



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

**UNIVERSITATEA DIN BUCURESTI
FACULTATEA DE GEOLOGIE SI GEOFIZICA
SCOALA DOCTORALA DE GEOLOGIE**

**STUDIUL EFECTELOR INDUSE CALITATII COMPONENTELOR
DE MEDIU IN VECINATATEA DEPOZITELOR DE DESEURI
MUNICIPALE PRIN METODE GEOKHIMICE COMPLEXE**

Rezumatul Tezei de doctorat

Coordonator Stiintific:
Prof.Dr.Ing. Daniel SCRADEANU

Doctorand:
Bogdan-Adrian STANESCU

Bucuresti, 2018



CUPRINS

INTRODUCERE.....	4
I. CERCETAREA DOCUMENTARA.....	7
I.1. Managementul deseurilor in context legislativ european.....	7
I.2. Modalitati de investigare a calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri neconforme.....	9
I.3. Modalitati de evaluare a riscurilor privind migrarea gazului de depozit in vecinatatea depozitului de deseuri in zona nesaturata.....	16
II. CERCETAREA EXPERIMENTALA.....	23
II.1. Descrierea caracteristicilor depozitului de deseuri neconform ales ca studiu de caz (Depozitul Giulesti Sarbi din Bucuresti).....	23
II.2. Modelul conceptual al zonei analizate si proiectarea campului experimental.....	25
II.2.1. Modelul conceptual.....	25
II.2.2. Proiectarea campului experimental.....	25
II.3. Descrierea investigatiilor realizate pentru evaluarea gazelor din zona nesaturata.....	26
II.3.1. Determinarea permeabilitatii in laborator.....	28
II.3.2. Metoda de lucru pentru testarea permeabilitatii.....	28
II.3.3. Rezultatele testelor de permeabilitate (conductivitate hidraulica).....	29
II.3.4. Masuratori de gaze in foraje.....	30
II.3.5. Discutii privind rezultatele masuratorilor de gaze in foraje la Depozitul Giulesti Sarbi.....	33
II.4. Analiza comparativa a rezultatelor obtinute pentru Depozitul Giulesti Sarbi Bucuresti cu cele obtinute pentru areale similare din tara noastra (Depozitul neconform de deseuri din Suceava, judetul Suceava).....	35
II.5. Stabilirea evolutiei calitatii componentelor de mediu in arealul analizat (sol, apa, vegetatie).....	41
II.5.1. Investigatiile privind calitatea apei subterane in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi - zona saturata.....	44
II.5.2. Investigatiile privind calitatea apei de suprafata in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi.....	45
II.5.3. Investigatiile privind calitatea sedimentelor in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi.....	46
II.5.4. Investigatiile privind fitoacumularea (calitatea vegetatiei spontane) in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi.....	48



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

II.6. Experimentari pentru evidentierea legaturilor hidraulice dintre apa de suprafata si apa subterana in vecinatatea depozitului de deseuri analizat (Depozitul Giulesti Sarbi).....	49
II.7. Modelul hidrodinamic al zonei de studiu si transportul poluantilor in apa subterana.....	57
II.7.1. Modelul conceptual al acviferului de Candesti.....	57
II.7.2. Modelul matematic pentru zona analizata (Depozitul Giulesti-Sarbi).....	61
II.7.3. Modelul de migrare a contaminantilor pentru zona analizata (Depozitul Giulesti-Sarbi).....	63
II.7.4. Simularea migrarii unui contaminant miscibil.....	64
II.8. Evaluarea riscului ecologic pentru depozitul de deseuri neconform analizat (depozitul Giulesti-Sarbi).....	65
II.8.1. Consideratii privind riscul.....	66
II.8.2. Cuantificarea riscului pentru zona Giulesti-Sarbi.....	67
CONCLUZII SI CONTRIBUTII PERSONALE.....	70
BIBLIOGRAFIE SELECTIVA.....	80

INTRODUCERE

Consideratii generale

Romania a facut progrese considerabile in ultimul deceniu in privinta managementului deseurilor urbane in cadrul unor sisteme integrate privind colectarea si depozitarea moderna de tip ecologic.

Depozitarea necontrolata a deseurilor, atat din partea persoanelor fizice, cat si a unor operatori economici ramane inca o problema de mediu care nu a fost eliminata. Desi, situatia la nivel national este reglementata din punct de vedere legislativ, exista identificate inca probleme in ceea ce priveste colectarea si depozitarea deseurilor menajere cu implicatii directe in peisaj si, mai ales in privinta calitatii vietii locuitorilor. Practica depozitarii necontrolate a deseurilor, in diferite spatii, pe terenuri neprotejate cu gard de proprietari sau in zona albiilor de rau a condus in perioade de ordinul anilor la o acumulare a acestora, cu un impact negativ asupra calitatii componentelor de mediu, dar si a sanatatii locuitorilor. Trebuie privite lucrurile si la nivelul mentalitatii cetatenilor si la perceptia, total gresita, potrivit careia spatiul public poate avea orice destinatie. Paradoxal este faptul ca, desi multe persoane se lamenteaza de aspectele negative identificate, putini sunt cei care intreprind masuri concrete pentru imbunatatirea situatiilor semnalate (<http://www.scrigroup.com>).

Un exemplu negativ il ofera chiar Bucurestiul, capitala Romaniei care are identificate la nivelul sau multe zone de depozitare necontrolata a deseurilor, respectiv o poluare cu deseuri menajere si deseuri de materiale de constructii. Ceea ce este ingrijorator este faptul ca se preconizeaza si in viitorul apropiat ca aceste suprafete ocupate de deseuri depuse in mod necontrolat sa se mentina sau sa creasca in lipsa unor masuri drastice indreptate asupra celor care savarsesc aceste fapte.

O situatie demna de semnalat este aceea ca, desi deseurile sunt selectate de agentii economici sau persoanele fizice pe categorii (sticla, metal, hartie si plastic) preluarea acestora de catre operatorul care presteaza servicii de salubritate se face prin amestecare in autospeciala de gunoi, practic este descurajata grija, responsabilitatea de a selecta si urmari atent introducerea corecta in pubele a deseurilor. In ceea ce priveste mediul rural, se intalnesc inca situatii nefavorabile pentru ca si aici locuitorii recurg la depozitarea necontrolata a deseurilor menajere, la marginea localitatilor, de regula in proximitatea albiilor cursurilor de apa. Au fost evidentiatae relativ recent situatii in care la viituri deseurile ce au fost depozitate necontrolat au fost preluate de apele curgatoare si transportate pe distante mari, cu acumulari evidente si total dezagreabile in peisaj in zona lacurilor de acumulare.

Un studiu recent de evaluare a pietei de deseuri din Romania releva ca intr-un total de 34 de judete in care au fost implementate proiecte integrate de gestionare a deseurilor a fost dezvoltata infrastructura necesara pentru colectarea separata a deseurilor reciclabile (hartie/carton, plastic, metal si sticla), echiparea cea mai frecventa fiind cu containere de 1,1 m³. Tot acest studiu arata ca in numai 5 judete (Arad, Covasna, Dolj, Sibiu si Braila) se colecteaza deseuri reciclabile atat in punctele de colectare, cat si de la generatori de deseuri „usa la usa” (*Inovation Norway Report, 2017*).

Motivatia, actualitatea si interesul temei de cercetare

Motivatia alegerii temei reflecta dorinta, in calitate de cercetator cu expertiza in evaluarea de mediu, de a integra metode de investigare care apartin mai multor discipline stiintifice, cu referire directa la evaluarea calitatii componentelor de mediu din zone situate in vecinatatea depozitelor de deseuri.



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Din punct de vedere teoretic, lucrarea isi doreste sa aduca un plus de cunoastere in ceea ce priveste definirea si analiza metodelor si tehnicilor de evaluare a componentelor de mediu si, ca un element de noutate in tara noastra, a gazelor de depozit care pot migra in vecinatatea depozitelor de deseuri, demonstrand importanta evaluarii acestora si, cu precadere, a riscurilor induse de acestea, punand bazele unui cadru general de abordare a acestei tematici.

Dintr-o perspectiva aplicativa, rezultatele obtinute in urma derularii activitatilor de cercetare au rolul de a oferi raspunsuri clare intrebarilor legate de modalitatile in care componentele de mediu au fost afectate de activitatile de depozitare a deseurilor, activitati care s-au derulat de-a lungul a zeci de ani si urmate de perioade lungi de timp, in perioada postinchidere.

De asemenea, relevanta temei abordate in prezenta lucrare este in conexiune cu potentiala sa contributie viitoare la dezvoltarea stadiului cunoasterii domeniului abordat. Orice domeniu de cercetare are nevoie sa-si stabileasca propria dimensiune a progresului si sa aiba definite elemente conceptuale proprii, motivatia si importanta acestei cercetari se regaseste intre prioritatile cercetarii de mediu, respectiv reevaluarea notiunilor si metodologiilor de evaluare a calitatii componentelor de mediu printr-o abordare multi- si inter-disciplinara complexa, al carei obiectiv principal este adaugarea de valoare.

Subiectul prezentului demers este motivat, in primul rand, prin faptul ca, cercetarea metodelor geochemice aplicabile in studiul calitatii componentelor de mediu pentru zonele situate in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale trebuie plasata in contextul economic contemporan, national si international, iar in al doilea rand, prin nevoia impetuoasa de reinnoire si perfectionare in evaluarea de mediu.

Importanta acestei cercetari stiintifice poate fi justificata cel putin prin urmatoarele argumente:

- contribuie la dezvoltarea stadiului cunoasterii in domeniul evaluarii componentelor de mediu;
- contribuie la cunoasterea etapelor care au marcat evolutia conceptuala a managementului deseurilor cu referire la studii de evaluare a impactului produs de depozitarea deseurilor asupra zonelor limitrofe;
- realizeaza prezentarea si analiza detaliata a metodelor si tehnicilor specifice pentru cuantificarea calitatii componentelor de mediu;
- realizeaza o cercetare empirica care a condus la identificarea si analiza problematiei de mediu pentru zone situate in vecinatatea depozitelor de deseuri neconforme.

Elementele specifice abordate in cadrul tezei

Elementele specifice abordate in cadrul tezei constau in evaluarea complexa a unui sit contaminat reprezentat de Depozitul de Deseuri Giulesti Sarbi din sectorul 6 al municipiului Bucuresti care a functionat in perioada 1970-1990, deservind necesitatile de depozitare finala ale orasului. Din pacate acest depozit este astazi un sit abandonat care nu prezinta nici un interes pentru Autoritatile Publice Locale, in sensul restabilirii calitatii conditiilor de mediu in zona si integrarea acestuia in peisajul urban pentru ca se regaseste intr-un cartier din sectorul 6 al municipiului Bucuresti. Plecand de la aceste premise, prezenta teza urmareste a realiza o evaluare de mediu cat mai integratoare si obiectiva pentru a putea atrage atentia asupra importantei evaluarii de mediu in contextul in care cercetarea/evaluarea de mediu raspunde unor necesitati ale comunitatii, care isi doreste sa traiasca intr-un mediu sanatos si curat.



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Obiectivul general, obiectivele specifice si rezultatele preconizate pentru atingerea obiectivelor propuse in cadrul tezei

Obiectivul general al tezei este reprezentat de *evaluarea efectelor induse asupra calitatii componentelor de mediu in vecinatatea unui depozit de deseuri municipale, depozitul neconform Giulesti Sarbi, sit abandonat situat in sectorul 6 al municipiului Bucuresti.*

Obiectivele specifice (O.S.) abordate in cadrul tezei

Pentru atingerea obiectivului general au fost propuse o serie de obiective specifice, dupa cum urmeaza:

O.S.1 – documentarea aspectelor generale privind managementul deșeurilor in contextul legislativ european si evidentiarea abordarilor actuale;

O.S.2 – documentarea si implementarea in practica a evaluarii emisiilor de gaze in sol/subsol in vecinatatea surselor potentiale, in vederea evaluarii posibilitatii migrarii gazului de depozit in proximitatea depozitului de deseuri;

O.S.3 – evaluarea componentelor de mediu apa (apa de suprafata si apa subterana), sol, vegetatie;

O.S.4 – investigatii in zona nesaturata pentru evidentiarea emisiilor de gaze si o analiza comparativa prin desfasurarea de investigatii similare la un alt depozit de deseuri neconform din Romania;

O.S.5 – modelarea conditiilor hidrodinamice si de migrare a poluantilor pentru depozitul studiat;

O.S.6 – evaluarea riscului ecologic pe baza datelor obtinute prin investigatii de teren si laborator.

Rezultatele (R) preconizate pentru atingerea obiectivelor propuse

R.1 – modelul conceptual al zonei analizate;

R.2 – date experimentale privind identificarea emisiilor de gaze in proximitatea depozitelor de deseuri analizate (element de noutate);

R.3 – date analitice privind starea de calitate a factorilor de mediu pentru zona din proximitatea depozitului de deseuri Giulesti Sarbi;

R.4 – diagrama arbore a efectelor adverse care decurg din evaluarea riscului ecologic.

CAPITOLUL I

CERCETAREA DOCUMENTARA

I.1 Managementul deeurilor in context legislativ european constituie unul dintre obiectivele specifice de documentare propus in teza de doctorat.

Romania a facut eforturi, cel putin in ultimul deceniu, pentru ca legislatia privind gestionarea deeurilor sa fie aliniata la cea europeana si armonizata cu aceasta, cerinta obligatorie pentru un stat membru al Uniunii Europene. In Anexa 1 a tezei de doctorat este prezentata comparativ transpunerea legislatiei europene in cea nationala (*sursele utilizate pentru prezentarea informatiilor: <http://www.mmediu.ro> si aplicatie software legislativ Legis Studio*).

Recent, un document deosebit de important a fost publicat in Monitorul Oficial al Romaniei, Partea I, nr. 11 bis, in 5 ianuarie 2018, respectiv Planul National de Gestionare a Deeurilor, aprobat prin HG nr. 942/20.12.2017. Acest Plan contine si Programul National de Prevenire a Generarii Deeurilor. Planul National de Gestionare a Deeurilor (PNGD) statueaza la nivel national cadrul general de gestionare a deeurilor, astfel incat sa se inregistreze efecte minime asupra mediului inconjurator. La nivel european si la nivel national este implementata o politica de gestiune bazata pe „ierarhia deeurilor”.

In acceptiunea actuala este de preferat ca eliminarea deeurilor prin depozitare, precum si incinerarea deeurilor sa ocupe ultimul loc in ierarhia deeurilor. De aceea, sunt considerate ca prioritare eforturile catre o tranzitie la o economie circulara. Acest aspect este foarte important deoarece in cadrul economiei circulare valoarea produselor, a materialelor si a resurselor este mentinuta in economie cat mai mult timp posibil, iar generarea deeurilor este redusa la minim.

Unul din elementele principale care defineste economia circulara este reprezentat de transformarea deeurilor in resurse. Reciclarea deeurilor este considerata ca fiind deosebit de importanta.

In figura 1 sunt prezentate o serie de oportunitati si beneficii al unui sistem modern si eficient de gestionare a deeurilor.

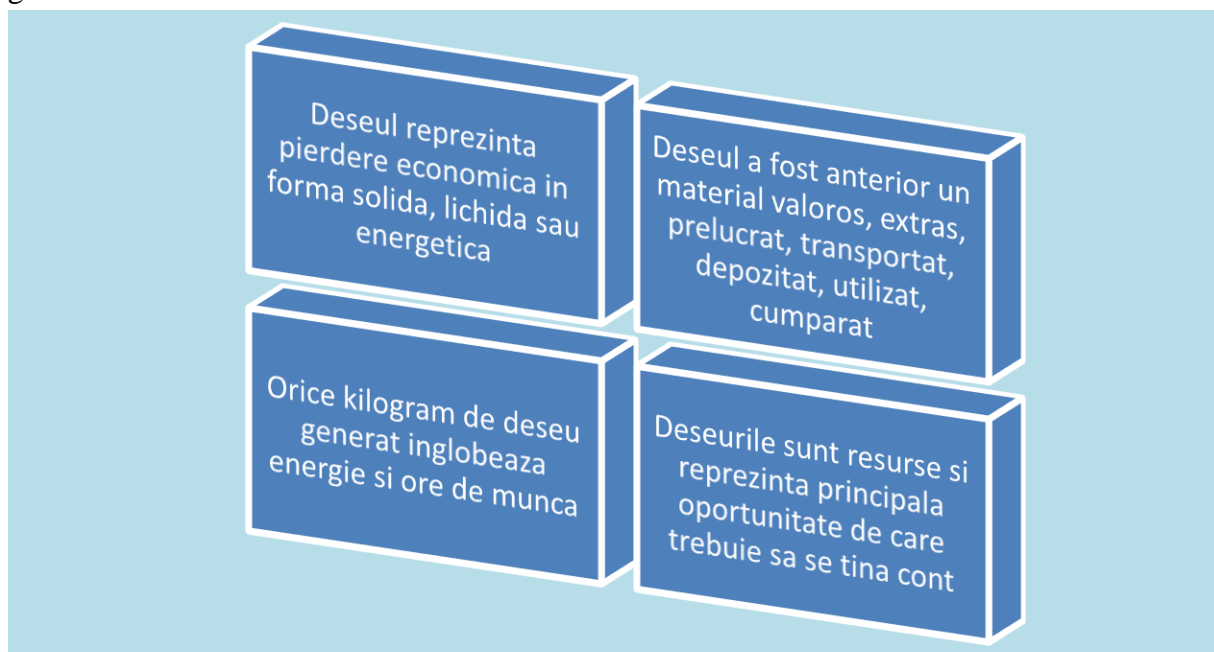


Figura 1 – Oportunitatile si beneficiile unui sistem modern de gestionare a deeurilor

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Abordarea actuala a managementului deseurilor are ca prim pas **prevenirea aparitiei deseurilor** - un factor cheie in orice strategie de gestionare a deseurilor.

