

GHID

privind gestionarea nămolului de la stațiile de epurare a apelor uzate

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Pornind de la dinamica de construcție și dezvoltare a rețelelor de canalizare, în ultimii ani, se așteaptă o creștere continuă a cantităților de apă uzată colectată prin aceste sisteme. Astfel, cantitatea de ape uzate supuse epurării este în continuă creștere, determinând în același timp și creșterea cantităților de nămol care vor trebui procesate/tratate. Datorită proceselor fizico-chimice de epurare, nămolul provenit de la stațiile de epurare conține metalele grele și compușii organici ușor biodegradabili, precum și organismele potențial patogene (virusuri, bacterii etc.) prezente în apele uzate. Totodată, nămolul este bogat în substanțe nutritive, cum ar fi azotul și fosforul, și conține materii organice valoroase, care sunt utile atunci când solurile sunt epuizate sau erodate. Substanțele organice și nutrienții sunt elementele principale care fac adecvată răspîndirea acestui tip de deșeu pe teren ca îngrășământ sau ca ameliorator de sol.

Gestionarea nămolului reprezintă ansamblul tuturor măsurilor tehnice, legislative, instituționale, administrative, logistice, economice și financiare prin care nămolul rezultat din epurarea apelor uzate este eliminat la final fără a produce daune mediului înconjurător și fără a împiedica dezvoltarea durabilă a serviciilor de apă și de canalizare.

Provocările pentru gestionarea nămolurilor în Republica Moldova, sunt următoarele:

- fluxurile de nămol nu sunt separate; amestecurile complexe sunt greu de clasificat și prin urmare, definirea unei filiere adecvate de tratare/eliminare constituie o adevărată problemă;
- analiza potențialilor poluanți, în special în amestecurile complexe din apele uzate industriale, reprezintă o provocare enormă. În plus, costul ridicat al analizelor poate duce la dificultăți în respectarea valorilor limită admisibile pentru anumite modalități de depozitare;
- tehnologiile existente de reutilizare și reciclare a nămolului fie nu sunt disponibile, nu sunt economice sau nu au capacități suficiente pentru cantitățile în continua creștere de deșeuri (nămol);
- stațiile de epurare au tehnologii învechite și echipament uzat;
- interesul pentru utilizarea nămolului este scăzut.
- selecția opțiunilor de gestionare a nămolului implică multi factori: politici, legali, tehnici și economici.

Gestionarea eficientă și durabilă a nămolurilor de orice origine va contribui la respectarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă, pe care țara noastră și le-a asumat odată cu adoptarea Agendei 2030. Astfel, protecția sănătății și a mediului înconjurător rămân obiectivele principale ale gestionării apelor reziduale și nămolurilor, optimizarea gestionării resurselor (energie, substanțe nutritive și apă) devinind din ce în ce mai importantă pentru dezvoltarea durabilă.

2. IERARHIA GESTIONĂRII DEȘEURILOR

Tendința la nivel internațional constă în aplicarea conceptului *Ierarhia Gestionării Deșeurilor*, care implică existența unei ordini de priorități în planificarea gestionării deșeurilor. Acest concept trebuie aplicat și pentru gestionarea nămolurilor în Republica Moldova, și anume:

- **Prevenirea** producției de nămol de la sursă;
- **Reducerea** cantității și a toxicității materialelor care pătrund în apele uzate și fluxul de nămol (minimizare);
- **Reutilizarea** cât mai mult cu putință;
- **Reciclarea și compostarea** deșeurilor și nămolurilor care nu pot fi refolosite;
- **Recuperarea** energiei ori de câte ori este posibil (ardere, producție de gaze etc.);
- **Eliminarea** într-un mod ecologic a deșeurilor.

La moment nu există soluții „standard”, iar toate opțiunile de gestionare presupun costuri înalte, iar calitatea nămolului trebuie să îndeplinească anumite cerințe.

Pentru adoptarea unei opțiuni durabile de evacuare a nămolului, este obligatoriu ca soluția propusă să fie conformă cu următoarele cerințe:

- **Aplicabilitate:** opțiunea trebuie să permită aplicarea acesteia în condițiile și cu resursele locale sau trebuie să fie ușor de adoptat. Aceasta include folosirea infrastructurii, potențialului și a resurselor existente. În ceea ce privește reutilizarea în agricultură/silvicultură/terenuri degradate a nămolului, trebuie luate în considerare aspectele legate de condiții geografice, meteorologice și pedologice.

- **Flexibilitate:** soluția selectată nu depinde doar de o singură opțiune, combinarea a doua sau mai multe opțiuni este recomandată, funcționarea lor poate fi variabilă.

- **Siguranța evacuării:** principala cerință a viitoarei opțiuni de evacuare a nămolului este identificarea unei soluții care să permită evacuarea sigură a întregii cantități de nămol generată în următorii 30 de ani. De aceea, trebuie să se țină cont de numeroase aspecte precum posibilele modificări ale legislației sau poziției opiniei publice. De asemenea, este importantă alegerea unor tehnologii recunoscute ce conferă siguranța ridicată a procesului.

- **Securitatea mediului înconjurător:** o altă cerință majoră este posibilul impact asupra mediului înconjurător al traseului de evacuare ales, ceea ce denotă că trebuie luate în considerare numai acele soluții în cazul cărora posibilul impact negativ asupra mediului poate fi redus considerabil.

- **Supportabilitatea:** o cerință importantă este rentabilitatea soluției alese din punct de vedere al costurilor. Supportabilitatea viitoarei proceduri de evacuare ar trebui să fie evidentă.

Lanțul valoric al salubrității

Lanțul valoric de salubritate, prezentat în figura nr. 1 se referă la toate etapele necesare pentru gestionarea apelor uzate și a nămolurilor, de la instalația de salubritate la fața locului până la colectarea, transportul, tratarea, reutilizarea și eliminarea nămolurilor și a apelor uzate. Sunt luate în considerare atât etapele derivate de la gestionarea apelor în sistem centralizat (sisteme de alimentare și canalizare) cât și a celor rezultate de la gospodărirea apei în sistem descentralizat (sisteme individuale).

Toate nămolurile produse de-a lungul întregului lanț valoric de salubritate trebuie să fie gestionate într-un mod sigur pentru a se atinge obiectivele pe care Republica Moldova le are în direcția sănătății publice și a protecției mediului înconjurător.

