Rețete incercate			
Nr. Crt.	Nămol [g]	Ciment [g]	Apa [g]
1.	500(46%)	300(27%)	300(27%)
2.	500(42%)	400(33%)	300(25%)
3.	600(62.5%)	60(6,25%)	300(31%)
4.	600(64%)	100(10%)	250(26%)
5.	600(55%)	200(18%)	300(27%)



Fig. 4.1 Rețeta nr. 1



Fig. 4.2 Rețeta nr. 2



Fig. 4.3 Rețetele nr. 3 și 4



Fig. 4.4 Uscarea probelor



Fig. 4.5 Presă hidraulică pentru încercări

5. CONCLUZII

Noua tehnologie inovatoare este o tehnologie de depoluare și valorificare a deșeurilor, eliminându-se potențialul impact asupra factorilor de mediu (apă, aer, sol). Din acest motiv, lucrarea se încadrează în domeniul „tehnologii de depoluare și valorificare a deșeurilor”.

Managementul eficient și de calitate al obținerii unui nămol de calitate corespunzătoare pentru a fi gestionat și valorificat conform tehnologiei propuse (inertizare și obținere ca produs final: cărămizi și tencuiei).

Prin asigurarea condițiilor de desfășurare a unui management de mediu eficient, în concordanță cu legislația de mediu europeană și națională, se asigură pentru companie surse de profit:

- valorificarea nămolului rezultat în forajele petroliere.
- profitul implementării noii tehnologii inovatoare și ecologice provine și din micșorarea

cheltuielilor de gestionare a nămolului (transport, depozitare și eliminare deșeuri). Prin micșorarea costurilor, crește profitul în condițiile în care se valorifica superior ca material de construcții.

S-au obținut calupuri uscate de forma și mărimea aproximativă a cărămizilor standardizate pentru construcții, fără fisuri, crăpături și care se comporta bine la transport.

Deși conținutul de argilă al materialului este mic, conținutul de nisip fin este foarte mare. De asemenea, capacitatea totală de schimb cationic, indicator care relevă posibilitatea de compactare în formă dură a nămolului la uscare, crește cu conținutul de materie organică, conform formulei lui P.E. Turner- W. Rice:

$$T = \alpha A + \beta H \quad (2)$$

Se vor efectua teste de rezistență mecanică, rezistență la acțiunea acizilor, bazelor și la umiditate.

Se vor face încercări și cu adaos de resturi vegetale din agricultură, atât pentru valorificarea acestora cât și pentru crearea unei structuri mai compacte a cărămizilor.

De asemenea se vor prepara mai multe variante de mortare și materiale de umplutură pentru drumuri.

Dacă unele nămoluri conțin săruri, acestea pot fi spălate pe sacii de filtrare, iar dacă au urme de hidrocarburi, atunci acestea se elimină prin metode biologice.

4. BIBLIOGRAFIE

[1] Comunicare a Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul economic și social European și Comitetul Regiunilor privind un cadru de monitorizare pentru economie circulară, disponibilă la <http://www.ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf>, ultima accesare 16.04.2021.

[2] N. Florea, V. Bălăceanu, C. Răuță, A. Canarache (București, 1987). Metodologia elaborării studiilor pedologice, partea a III-a – Indicii ecopedologici; Institutul de cercetări pedologie și agrochimie.

[3] Jianu, R., Jianu, N., „Procedeu de obținere a unor materiale de construcție de tip cărămizi și tencuieli”, Brevet OSIM cu nr. 125384/30.06.2014.

[4] Planul Național de Gestionare a Deșeurilor, disponibil la http://www.mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/2018-01-10_MO_11_bis.pdf.

[5] Wehry, Andrei; Orlescu, Mircea (2002). Reciclarea și depozitarea ecologică a deșeurilor. Timișoara: Editura Orizonturi Universitare.

[6] Valorificarea energetică a deșeurilor. București: Editura Tehnică.

[7] Burtea Mariana Carmen, Teza de doctorat, USAMV București, 2005.

[8] Burtea Mariana Carmen, „Note de curs Știința solului”, Facultatea de Inginerie și Agronomie Brăila, 2007.

[9] Burtea Mariana Carmen, „Caiet de lucrări practice Știința solului”, Facultatea de Inginerie și Agronomie Brăila, 2006.

[10] <https://www.fortireko.ro/>

Anexa 1

Tabel nr 1 Rezultatele obținute la determinările efectuate

Nr. proba	pH	Umiditate [%]	Materia organică [%]	Capacitatea totală de schimb cationic [ml/100g]	Granulometrie		
					Praf+ Argilă [g]	Nisip fin / Nisip grosier	Textură
1.	8.62	7.59569	11.41696	10	4.67	2.09	Nisip lutos mijlociu
2.	8.9	9.56559	11.68754	7	1.02	2.7	Nisip mijlociu
3.	8.15	39.2369	3.976104	4	0.92	2.74	Nisip mijlociu
4.	8.27	41.3613	3.786394	3.8	1.19	2.72	Nisip mijlociu
5.	8.56	0.98044	2.429605	4	1.75	6.1	Nisip mijlociu
6.	7.14	3.52354	14.85864	14	7.06	3.69	Nisip lutos mijlociu