Prevenirea este cel mai eficient mod de a reduce cantitatile de deseuri generate. Exista deja cunoscute o serie de strategii de prevenire a aparitiei deseurilor:

- Imbunatatirea design-ului produselor, astfel incat acestea sa fie mai fiabile, reparabile, demontabile si, nu in ultimul rand, modernizabile;
- Utilizarea eficienta a materialelor si materiilor prime, alegerea materiilor prime de inalta calitate si cu o toxicitate redusa;
- Optimizarea proceselor si tehnologiilor aplicate astfel incat pierderile sa fie minime;
- Minimizarea ambalajelor utilizate pentru livrarea produselor sau materiilor prime.

In situatia in care nu este posibila prevenirea aparitiei deseurilor, reutilizarea acestora trebuie sa constituie urmatoarea abordare strategica in cadrul oricarei companii. A reutiliza inseamna concret a utiliza din nou un produs dupa ce a fost deja folosit, aceasta include reutilizarea conventionala, cand produsul este utilizat pentru aceeasi functiune, sau o noua reutilizare pentru o functiune diferita (*Proiect Resurse din deseuri-Cresterea eficientei utilizarii deseurilor ce pot produce energie in sectorul logistic, 2014*).

Prin reutilizarea produselor, a produselor secundare si a deseurilor, fara a le reprocessa se pot realiza economii de timp, bani, energie si resurse.

In cadrul unei organizatii, **reutilizarea** este posibila cand sunt refolosite produse. Exista identificate in acest sens o serie de strategii care pot fi considerate:

- Valorificarea produselor secundare fara valoare economica in produse finite sau materii prime;
- Schimbul de deseuri/produse secundare in care acestea devin materie prima pentru o alta companie;
- Stabilirea unor centre de reutilizare si schimb virtual de deseuri sau produse utilizate;
- Remanufacturarea prin reparare, modernizare sau utilizarea anumitor componente ale unui produs deja utilizat;
- Reutilizarea ambalajelor in cadrul lantului de furnizori.

Reciclarea deseurilor este considerata „inalta calitate a deseurilor”. Generarea multor tipuri de deseuri nu poate fi evitata, dar prin reciclare se pot recupera o serie de resurse inglobate si acestea se pot reintroduce in circuitul economic, de aceasta data sub forma de materii prime. Colectarea selectiva la sursa este o conditie de baza pentru reciclare si esentiala pentru maximizarea valorificarii.

Pentru multe tipuri de deseuri a caror generare nu poate fi evitata, reciclarea reprezinta metoda care permite recuperarea resurselor inglobate in deseuri si reintoarcerea acestora in circuitul economic sub forma de materii prime. Reciclarea deseurilor nu este posibila fara colectarea selectiva la sursa, aceasta fiind o conditie esentiala pentru maximizarea valorificarii deseurilor.

Valorificarea energetica a deseurilor „deseuri pentru energie” se poate aplica acelor deseuri care nu se preteaza reciclarii. Exista o conditie importanta privind calitatea reciclarii, respectiv o buna calitate a deseurilor sortate. Daca reciclarea in conditii de calitate nu este posibila, cea mai buna solutie este de a transforma materialele necorespunzatoare in energie.

Este important de mentionat faptul ca din punct de vedere legislativ, Comisia Europeana a adoptat un pachet de masuri care au ca scop stimularea tranzitiei Europei catre o economie circulara.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Acest pachet de masuri include propuneri de revizuire a legislatiei privind deseurile, precum si un plan de actiune aferent.

Propunerile privind deseurile stabilesc o viziune pe termen lung pentru minimizarea generarii deseurilor, cresterea reciclarii din punct de vedere cantitativ si calitativ, prin reintroducerea in economie a deseurilor sub forma materiilor prime secundare reducand astfel utilizarea resurselor si prin reducerea eliminarii deseurilor prin depozitare (COM 614/2015, COM 490/2017, COM 479/2017, COM 33/2017, COM 28/2018, COM 29/2018, COM32/2018, EPRS-European Parliament Research Service, 2017).

I.2 Modalitati de investigare a calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri neconforme

Acest necesar de documentare este in concordanta cu obiectivele specifice propuse in teza de doctorat. Este unanim recunoscut faptul ca o abordare separata evaluarii poluarii solului sau a apelor subterane nu ar fi corecta si ar limita realizarea unei evaluari obiective pentru ca exista legaturi stranse intre aceste elemente constitutive ale mediului geologic.

Un mediu sustenabil poate fi definit ca: "Dezvoltarea care satisface nevoile prezentului fara a compromite capacitatea generatiilor viitoare de a-si satisface propriile nevoi" (UN WCED, 1987).

Pentru a realiza o evaluare cat mai cuprinzatoare a resurselor de apa este recomandat sa fie reuniti experti cu specializari diferite pentru a putea colecta, evalua si analiza datele necesare evaluarii. In figura 2 sunt prezente schematic elementele de baza ale evaluarii resurselor de apa.

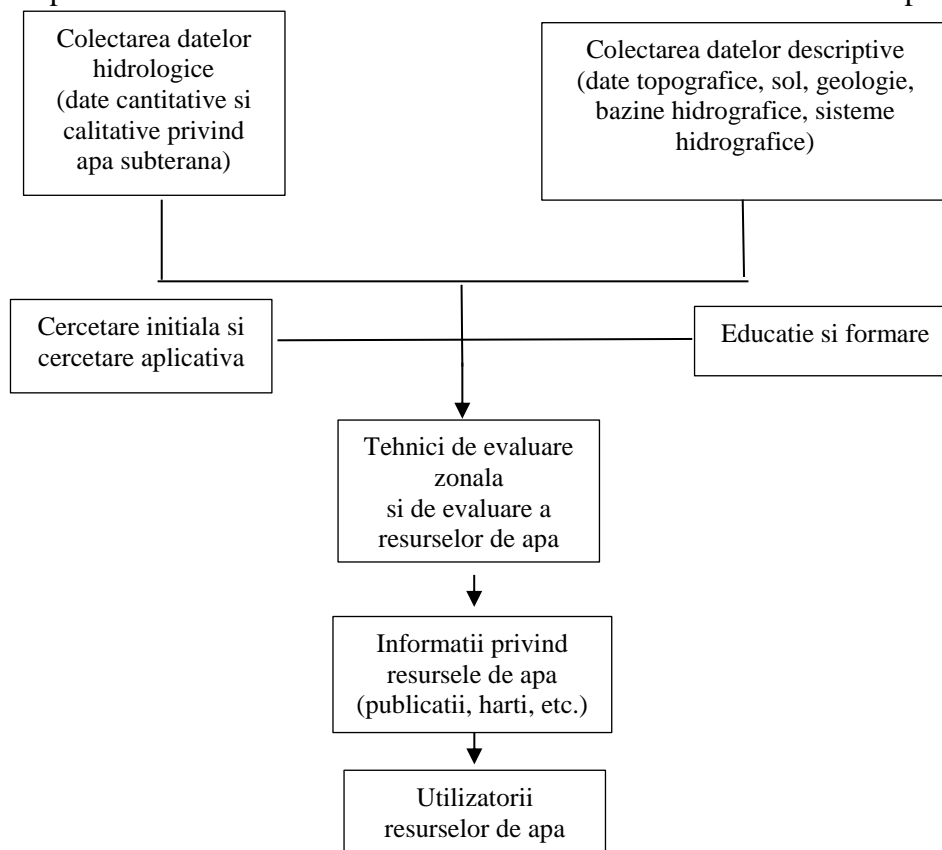


Figura 2 – Schematizarea evaluarii resurselor de apa (dupa UNESCO si WMO 1997)

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Colectarea datelor hidrologice presupune colectarea datelor istorice privind componentele ciclului apei intr-un numar de puncte distribuite pe suprafata de evaluare, cum ar fi cantitatea si calitatea apelor subterane si de suprafata.

Colectarea de date descriptive presupune obtinerea datelor privind caracteristicile naturale ale terenului care determina variatiile de suprafata si de timp ale componentelor ciclului apei, cum ar fi topografia, solurile, geologia, utilizarea terenurilor si gradul acoperire a terenurilor.

Colectarea de date din cercetarea initiala si cea aplicata - cercetarile ulterioare legate de resursele de apa pot fi esentiale, mai ales atunci cand lipsesc unele date sau data disponibila este depasita. In plus, ar putea fi necesare cercetari pentru a dezvolta tehnologia necesara pentru evaluarea resurselor de apa. Educatie si formare profesionala - toate activitatile de baza privind evaluarea resurselor de apa necesita personal calificat si, la randul sau, necesita instruire si educare a acestuia.

Tehnici de evaluare regionala a resurselor de apa - tehnici de transformare a datelor in informatie si de relationare a datelor hidrologice cu datele descriptive in scopul obtinerii de informatii privind caracteristicile resurselor de apa in orice punct al zonei de evaluare.

Apa este elementul geologic comun prezent in aproape orice structura geologica, in diferite varietati de existenta si manifestare.

In mod traditional, monitorizarea apelor pentru poluanti chimici si evaluarea starii ecologice se limiteaza la concentratiile apelor de suprafata, unde tinta principala este calitatea apei si riscul de eutrofizare (*Anne Th. Sonne et al, 2017*).

O variabilitate spatiala ridicata a concentratiilor de poluanti se regaseste la interfata dintre apa subterana – apa de suprafata. Aceasta situatie se datoreaza caracteristicilor surselor de poluare, variabilitatii conductivitatii hidraulice (*V. Rønne et al, 2017*).

Calitatea naturala a apelor subterane depinde de factorii geologici, dar si de factorii geografici regionali (*S.V. Srath Prasanth et al. 2012*). Evaluările hidrochimice ale sistemelor de apa subterana se bazeaza in general pe disponibilitatea informatiilor privind chimismul apelor subterane (*Shuxian, 2013*).

Apa subterana constituie cea mai importanta resursa de apa casnica, industriala si utilizata in agricultura in multe tari din lume (*S. Selvakumar et al, 2017*).

Structura geologica prin varietatea de minerale si roci de dimensiuni granulometrice diferite, prin prezenta porilor, dispunerea acestora sau alte cai de circulatie, genereaza prin interconectare circulatia apei. De la suprafata solului spre profunzime se disting urmatoarele zone:

- **zona nesaturata**, in care porii sunt umpluti partial cu apa, partial cu aer, fapt ce permite coexistenta la acest nivel a fazelor de agregare solida, lichida si gazoasa. Lichidele ajunse in zona nesaturata se deplaseaza preponderent dupa o componenta verticala descendenta. Solul reprezinta partea superioara a zonei nesaturate in care au loc si procese biologice.

Solul este definit drept un sistem natural complex, polidispers, eterogen si poros, situat la suprafata scoartei terestre, rezultat prin interactiunea acesteia cu aerul, apa si organismele vii.

Solul este polidispers deoarece faza lui solida se afla in diferite grade de dispersie:

- dispersii moleculare sau ionice (sarurile);
- dispersii coloidale (argila, humusul, hidroxizii);
- dispersii grosiere sau suspensii (praful, nisipul).

Eterogenitatea solului provine din coexistenta celor 3 faze de agregare (solida, lichida si gazoasa).

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Termenul de „sol” provine din limba latina „*solum*” care inseamna suport, baza, ceea ce indica rolul sau de suport pentru organismele vii si spatiu de interferenta intre lumea organica si cea minerala (Demeter T., 2009).

- **zona saturata**, in care porii sunt umpluti in totalitate cu apa, iar componenta dominanta de curgere a lichidelor ajunse la acest nivel coincide cu directia de curgere a apei subterane. Zona saturata sau acviferul comporta o faza solida, imobila, formata din rocile magazin, si o faza lichida, mobila, respectiv apa subterana. Linia de demarcatie dintre zona nesaturata si zona saturata este trasata de nivelul hidrostatic. Deasupra nivelului hidrostatic este localizat sistemul capilar (zona capilara) in care apa este absorbita in pori prin fenomenul de capilaritate. Substratul sau culcusul acviferelor este format din roci impermeabile. Dispunerea spatiala a substratului determina directia si viteza de curgere a apei subterane (Ghid Tehnic privind modalitatile de investigare si evaluare a poluarii solului si subsolului, 2008).

Caracteristicile hidrofizice ale terenurilor (terenuri reprezentate prin: sol, sedimente si roci) definesc comportarea acestora in raport cu toate formele de apa subterana si fluidele asociate. Termenul de caracteristica/proprietate acvifera are o sfera de cuprindere mai redusa si este recomandat sa fie utilizat doar in cazul interactiunii terenurilor cu formele de apa libera (capilara, gravitacionala) care pot genera acvifere. Caracteristicile hidrofizice le includ si pe acelea proprii terenurilor semipermeabile si impermeabile care conditioneaza fenomenele de comunicare a acviferelor prin drenanta si contribuie la definitivarea echilibrelor hidrodinamice ale hidrostructurilor.

Formarea acviferelor si dinamica apelor subterane sunt conditionate in principal de proprietatile colectoare si filtrante ale terenurilor acvifere (sol, sediment, roca) determinate de:

- constitutia litologica a terenurilor acvifere;
- cantitatea si calitatea apelor subterane si a fluidelor asociate;
- procesele la interfata solid-fluid si fluid-fluid.

Constitutia litologica a terenurilor acvifere determina caracteristicile structurale ale spatiului poros in care se colecteaza si prin care se deplaseaza apa subterana.

Pentru caracterizarea structurii spatiului poros al terenurilor acvifere se apeleaza la doi parametrii fundamentali: porozitatea si permeabilitatea. Cantitatea si calitatea apelor subterane si a fluidelor asociate sunt responsabile de vitezele cu care acestea se deplaseaza in campul gravitacional:

- cantitatea fluidelor prezente in porii terenurilor acvifere este exprimata prin intermediul umiditatii si gradul de saturatie;
- calitatea fluidelor prezente in spatiul poros al terenurilor acvifere este descrisa prin intermediul parametrilor fizici (temperatura, densitate, viscozitate, etc.) si chimici (concentratia in elemente anorganice sau organice).

Caracteristicile litologice ale terenurilor acvifere si cele ale apelor subterane sunt sintetizate in doi parametri globali ai acviferelor care exprima interactiunea dintre terenul permeabil si apa subterana:

- coeficientul de inmagazinare absoluta prin care se evalueaza capacitatea colectoare a acviferelor;
- conductivitatea hidraulica utilizata pentru evaluarea caracteristicilor filtrante ale acviferelor (viteza de curgere a apelor subterane).

Procesele la interfata solid-fluid si fluid-fluid (ex.: capilaritatea, advectiona, difuzia, sorbtia etc.) prezinta o mare complexitate si diversitate in zona nesaturata a acviferelor si in cazul asocierii apelor subterane cu fluide miscibile sau imiscibile.



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Pentru zona nesaturata, sediul unor procese de poluare complexe, modelarea corelatiei intre presiunea capilara si umiditate este esentiala pentru evaluarea curgerii, presiunea capilara fiind componenta potentialului curgerii alaturi de potentialul gravitacional. Deplasarea fluidelor miscibile sau imiscibile asociate cu apele subterane in zona nesaturata/saturata a acviferelor freatic/sub presiune este guvernata de procese fizice si biochimice ale caror caracteristici (coeficient de difuzie, coeficient de dispersie, numar Peclet, izoterma de sorbtie, etc.) sunt determinate experimental si caracterizeaza particularitatile curgerii pentru fiecare tip de acvifer (*Scradeanu et al, 2007*).

Urmarind configuratia fizica a mediului geologic, se constata ca prezenta poluarii intr-o anumita zona genereaza riscuri importante la nivelul intregului sistem.

Exemplul cel mai elocvent este urmatorul: daca solul este supus agresiunii unor poluanti, cum este cazul depozitarii neconforme a deeurilor municipale, stratele acvifere subterane prezinta riscul sa fie deopotriva poluate/contaminate prin transferul poluantului de la suprafata solului spre adancime, o deplasare pe o componenta verticala. In mod reciproc, daca un acvifer este contaminat cu o substanta poluanta, de cele mai multe ori, in timp, se poate ajunge si la contaminarea solului prin vaporizarea si ascensiunea capilara a apei subterane. Chiar daca astfel de conexiuni sunt evidente intre toate elementele mediului, solul, subsolul, formatiunile geologice si apa subterana formeaza un sistem fizic si relational conturat distinct in structura mediului geologic. Deosebit de importanta pentru mentinerea echilibrului ecologic este capacitatea solului de a forma un tampon contra diversilor poluanti (*Oprea R., 2013*).