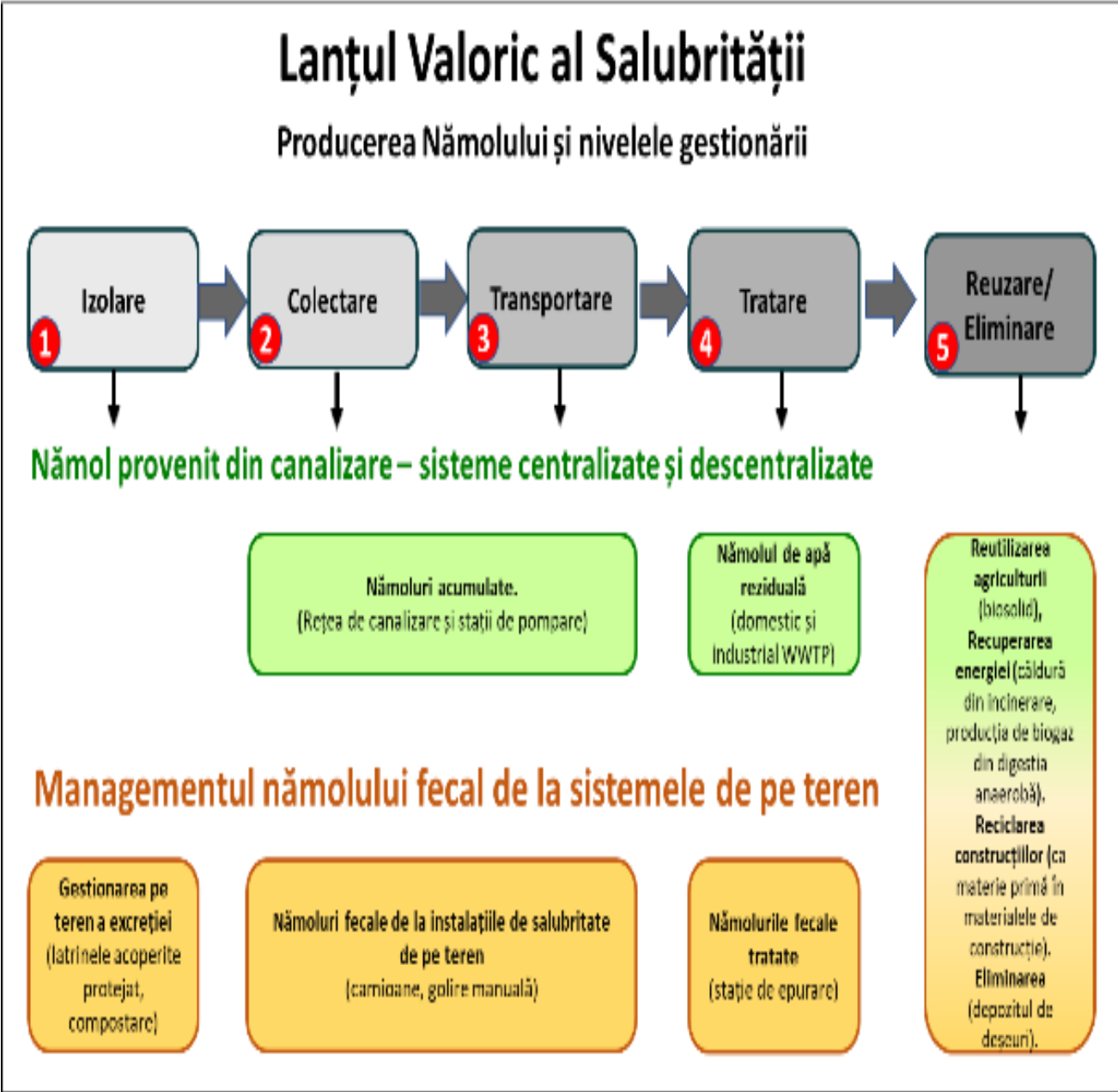


Fig. Error! No text of specified style in document. Lanțul Valoric al Salubrității - producerea nămolului și nivelele gestionării (Sursa: ECOPSIS)

Condițiile generale pe care trebuie să le îndeplinească nămolul din punct de vedere calitativ, dar și conjunctura externă pentru adoptarea uneia sau altele dintre opțiuni, este prezentată în figura nr. 2.

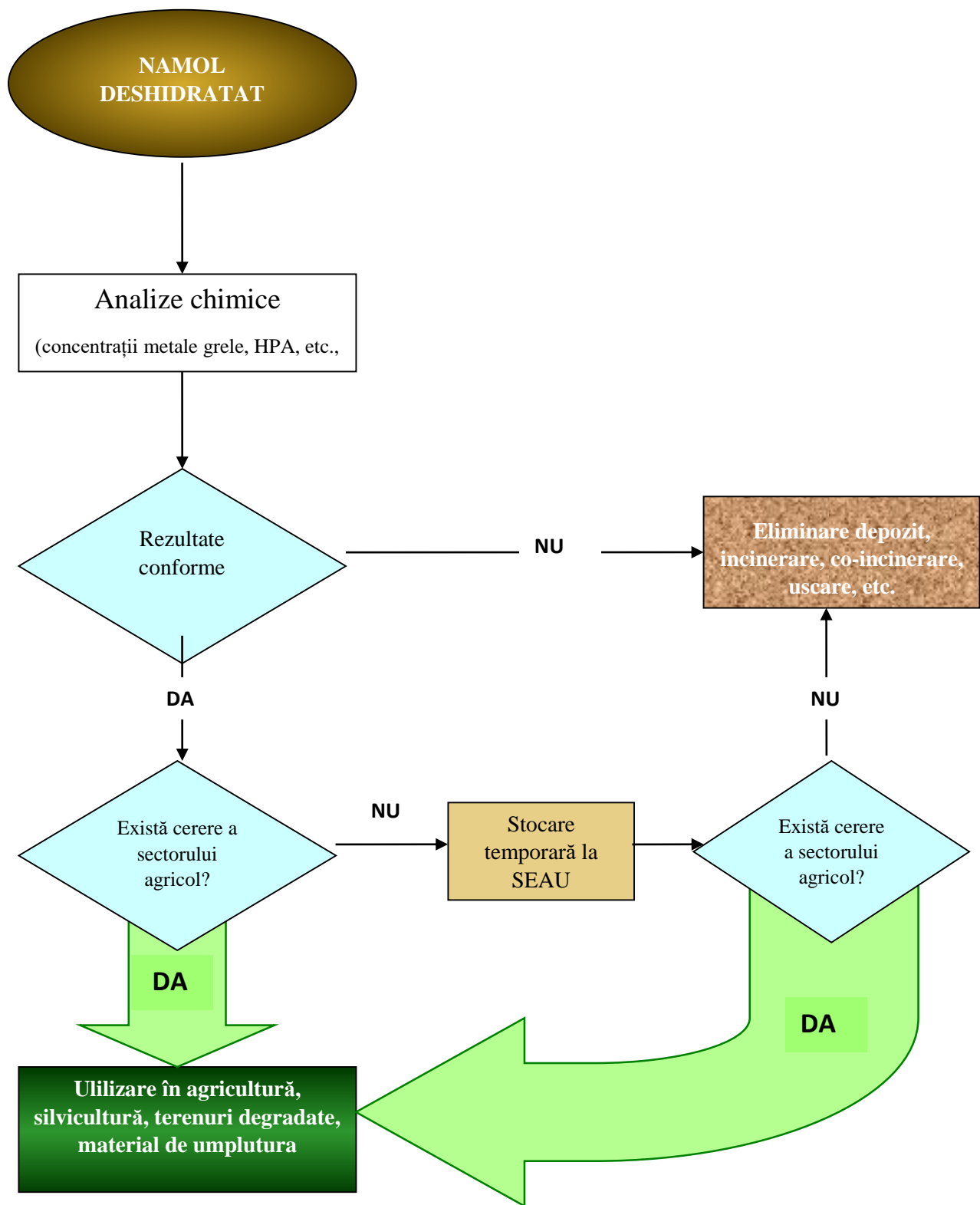


Fig. 2 Condițiile generale pe care trebuie să le îndeplinească nămolul

3. CERINȚE LEGALE

LEGISLAȚIA NAȚIONALĂ

- Legea nr. 1515/1993 privind protecția mediului înconjurător.
- Legea nr. 1540/1998 privind plata pentru poluarea mediului.
- Legea 209/2016 privind deșeurile.
- Legea 1402/2002 privind serviciile publice de gospodărire comunală.
- Legea 436/2006 privind administrația publică locală.
- Legea nr. 10/2009 privind supravegherea de stat a sănătății publice.
- Legea apelor nr. 272/2011.
- Legea nr. 303/2013 privind serviciul public de alimentare cu apă și de canalizare.
- Legea nr. 86/2014 privind evaluarea impactului asupra mediului.
- Hotărârea Guvernului nr. 950/2013 pentru aprobarea Regulamentului privind cerințele de colectare, epurare și deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare și/sau în emisari de apă pentru localitățile urbane și rurale.
- Hotărârea Guvernului nr. 802/2013 pentru aprobarea Regulamentului privind condițiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă.
- Hotărârea Guvernului nr. 1157/2008 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice “Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole”.

