

## REZUMAT

### Teza de doctorat

## METODE ȘI TEHNOLOGII DE EPURARE A LEVIGATULUI PROVENIT DIN DEPOZITELE DE DEȘEURI URBANE ȘI RURALE

Doctorand: Ing. ZAMFIR PANTER

Coordonator: Conf. dr. abilitat FLORENTINA MATEI

**Cuvinte cheie:** epurare, levigat, compoziție, proprietăți, laguna de aerare, condiții de mediu, metale grele, microorganismе, epurare biologică

### Introducere

Teza abordează un subiect prioritar în domeniul managementului deșeurilor și anume, soluțiile de epurare a levigatului rezultat din depozitele de deșeuri. Studiul tratării levigatului cuprinde procesele de formare a levigatului, colectarea acestuia, fenomenele fizice, chimice și biologice care au loc în levigat cum și procedeele de tratare a acestuia pentru a îndepărta poluanții.

Tema este indisolubil legată de obiectivele pe termen lung ale politicilor referitoare la gestiunea deșeurilor:

- reducerea cantităților de deșeuri generate chiar de la producător;
- creșterea semnificativă a procentului de deșeuri reciclate și valorificate;
- reutilizarea deșeurilor;
- eliminarea deșeurilor în condiții de siguranță;
- promovarea sistemelor și a soluțiilor de utilizare a deșeurilor ca resurse de materii prime și energie;

În acest context apar constrângeri în privința gestiunii levigatului din depozit care sunt specifice fiecărui amplasament și se referă la condițiile de deversare în receptorul natural, sistemul de tratare a levigatului, disponibilitățile de spațiu pentru amplasarea instalațiilor de tratare a levigatului, disponibilități de executare a instalației de tratare.

**SCOP PRINCIPAL AL LUCRĂRII:** eficientizarea epurării levigatului prin găsirea și adoptarea celor mai bune și ecologice sisteme și tehnologii.

Obiectivele concrete ale tezei urmărite pe parcursul desfășurării activității de cercetare sunt:

- Studiu condițiilor naturale și tehnologice de formare a levigatului în depozitul ecologic Glina, jud. Ilfov;
- Analiza metodelor de epurare a levigatului utilizate în prezent în Europa și în România;
- Introducerea unui sistem nou - laguna de aerare - în sistemul de tratare a levigatului de la depozitul Glina;
- Determinări asupra compoziției și caracteristicilor levigatului;
- Studii și analize privind influența lagunei de aerare asupra compoziției și caracteristicilor levigatului;
- Analiza influenței factorilor de mediu asupra sistemului propus;
- Stabilirea corelațiilor între compoziția deșeurilor și caracteristicile levigatului;
- Propunerea unui sistem de management al levigatului pentru depozitul de deșeuri Glina.

Pentru atingerea acestor obiective s-au efectuat studii și măsurători în teren, analize și determinări de laborator și nu în ultimul rând studierea materialului bibliografic în domeniu.

Teza este structurată pe 8 capitole, concluzii generale și bibliografie.

În primul capitol, Introducere, este prezentat contextul general în care a fost abordată tema, scopul și obiectivele lucrării și probleme punctuale cum sunt formarea levigatului în depozitele de deșeuri, compoziția și caracteristicile levigatului.

Capitolul 2, „Stadiul actual al tehnologiilor de epurare avansată a levigatelor”, este dedicat stadiului actual al cunoașterii și utilizării metodelor și tehnicilor de epurare a levigatului pe plan european și în țara noastră. Sunt prezentate atât metodele clasice de tratare a apelor uzate, în particular a levigatului cât și cele mai noi procedee de tratare a levigatelor oxidarea catalitică umedă, flotația ionică, nano-filtrarea, metode de epurare biologică avansată și osmoza inversă. Analiza metodelor și sistemelor de epurare folosite în țară și străinătate are ca scop găsirea celor mai eficiente și economice sisteme de epurare a levigatului

La alegerea sistemului de tratare a levigatului trebuie luate în considerare și alte aspecte de ordin economic sau aspecte referitoare la protecția mediului înconjurător, la economia de energie și materiale și la conservarea biodiversității.

În capitolul 3, „Context și condiții organizatorice”, este prezentat în detaliu depozitul de deșeuri Glina, jud. Ilfov, care a fost locul unde s-au desfășurat activitățile practice necesare realizării tezei și locul de implementare a unor soluții noi de epurare a levigatului.

Capitolul 4, „Laguna de aerare” – proiectare și implementare, prezintă elementele tehnice de proiectare, implementare și exploatare, cum și deficiențele în exploatarea lagunelor și se încheie

cu efectele pozitive ale implementării acestei soluții în epurarea levigatului. Sunt prezentate de asemenea procese fizice și biologice cu un grad ridicat de complexitate care conduc la eliminarea parțială sau totală a poluanților din levigat.