Ghidul Tehnic privind modalitatile de investigare si evaluare a poluarii solului si subsolului din anul 2008 releva in privinta calitatii mediului geologic ca, este importanta cunoasterea si mentinerea conditiilor de existenta a tuturor componentelor sale la starea naturala dobandita in momentul formarii si mentinuta pe parcursul vietii geologice. Desigur, conditiile naturale ale existentei geologice sunt variate si complexe datorita diversitatii structurilor, texturilor, matricelor de sol si roci, continuturilor de minerale, tipurilor petrografice, continuturilor de elemente chimice ale solurilor si rocilor, caracteristicilor petrografice ale rocilor, dimensiunilor si aranjarii stratelor in structuri geologice, chimismului apelor subterane, etc.

Conditiiile naturale, implicit calitatea mediului geologic, pot fi diferite de la o regiune la alta pentru acelasi tip de element geologic analizat, functie de conditiile initiale de formare. Din acest punct de vedere pot exista conditii naturale de calitate a mediului geologic neconcordante cu unele standarde de calitate stabilite de om, si care nu pot fi modificate.

Mediul geologic este gazda unor activitati umane extrem de dense la suprafata pamantului si in zona de mica adancime sub aceasta, dar din ce in ce mai rare la adancimi de ordinul sutelor sau miilor de metri, ce afecteaza negativ, distrug, consuma sau polueaza mediul geologic, inducand efecte negative locale, zonale sau chiar regionale asupra acestuia.

Poluarea mediului geologic reprezinta modificarea proprietatilor fizice, chimice si biologice ale mediului geologic, restrangand proprietatile de folosire ale elementelor constituinte ale acestuia (sol, formatiuni geologice, acvifer freatic, acvifere de adancime).

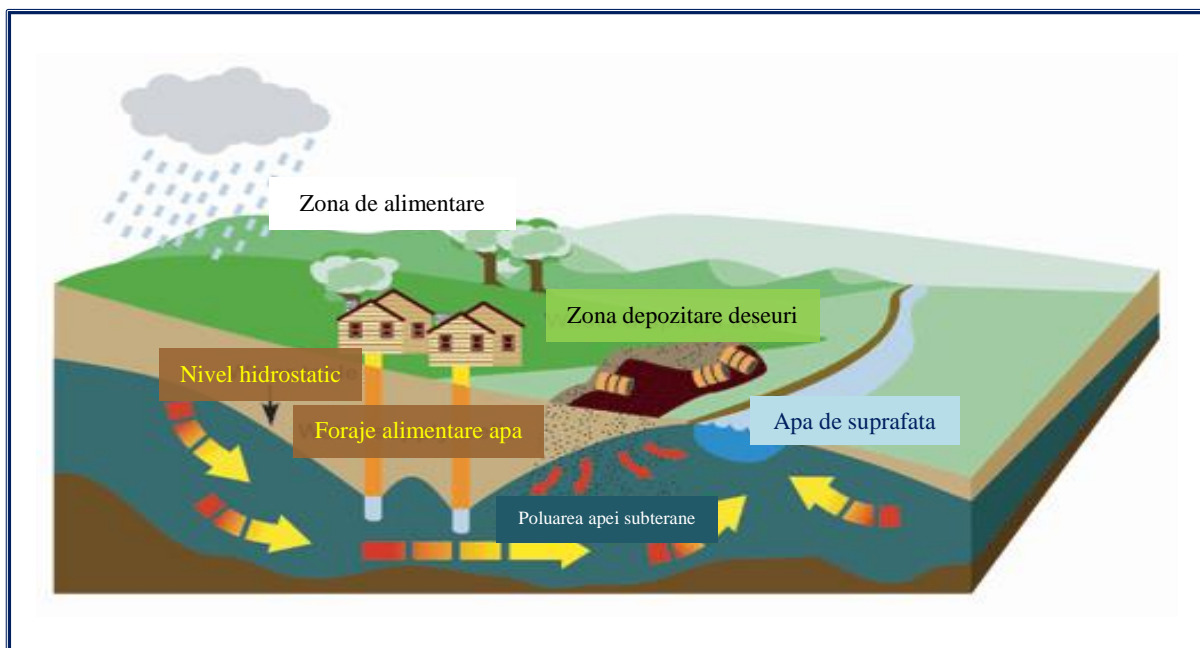
In conformitate cu HG 1408/2007 privind modalitatile de investigare si evaluare a poluarii solului si subsolului sunt definite:

Evaluarea – orice metoda utilizata pentru masurarea, calcularea, modelarea, prognozarea sau estimarea prezentei unui poluant in mediul geologic;

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Investigarea – procesul de identificare a prezentei poluantilor in mediul geologic, delimitarea spatiaala a acestora, stabilirea concentratiei lor, precum si a relatiei acestora cu matricea minerala si structura mediului geologic.

Poluarea mediului geologic (figura 3) are ca agent principal de transport apa, pe intregul circuit global al acesteia: in atmosfera (vapori si precipitatii), la nivelul suprafetei topografice (curgerea de suprafata), in adancul hidrostructurilor (curgerea subterana).



*Figura 3 – Schematizarea poluarii mediului geologic
(sursa imaginii: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/water-overview/pollution-causes-effects/groundwater-contamination.html>)*

Degradarea sau deteriorarea calitatii mediului geologic reprezinta toate fenomenele si procesele care dauneaza mediului geologic, exceptand fenomenele naturale de eroziune, alunecarile de teren, salinitatea, etc., fenomene care afecteaza si ele calitatea mediului geologic.

In ceea ce priveste poluarea chimica a solului, aceasta se datoreaza in special emisiilor din industria chimica, siderurgica, de prelucrare a minereurilor neferoase, centralele termice, fabricile de ciment, rafinarii, utilizarea ingrasamintelor chimice si a pesticidelor in agricultura, irigatii cu ape poluate, traficul rutier, etc.

Poluarea solului cu metale grele se datoreaza activitatilor de extractie si prelucrare a minereurilor neferoase, de productie a aluminiului, ingrasamintelor chimice, cimentului, arderii carbunelui in instalatii mari de ardere, etc.

Poluarea solului cu fluor este evidentiata pe amplasamentele fabricilor de substante chimice, de aluminiu, de ciment sau chiar a centralelor termice, precum si in zonele limitrofe acestora.

Produsele petroliere au afectat suprafete semnificative atat in zonele de exploatare a zacamintelor de titei si gaze, cat si in jurul instalatiilor de petrochimie, in amplasamentele de depozitare a produselor petroliere si in zonele de transport.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Extractia sarii geme in solutie a determinat o poluare intensa a solului atat cu saramura, dar si cu produse petroliere.

Reziduurile menajere si industriale depozitate necontrolat sau necorespunzator conduc de asemenea la poluarea solului.

Poluarea cu pesticide, nitrati si produse de uz fitosanitar are cea mai larga extindere in agricultura.

Irigarea solurilor cu ape poluate (in care se deverseaza substante toxice si produse petroliere) conduce la poluarea solului, avand consecinte grave pentru sanatatea umana si a ecosistemelor.

Dejectiile animaliere, precum si namolul de la statiile de epurare de o calitate necontrolata si necorespunzatoare calitativ raspandite pe sol conduc la poluarea intensa a acestuia.

Poluarea subsolului cu metale grele se datoreaza in principal activitatilor extractive si de prelucrare a minereurilor feroase si neferoase, de extractie si prelucrare a petrolului, de productie a aluminiului si aluminei, ingrasamintelor chimice, cimentului, etc. Mediul acid favorizeaza solubilitatea metalelor grele si formarea apelor acide prezente in zonele miniere.

Extractia sarii geme in solutie a determinat o poluare intensa a subsolului cu saramura.

Depozitele de deseuri menajere necorespunzatoare au condus la poluarea subsolului prin infiltrarea levigatului în formatiunile geologice aflate in patul depozitului.

Depozitele de deseuri industriale si din industria extractiva (halde, iazuri de decantare, bataluri, etc.) necorespunzatoare, au condus la o intensa poluare a formatiunilor geologice in care sunt amplasate.

Poluarea apelor subterane. Calitatea apelor constituie o problema prioritara pe plan mondial, iar singura sursa de ape nepoluate o reprezinta rezervele de ape subterane. Astfel, mentinerea acestei rezerve reprezinta o conditie vitala pentru orice stat. Apa subterana este o sursa buna de apa potabila datorita proprietatilor de purificare ale solului. Fenomenul de poluare apare si in cazul apelor subterane, desi acestea sunt mai protejate decat apele de la suprafata.

Poluarea apei subterane duce la imposibilitatea utilizarii acviferului pentru perioade foarte lungi de timp.

Gestionarea problemelor de poluare a mediului geologic si in special a apelor subterane, presupune:

- 1) culegerea si tratarea informatiilor;
- 2) construirea si folosirea modelelor de prognoza;
- 3) verificarea modului in care se realizeaza prognoza.

Culegerea si tratarea informatiilor presupune:

- identificarea sistemului;
- inregistrarea informatiilor numerice;
- structurarea informatiilor ne-numerice (calitative);
- optimizarea informatiilor si a controlului.

Abordarea schematica a problematicii este prezentata in figura 4:

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

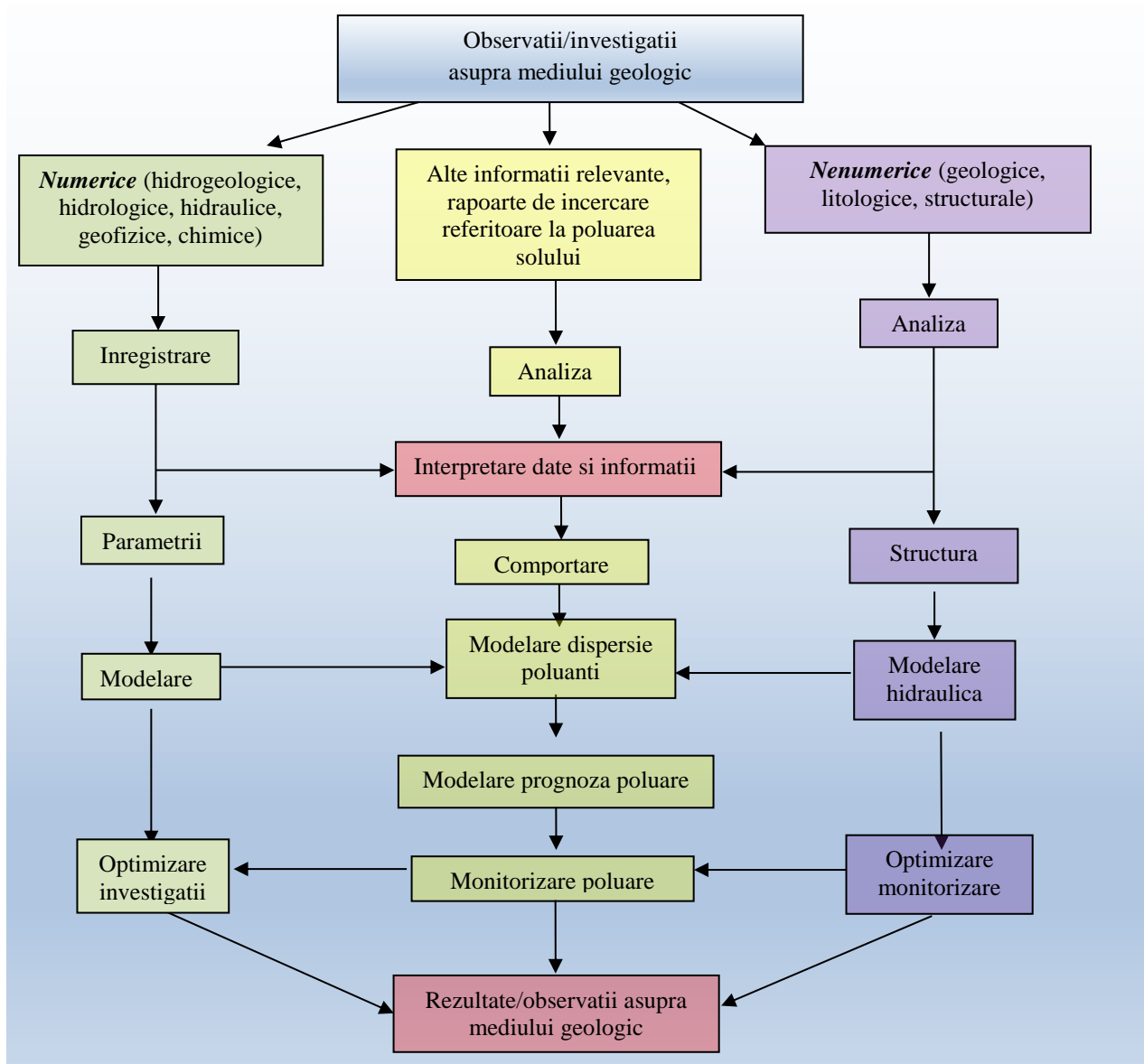


Figura 4 - Schematizarea evaluarii poluarii mediului geologic (sursa: Ghid Tehnic privind modalitățile de investigare și evaluare a poluarii solului și subsolului, 2008)

Este important de remarcat faptul ca modelarea si prognozarea poluarii prin modelare, urmata de monitorizarea poluarii sunt etape definitorii in vederea obtinerii de rezultate in investigarea mediului geologic.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

I.3 Modalitati de evaluare a riscurilor privind migrarea gazului de depozit in vecinatatea depozitului de deseuri in zona nesaturata

Acest subcapitol este in concordanta cu unul dintre obiectivele specifice ale tezei si consta in documentarea si implementarea in practica a evaluarii emisiilor de gaze in sol/subsol in vecinatatea surselor potentiale, in vederea evaluarii posibilitatii migrarii gazului de depozit in proximitate. O astfel de metodologie nu este implementata in Romania, deoarece tara noastra nu s-a confruntat cu probleme majore legate de situatia potentiala ca gazele de depozit sa migreze catre zone locuite si sa produca explozii. Astfel, a fost necesar ca documentarea si transferul de cunostinte in acest domeniu sa fie preluat de la o tara cu expertiza in acest domeniu si anume: Marea Britanie.

Marea Britanie a dezvoltat metodologic si aplicativ acest domeniu pornind de la o necesitate, datorita producerii in anii '80 a unor deflagratii, ca urmare a unor acumulari de gaze in sol care nu au fost detectate, in localitatile Loscoe si Abbeystead (<http://landfill-gas.com/1980s-landfill-gas-explosions.html>).

Conditile de producere ale unei explozii, presupun:

- sa existe o sursa de gaz inflamabil;
- sa existe o limita sau un spatiu inchis;
- o sursa de aprindere (de deflagratie);
- suficient oxigen pentru combustie.

Metodologia de investigare a fost documentata pe baza metodologiei pusa la dispozitie de CIRIA. CIRIA este o asociatie neguvernamentala, neutra, independenta si non-profit din Marea Britanie care activeaza in domeniul cercetarii si informarii in domeniul constructiilor, avand legaturi cu alte organizatii de profil in scopul imbunatatirii activitatilor din industrie.

Aceasta asociatie a elaborat Ghidul CIRIA C665 „Evaluarea riscurilor induse de emisiile gazoase din sol/subsol asupra constructiilor” un document disponibil gratuit si deosebit de valoros sub aspectul elucidarii aspectelor care tin de riscul acumularii in sol/subsol a unor gaze cu potential exploziv.

Inflamabilitatea amestecului de gaze este data de compozitia, temperatura, presiunea si natura mediului inconjurator. Inflamabilitatea metanului poate varia functie de modificarea concentratiei de oxigen.

Mai mult, inflamabilitatea metanului este influentata de modificarile de concentratie ale bioxidului de carbon, efectul global fiind acela de afectare a limitei superioare de inflamabilitate a metanului. Orice amestec de gaze poate produce efecte fiziologice daca dezlocuieste oxigenul intr-un spatiu limitat, cu scaderea concentratiei acestuia sub 18% v/v.

In tabelul 1 sunt prezentate sursele si originea gazelor periculoase (dupa Hooker si al., 1993).