Norme și Reglementări în Construcții

- **СНИП 2.04.01-85 Канализация. Наружные сети и сооружения**; reglementează normele tehnice privind proiectarea instalațiilor de eliminare și utilizare a nămolului.
- **NCM G.03.01-2012 Stații de capacitate mică a apelor uzate comunale**; reglementează normele tehnice privind proiectarea instalațiilor de eliminare și utilizare a nămolului în stațiile mici pentru localități cu 3000 locuitori.

4. CLASIFICAREA ȘI PRODUCȚIA DE NĂMOL

În funcție de originea sa, nămolul poate fi clasificat în mai multe categorii, după cum urmează.

Criteriile de nămol Categoria A: nămolul municipal, inclusiv nămolurile fecale provenite de la sistemele de tehnologii de salubritate la fața locului și alte reziduuri comparabile.

- Dacă nămolul este produs într-o stație de epurare a apelor uzate menajere sau urbane, acesta poate fi considerat nămol municipal și clasificat ca fiind categoria A.
- Nămolul fecal (latrine, fose septice, etc.) se consideră a fi din categoria A.
- Dacă nămolul este produs într-o stație de epurare a apelor uzate comparabilă cu apele uzate menajere sau urbane descrise , acesta poate fi considerat ca nămol municipal sau comparabil și clasificat ca fiind din categoria A.

Criteriile de nămol Categoria B: nămolul de la industrii:

- În cazul în care nămolul nu poate fi clasificat ca nămol de categoria A sau categoria C, acesta este clasificat automat în categoria B.

Criteriile de nămol Categoria C: nămolul din industria care aparține categoriei de deșeuri periculoase.

Lista și clasificarea deșeurilor este aprobată prin *Hotărîrea Guvernului nr. 99/2018 pentru aprobarea listei deșeurilor*.

În cazul în care în timpul colectării, transportului, tratării sau altor etape de gestionare a nămolurilor se amestecă diferite clase de nămol, se aplică metoda de clasificare prezentată mai jos.

Categoria A + Categoria B	=	Categoria B
Categoria A + Categoria C	=	Categoria C
Categoria B + Categoria C	=	Categoria C
Categoria A + Categoria B + Categoria C	=	Categoria C

Conform clasificării nămolului, sunt permise diferite opțiuni de management.

Este responsabilitatea producătorului de a clasifica deșeurile în cauză ca fiind periculoase și de a le utiliza, de a le trata sau de a le elimina conform cerințelor pentru deșeurile periculoase.

Principalii factori care influențează producția de nămol de epurare sunt:

- numărul populației (la nivel regional sau raional pentru planificarea strategică);
- consumul specific de apă potabilă (litri/zi/persoană);
- ratele de conectare la rețelele de apă și de canalizare;
- calitatea rețelelor de apă și de canalizare (pierderi, fluxuri, infiltrații etc.);
- cantitatea și caracteristicile apelor uzate epurate;
- procesul de epurare a apelor uzate;
- opțiunile de valorificare/utilizare/depozitare/eliminare a nămolului;
- dezvoltarea industriei în anumite zone;
- dezvoltarea agriculturii în diferite zone;
- veniturile gospodăriilor populației;
- volumul de nămol produs este <1% din volumul de apă uzată epurat, dar poate însemna >50% din costurile de operare ale SEAU în ceea ce privește costurile de tratare, transport și valorificare/ depozitare.

Nămolurile rezultate din epurarea apelor uzate sunt generate în fiecare etapă a procesului de epurare, și anume:

- în timpul procesului de epurare primară, nămolul provine din particule solide care se găsesc în apele reziduale și se acumulează pe radierul rezervoarelor, și prin urmare, rezultă un amestec de particule organice și minerale. Pe radierul decantorului are loc fermentarea anaerobă, ceea ce conduce la producția de nămol parțial fermentat.
- în timpul procesului de epurare biologică secundară, cum ar fi procesul cu nămol activat, nămolul provine de la degradarea materiei organice de către microorganisme.

Nămoluri fecaloide (fecale)

Nămolurile fecaloide provin din tehnologii de salubritate la fața locului și nu au fost transportate printr-un colector de canalizare (figura nr. 3Fig). Nămolurile fecale sunt foarte variabile în ceea ce privește consistența, cantitatea și concentrația.

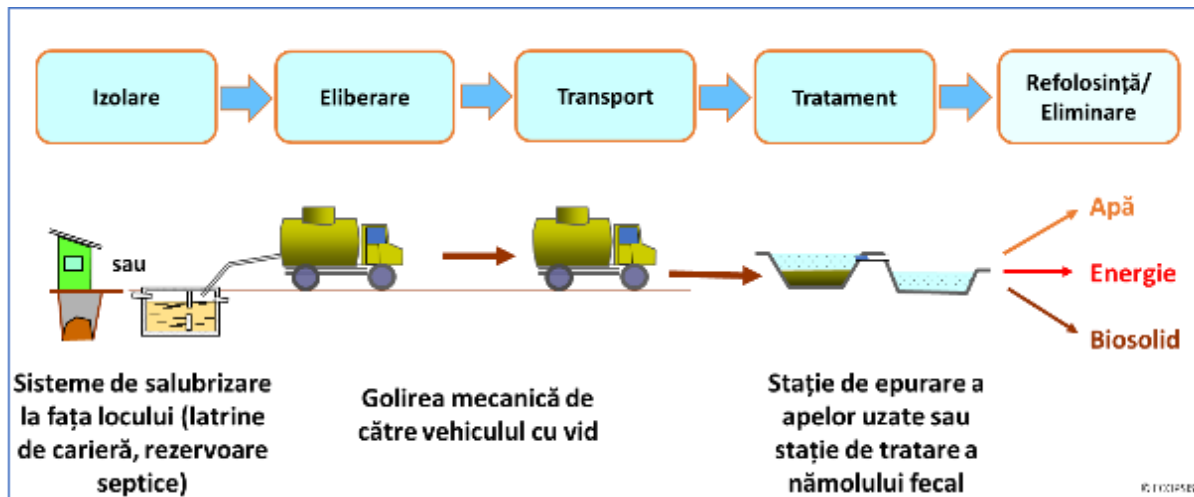


Fig. 3 Schema tipică de producție a nămolului fecaloid (Sursa: ECOPSIS)

COMPOZIȚIA NĂMOLULUI

Nămolul de epurare

Nămolul format în urma proceselor de epurare a apelor uzate este cuantificat în mod obișnuit cu referire la analizele TS, MSV, MST, MVS, CCO total sau CCO sub formă de particule. Aceste măsurători sunt diferite deoarece iau în considerare diferitele componente ale nămolului, și anume:

- MST (Materii solide totale) = cuantificarea solidelor atât în formă solubilă, cât și sub formă de particule, atât organică, cât și anorganică;
- MSV (Materii solide volatile) = cuantificarea solidelor organice, atât în formă solubilă, cât și sub formă de particule;
- MTS (Materii totale în suspensie) = cuantificarea solidelor sub formă de particule, cu excepția solubilizilor solizi atât organici, cât și anorganici;
- MVS (Materii volatile în suspensie) = cuantificarea solidelor organice sub formă de particule, excluzând solidele solide și solidele anorganice;
- CCO Total = consum chimic de oxigen incluzând atât consumul chimic de oxigen sub formă de particule, cât și solubile;
- CCO solubil = consum chimic de oxigen a compușilor solubili;
- CCO al particulelor = consumul chimic de oxigen al compușilor sub formă de particule: estimat ca diferența între CCO total și CCO solubil.