Cercetări privind influența lagunei de aerare asupra proprietăților fizico-chimice ale levigatului, care fac obiectul capitolului 5 au la bază analize și încercări de laborator efectuate pe probe de levigat prelevate din diferite puncte ale sistemului de drenaj și epurare. S-au determinat concentrațiile în materii în suspensie, nitrați, nitriți, amoniu, fosfor și unele caracteristici cum sunt pH-ul, consumul biochimic de oxigen și consumul chimic de oxigen. Determinările au fost efectuate în două etape: 2014 – 2015 pe probe prelevate la punctul de ieșire din rețeaua de colectare și etapa 2016 -2017 pe probe luate la intrarea și la ieșirea din laguna de aerare. În acest mod s-a stabilit gradul de încărcare al levigatului cu substanțe poluante și randamentul lagunei de aerare în îndepărtarea acestor poluanți.

Sintetizarea rezultatelor din acest capitol scoate în evidență următoarele aspecte:

- în lunile iunie și august s-au obținut cele mai mari randamente de epurare ale lagunei pentru toți poluanții cercetați;
- cel mai bine răspund la acest tip de tratament consumul biochimic de oxigen, consumul chimic de oxigen și nitrații.
- randamentul ridicat pentru CBO5 situat între 51% și 72% confirmă capacitatea microorganismelor prezente în levigat de descompunere a poluanților, de absorbție a materialului descompus și în final de eliminarea acestora din levigat într-o proporție ridicată
- în ceea ce privește consumul chimic de oxigen se observă de asemenea un randament ridicat cu valori între 49% și 68%, care evoluează în același sens cu variația CBO5.

Capitolul 6, „Influența factorilor de mediu asupra procesului biologic de epurare” se bazează pe rezultatele experimentale prezentate în lucrare, rezultate care evidențiază o activitate maximă a microorganismelor în intervalul de temperaturi 15 - 20<sup>0</sup>C, interval în care valoarea sumei nitrați și nitriți este maximă. S-a remarcat de asemenea o creștere a concentrațiilor la amoniu și fosfor în primele 16 - 20 zile de staționare a levigatului în lagună cum și creșterea CBO5 și CCO de-a lungul timpului până în ziua a 16-a, procese determinate de biodegradare produsă de bacterii

În capitolul 7 Studii și cercetări privind influența lagunei de aerare asupra conținutului

de metale grele din levigat principalele probleme prezentate au fost concentrațiile de metale grele din levigat înainte și după introducerea lagunei de aerare în sistemul de tratare a levigatului

Ținând seama de dificultățile de îndepărtare a metalelor grele și de riscurile pe care acestea le au pentru mediu și sănătatea umană, valorile obținute experimental au fost comparate cu limitele din normative. Sintetic rezultatele arată că prin staționarea în bazinul suspendat și prin bioepurarea

din lagună concentrațiile pot fi diminuate cu procente între 53% și 89% în funcție de anotimp, diluția levigatului și caracterul metalului. Rezultatele sunt satisfăcătoare pentru deversarea efluentului în rețeaua de canalizare.

Capitolul 8 Cercetări referitoare la influența lagunei de aerare asupra încărcăturii microbiologice a levigatului tratează sintetic problema epurării microbiologice a levigatului, prin prisma rezultatelor experimentale, comparativ cu datele din publicațiile de specialitate.

Concluzii generale sunt prezentate în cele ce urmează.

Utilizarea unor tehnologii moderne de epurare avansată a levigatului, în vederea eliminării tuturor poluanților și a reducerii costurilor de procesare se înscrie în cerințele și recomandările Uniunii Europene, atât în domeniul protecției mediului înconjurător cât și în domeniul reintroducerii permeatului în circuitul natural.

Cantitatea mare de elemente poluante din levigate necesită adesea combinarea mai multor metode de tratament, pentru a obține un rezultat în limitele impuse de legislație.

Introducerea lagunei de aerare în circuitul tratării levigatului are multe efecte pozitive din care menționez:

□ În lagunele aerate materia organică este stabilizată prin ambele procese de metabolism aerobic și anaerobic. Oxigenul necesar bacteriilor aerobe este introdus în lagună prin instalația de aerare. În partea inferioară a lagunei unde procesele sunt anaerobe apar și compușii odorizanți oxidați apoi în zona aerobă.