Tabelul 1 – Sursele si originea gazelor periculoase

Sursa	Originea	Domenii de concentratie tipice ²		
		Metan ¹	Bioxid de carbon	Alte gaze (ex. CO, H ₂ S, H ₂)
Antropica				
Depozite de deseuri (inclusiv cele superficiale si cele vechi)	Biodegradarea materiei organice depozitate	20-65%	15-40%	Urme de gaze (inclusiv mirosuri sau gaze toxice), in general au o pondere de sub 1% din volumul total, ex. H ₂ S

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Tabelul 1 – Sursele si originea gazelor periculoase - continuare

Sursa	Originea	Domenii de concentratie tipice ²		
		Metan ¹	Bioxid de carbon	Alte gaze (ex. CO, H ₂ S, H ₂)
Antropica				
„Made ground”	Biodegradarea materiei organice in situatii de lucru in pamant natural care contine deseuri de la demolari si alte deseuri	0-20%	0-10%	-
Zguri de topitorie	Biodegradarea deseurilor care provin de la procesele de topire (lianti fenolici, dextrina, praf de carbune, deseuri de lemn si hartie)	Pana la 50%	15-40%	Urme de gaze cu pondere de sub 1% din volumul total (pot fi mirosuri si/sau toxice)
Namoluri si deseuri zootehnice	Biodegradarea materiei organice	60-75%	18-40%	Urme de gaze cu pondere de sub 1% din volumul total (pot fi mirosuri si/sau toxice)
Locuri de inhumare (inclusiv cimitire)	Biodegradarea materiei organice (a ramasitelor umane sau animale)	20-65%	15-40%	-
Industria chimica/ petrochimica/zona petroliere/prelucrare	Vapori organici din pierderea sau imprastierea din zone de prelucrare sau depozitare	30-100% ¹	2-8%	Urme de gaze cu pondere de sub 1% din volumul total (pot fi mirosuri si/sau toxice, cianuri)
Gaz natural (alimentari sau conducte)	Pierderi din conductele de transport ale gazelor naturale	90-95%	0-9,5% (bioxidul de carbon nu este prezent in gazul natural, metanul poate fi transformat dupa pierderea din conducte)	1-27% C ₂ -C ₄ 4,7% CO
Naturala				
Sol	Transformari fizice, chimice si biologice de transformare a mineralelor si rocilor sub actiunea factorilor climatici	<2ppm	350 ppm	
Stratele de carbune	S-au format din vegetatia ingropata in conditii de temperatura si presiune inalta; gazele sunt eliberate ca urmare a activitatilor miniere	<1-90%	0-6%	4-13% C ₂ -C ₄ ; 0-10% CO Este posibila producerea de H ₂ S dar rar in concentratii periculoase
Tinoave/turbarii	Gazele se formeaza prin biodegradarea anaeroba a plantelor/resturilor vegetale prinse in depozitele de pietrisuri	10-90%	0-5%	
Aluviuni bogate in materie organica		0-5%	0-10%	
Emisii radioactive ale rocilor	Degradarea naturala a uraniului din soluri si roci	variabil	variabil	0-1000 Bq/m ³ radon
Strate bogate in carbonati	Disolutia carbonatului de calciu de catre apele acide	variabil	1-9%	
Alte surse de natura geologica	(ex. campuri petroliere si gazeifere; sisturi bituminoase; vulcanism)			



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Note:

Unitati: ppm – parti per milion (10000 ppm = 1%)

- 1- Utilizand un monitor de gaz volumetric, citit ca metan
- 2- Domeniile de concentratii tipice sunt apreciate dupa consultarea mai multor surse bibliografice. Limita superioara poate fi depasita in anumite conditii particulare.

Majoritatea constituentilor gazelor din sol/subsol nu prezinta miros. Agentia de Mediu din Marea Britanie specifica ca fiind generatoare de mirosuri urmatoarele componente din gazul de depozit:

- hidrogenul sulfurat;
- compusii organosulfurici;
- acizii carboxilici;
- aldehidele;
- sulfura de carbon.

Se mentioneaza faptul ca exista stranse corelatii intre concentratiile ridicate de metan si bioxid de carbon, pe de o parte si lipsa vegetatiei, pe de alta parte. Aceasta se explica prin faptul ca prezenta gazelor cauzeaza deficiente ale prezentei oxigenului in zona radacinilor plantelor.

Se adauga si o serie de alte gaze care pot afecta vegetatia cum ar fi:

- metanolul, formaldehida si acidul formic care provin din oxidarea metanului;
- urme de alte componente in amestecul gazului de depozit: ca hidrogen sulfurat, amoniac, benzen, etilena, acetaldehida, mercaptani.

Foarte multe rapoarte, inclusiv Ghidul CIRIA R152 „Evaluarea Riscului pentru metan si alte gaze din sol/subsol” (O’Riordan et al. 1995) pun in evidenta o serie de parametrii care influenteaza descompunerea materiei organice (inclusiv hidrocarburile) prin activitatea microbiologica si, deci producerea de emisii gazoase (metan, bioxid de carbon):

- umiditatea, acest factor favorizeaza degradarea materiei organice si formarea emisiilor gazoase;
- infiltrarea apei din precipitatii;
- conditiile care pot fi: „inchise”- anaerobe pentru generarea metanului, si aerobe pentru generarea bioxidului de carbon;
- proportia ridicata de materiale biodegradabile in componenta deseurilor cum sunt: proteine, lipide, celuloza, carbohidrati, lignina si acizi grasi volatili;
- valori de pH intre 6,5 si 8,5;
- temperaturi intre 25⁰C si 55⁰C;
- permeabilitate ridicata - la deseurile sau la solurile slab compactate;
- raportul intre consumul biochimic de oxigen si consumul chimic de oxigen in levigat poate indica intr-o anumita masura nivelul de biodegradare a deseurilor. Un raport mai mare de 0,4 indica ca activitatea microbiologica in interiorul deseului este inca activa si populatia de bacterii este in crestere, conditii in care se vor genera cantitati mai mari de gaz de depozit. Daca raportul este mai mic de 0,4 este situatia levigatului provenit din depozitele vechi, care indica o activitate microbiologica in declin, respectiv emisii de gaze de depozit in scadere (Ehrig, 1996). Autorii apreciaza ca aceste informatii comporta un grad ridicat de incertitudine si variatii legate de conditiile de prelevare, de aceea trebuiesc tratate doar ca un sprijin in completarea investigatiilor prin masuratori directe efectuate in-situ.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochimice complexe”

Exista multi factori care pot influenta migrarea gazelor din sol/subsol catre suprafata. Din punct de vedere al unei constructii (problematica pe care este axat ghidul CIRIA C665) se pot evidenta o serie de cai care pot influenta comportamentul gazelor:

- constructia de piloni de fundare care pot crea legatura cu acumularea de gaz din subteran, de exemplu un strat de turba in subsolul unei cladirii. De asemenea, unele metode constructive, de exemplu coloane de balast vibrotasat in fundatie pot crea cai de migrare foarte permeabile pentru gaze catre suprafata;
- pavarile de suprafata sau alte strate de acoperire faciliteaza acumulările de gaz precum si migrari in si/sau in afara amplasamentului;
- gradientii de presiune care se creaza intre subsolul si interiorul unei cladiri pot favoriza migrarea gazelor catre partea superioara a constructiei. Poate exista o presiune relativa negativa in cladire ca rezultat al:
 - **efectului de „stiva”**: temperatura interioara a unei cladiri este mai mare decat in exterior, astfel in aer se manifesta o presiune diferentiala ce are ca efect deschiderea unor puncte de intrare din subsolul constructiei. Informatii detaliate se regasesc in publicatia CIRIA R149 “Protecting development from methane” (Card, 1996);
 - **efectul “Venturi”**: presiunea atmosferica pozitiva provine din partea cladirii expusa catre actiunea presiunii vantului, iar in partea opusa se manifesta o forta de suctiune. Se dezvolta un gradient de presiune intre interiorul si exteriorul cladirii care are ca efect deschiderea unor cai de intrare din subsolul cladirii;

Factorii care influenteaza miscarea si amestecul gazelor intr-un spatiu limitat (Crowhurst et al., 1995):

- localizarea sursei fata de cladire;
- existenta unor cai naturale sau antropice de migrare;
- densitatea gazului;
- compozitia gazului;
- atenuarea;
- amestecul cu aer proaspat (ventilarea);
- volumul spatiului limitat.

In figura 5 este prezentat un exemplu schematic de model conceptual de amplasament cu surse potientiale de emisii gazoase de natura periculoasa.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

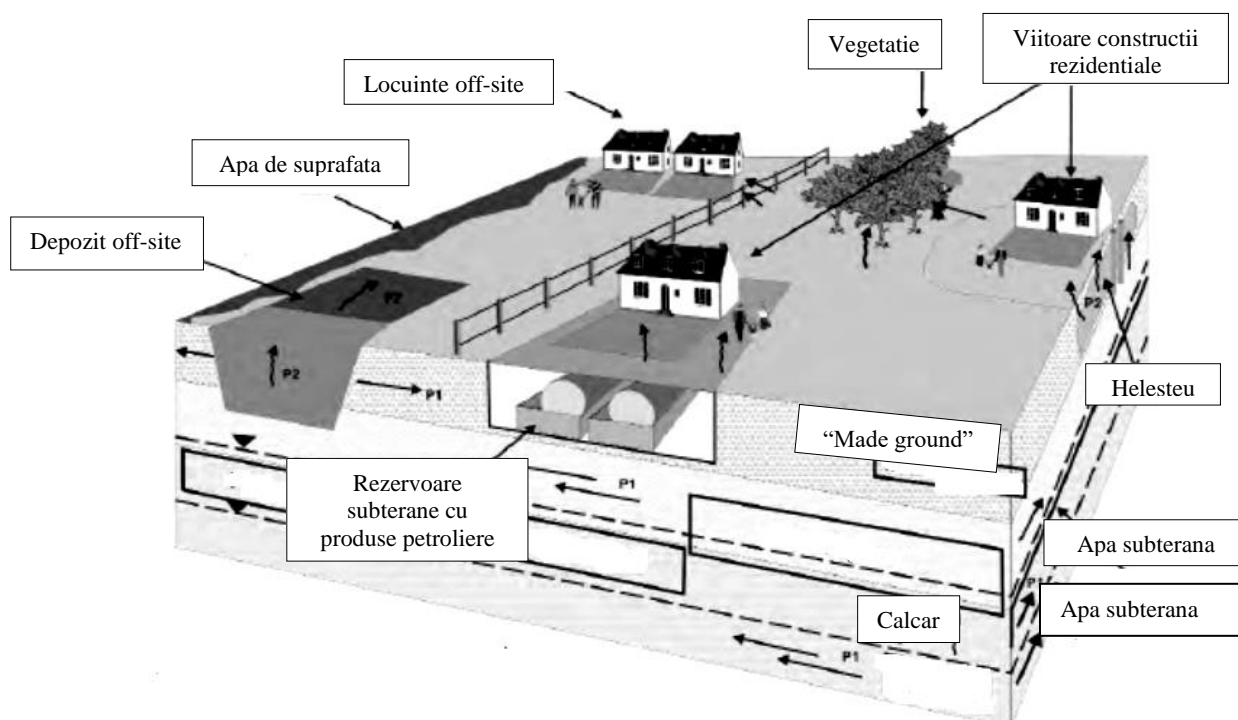


Figura 5 - Model conceptual de amplasament cu surse potientiale de natura periculoasa (unde: P1 – migrare orizontala; P2 – migrare verticala)

Emisiile gazoase acumulate in sol/subsol se pot monitoriza prin intermediul forajelor de control si utilizand echipamente de masurare specifice.

Rezultatele obtinute in urma monitorizarii emisiilor gazoase in foraje de control situate in vecinatatea surselor potientiale vor permite o clasificare functie de concentratiile si debitele masurate - clasificare dupa Wilson si Card, 2011 asa numitul „GSV” – Gas Screening Value (produsul intre concentratie si debit) – tabelul 2.

Tabelul 2 – Clasificarea riscurilor - Gas Screening Value

Situatia caracteristica CIRIA R149	Clasificarea riscului	GSV CH ₄ sau CO ₂ (l/ora)	Alti factori	Surse potientiale
1	Foarte scazut	<0,07	CH ₄ ≤ 1% CO ₂ ≤ 5%	Soluri cu incarcare organica scazuta, tipic pentru emisiile „de pamant”
2	Scazut	<0,7	Debitul in foraj nu depaseste 70 l/ora	Soluri cu incarcare organica mare, tipic pentru emisiile „de pamant”
3	Risc moderat	<3,5	-	Depozite vechi de deseuri, deseuri inerte, exploitari miniere inundate
4	Risc ridicat moderat	<15	Este necesara o evaluare de risc cantitativ pentru evaluarea masurilor de protectie	Lucrari miniere susceptibil a fi inundate, depozite de deseuri
5	Risc ridicat	<70	-	Lucrari miniere neinundate, inactive cu lucrari in apropiere de suprafata
6	Risc foarte ridicat	>70	-	Depozite de deseuri recente

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

In figura 6 sunt prezentate detaliile constructive tipice ale unui foraj de monitorizare gaze (metan) in vecinatatea depozitelor de deseuri (sursa: “Ghid pentru masurarea a metanului la depozitele de deseuri”, Georgia-USA, 2015).

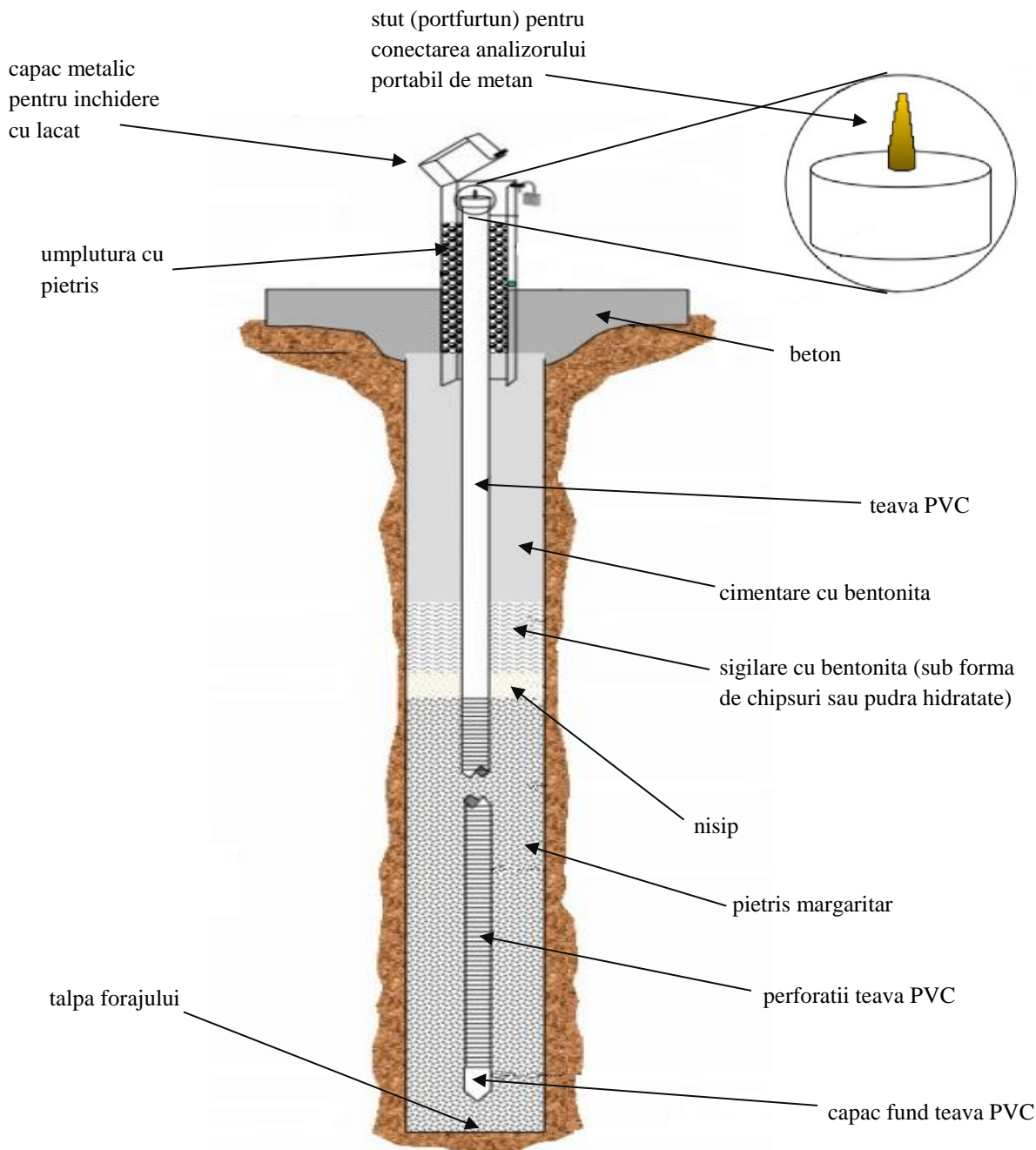


Figura 6 – Schema constructiva a unui foraj tipic pentru monitorizarea metanului in vecinatatea depozitelor de deseuri

Gazul de depozit este constituit predominant din metan si dioxid de carbon. Datorita faptului ca metanul este un gaz exploziv la concentratii volumetrice cuprinse intre 5 si 15% este important ca acesta sa fie monitorizat in zonele de depozitare a deseurilor solide. Gazul de depozit produce de regula distrugerea vegetatiei prin reducerea concentratiilor de oxigen din sol.



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Generarea metanului este dependenta de o serie de factori, importanta este prezenta oxigenului, varsta depozitului si umiditatea deseurilor. Prezenta oxigenului reduce cantitatea de metan generata, in timp ce o umiditate crescuta va determina o crestere a concentratiilor de metan. In cazul depozitelor acoperite final si cu straturi intermediare de coperta se reduc posibilitatile de infiltrare a apei, ceea ce determina o reducere a umiditatii, in timp ce o acoperire finala a depozitului fara sisteme adecvate de ventilare va creste potentialul gazelor de migrare in lateral de depozit. Migrarea gazului de depozit se face prin intermediul a 3 mecanisme: concentratie, densitate si gradientii de presiune. Metanul este mai usor decat aerul si are tendinta de a migra pe verticala, dar in prezenta altor gaze, cum este cazul bioxidului de carbon, migrarea poate avea variatii importante. Gazele de depozit au tendinta de a migra de-a lungul cailor de rezistenta minima, de la zonele de presiune ridicata catre cele cu presiune scazuta, in conditii meteorologice variabile. Gazele migreaza in zonele permeabile ale subsolului, dar si factorul antropic are importanta deosebita, pentru ca poate realiza zone permeabile de-a lungul zonelor unde sunt ingropate cabluri, tevi de apa sau de gaze.