Anexa 2 Raport de încercare nr. 3797/04.07.2019 a SC. ECO TEST CONSULTING ANALYSES SRL asupra "Deșeu solidificat din tratarea noroaielor de foraj pe baza de apă dulce"

Tabel nr. 1 Caracteristici fizico-chimice

Nr. Crt.	Denumirea încercării	U.M.	Valori determinate	Metoda de analiză
1.	Umiditatea	%	5.2	SR EN 12880:2000
2.	Substanță uscată	%	94.8	SR EN 12880:2000
3.	Substanța anorganică	%	97.2	SR EN 12879:2005
4.	Total Hidrocarburi petroliere (THP)	%	<0.002	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
5.	Carbon organic total (COT)	% mg/Kg substanță uscată	0.64 6400	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
6.	Cadmium	mg/Kg substanță uscată	<0.004	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
7.	Cupru	mg/Kg substanță uscată	<0.5	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
8.	Crom	mg/Kg substanță uscată	0.11	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
9.	Nichel	mg/Kg substanță uscată	0.04	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
10.	Plumb	mg/Kg substanță uscată	0.21	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
11.	Zinc	mg/Kg substanță uscată	0.06	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001
12.	Molibden	mg/Kg substanță uscată	<0.001	SR EN 16192:2012 SR EN 1484:2001

Anexa 3 Tabel cu indicatorii fizici de textură ai solului cuprinși în "Metodologia elaborării studiilor pedologice, partea a III-a –Indicii ecopedologici; Institutul de cercetări pedologie și agrochimie"[2]

Simbol pentru:		Cod	Denumire	Argilă < 0,002 mm	Praf 0,002 – 0,02 mm	Nisip 2 – 0,02 mm	Raport 1 $\frac{Nf}{Ng}$
hărți	calcu- lator						
1	2	3	4	5	6	7	8
g n	G	01	texturi grosiere	≤ 12	≤ 32	≥ 56	oricare
	N	10	nisip	≤ 5	≤ 32	≥ 63	oricare
	NG	11	nisip grosier	≤ 5	≤ 32	≥ 63	< 1
	NM	12	nisip mijlociu	≤ 5	≤ 32	≥ 63	1 – 20
	NF	13	nisip fin	≤ 5	≤ 32	≥ 63	> 20
u	U	20	nisip lutos	6 – 12	≤ 32	56 – 94	oricare
	UG	21	nisip lutos grosier	6 – 12	≤ 32	56 – 94	< 1
	UM	22	nisip lutos mijlociu	6 – 12	≤ 32	56 – 94	1 – 20
	UF	23	nisip lutos fin	6 – 12	≤ 32	56 – 94	> 20
m s	M	03	texturi mijlocii	13 – 32	≤ 32	35 – 87	oricare
				≤ 32	≥ 33	≤ 67	oricare
	S	30	lut nisipos	13 – 20	≤ 32	48 – 87	oricare
				≤ 20	≥ 33	≤ 67	oricare
	SG	31	lut nisipos grosier	13 – 20	≤ 32	48 – 87	< 1

	DM	32	lut nisipos mijlociu	13 – 20	≤ 32	48 – 87	1 – 20
	SF	33	lut nisipos fin	13 – 20	≤ 32	48 – 87	> 20
	SS	34	lut nisipos prăfos	≤ 20	33 – 50	30 – 67	oricare
	SP	35	praf	≤ 20	≥ 51	≤ 49	oricare
L	L	40	lut	21 – 32	≤ 79	≤ 79	oricare
	LN	41	lut nisipo-argilos	21 – 32	≤ 14	54 – 79	oricare
	LL	42	lut mediu	21 – 32	15 – 32	23 – 50	oricare
	LP	43	lut prăfos	21 – 32	33 – 79	≤ 46	oricare
f t	F	05	texturi fine	≥ 33	≤ 67	≤ 67	oricare
	T	50	lut argilos	33 – 45	≤ 67	≤ 79	oricare
	TN	51	argilă nisipoasă	33 – 45	14	41 – 67	oricare
	TT	52	lut argilos mediu	33 – 45	15 – 32	23 – 52	oricare
	TP	53	lut argilo-prăfos	33 – 45	33 – 67	≤ 34	oricare
a	A	60	argilă	≥ 46	≤ 54	≤ 54	oricare
	AL	61	argilă lutoasă	46 – 60	≤ 32	8 – 32	oricare
	AP	62	argilă prăfoasă	46 – 60	33 – 54	≤ 21	oricare
	AA	63	argilă medie	61 – 70	≤ 39	≤ 39	oricare
	AF	64	argilă fină	≥ 71	≤ 29	≤ 29	oricare
o	O	90	nu e cazul ***				
c	C	91	sedimente cu peste 40% CaCO ₃				
p	P	92	roci compacte fisurate și pietrișuri (permeabile)				
z	Z	93	roci compacte dure (nepermeabile)				
-	H	94	depozite organice				

*Se referă la materialul fin (sub 2mm) din soluri și sediment.

**Reprezintă raportul dintre procentul de nisip fin (Nf-0,2 – 0,02 mm) și nisip grosier (Ng-2 – 0,2 mm).

***Se aplică la materialele organice, depozitele calcaroase și la rocile compacte (inclusive pietrișuri).