□ Performanțele lagunelor se pot caracteriza în primul rând prin reducerea concentrației substanțelor poluante pe perioada de staționare a levigatului în lagună. Astfel se poate defini indicele de eficiență ( $I_e$ ) ca raport între diferența de concentrații la intrarea ( $C_i$ ) și respectiv la ieșirea ( $C_e$ ) din lagună și concentrația la intrarea ( $C_i$ ) levigatului în laguna de aerare

$$I_e = (C_i - C_e) / C_i$$

□ Efluentul evacuat din laguna de aerare este introdus în stația de epurare prin osmoză inversă cu o încărcătură poluantă mult redusă, ceea ce va facilita funcționarea stației la cei mai înalți parametrii.

□ Prin introducerea lagunei de aerare, s-au obținut reduceri ale conținutului în poluanți organici ai levigatului, în special fiind redus conținutul în nitrați, nitriți și amoniac

□ În aceste condiții este posibil ca permeatul rezultat din stația de epurare să îndeplinească condițiile evacuării direct în râul Dâmbovița, reducând astfel costurile epurării.

Cantitatea de levigat și gradul de impurificare al acestuia sunt dependente de: compoziția deșeurilor depozitate, vârsta levigatului (vechimea depozitului), condițiile meteorologice ale zonei de amplasare, caracteristicile constructive ale sistemului de drenaj.

Substanțele poluante nu prezintă variații importante în primii 2 ani de funcționare ai celulei de depozit pentru care s-au făcut determinările experimentale (2014 și 2015). Valoarea pH-ului arată un mediu ușor alcalin în primii 2 ani de funcționare a depozitului după care se constată o ușoară scădere spre valori neutre.

Metoda optimă de tratament a levigatului trebuie să asigure eliminarea totală a efectelor negative asupra mediului.

Activitatea biochimică a microorganismelor prezente în laguna de aerare - pusă în evidență prin probe prelevate înainte și după lagună - are ca prim efect observat în determinările experimentale, variația redusă a pH-ului care s-a păstrat aproape de valoarea neutră și care a determinat o intensitate ridicată a proceselor de degradare microbiologică a poluanților (nitrați, nitriți, amoniu, fosfați, CCO, CBO)

Pentru a avea un randament ridicat al epurării este necesar să se țină srama de următoarele rezultate obținute în cercetare:

- Timpul optim de contact al levigatului cu microorganismele din lagună este de 14-20 zile în regim staționar aerat
- Temperatura de desfășurare a proceselor biologice de epurare este de la 6<sup>0</sup>C la 30<sup>0</sup>C, optim între 15 -25<sup>0</sup>C
- În perioadele foarte reci se recomandă acoperirea lagunei cu prelate izolante termic
- Să fie păstrat pH-ul cât mai aproape de valoarea neutră, recomandat 7 – 7,4

Creșterea timpului de contact al microorganismelor anaerobe cu poluanții din levigat a permis bacteriilor din probele de levigat să se adapteze la condițiile din laguna de aerare, să se amestece cu microorganismele existente în nămolul din lagună și să-și intensifice activitatea de biodegradare.

Conținutul mai ridicat în material biodegradabil al deșeurilor (obținut prin separarea plasticelor, hârtiei, metalelor și sticlei) a avut o influență pozitivă asupra epurării biologice concretizată prin creșterea conținutului în nitrați, nitriți, azot amoniacal, conținut chimic și biochimic de oxigen cu valori cuprinse între 12 și 28 %

Tratarea microbiologică a levigatului este o metodă eficientă tehnic și economic datorită avantajelor ce constau în eficiența tratării levigatului cu concentrații mari de substanțe organice, cu conținut ridicat de azot și un raport ridicat CBO/CCO.

Prezența anumitor substanțe în deșeuri, respectiv în levigat, poate să influențeze negativ activitatea microorganismelor ce produc degradarea poluanților organici

Selectarea celei mai bune soluții de tratare este condiționată de cunoașterea caracteristicilor levigatului și stăpânirea tehnologiilor de epurare. Alegerea metodei de neutralizare trebuie de asemenea să țină seama într-o măsură importantă atât de costurile procesului cât și de eficiența acestuia.

Din cauza complexității levigatului alegerea unei soluții de tratament devine foarte dificilă. Variația în timp a proprietăților și volumelor de levigat fac ca procedeele de epurare să fie dificil de ales și nu pot fi adaptate și universal recomandate.

Abordarea combinării procesului biologic cu osmoza inversă, așa cum este utilizată la Glina, este recomandată ca fiind o metodă fezabilă în eliminarea substanțelor organice, a azotului și a altor poluanți din levigatul generat de către depozitele de deșeuri municipale.