CAPITOLUL II

CERCETAREA EXPERIMENTALA

In cadrul acestui capitol au fost concentrate eforturile pentru atingerea obiectivelor specifice propuse prin derularea de investigatii in zona de studiu aleasa, respectiv Depozitul Giulesti Sarbi din Bucuresti. In cele ce urmeaza sunt prezentate caracteristicile, investigatiile si experimentele desfasurate, rezultatele obtinute, interpretarea rezultatelor, precum si discutiile care decurg din analiza acestora.

II.1 Descrierea caracteristicilor depozitului de deseuri neconform ales ca studiu de caz (Depozitul Giulesti Sarbi din Bucuresti)

Aplicarea metodologiei de investigare a emisiilor gazoase din sol/subsol in areale potential generatoare de astfel de emisii s-a realizat in Bucuresti (zona Giulesti - Gara 16 Februarie), respectiv un depozit de deseuri cu activitatea incetata de mai mult de 27 ani. Amplasarea in zona si in detaliu a Depozitului Giulesti Sarbi pe harta municipiului Bucuresti este prezentata in figura 7 si figura 8.

O caracteristica importanta a acestui depozit luat in studiu consta in faptul ca, in acest depozit nu s-au facut amenajari de protectie a componentelor de mediu si anume: nu detine o bariera geologica de impermeabilizare, apele care percoleaza masa depozitului nu sunt colectate si nici supuse tratarii, practic se scurg direct in reseaua hidrografica. Depozitul nu este acoperit cu nici un strat de „coperta”, iar gazul de depozit nu a fost niciodata colectat sau valorificat.

Pentru depozitele de deseuri, sursa emisiilor gazoase provine de la biodegradarea materiei organice continute de deseurile solide depozitate. Procesul de biodegradare este in corelatie stransa cu proprietatile deseurilor. Este o situatie intalnita in multe tari, printre care si tara noastra, unde operatorii de deseuri menajere solide nu au avut consemnate proprietatile fizice ale deseurilor si mai cu seama cele chimice si biologice ale acestora.

Cele mai importante proprietati fizice ale deseurilor sunt:

- densitatea si umiditatea acestora;
- distribuirea conform dimensiunii particulelor.

Densitatea deseurilor solide depinde de compozitia, umiditatea si gradul de compactare a acestora. Pentru depozitul analizat aceste informatii lipsesc. O vizita documentara in teren a permis obtinerea unor informatii privind acest depozit de deseuri: depozitul de deseuri din zona Giulesti-Sarbi a functionat in perioada 1970-1989 si a deservit municipiul Bucuresti, fiind situat la periferia acestuia. Martorii povestesc ca aici s-au depozitat deseuri dintre cele mai diverse: de la deseuri menajere, pana la resturile cladirilor demolate la cutremurul din 1977, precum si deseuri industriale.

Trebuie facuta inca de la inceput precizarea ca investigatiile s-au concretizat in vecinatatea surselor potentiale, respectiv in imediata vecinatate a depozitelor de deseuri pentru a se putea identifica posibilitatea acumularii de gaze in sol/subsol in vecinatatea acestor surse.

Din punct de vedere geomorfologic se gaseste amplasat intr-o zona joasa, mlastinoasa, greu drenata care a fost puternic modificata antropoc prin depunere de deseuri care au umplut treptat aceasta zona mlastinoasa, transformand-o intr-o forma pozitiva de relief antropoc cu aspect de deal cu pante domoale, cu diferente de nivel locale de pana la 6-8 m.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

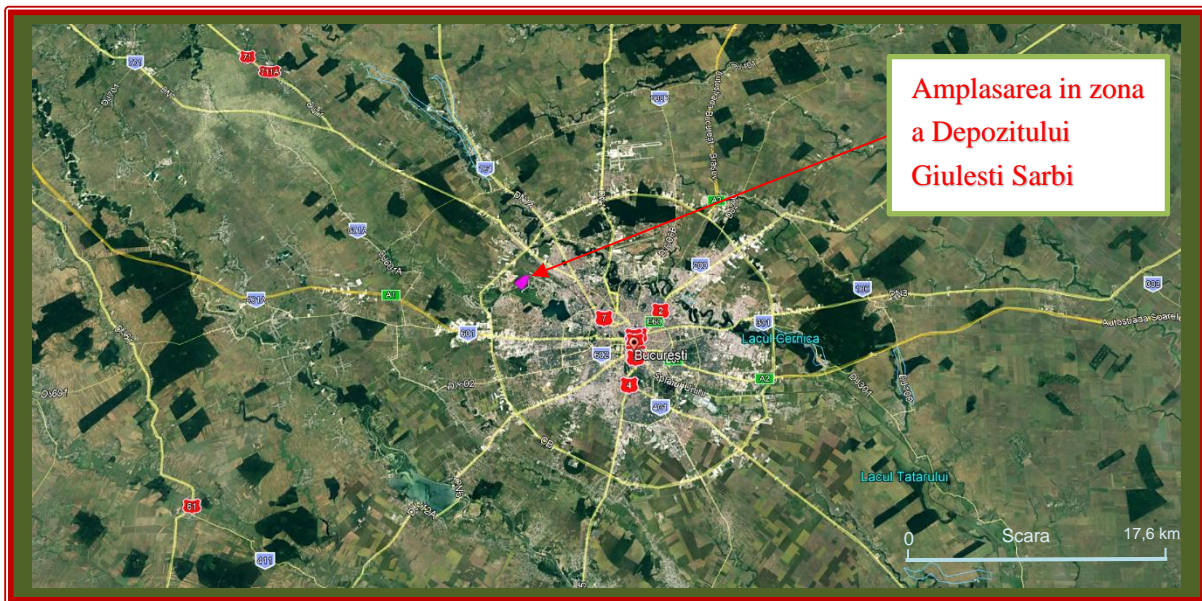


Figura 7 – Amplasarea in zona a Depozitului Giulesti Sarbi pe harta municipiului Bucuresti (sursa hartii: Google Earth, 2018-prelucrare)

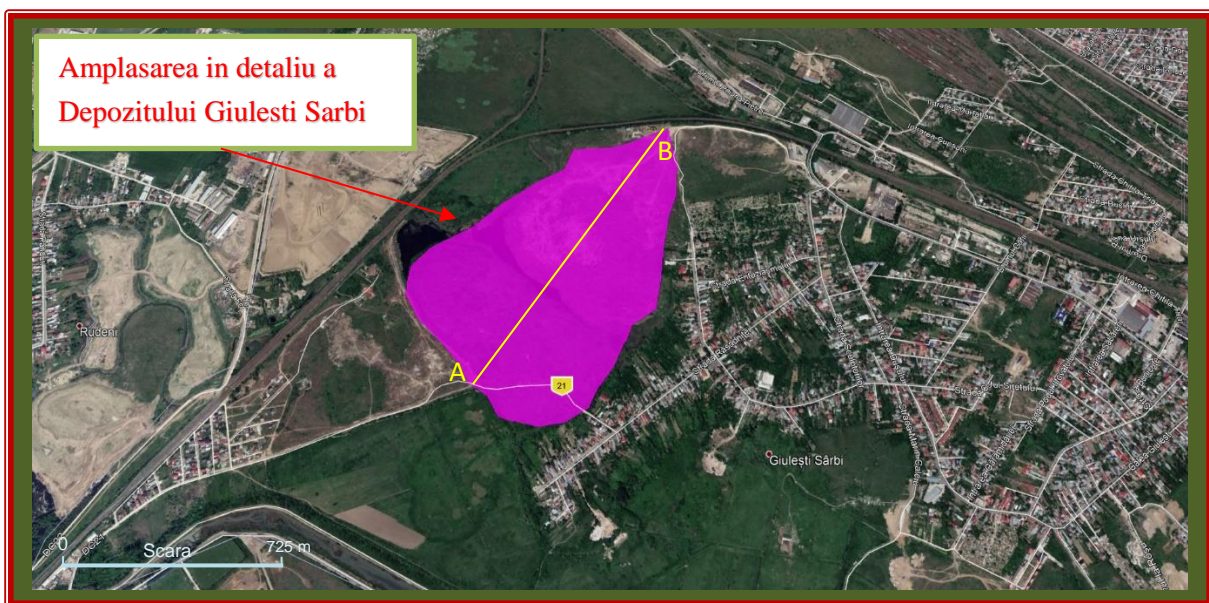


Figura 8 – Amplasarea in detaliu a Depozitului Giulesti Sarbi pe harta municipiului Bucuresti (sursa hartii: Google Earth, 2018-prelucrare)

Timpu indelungat scurs de la incetarea activitatii depozitului a permis instalarea unei vegetatii spontane. Zona nu a fost amenajata sau ecologizata dupa incetarea activitatii. Nu s-au identificat in teren amenajari in acest sens.

Zona nu detine nici macar un minim de masuri de protectie: nu este ingradita si nu exista nici un panou de avertizare sau de restrictiune a accesului in zona, mai mult detine cateva poteci strabatute de localnici si chiar un drum de exploatare care nu poate fi abordat de autovehiculele daca ploaua puternic.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

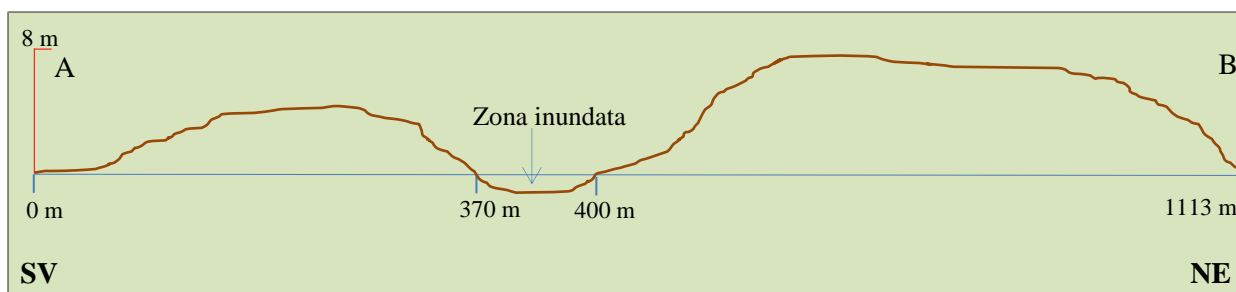
Zona prezinta interes pentru cei care doresc sa scape de deseurile nedorite, de-a lungul drumului de exploatare din vecinatatea depozitului se gasesc depozitate necontrolat deseuri dintre cele mai variate (preponderent materiale de constructii, deseuri de plastic, etc). Rezidentii din proximitatea acestui depozit au relatat faptul ca au existat incendii locale in perioada de dupa incetarea activitatii depozitului, ceea ce pune in evidenta existenta emisiilor de biogaz.

Dimensiunile estimate ale Depozitului Giulesti Sarbi sunt:

- **lungimea perimetrului depozitului: 3,2 km;**
- **suprafata: 63,5 ha.**

Nota: Estimările au fost realizate utilizand instrumentele aplicatiei Google Earth, 2018.

Pentru o cat mai buna vizualizare a depozitului a fost realizata o sectiune A-B de la SV catre NE redata in figura 9.



*Figura 9 – Sectiune A-B a Depozitului Giulesti Sarbi de la SV catre NE
(sursa: prelucrare dupa schite din teren)*

II.2 Modelul conceptual al zonei analizate si proiectarea campului experimental

II.2.1 Modelul conceptual

Un prim obiectiv in evaluarea amplasamentului Depozitului Giulesti Sarbi a fost cel de a verifica daca sunt evidentiata pentru acest depozit prezenta gazelor in subteran, zona nesaturata, in proximitatea acestuia. Aceasta evaluare era cu atat mai importanta cu cat zona locuita din Giulesti Sarbi este foarte aproape de depozit, in unele cazuri la numai 10-20 m de acest depozit.

II.2.2 Proiectarea campului experimental

Pentru campul experimental a fost analizata posibilitatea amplasarii unor foraje in proximitatea Depozitului Giulesti Sarbi pentru a se putea evalua prin masuratori in-situ potentialul de acumulare a unor gaze cu caracter periculos in zona nesaturata, in special acumularea de metan.

Amplasarea forajelor de control a fost o sarcina dificila, deoarece zona nu este securizata, este greu accesibila, drumurile sunt impracticabile auto, preponderent deplasarea s-a realizat pe jos, pe poteci facute de cei ce tranziteaza zona. Aici intervin limitarile, deoarece echipamentele pentru realizarea forajelor si cele de masurare au necesitat sa fie transportate pe jos, pe distante apreciabile. S-au identificat pentru campul experimental posibilitatea realizarii a 4 foraje de control, 3 situate in proximitatea depozitului, iar unul la distanta de acesta pentru a furniza date de referinta, foraj denumit „martor”. Amplasarea acestor foraje este evidentiata in figura 10.

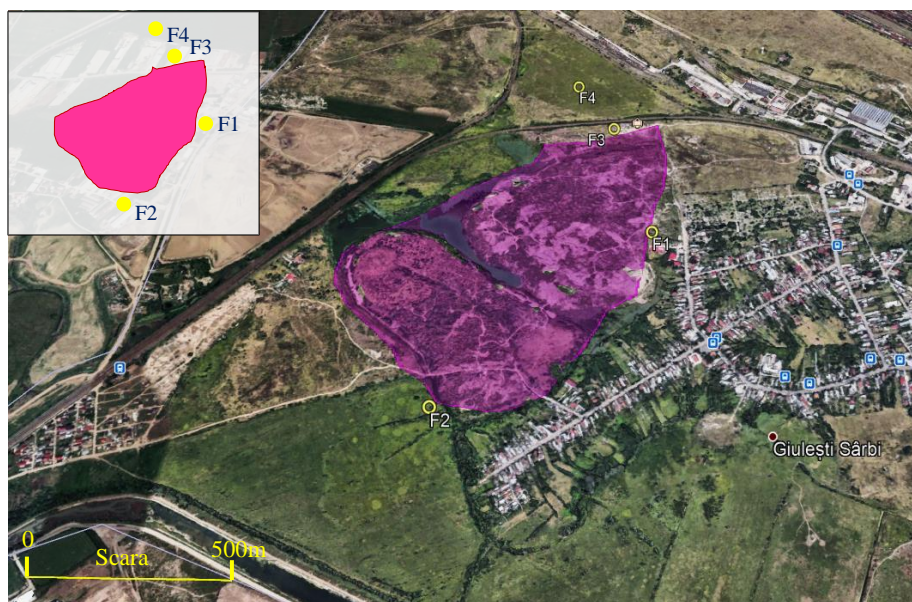


Figura 10 – Campul experimental pentru masuratori gaze in zona nesaturata (sursa hartii: Google Earth Pro, 2018, prelucrare)

II.3 Descrierea investigatiilor realizate pentru evaluarea gazelor din zona nesaturata

Pentru amplasamentul depozitului Giulesti Sarbi s-au aplicat tehnici invazive de investigare, respectiv realizarea de foraje manuale pana la adancimea de 2 m, cu diametrul interior de 90 mm. Acestea au fost echipate cu teava de polipropilena cu diametrul interior de 70 mm, aceasta tubulatura a fost in prealabil perforata pentru asigurarea unei bune circulatii a gazelor, iar la momentul introducerii in sol s-a asigurat in exterior un strat filtrant din petris margaritar. La nivelul solului, forajul a fost cimentat si inchis etans cu un capac (prevazut cu o-ring), tot din polipropilena si s-a prevazut un robinet de gaz cu armatura portfurtun (stut) pentru a se asigura conectarea analizorului de gaze la foraj.

Dupa executarea forajelor s-a verificat etanseitatea printr-un test cu pompa de vid. Detaliile constructive ale forajului de captare gaze sunt prezentate in figura 11.

Forajele au fost executate manual utilizand foreze dintr-un kit complet accesoriizat produs de firma specializata Eijkelkamp (Olanda).

Pentru zona de amplasament a depozitului Giulesti Sarbi au fost realizate un numar de 4 foraje: 3 situate in vecinatatea depozitului, dintre care F1 fiind cel mai apropiat de receptori, respectiv de zona locuita din cartierul Giulesti Sarbi, iar un al 4-lea situat intr-o zona neafectata de depozitarea deseurilor pentru a servi drept referinta (martor). Localizarea geografica s-a realizat prin intermediul unui receptor GPS produs de Garmin, model GPS Map 60Csx.