Atunci când nămolul provine de la procesele de epurare a apelor uzate industriale, pot fi analizați alți poluanți pentru a evalua toxicitatea nămolurilor (metale grele, compuși organici dăunători etc.) și a determina cel mai adecvat procedeu de gestionare.

Nămolul fecaloid menajer

Parametrii obișnuiți care trebuie analizați în nămolurile fecale sunt:

- pH-ul,
- MST,
- MTS,
- CCO,
- CBO (consumul biochimic de oxigen),

- amoniac (NH_4^+) și agenți patogeni.

Acești parametri vor influența selecția tehnologiei de tratare și de proiectare. Nămolul fecal este un substrat foarte heterogen, iar erorile sunt cel mai probabil să apară în timpul procedurilor de prelevare și de laborator. Pentru a crește fiabilitatea rezultatelor analizei finale, se recomandă selectarea numai a parametrilor robusti (adică MST, CCO, NH_4).

Analiza de laborator a CBO este sensibilă la numeroși factori externi, iar rezultatele analizelor nu sunt adesea reprezentative pentru compoziția nămolului. La conținutul de substanțe solide care prezintă un nivel ridicat de nămol fecaloid, analiza MTS este delicată datorită riscului ridicat de colmatare a filtrului la 0,45 μm . Prin urmare, se recomandă să se estimeze valorile MTS și CBO în funcție de valorile cunoscute de ale rapoartelor MTS / MST și CBO / CCO. Pentru proiectarea tehnologiilor de tratare și pentru evaluarea potențialului de reutilizare a nămolului tratat sunt relevanți și parametrii microbiologici, cum ar fi Coliformele fecale totale și ouale de paraziți intestinali.

Rata de producție a nămolului

Rata de producție a nămolului este unul dintre principalele criterii care trebuie evaluate atunci când se planifică o gestionare îmbunătățită a nămolului și proiectarea afiș a instalațiilor de tratare a nămolului, cât și a instalațiilor de eliminare a nămolului.

Rata de producție a nămolului variază în funcție de originea și de tipul nămolului și de performanța proceselor de epurare a apelor uzate. De asemenea, poate fi exprimată în unități diferite.

Producția specifică de nămol în epurarea apelor uzate variază foarte mult de la 35 la 85 g de solide uscate per populație echivalentă- P.E (sau locuitori echivalenți L.E) per zi ($\text{gMST PE}^{-1} \text{d}^{-1}$).

Producția de nămol primar este legată de cantitatea de solide sedimentabile din apele uzate brute, al căror conținut de solide este de obicei de 50-60 $\text{gMTS PE}^{-1} \text{d}^{-1}$ sau de 110-170 gMTS / m^3 de apă uzată epurată.

În cazul producției de nămol industrial, valorile variază foarte mult în funcție de tipul procesului de fabricație și de producție, de utilizarea și gestionarea materialelor la sursă, de tehnologia de tratare a apelor uzate și de performanțe etc. Rata de producție a nămolului va trebui evaluată pentru fiecare caz specific.

5. OPȚIUNILE GESTIONĂRII NĂMOLULUI

PRE-TRATARE

Înainte ca nămolul să fie eliminat, este necesar să se aplice tratamentul prealabil pentru implementarea principiului "4R" - *reducerea, reutilizarea, reciclarea și recuperarea*, care devine o componentă centrală în domeniul protecției mediului. Obiectivul pre-tratării este de a minimiza volumul și cantitatea de materie organică a nămolului, pentru a reduce cantitatea de deșeurii care trebuie tratată sau eliminată în condiții de siguranță.

Dacă deșeurile trebuie transportate, pre-tratarea ar asigura un impact minim asupra facilităților și ar reduce cheltuielile de transport. Tipurile posibilele de tratamente pentru apele reziduale industriale și nămolurile provenite din apele uzate industriale sunt următoarele:

- tratament mecanic: de ex. sedimentare, îngroșare;
- tratamentul fizico-chimic: de ex. utilizarea de sulfat feros, var și polielectrolit în coagulare, floculare;
- ozonarea, oxidarea chimică (oxidarea umedă sau peroxidarea umedă), adsorbția materialelor biodegradabile pe cărbune activ;

- tratament biologic: de ex. (aerobă), fermentare anaerobă;
- alte tratamente: de ex. deshidratarea și uscarea prin utilizarea mai multor agregate (filtre presa și centrifuge).

OPȚIUNI DE GESTIONARE PER CLASĂ DE NĂMOL

Tabelul nr. 1 și figura nr. 5, prezintă opțiunile de gestionare a nămolurilor care pot fi aplicate în Republica Moldova în funcție de clasa de nămoluri.

Tab. 1 Opțiuni de gestionare pentru tipurile de nămol

Opțiuni de gestionare	Clasa Nămolului		
	A	B	C
Fermentarea anaerobă (co-fermentare)	X	X	
Fermentarea aerobă (compostare)	X		
Platforme de uscare plantate	X		
Utilizare in agricultura	X		
Groapa de gunoi controlata	X	X	X
Aplicarea pe sol (ca material de umplutura, de exemplu pentru combaterea inundat	X	X	
Incinerare	X	X	X
Reutilizare ca material de constructii (fabricarea de caramizi, ciment sau asfalt)	X	X	