## **CONTRIBUȚII PERSONALE**

În lucrarea de față se pot evidenția o serie de contribuții ale autorului la problema tehnicilor și metodelor de epurare a levigatelor, contribuții din care menționez:

- Analiza exhaustivă a aspectelor legate de funcționarea depozitului de deșeuri Glina, a cadrului natural în care s-a desfășurat experimentul, sistemul de colectare și epurare a levigatului, inclusiv modul de funcționare a depozitului.
- Stabilirea limitărilor procesului de epurare la depozitul Popești Leordeni – Glina și elaborarea propunerilor de intervenții pentru optimizarea procesului de epurare a levigatului la depozitul respectiv
- Analiza modului de formare a levigatului, a surselor din care se formează, a compoziției și a factorilor care influențează caracteristicile levigatului.
- Studiu celor mai moderne și performante metode și tehnici de epurare a levigatului, alegând la final o metodă nouă, economică și performantă pentru levigatul rezultat din depozitul ecologic Glina.
- Introducerea treptei de epurare biologică în lagună aerată înainte de osmoza inversă și elaborarea schemei de principiu a procesului de epurare levigat
- Dimensionarea lagunei în condițiile unui sistem flexibil de tratament ținând cont de cantitatea de levigat corelată cu precipitațiile, principala sursă de formare a levigatului
- Propunerea de măsuri tehnice preliminare pentru uniformizarea debitului de levigat prin introducerea bazinului suspendat situat între căminul colector și laguna de aerare

- În cadrul tezei s-au efectuat o multitudine de determinări asupra compoziției și caracteristicilor levigatului pe probe preluate din puncte caracteristice ale depozitului Glina în perioada 2014 – 2017 pentru a stabili eficiența sistemului propus în teză.
- Stabilirea unor corelații între factorii de mediu (temperatură, precipitații) și procesele care au loc în laguna de aerare și în context stabilirea temperaturii optime pentru procesele fizice, chimice și biologice care au loc în levigat
- Stabilirea duratei de staționare a levigatului în laguna de aerare pentru o epurare eficientă și a perioadei optime de funcționare a lagunei de aerare
- Urmărirea funcționării lagunei cu aspectele negative și cu soluții de eliminare a acestora stabilind factorii de care influențează eficiența procesului de epurare.
- Alegerea unei metode care conservă și protejează mediul înconjurător și care a condus la creșterea randamentului stației de epurare de la 82 – 84% înainte de introducerea lagunei la 96 – 98% randament după construirea lagunei.

## **RECOMANDĂRI ȘI PERSPECTIVE**

În România, problemele legate de protecția mediului se pun cu acuitate mai ales ca urmare a poluării locale intense a mediului de către deșeurile menajere produse de centrele populate. De-a lungul timpului deșeurile au condus la dereglarea unor ecosisteme și la înrăutățirea condițiilor de viață ale oamenilor în zone limitrofe depozitelor controlate, dar mai ales în zona depozitelor sălbatice

În acest context cred că s-ar impune o serie de recomandări

1. Reducerea cantității de levigat prin reducerea cantității de deșeuri depozitate și în consecință a suprafeței de depozitare prin introducerea sortării deșeurilor însoțită de valorificarea lor.
2. Măsura are mai multe efecte pozitive cum ar fi reducerea costurilor cu depozitarea și tratarea levigatului, recuperarea de materiale, reducerea impactului asupra mediului, etc.
3. Realizarea unui plan de monitorizare pe termen foarte lung al sistemului de epurare levigat corelat cu schimbările climatice care pot influența direct (prin modificarea regimului pluvial) eficiența sistemului de epurare a levigatului.
4. Monitorizarea cantității și compoziției levigatului produs în depozitele de deșeuri menajere constituie baza de evaluare a tehnologiilor aplicate în prezent și reprezintă elementul de reevaluare al acestor tehnologii și de îmbunătățire a performanțelor sistemelor de epurare.

5. Implementarea unui sistem automat de management al levigatului prin care să se evite eventuale accidente în funcționarea sistemului de tratare a levigatului și poluarea accidentală a mediului.
6. Extinderea și dezvoltarea metodei de tratare microbiologică a levigatului și dacă este cazul, chiar prin realizarea unor laboratoare pentru selectarea și înmulțirea speciilor de bacterii necesare în procesul de epurare microbiologică.
7. Găsirea unor soluții pentru recuperarea metalelor grele rămase în nămolul din lagună, nămolul din bazinele de levigat și din filtrele de la osmoza inversă

**Studiile teoretice și analizele comparative din cadrul acestei lucrări pot constitui un material util în abordarea unor teme similare în domeniu pentru identificarea diferitelor aspecte referitoare la procesele care au loc în depozitele de deșeuri în diferite perioade ale ciclului lor de viață.**