La amplasarea forajelor s-a tinut cont de posibilitatile locale existente, respectiv accesabilitatea in zona, iar pentru forajul F1 a fost solicitat acceptul proprietarului in curtea caruia a fost amplasat forajul. Coordonatele geografice ale forajelor sunt prezentate in tabelul 3.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

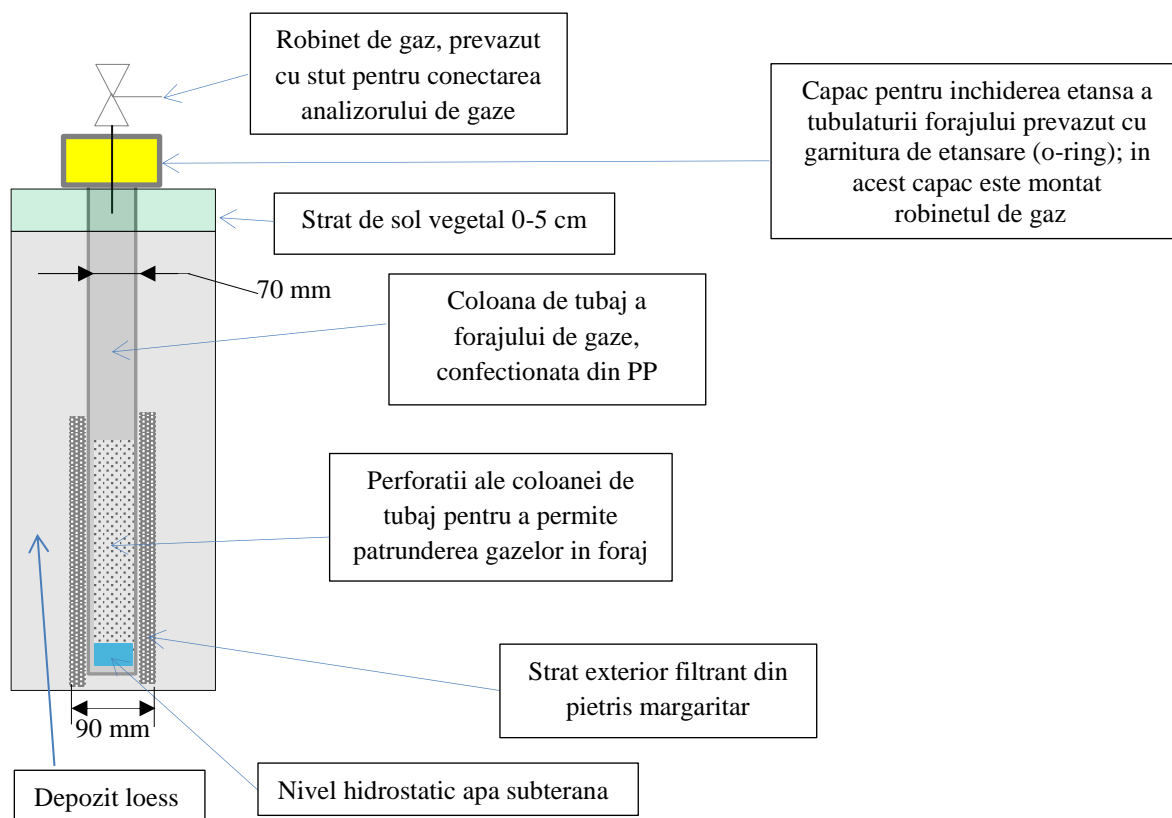


Figura 11 – Detaliile constructive ale forajelor de masurare gaze

Tabelul 3 – Coordonatele geografice ale forajelor de masurare gaze

Identificare foraj	Coordonate geografice	
	Nord	Est
F1	44°28'29.62"N	25°59'55.07"E
F2	44°28'10.31"N	25°59'29.08"E
F3	44°28'44.02"N	25°59'49.45"E
F4-Martor	44°28'50.58"N	25°59'44.01"E

Executarea forajelor a permis identificarea litologiei in zonele de foraj. Informatiile relevante pentru cele 4 foraje sunt prezentate in tabelul 4.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochimice complexe”

Tabelul 4 - Descrierea forajelor si caracteristicile litologice

Foraj	Descrierea amplasamentului	Litologia
F1	Amplasat in zona locuita din Giulesti-Sarbi in incinta unei societati comerciale cu profil de comercializare materiale de constructie. Se poate afirma faptul ca o parte din incinta acestei societati este situata pe amplasamentul fostului depozit de deseuri	0-60 cm <i>umplutura, predomina textura luto-argiloasa</i> 60-120 cm <i>zgura cenusie amestecata cu pietris si fragmente de sticla</i> 120-200 cm <i>amestec de pietris cu argila cenusie</i>
F2	Situat in zona de sud a depozitului in proximitatea acestuia	0-15 cm <i>sol vegetal, inierbat</i> 15-100 cm <i>argila nisipoasa, culoare cenusie</i> 100-200 cm <i>argila preponderent cenusiu-inchis, plastic umeda, vartoasa</i>
F3	Vecinatate drum exploatare si cale ferata. Un reper important pentru acest foraj este constituit de vecinatatea cu ruinele bisericii Doamna Chiajna	0-10 cm <i>sol vegetal</i> 10-100 cm <i>umplutura cu pietris mediu si mare</i> 100-160 cm <i>deseuri (pungi de plastic impregnate cu un material argilos pastos si cu un miros de produse petroliere)</i> 160-200 cm <i>argila nisipoasa galbuie</i>
F4- Martor	Zona proximitate depozite „16 Februarie” situat la aprox. 200 m de forajul F2 pe directia NV	0-10 cm <i>sol vegetal, zona inierbata, textura nisipolutoasa</i> 10-100 cm <i>amestec nisip si argila, galbui</i> 100-200 cm <i>nisip mediu galbui</i>

II.3.1 Determinarea permeabilitatii in laborator

Din cele 4 foraje au fost prelevate probe de sol pentru determinarea in laborator a permeabilitatii (8 probe de sol, cate 2 probe pentru fiecare foraj). Probele de sol sunt prelevate in inele metalice confectionate din otel inoxidabil cu diametrul interior de 53 mm prin percutie cu un ciocan special confectionat din PTFE cu alice metalice in interior pentru absorbtia socurilor. Fiecare proba de sol a fost adusa in laborator pentru determinarea permeabilitatii, utilizand un permeamtru de laborator furnizat de firma Eijkelkamp (Olanda).

II.3.2 Metoda de lucru pentru testarea permeabilitatii

Permeametrul de laborator are la baza urmatorul principiu: prin crearea unei diferente de sarcina hidraulica la ambele capete ale unei probe de sol saturate urmata de masurarea debitului de apa care strabate proba se determina coeficientul de permeabilitate al solului, exprimat in m/zi sau cm/zi.

Prin colectarea apei drenate in biureta la o perioada fixa de timp (cronometrata) conductivitatea hidraulica (K) a probei poate fi stabilita prin aplicarea formulei de calcul. Metoda de calcul pentru testarea permeabilitatii cu gradient hidraulic constant se bazeaza pe „Legea lui Darcy” prin care se poate determina cantitatea de scurgeri (infiltratii) ale apei prin proba de sol, tinand cont de caracteristicile de permeabilitate.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Legea lui Darcy (Scradeanu si colab, 2007) este definita dupa cum urmeaza:

$$v = Kx i ,$$

unde:

v - este viteza de filtratie, definita ca fiind debitul de apa care strabate unitatea de suprafata, perpendicular pe directia de curgere;

i - este gradientul hidraulic, definit elementar ca fiind panta hidraulica $i = h / l$ (raportul dintre diferenta de sarcina hidraulica, h de-a lungul liniei de curent pe distanta l);

K - este conductivitatea hidraulica, exprimata in dimensiuni de viteza (se masoara in mod curent in cm/s; m/s; cm/zi sau m/zi).

II.3.3 Rezultatele testelor de permeabilitate (conductivitate hidraulica)

Rezultatele testarii conductivitatii hidraulice pentru probele de sol prelevate din zona Giulesti Sarbi sunt prezentate in tabelul 5.

Tabelul 5 – Rezultatele testelor conductivitatii hidraulice pentru zona Giulesti Sarbi

Simbol proba	F1	F2	F3	F4
Conductivitate hidraulica K, in cm/zi	87	927	128	238
	96	1024	172	241

Incadrarea conductivitatii hidraulice s-a realizat dupa clasificarea din tabelul 6.

Tabelul 6 – Clasificarea conductivitatii hidraulice

K, cm/zi	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁴	10 ³	10 ²	10 ¹	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Clasa	ridicata		medie		scazuta		Foarte scazuta		Practic impermeabil	
Materialul	pietris		nisip		Nisip fin Argila nisipoasa Aluviuni		Loess Lut argilos		Argila omogena	
					Amestec de nisip, aluviuni si argila				Argila structurata	

Sursa: instructiuni utilizare permeamtru de laborator, www.eijkelkamp.com

Analiza rezultatelor determinarilor conductivitatii hidraulice evidentiaza urmatoarele aspecte:

- conductivitatea hidraulica a probelor de sol din zonele analizate corespunde unei **permeabilitati scazute** aferente amestecurilor de argila, nisip si aluviuni.
- exista diferente de la un foraj la altul, cea mai mare conductivitate hidraulica se regaseste la forajul F2 din zona depozitului Giulesti Sarbi, ceea ce confera posibilitatea infiltrarii rapide a apei catre stratele litologice subiacente.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

II.3.4 Masuratori de gaze in foraje

Echipamentul de masurare gaze utilizat este analizorul de gaze model GA2000Plus, produs de firma Geotech Instruments Ltd., echipament care este recomandat a fi utilizat pentru astfel de incercari (detalii in foto 1).

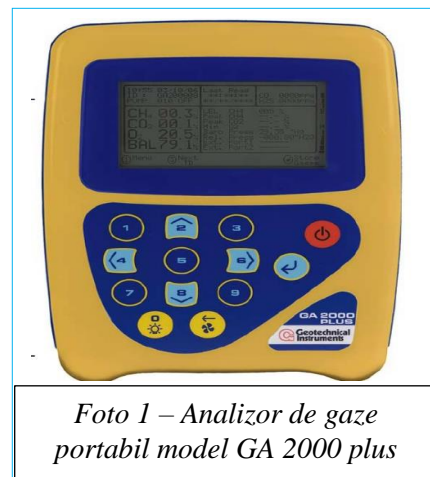
Echipamentul in configuratia sa permite masurarea si afisarea simultana a urmatoilor indicatori: CH₄, CO₂, O₂, CO (cu compensare de H₂) si H₂S. Pentru masurarea CH₄ si CO₂ analizorul foloseste senzori IR cu citire la doua lungimi de unda, iar pentru O₂ un senzor electrochimic.

Domeniile de masurare ale echipamentului sunt:

- CH₄: 0.....100% (v/v);
- CO₂: 0.....100% (v/v);
- O₂: 0....25%;
- CO: 0...2000 ppm (cu compensare de H₂)
- H₂S: 0...500 ppm.

Alte facilitati:

- senzor de presiune incorporat;
- sonda de temperatura;
- anemometru si debitmetru;
- pompa pentru preluarea fluxului de gaze din foraj;
- constructie ATEX certificata pentru utilizarea in medii cu potential exploziv.



Dupa finalizarea constructiei forajelor acestea au fost monitorizate in cadrul mai multor campanii desfasurate in perioada august 2009 - august 2013.

Pentru o cat mai buna evidentiere a datelor obtinute din monitorizarea gazelor in foraje au fost realizate reprezentari grafice (figurile 12÷17), dupa cum urmeaza:

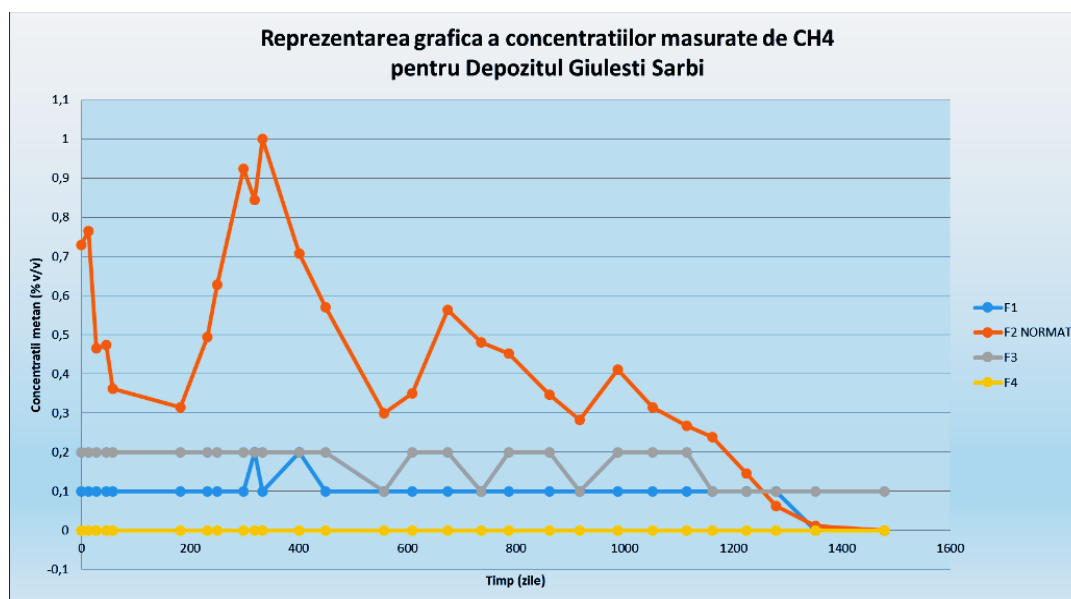


Figura 12 – Reprezentarea grafica a concentratiilor masurate de metan in forajele F1, F2, F3, F4 pentru Depozitul Giulesti Sarbi

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

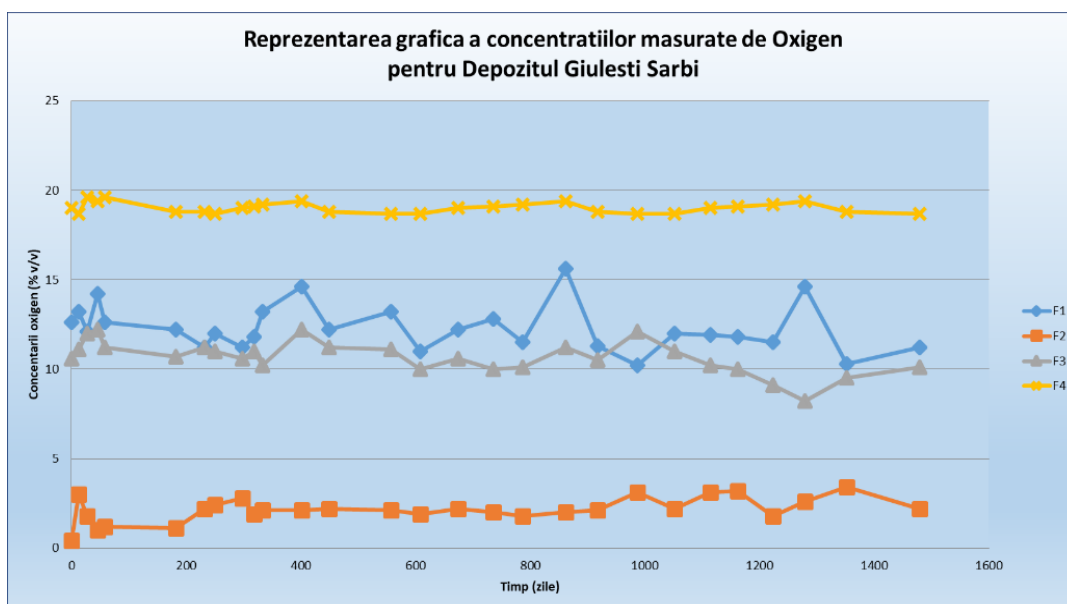


Figura 13 – Reprezentarea grafica a concentratiilor masurate de oxigen in forajele F1, F2, F3, F4 pentru Depozitul Giulesti Sarbi

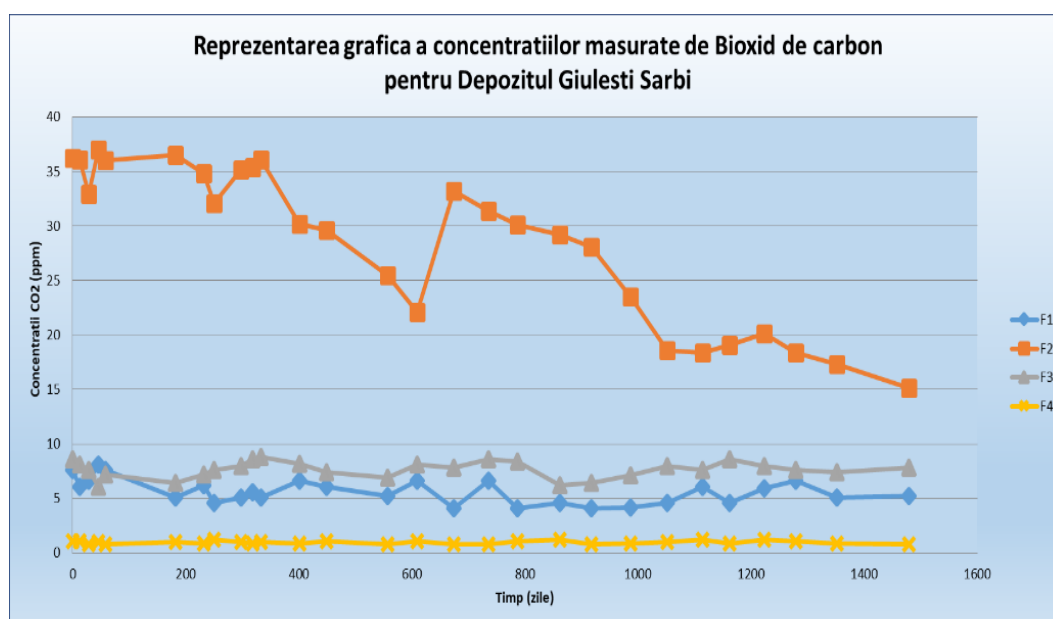


Figura 14 – Reprezentarea grafica a concentratiilor masurate de bioxid de carbon in forajele F1, F2, F3, F4 pentru Depozitul Giulesti Sarbi