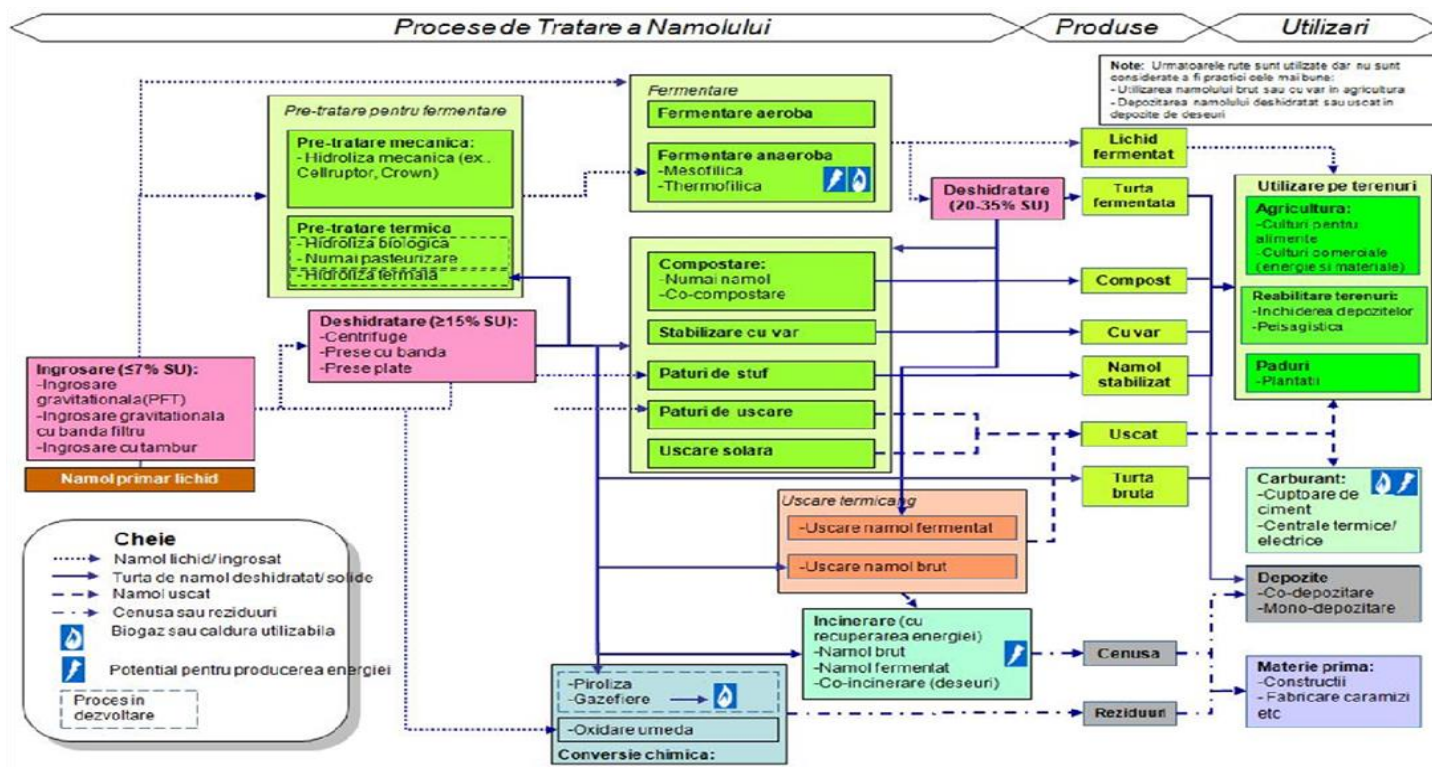


Fig. 5 Procese de tratare a nămolului

FERMANTAREA ANAEROBĂ (RECUPERAREA BIOGAZULUI)

Prin fermentare anaerobă se înțelege procesul de degradare biologică a substanțelor organice din nămoluri, prin activitatea unor populații bacteriene, care în anumite condiții de mediu (pH, temperatură, etc.), descompun materiilor organice din nămol prin procese de oxido – reducere biochimică, care formează așa numitul gaz de fermentație sau biogaz și care are o putere calorică medie de circa 5.000 kcal/m³.

Poate fi util să se adauge nămol din tratamentul biologic bazat pe tratarea nămolului activat într-o instalație de fermentare anaerobă sau să se efectueze co-fermentarea cu nămoluri de ape uzate municipale și alte materiale adecvate, pentru colectarea biogazului pentru producerea de energie și pentru economisirea emisiilor. În plus, nutrienții din reziduuri pot fi utilizați ca îngrășămînt dacă toate materiile prime pot fi utilizate în agricultură.

Atunci cînd se utilizează nămol din industriei, pentru a optimiza procesul de fermentare, este necesar să se țină cont de faptul că unele substanțe pot avea un efect inhibitor asupra microorganismelor. Inhibitorii prezenți în mod obișnuit în digestoare anaerobe includ amoniac, sulfuri, ioni de metale ușoare, metale grele și substanțe organice.

Din motive de protecție a mediului, materia organică din reziduuri ar trebui să fie cît mai scăzută posibil pentru a preveni biodegradarea necontrolată care să ducă la emisii și levigate atunci cînd este utilizată în aplicarea depozitului de deșeuri.

Fermentarea anaerobă nu este permisă pentru nămolul de **categoria C** din industriile periculoase, deoarece riscul producerii de substanțe toxice care cauzează emisii dăunătoare mediului ambiant este mare.

În tabelul nr. 2 sunt prezentate avantajele și dezavantajele procesului de fermentare anaerobă.

Tab. 2 Fermentarea anaerobă

<u>Avantaje</u>	<u>Dezavantaje</u>
Reduce masa de solide	Proces complex
Stabilizează nămolul, reduce mirosul	Cost de investiție mare
Produce biogaz utilizat pentru încălzire și energie	Produsul de la deshidratare poate duce la creșterea încărcării SEAU
Îmbunătățește caracteristicile de deshidratare a nămolului	Pot apărea probleme legate de depuneri
Îmbunătățește acceptabilitatea nămolului la recicla	Proces lent, 12-15 zile
	În funcție de utilizări, s-ar putea să fie nevoie de eliminarea H ₂ S, siloxanului și CO ₂

FERMENTAREA AEROBĂ (COMPOSTARE)

Fermentarea aerobă – reprezintă procedeul de tratare a nămolurilor, care are la bază procesele biochimice cunoscute de la epurarea biologică a apelor uzate cu nămol activ. În acest scop, stabilizarea aerobă a nămolului poate avea loc în bazine separate sau în bazine comune cu apa uzată pentru debite foarte mici ce urmează a fi epurate biologic.

Compostarea poate fi utilizată pentru a produce îngrășăminte pentru aplicare în agricultură. Pentru a obține un compost adecvat, este necesar un material bogat în carbon (C), cu un raport C:N (azot) optimizat de 25-30:1.

Deoarece nu toate nămolurile asigură acest raport, pot fi adăugate materiale de co-compost, precum deșeuri verzi, rumeguș, lemn, orz și paie. Principalele avantaje ale promovării compostării sunt creșterea raportului de C:N, reducerea sării, a metalelor grele și extragerea substanțelor periculoase și (fito-)toxice.

Prin urmare, această opțiune ar trebui interzisă pentru utilizarea deșeurilor periculoase (categoria C) și chiar pentru deșeurile nepericuloase din industrie (categoria B) atunci când produsul este destinat utilizării în agricultură.

În tabelul nr. 3 sunt prezentate avantajele și dezavantajele procesului de fermentare anaerobă.

Tab. 3 Fermentarea aerobă

<u>Avantaje</u>	<u>Dezavantaje</u>
Aceași reducere a solidelor ca la fermentarea anaerobă	Timp mare de aerare dacă nu se utilizează opera termofilă
Mai puțin CBO și amoniac în soluții decât la fermentarea anaerobă	Cost mare al energiei pentru aerare prelungită
Fără miros, nămolul arată precum humusul	Nu se recuperează energia sub formă de gaz
Recuperează o valoare mare de fertilizare	Nămolul nu are caracteristici necesare deshidrat mecanice
Simplă din punct de vedere operațional	Puternic influențată de temperatură
Cheltuieli de investiție mici	

PLATFORME DE USCARE PLANTATE

Reprezintă o metodă potrivită pentru tratarea nămolului fecaloid și a nămolurilor urbane din orașele mici și mijlocii.

Platformele de uscare sunt suprafețe de teren îndiguite în care se depozitează nămolul fermentat. Acestea se fac cu/fără strat drenat în funcție de caracteristicile de permeabilitate ale solului și de poziția stratului acvifer.

Un pat de uscare plantat este un pat filtrant, pe care au fost plantate specii de plante acvatică. Este similar cu un pat de uscare neplantat, dar are avantajul suplimentar al transpirației și tratamentului îmbunătățit datorat plantelor. Îmbunătățirea esențială a patului plantat față de patul neplantat este faptul că filtrele nu necesită îndepărtarea nămolului după fiecare ciclu de alimentare/uscare. Nămolul proaspăt poate fi aplicat direct pe stratul anterior, iar plantele și sistemele lor de rădăcini mențin porozitatea filtrului.