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

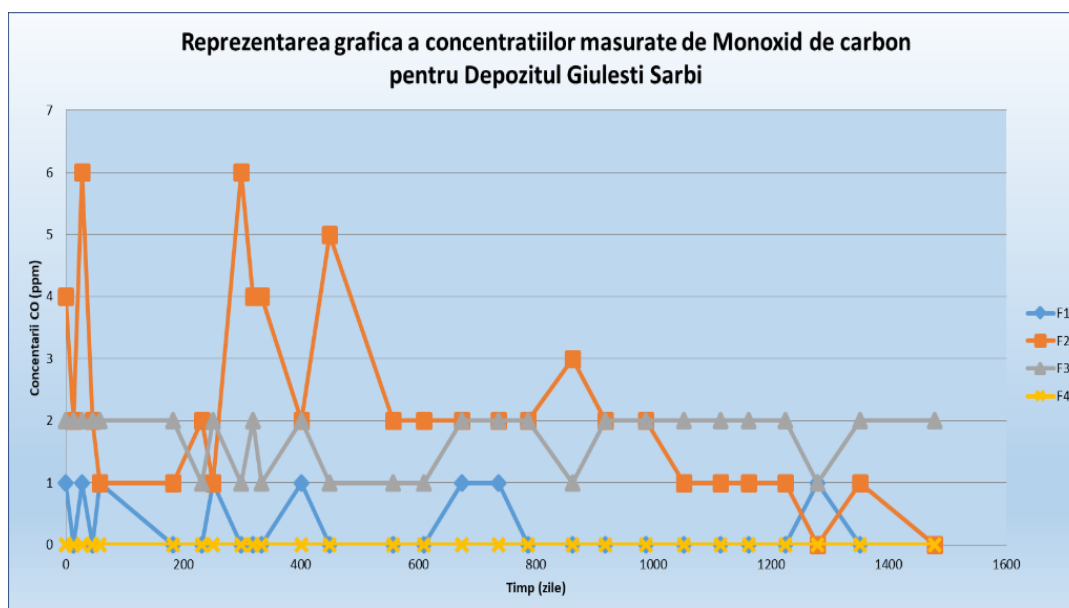


Figura 15 – Reprezentarea grafica a concentratiilor masurate de monoxid de carbon in forajele F1, F2, F3, F4 pentru Depozitul Giulesti Sarbi

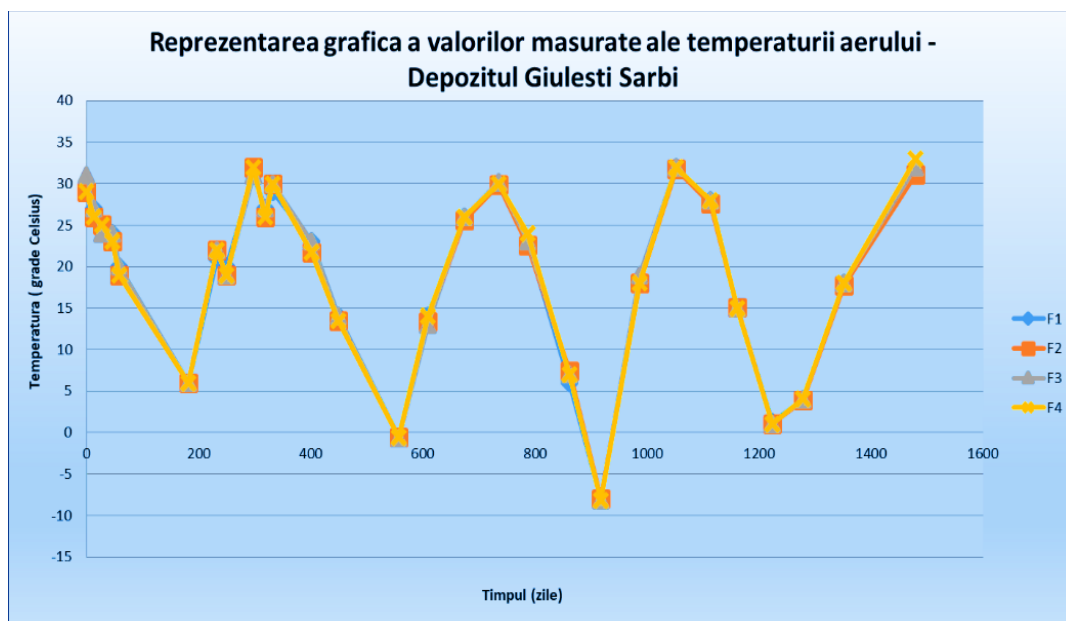


Figura 16 – Reprezentarea grafica a valorilor masurate ale temperaturii aerului pentru Depozitul Giulesti Sarbi

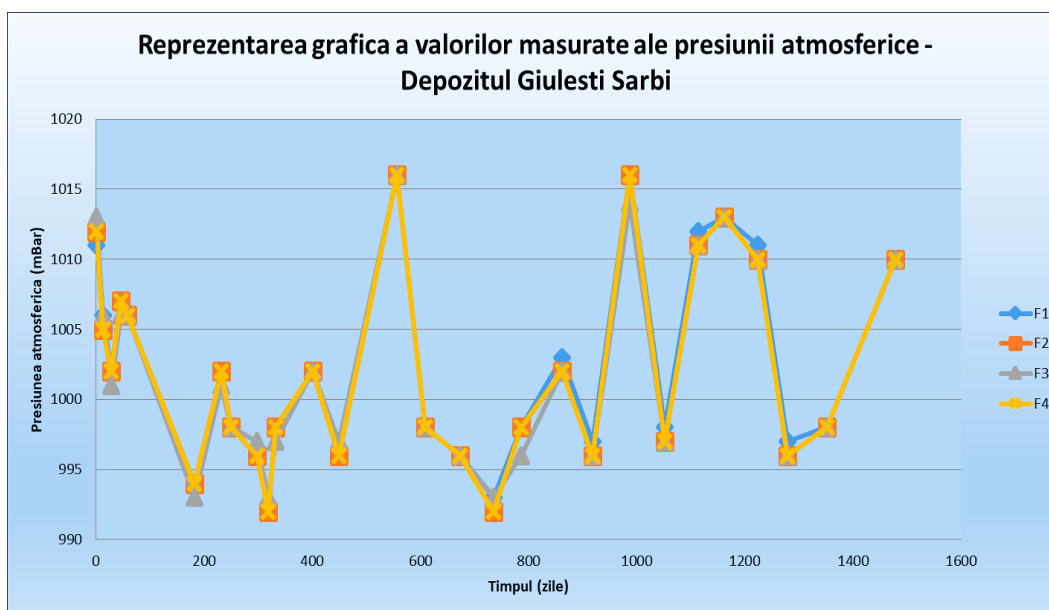


Figura 17 – Reprezentarea grafica a valorilor masurate ale presiunii atmosferice pentru Depozitul Giulesti Sarbi

Analiza graficelor de evolutie prezentate pune in evidenta aspecte relevante pentru Depozitul Giulesti Sarbi, aspecte care sunt dezvoltate in subcapitolul urmator.

II.3.5 Discutii privind rezultatele masuratorilor de gaze in foraje la Depozitul Giulesti Sarbi

Metanul identificat in forajul F2 a prezentat concentratii in domeniul 32,8%-60,5%. Se poate observa ca minimul concentratiei de metan corespunde masuratorilor efectuate in 13 august 2013, practic la finalul perioadei de monitorizare. Se constata faptul ca **valorile mari ale concentratiilor de metan corespund perioadei mai – iulie 2010, caracterizata din punct de vedere termic de valori cuprinse intre 27°C si 31°C, iar valorile presiunii atmosferice sub valoarea normala de 1013 mbar.**

Un aspect deosebit de important este reprezentat de litologia identificata in zona de foraj la momentul realizarii acestuia, respectiv un sol permeabil la suprafata care contribuie la infiltrarea rapida a apei in stratele subiacente. Mai mult, in zona s-au identificat deseuri inhumate cu miros puternic de produse petroliere, fapt ce contribuie la formarea gazului de depozit. Concentratiile mari de gaz inregistrate pot avea si un aport reprezentat de migrarea gazelor din depozitul de deseuri din imediata vecinatate.

Evolutia **concentratiilor de CO₂** la forajul F2 se situeaza in domeniul de variatie 15,1%-37%, valoarea maxima s-a inregistrat in luna octombrie 2009, iar valoarea minima in august 2013.

Evolutia **concentratiilor de oxigen** variaza in domeniul 0,4%-3,4%, valoarea maxima s-a inregistrat in luna aprilie 2013, iar valoarea minima in august 2009.

Forajul F4 situat la o distanta apreciabila de depozit este considerat un foraj martor pentru emisiile gazoase din sol/subsol.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Astfel in acest foraj caracterizat de o litologie sedimentara cu textura predominanta nisipo-lutoasa, nu s-au evidentiat concentratii de metan, valoarea masurata fiind de 0% pe intreaga perioada analizata, concentratiile de CO₂ s-au situat in intervalul 0,8%-1,2%, iar concentratiile de oxigen au variat in domeniul 18,7%-19,6%, deci cu pana la 2,3 puncte procentuale mai putin decat in atmosfera (21%), toate acestea in conditii meteorologice similare cu cele de la forajul F2.

Forajul F1 si F3 inregistreaza concentratii scazute de metan de pana la 0,2%, concentratiile mai mari sunt inregistrate in forajul F3. Concentratiile masurabile de metan evidentiaza prezenta acestuia in forajele de control, dar intreaga monitorizare in ansamblu releva posibilitatile reduse de acumulare in zona nesaturata.

Pentru Depozitul Giulesti Sarbi evolutia emisiilor gazoase in forajele de observatie pun in evidenta faptul ca, in zona de amplasament a forajului F2, pe directie nord de Depozitul Giulesti Sarbi s-a inregistrat in conditii favorabile, respectiv aportul local al depozitarii unor deseuri care au constituit o sursa locala de metan in zona nesaturata, concentratii importante de metan care au atins un maxim de 60,5%. Zona a fost puternic modificata antropic, fara a avea la dispozitie informatii privind modul de depozitare a deseurilor, daca a existat o compactare si, mai ales, modul in care s-a mentinut stabilitatea depozitului dupa incetarea activitatii. Manifestarea factorilor antropici pot induce prin actiuni asupra porilor la cresterea permeabilitatii ce confera gazelor posibilitatea de a migra si de a se acumula. Litologia zonei, sedimentara, este una permeabila, favorabila migrarii gazelor in sol/subsol. Masuratorile, monitorizarea si rezultatele obtinute pentru forajul F2 nu fac altceva decat sa intareasca importanta evaluarii gazelor, metanului in special, in vecinatatea depozitelor de deseuri. Existenta in Romania a numeroase depozite de deseuri neconforme, precum si prezenta unor zone de depozitare necontrolata a deseurilor impune ca astfel de masuratori de gaze in foraje de control sa fie efectuate ca o masura de preventie, tinand cont de caracterul periculos al acumularii de metan in sol/subsol. Pentru forajul F2 al Depozitului Giulesti Sarbi, foraj care a inregistrat cele mai mari concentratii de metan a fost realizat si graficul de corelatie a valorilor masurate de metan cu cele de bioxid de carbon (figura 18).

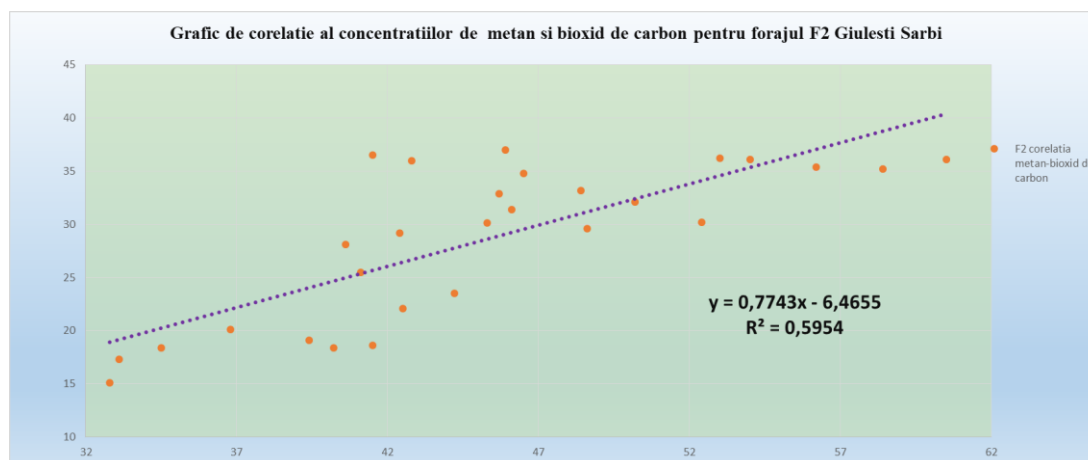


Figura 18 – Reprezentarea grafica a corelatiei dintre metan si bioxid de carbon pentru forajul F2 al Depozitului Giulesti Sarbi

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Reprezentarea grafica a corelatiei rezultatelor masuratorilor de metan cu cele de bioxid de carbon pentru forajul F2 evidentiaza un coeficient de determinare R^2 cu valoare 0,5954, rezultand un coeficient de corelatie $r = 0,77$, ce indica o corelatie foarte buna intre cele 2 serii de valori.

II.4 Analiza comparativa a rezultatelor obtinute pentru Depozitul Giulesti Sarbi Bucuresti cu cele obtinute pentru areale similare din tara noastra (Depozitul neconform de deseuri din Suceava, judetul Suceava)

Pentru o cat mai buna evidentiere a rezultatelor obtinute din aplicarea metodologiei de investigare a emisiilor gazoase din sol/subsol in areale potential generatoare de astfel de emisii s-a realizat o analiza comparativa prin derularea unor investigatii, similare cu cele derulate la Bucuresti, pe un alt depozit de deseuri neconform, fiind ales Depozitul de deseuri din orasul Suceava, judetul Suceava.

Amplasarea in zona si in detaliu a Depozitului Suceava pe harta este prezentata in figura 19 si figura 20.

Depozitul se gaseste situat in partea de Est a municipiului Suceava, pe malul drept al raului Suceava. In acest sector raul Suceava are un profil transversal asimetric, malul drept prezinta o declivitate accentuata, portiunea de lunca a raului fiind relativ ingusta, diferente altimetrice de la aproximativ 266 m in zona albiei minore pana la 350 m in zona cetatii Sucevei. Malul stang are o declivitate redusa, diferentele altimetrice fata de albia minora fiind de numai 3-4 m.

Depozitul ocupa o zona in care lunca raului Suceava are o extindere mai mare fiind flancat la sud de un versant abrupt si bine impadurit cu specii de foioase.



Figura 19 – Amplasarea in zona a Depozitului Suceava pe harta (sursa hartii: Google Earth, 2018-prelucrare)

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”



Figura 20 – Amplasarea in detaliu a Depozitului Suceava pe harta
(sursa hartii: Google Earth, 2018-prelucrare)

Masuratorile in teren realizate cu receptorul Garmin GPS Map 60CSx in anul 2009, pentru Depozitul de deseuri al municipiului Suceava au condus la urmatoarele rezultate:

- **lungimea perimetrului depozitului: 2,3 km;**
- **suprafata: 82 637 mp.**

Pentru zona de amplasament a Depozitului Suceava au fost realizate 3 foraje de monitorizare a gazelor in zona nesaturata, amplasarea in zona a acestora fiind redata in figura 21.

Executarea forajelor a permis punerea in evidenta a litologiei locale, iar pentru stratul superior, respectiv cel de sol au fost recoltate probe si s-a determinat conductivitatea hidraulica in laborator.

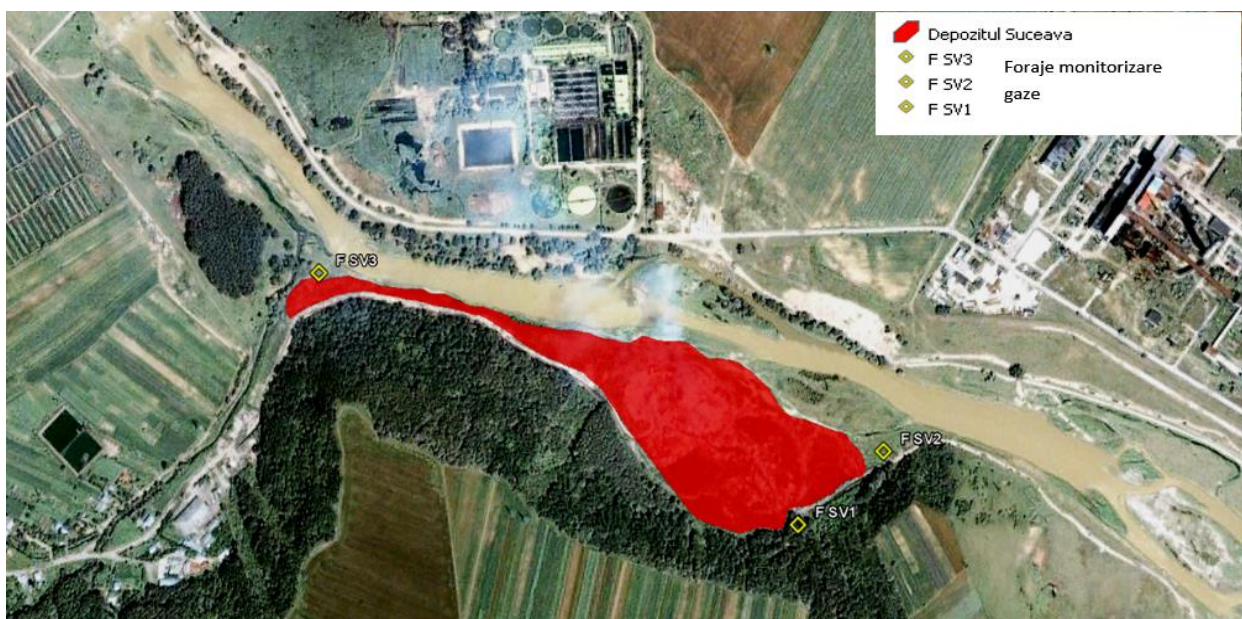


Figura 21 – Amplasarea forajelor de monitorizare gaze la Depozitului Suceava
(sursa hartii: Google Earth, 2009-prelucrare)

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

La amplasarea forajelor s-a tinut cont de posibilitatile locale existente, respectiv accesabilitatea in zona si s-a urmarit amplasarea in proximitatea depozitului de deseuri.