Mediul filtrant acționează atât ca un filtru pentru îndepărtarea solidelor, o suprafață fixă pe care se pot atașa bacteriile cât și ca o bază pentru vegetație. Stratul superior este plantat și vegetația, prin rădăcini

adânci și mari, transferă o cantitate mică de oxigen în zona rădăcinii, astfel încât bacteriile aerobe pot coloniza zona și pot produce degradarea în mod organic. Cu toate acestea, rolul principal al vegetației este menținerea permeabilității în filtru și asigurarea habitatului pentru microorganisme. Cele mai frecvente tipuri de macrofite emergente utilizate la paturile de uscare plantate sunt stufurile (*Phragmites* sp.) și papura (*Typha* sp.). Această tehnologie realizează o reducere înaltă a CBO, solide, materii în suspensie și agenți patogeni.

Paturile de uscare plantate sunt cele mai potrivite pentru climatul cald, dar pot fi concepute pentru a tolera înghețarea și perioadele de activitate biologică scăzută, cum ar fi climatul întâlnit în Republica Moldova.

Condițiile existente în Republica Moldova, cum ar fi precipitațiile semnificative pe tot parcursul anului, sunt potrivite pentru plantarea unor asemenea plante. Există o experiență de lungă durată și de succes cu paturi de uscare la scară mică și medie/zonelor umede construite în Europa pentru tratarea atât a nămolurilor reziduale, cât și a nămolurilor fecale.

Paturile de uscare sunt investiții cu costuri operaționale reduse, ușor de operat și de întreținut, nu este nevoie de deznămolire regulată. Nămolurile deshidratate sunt stabilizate și dezinfectate și nu este necesar un tratament suplimentar.

Avantajele și dezavantajele uscării termice sunt prezentate în tabelul nr. 4.

Conform literaturii de specialitate și a experienței în condiții climatice similare, rata de încărcare recomandată pentru aplicarea nămolului fecal este: 50 kg MST/m²/an. Pentru tratarea nămolurilor urbane reziduale, se aplică o suprafață de 0,2 m²/P.E.

Avantajele și dezavantajele stabilizării cu var a nămolului provenit de la stațiile de epurare sunt prezentate în tabelul nr. 5.

Tab. 4 Uscare termică

<u>Avantaje</u>	<u>Dezavantaje</u>
Produsul este stabil pentru o lungă perioadă de timp	Costuri de investiție mari
Miros redus chiar dacă se utilizează nămol brut	Costuri de operare foarte mari
Necesită spațiul de stocare relativ redus	Complex din punct de vedere tehnic
Acceptat de fermieri	Risc de incendiu, explozie
Poate fi utilizat ca și combustibil în cuptoare de cimente	Necesită controlul mirosului

Tab. 5 Stabilizare cu var

<u>Avantaje</u>	<u>Dezavantaje</u>
Operare simplă	Creșterea masei nămolului
Cost relativ scăzut	Poate să nu fie potrivit pe soluri alcaline
Reacția exotermă cu var nestins conduce la pasteurizare	Este necesară stocarea varului
Bun pentru solurile acide	Dificultăți în asigurarea unui amestec bun între nămol și var

DEPOZITELE DE DEȘURI

Nămolul trebuie să fie stabilizat prin reducerea fracțiunii organice pentru a preveni procesele de degradare necontrolate și daunele asociate. Pentru a avea un control mai bun asupra emisiilor de gaze cu

efect de seră (metan) și a levigatului, deșeurile (nămolurile) trebuie eliminate în depozite de deșeuri speciale. Există categorii pentru diferite tipuri de deșeuri, în funcție de potențialul pericolului sau poluanți, care au cerințe diferite pentru construcție, concentrații de poluanți (măsurarea în levigat) și monitorizare.

Cerințe de bază pentru amplasarea unui depozit de deșeuri:

- nivelul de inundare ar trebui să fie $> 2,0$ m din nivelul maxim așteptat al apei din corpurile de apă din jur;
- > 500 m distanță față de zonele populate;
- nu există construcții în zone protejate;
- nu există construcții în câmpii inundabile și zone cu risc ridicat de dezastre naturale;
- subteranul trebuie să reziste solicitărilor mecanice, trebuie să împiedice sau să prevină levigatul și poluanții;
- impermeabilitatea apei;

APLICAREA NĂMOLULUI PE SOLURI

Aplicarea pe soluri include o mare varietate de utilizări, cum ar fi materialul de umplură pentru prevenirea inundațiilor, materialul/substratul pentru re-cultivarea siturilor miniere sau acoperirea depozitelor de deșeuri. Aplicarea pe teren nu include folosirea agricolă.

Există o mulțime de factori care influențează disponibilitatea terenurilor care se pretează la aplicarea nămolului iar semnificația acestora variază în funcție de localitate. Cei mai importanți factori ce trebuie luați în considerare atunci când se analizează preabilitatea solului sunt:

- amplasarea în interiorul sau în proximitatea zonelor cu surse de apă protejate sau vulnerabile.
- panta terenului – riscul scurgerilor către sursele de apă de suprafață; problemele de aplicare mecanică cresc o dată cu creșterea pantei. Aplicarea de namol pe pante mai mici de 15% este acceptabilă, presupunând că nu există alți factori limitativi sau riscuri.
- textura solului – se evită solurile prea tari sau prea afinate.
- compoziția chimică a solului – pH-ul și concentrațiile în metale grele sunt factori limitativi conform HG nr.1157/2008 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole”.
- amplasarea terenurilor – aplicarea nămolului la culturi cu suprafață mare (cu precădere cele din unitățile agricole cu personalitate juridică) este, din punct de vedere operațional și administrativ, mai simplu și ușor de realizat decât aplicarea pe o mulțime de terenuri mici (cu precădere ale fermierilor individuali).
- tipul de cultură – folosirea nămolului se interzice la culturile de legume și de fructe care cresc în arbuști, la vița de vie, pe pășuni, se restricționează folosirea nămolului în livezi (aplicare cu nu mai puțin de 10 luni înaintea primei recolte). Nămolul poate fi aplicat la toate celelalte culturi.
- calitatea nămolului – conformitatea cu cerințele HG nr.1157/2008.

COINCINERAREA TERMICĂ A NĂMOLULUI

Nămolul rezultat din tratamentul biologic ce prezintă umiditate accentuată se introduce în camera de incinerare. Înainte de producerea energiei, nămolul trebuie să fie uscat și este posibil ca incinerarea să consume mai multă energie pentru uscare decât produce.

Pot fi aplicate mai multe metode de incinerare, după cum urmează:

- Nămolul din ape uzate uscat ($\approx 90\%$ MST) este suflat ca praf în cuptor.
- Nămolul de apă uzată ($\approx 20-30\%$ MST) este furnizat separat prin aspersoare în camera de incinerare și distribuit pe un grătar. Nămolul este integrat în materialul patului prin răsturnarea pe grătare.
- Nămolul drenat, uscat sau semi-uscat ($\approx 50-60\%$ MST) este amestecat cu resturile rămase sau alimentat împreună în camera de incinerare.

Deși această tehnică permite o recuperare a energiei, aceasta este discutată doar ca o alternativă când alte căi de eliminare sunt restricționate sau prea scumpe. În utilizarea incinerării, observarea limitelor de emisii este foarte importantă. Pe lângă furan, dioxine și o serie de alte componente ale gazelor de ardere, circa 5 până la 10% din cromul total este transformat din crom (Cr^{+3}) în cromul carcinogen (Cr^{+6}). Acestea au un impact dăunător asupra sănătății umane și asupra mediului și, prin urmare, este necesară instalarea unor instalații de filtrare performante și costisitoare.

Temperatura trebuie să fie de cel puțin $800^{\circ}C$ pentru a evita mirosurile nocive. Conținutul de apă al nămolului are un impact asupra eficienței și, în unele cazuri, este necesară o etapă suplimentară de uscare. Lipsa sistemelor de control ar duce doar la o schimbare a poluanților care încalcă principiul durabilității.

Stațiile de incinerare trebuie să se alinieze valori limite pentru emisii, pentru a garanta incinerarea în siguranță și pentru a evita impactul nociv asupra sănătății umane, conform tabelului nr. 6.

Avantajele și dezavantajele aplicării procesului de incinerare sunt prezentate în tabelul nr. 7.

Tab. 6 Valori limită pentru parametrii de evacuare a instalațiilor de incinerare

Substanțe și grupuri de substanțe	Concentrații a mg/m^3	Perioada medie de calcul pentru calcularea valorii	Frecvența de exces admisă pe an
Benzen	5	An	-
Compuși de plumb și anorganici conținute în pulberi în suspensie (PM_{10}), care urmează să fie indicat ca Pb	0.5	An	-
Particule (PM_{10})	40	An	-
	50	24 ore	35
Dioxid de sulf	50	An	-
	125	24 ore	3
	350	1 oră	24
Dioxid de azot	40	An	-
	200	1 oră	18
Tetrachloretilenă (PER)	10	An	-

Tab. 7 Avantajele și dezavantajele incinerării nămolului

<u>Avantaje</u>	<u>Dezavantaje</u>
Calitatea nămolului nu este importantă (cu excepția umidității)	Cheltuieli de capital mari, mai ales pentru mono-incineratoare
Distrugerea semnificativă a solidelor	Cost de operare ridicat
Energia rezultată din ardere poate fi recuperată	Tehnologie foarte complexă, care necesită operatori de înaltă calificare
	Probleme de emisii în atmosferă- control și monitorizare scumpe
	Recuperarea de energie depinde de umiditate
	Cenușa rezultată trebuie depozitată în locuri speciale dacă nu este reciclată

OPȚIUNI PENTRU TRATARE A NĂMOLULUI ÎN SEAU MICI

- Transportarea nămolului la un centru de tratare a nămolului la o SEAU (stație de epurare a apelor uzate) mare.
- Paturi de nămol cu stuf: - perioada de retenție mare;
- nămol bine stabilizat.
- Uscare solară : - amprenta mai mică decât a paturilor de uscare deschise;
- poate realiza conținut mare de substanță uscată pe toată perioada anului.

Ambele opțiuni implică costuri de investiție ridicate, însă costurile de operare sunt reduse, ceea ce constituie un avantaj.

UTILIZAREA NĂMOLULUI CA MATERIAL DE CONSTRUCȚIE

O opțiune de reciclare acceptată este înlocuirea materiilor prime cu nămol uscat¹ (sau nămol provenit din tratarea termică, precum nămolul obținut după incinerare) în producția de ciment, cărămizi, dale, ceramică, sticlă și asfalt.

Unele argile au deficiență în conținutul organic și de aceea este binevenit adăugarea de nămol. Oxidarea acestui material în timpul procesului de formare a cărămizilor îmbunătățește calitatea cărămizilor rezultate.

Utilizarea nămolului provenit de la epurarea fizico-chimică poate fi mai potrivită decât utilizarea nămolului provenit din treapta de epurare biologică, deoarece conținutul organic din tratamentul biologic poate fi prea mare pentru o utilizare optimă în producția de cărămizi, atunci când se înlocuiește o cantitate mare de materie primă.

¹ Nămolurile se usucă la 105 ° C până când greutatea netă este constantă (aproximativ 24 ore). Nămolurile sunt apoi pulverizate, de ex. cu o moară cu bile și sită

Cantitatea de materie primă înlocuită poate varia de la 6% la 70% dar puterea materialului este invers proporțională cu cantitatea de nămol introdusă. Pot fi acceptate cantități mari de nămol dacă produsul este utilizat în construcții nestructurale.

Aplicarea acestei soluții depinde de cererea companiilor de fabricare a cărămizilor. Dacă acestea nu se pot compara cu cantitățile de producție de nămol, această alternativă este limitată și trebuie găsite opțiuni suplimentare.

Reciclarea nămolurilor din clasa C necesită o evaluare specifică dacă componentele dăunătoare sunt stabile și pe termen lung legate în materialul final.

APLICAREA ÎN AGRICULTURĂ A NĂMOLURILOR DIN CLASA „A”

Utilizarea nămolului în agricultură în Uniunea Europeană (UE) este reglementată în prezent doar de limitele metalelor grele (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb și Zn), și este cea mai accesibilă soluție pentru gestionarea nămolului.

Utilizarea nămolului în agricultură presupune tratarea acestuia, iar metoda cea mai indicată este fermentarea anaerobă. Acest proces nu doar strabilizează gazul reducându-i mirosul și elementele patogene, ci se produce și biogazul ce poate fi utilizat ca și sursă de căldură și energie în cadrul stației de epurare, reducându-se astfel cererea de energie pentru stația de epurare precum și amprenta de carbon a stației de epurare.

Controlul poluanților (a metalelor grele și a micro-poluantilor organici) în nămol este important pentru a se asigura conformarea calității nămolului cu prevederile impuse de HG nr. 1157/2008. În consecință, intrarea în vigoare a standardelor de calitate pentru apele uzate industriale descărcate în canalizare este crucială cu toate că elementele poluante din nămol nu vor fi eliminate complet datorită diferitelor surse existente (fecale umane, materiale utilizate la lucrările de reparații a conductelor, produse provenite din activități domestice etc.).

Anterior aplicării nămolului, terenul agricol trebuie evaluat din punct de vedere al pretabilității sale și al conformării cu HG nr. 1157/2008 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole”, în special a *Secțiunii nr. 11 Măsurile de protecție a solului în condiții de utilizare a nămolurilor în agricultură, în special a celor de la stațiile de epurare, și a anexelor nr. 2-6 la prezenta hotărâre* (și cu alte reglementări referitoare la protecția resurselor de apă).

CONDIȚII CARE PERMIT APLICAREA NĂMOLULUI

Nămolurile provenite de la apele uzate pot fi aplicate pe solul utilizat în agricultură sau în horticultură, astfel încât să nu afecteze în mod negativ mediul, ecosistemele naturale și sănătatea publică și iar modul, cantitatea și timpul de aplicare trebuie să țină cont de necesitățile nutriționale ale plantelor și nu trebuie să altereze calitatea solurilor și apelor de suprafață și subterane.

Aplicarea nămolurilor pe terenurile agricole trebuie să fie efectuată în conformitate cu prevederile HG nr. 1157 /2008 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice “Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole”, în special a *Secțiunii nr. 11 Măsurile de protecție a solului în condiții de utilizare a nămolurilor în agricultură, în special a celor de la stațiile de epurare, și a anexelor nr. 2-6 la prezenta hotărâre*.

Înainte de a aplica nămolul pe terenuri agricole pentru prima dată, trebuie determinat conținutul în metale grele al solului.

Nămolul poate fi aplicat numai dacă solul a fost analizat și în funcție de valoarea pH-ului, conținutul de fosfat disponibil în plante, potasiu și magneziu.

Nămolurile pot fi aplicate pe terenuri agricole numai dacă eșantioanele de nămol sunt analizate la intervale de cel mult șase luni de către un organism desemnat de autoritatea responsabilă.

INTERDICȚII ȘI RESTRICȚII APLICABILE NĂMOLULUI

Se interzice răspândirea pe terenurile agricole a nămolurilor brute sau a nămolurilor provenite din stațiile de epurare a apelor uzate, altele decât cele destinate epurării apelor uzate menajere, a apelor uzate municipale sau a apelor uzate comparabile clasificate drept categoria A.

Se interzice aplicarea nămolurilor de ape uzate pe suprafețele de teren utilizate pentru cultivarea fructelor și legumelor. Pe terenurile arabile utilizate, de asemenea, pentru cultivarea diverselor plante de câmp, se interzice cultivarea în anul în care se aplică nămolul de epurare, precum și în anul următor (adică primii doi ani).

În cazul terenurilor arabile utilizate pentru cultivarea furajelor în câmp sau pentru cultivarea plantelor folosite ca hrană pentru animale, este permisă aplicarea nămolurilor de epurare înainte de însămânțare și prelucrările ulterioare.

Este interzisă aplicarea nămolurilor pe pășuni permanente.

Este interzisă aplicarea nămolurilor în parcuri, locuri de joacă și în zone similare, unde oamenii au contact imediat cu solul. Pentru a proteja comunitatea de eventualele poluări și mirosuri, nămolul nu ar trebui aplicat pe terenuri la mai puțin de 500 m de locuințe.

Pentru protejarea apelor subterane și a apelor de suprafață împotriva poluării, se recomandă utilizarea următoarelor cerințe între zona de aplicare și receptorul de apă:

- Adâncimea la acvifer mai mare sau egală cu 5 m;
- Distanța față de apa de suprafață mai mare sau egală cu 200 m.

Utilizarea nămolului în agricultură trebuie realizată cu foarte multă precauție, cu respectarea strictă a limitelor de concentrație de noxe din nămol și din sol, pe baza unor analize de înaltă acuratețe și precizie efectuate asupra nămolului, dar și a solului pe care se aplică, cu respectarea tuturor cerințelor legate de modul de aplicare, tipuri de sol, condiții meteorologice, perioade de aplicare, tipuri de culturi, rotația culturilor, cicluri de aplicare pe același teren, etc. În figura nr. 6 sunt prezentate tendințele de dezvoltare a utilizării nămolului la nivel european.

Tendențe de dezvoltare la nivel european

State membre 'vechi':

-Utilizare nămol în agricultură și creșterea incinerării

-Diferențe între țări

-Reducerea depozitării la depozite de deșeuri

State membre 'noi':

-Pe termen scurt-creșterea depozitării la depozite de deșeuri

-Dezvoltarea valorificării în agricultură și incinerarea de la o bază foarte joasă

-Creșterea producției de nămol de la SEAU noi și reabilitate

-Fermentarea anaerobă – cel mai comun proces de tratare

Tendențe europene în tratarea nămolului

-Cantitățile de nămol continuă să crească și calitatea să se îmbunătățească

-Utilizarea nămolului brut pe terenuri este interzisă

-Procesul de stabilizare este adoptat pe scara largă

-Dezvoltarea centrelor de tratare a nămolurilor

-Creșterea tendinței de recuperare a energiei

-Creșterea constrângerilor în ceea ce privește calitatea nămolului la utilizarea în agricultură

-Creșterea ponderii fermentării anaerobe și a pre-tratării

-Renunțarea la uscarea termică

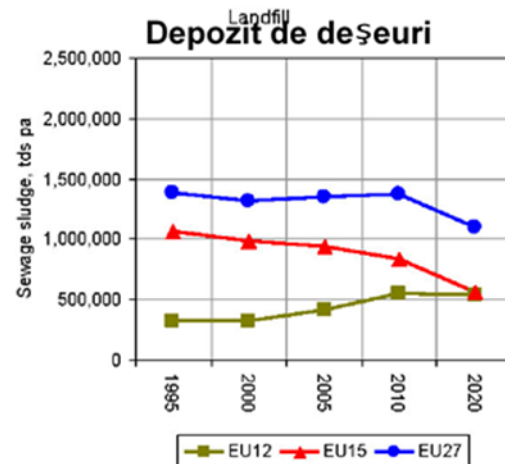
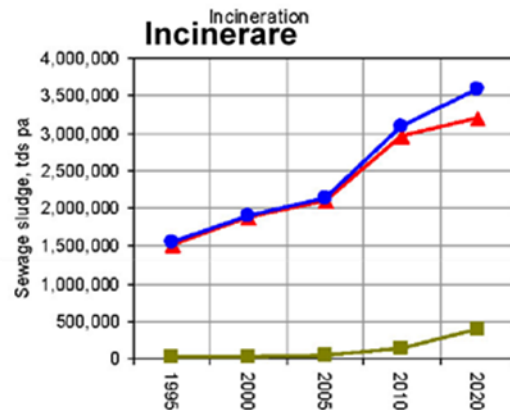
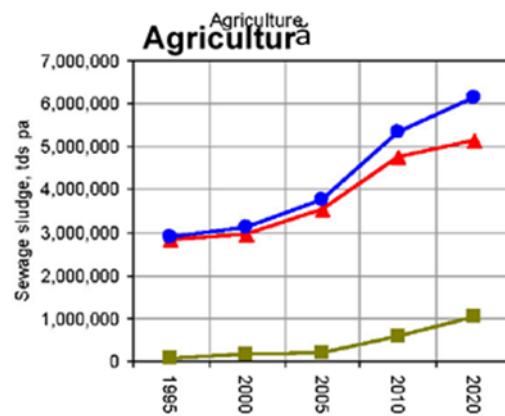
-Incinerarea/co-incinerarea cu recuperarea energiei este principala alternativă la fermentarea anaerobă și utilizarea în agricultură

Controlul calității în tratarea nămolului

-Asigurarea calității (QA) și controlul calității (QC) asigură că nămolul final îndeplinește obiectivele de calitate cerute

-Controlul efluenților industriali descărcați în sistemul de canalizare

Măsurile de control în procesul de tratare:



- Analiza riscului în punctele critice de control
- Controlul intern al procesului

Controlul calității în tratarea nămolului

- Proceduri și tehnici de prelevare adecvate
- Laboratoare de analiză acreditate și care aplica QA/QC
- Proceduri de lucru pentru nămolul "fără specificații"
- Toate procedurile sunt scrise și total înțelese de către personal
- Personalul este instruit și calificat pentru îndeplinirea sarcinilor atribuite
- Raportarea condițiilor de operare a stației și notificarea imediată a situațiilor de urgență
- Pastrarea adecvată a înregistrărilor

Fig. 6 Tendințele de dezvoltare a utilizării nămolului la nivel European

Cea mai obișnuită metodă de eliminare a nămolului final în UE în 2014 și 2015 a fost incinerarea (47,3%, 61,5%), urmată de reutilizarea nămolului, inclusiv aplicarea directă în agricultură și compostarea (48, 2%, 38,2%).

De asemenea, deși la nivelul UE refolosirea nămolurilor de epurare ajunge la circa 40% din producția totală, în unele state, aplicarea pe terenurile agricole și incinerarea sunt metodele cele mai utilizate, practică care ar putea fi preluată și dezvoltată și la nivel național.