Coordonatele geografice ale forajelor sunt prezentate in tabelul 7, iar descrierea forajelor si caracteristicile litologice identificate sunt prezentate in tabelul 8.

Tabelul 7 – Coordonatele geografice ale forajelor de masurare gaze

Identificare foraj	Coordonate geografice	
	Nord	Est
F SV1	47°38'53.24"N	26°17'20.83"E
F SV2	47°38'58.79"N	26°17'29.23"E
F SV3	47°39'5.91"N	26°16'43.69"E

Tabelul 8 – Descrierea forajelor si caracteristicile litologice

Foraj	Descrierea amplasamentului	Litologia
F SV1	Limita amplasament depozit Suceava in zona de padure catre Dealul Cetatii	0-30 cm <i>sol vegetal, predomina textura luto-argiloasa</i> 30-140 cm <i>argila nisipoasa plastic umeda</i> 140-200 cm <i>nisip mediu</i>
F SV2	Limita amplasament depozit in zona canalului de deversare a levigatului catre raul Suceava	0-10 cm <i>sol vegetal</i> 10-120 cm <i>nisip fin, cafeniu cu intercalatii cenusii</i> 120-170 cm <i>nisip fin-rosier, cenusiu, cu pietris mic-mare</i>
F SV3	In zona decantor deversare ape uzate oras (confluenta paraul Cetatii cu raul Suceava)	0-10 cm <i>sol vegetal</i> 10-110 cm <i>nisip fin, cafeniu cu intercalatii feruginoase</i> 110-200 cm <i>nisip fin-grosier, cenusiu cu pietris mic-mare</i>

O caracteristica importanta a Depozitului Suceava, similara cu cea a depozitului Giulesti Sarbi, este lipsa unor amenajari de protectie a componentelor de mediu: deseurile erau depuse direct pe sol fara nici un strat de impermeabilizare, apele care percoleaza masa depozitului nu erau colectate si se varsau direct in emisarul natural, raul Suceava. In multe zone deseurile aveau aspectul unei depozitari necontrolate, foarte aproape de raul Suceava, in perioadele cu debite crescute sau la viituri s-a constatat ca multe deseuri au ajuns in albia raului Suceava.

De-a lungul intregii perioade de monitorizare s-a constatat ca depozitul nu era acoperit cu nici un strat de „coperta”, gazul de depozit nu era colectat, cu atat mai mult, nu era valorificat, practic emisiile gazoase ale depozitului ajungeau direct in atmosfera.

Din cele 3 foraje au fost prelevate probe de sol pentru determinarea in laborator a conductivitatii hidraulice (6 probe de sol, cate 2 probe pentru fiecare foraj).

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Rezultatele testarii conductivitatii hidraulice in laborator pentru probele de sol prelevate din zona Depozitului Suceava sunt prezentate in tabelul 9.

Tabelul 9 – Rezultatele testelor de conductivitate hidraulica pentru zona Depozitului Suceava

Simbol proba	F SV1	F SV2	F SV3
Coeficient de conductivitate hidraulica K, in cm/zi	76	745	123

Analiza rezultatelor determinarilor conductivitatii hidraulice evidentiaza urmatoarele aspecte:

- permeabilitatea probelor de sol din zonele analizate corespund unor permeabilitati scazute - medii corespunzatoare amestecurilor de nisip si aluviuni.
- exista diferentieri de permeabilitate de la un foraj la altul, cea mai mare permeabilitate se regaseste la forajul F2 in zona de lunca a raului Suceava, o zona cu o litologie preponderent nisipoasa.

*

* *

Masuratorile de gaze in foraje au fost efectuate in mai multe campanii de investigare derulate in perioada septembrie 2009 - iulie 2013, utilizand acelasi echipament de masurare gaze din dotare, respectiv analizorul de gaze model GA2000Plus, produs de firma Geotech Instruments Ltd. Pentru o cat mai buna evidentiere a datelor obtinute din monitorizarea gazelor in foraje au fost realizate reprezentari grafice (figurile 22÷26) dupa cum urmeaza:

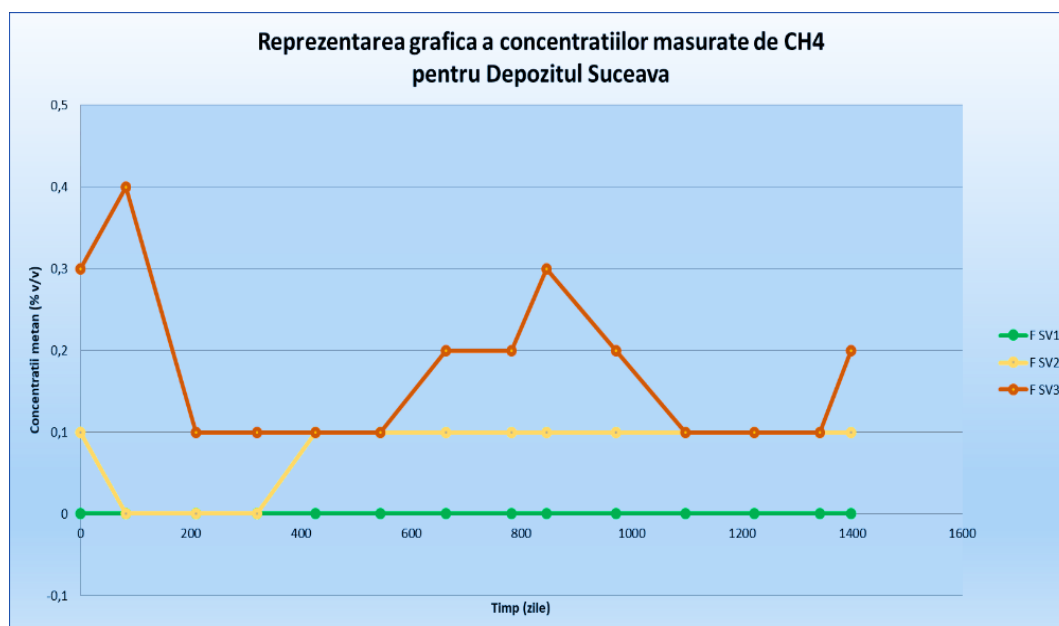


Figura 22 – Reprezentarea grafica a concentratiilor de metan masurate in forajele de monitorizare (F SV1, F SV2 si F SV3) pentru Depozitul Suceava

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

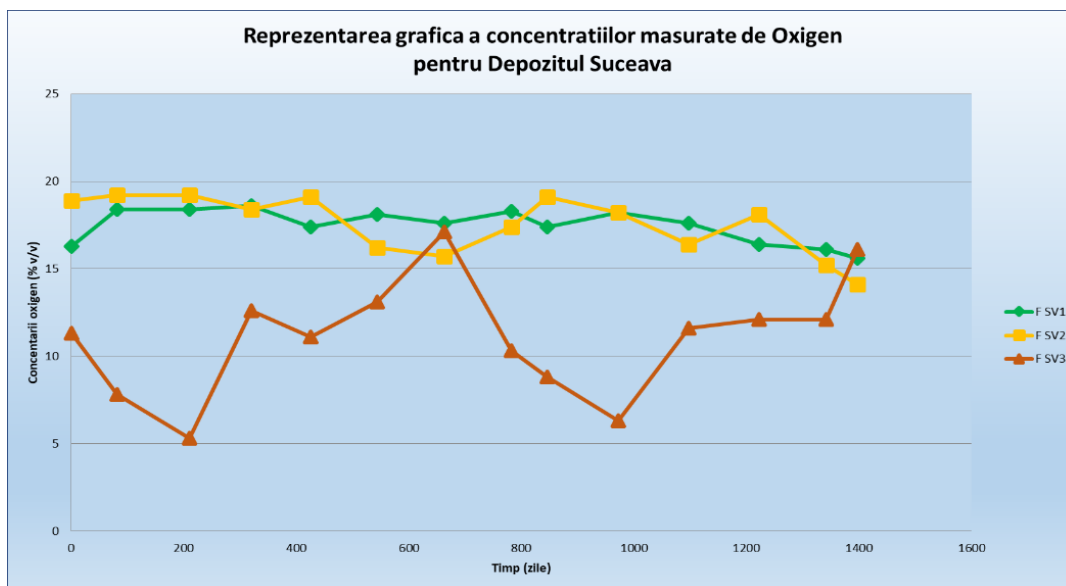


Figura 23 – Reprezentarea grafica a concentratiilor masurate de oxigen in forajele de monitorizare (F SV1, F SV2 si F SV3) pentru Depozitul Suceava

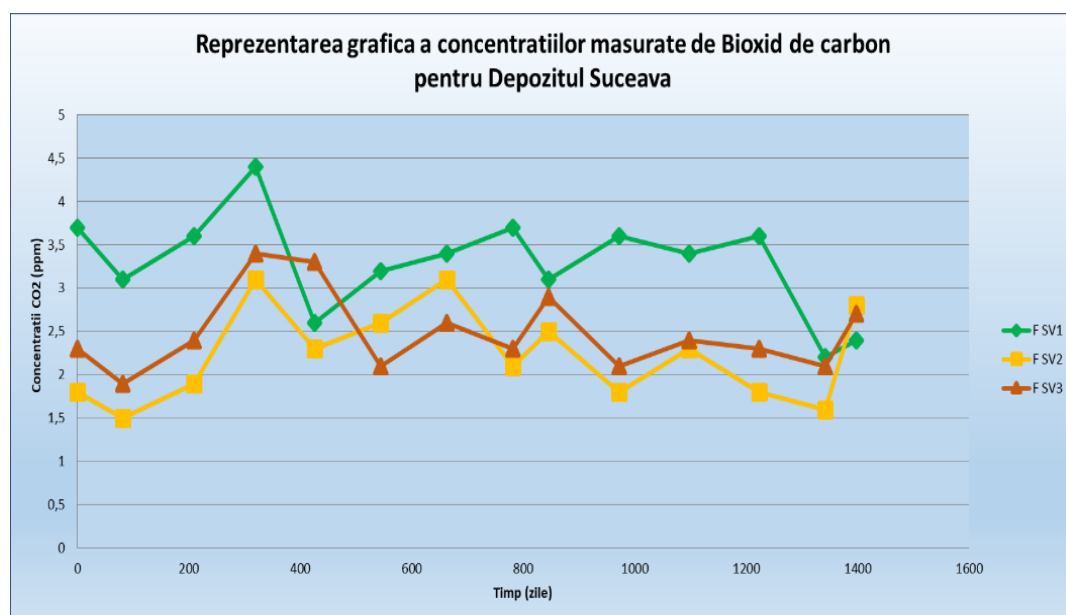


Figura 24 – Reprezentarea grafica a concentratiilor masurate de bioxid de carbon in forajele de monitorizare (F SV1, F SV2 si F SV3) pentru Depozitul Suceava

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

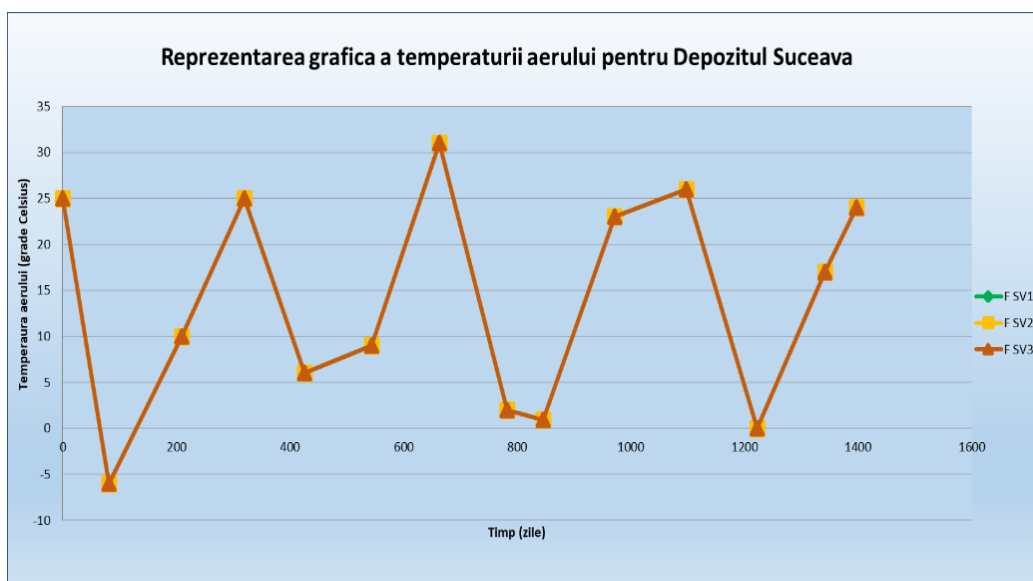


Figura 25 – Reprezentarea grafica a temperaturii aerului pentru Depozitul Suceava

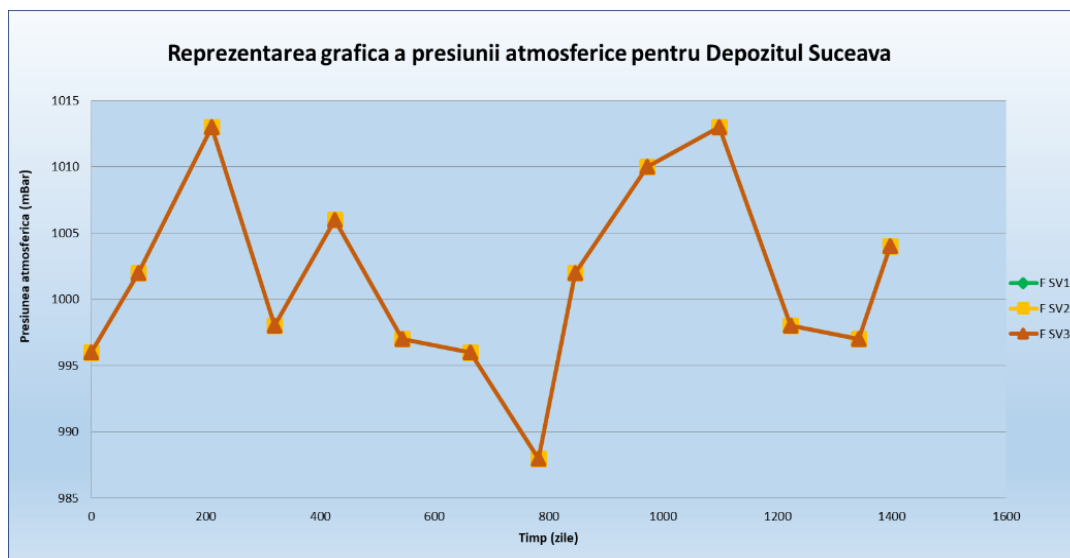


Figura 26 – Reprezentarea grafica a presiunii atmosferice pentru Depozitul Suceava

Pentru Depozitul Suceava prezenta metanului in forajele de observatie este foarte redusa, iar la forajul F SV1 lipseste. Pozitionarea acestui foraj la baza unui versant impadurit care se invecineaza cu depozitul de deseuri limiteaza posibilitatea migrarii gazelor. Litologia identificata in zona acestui foraj, predominant argiloasa pana la 140 cm este de asemenea un factor limitativ in migrarea gazelor. Concentratiile de CO₂ s-au situat in intervalul 1,5%-4,4%, iar variatia oxigenului a fost in domeniul 5,3%-19,2%.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Conditiiile meteorologice pentru zona Suceava au prezenat un minim termic in luna decembrie 2009 (-6°C) si un maxim luna iulie 2010 (31°C), iar din punct de vedere baric valorile s-au situat in intervalul 988 mbar - 1013 mbar.

La forajul F SV3 concentratiile de metan nu au depasit valoarea de 0,4% (valoare inregistrata in decembrie 2009), aceasta fiind valoarea maxima inregistrata pentru depozitul Suceava.

Pentru Depozitul Suceava se pot evidentia urmatoarele concluzii:

Prezenta metanului in concentratii reduse de pana la 0,4% metan nu poate exclude posibilitatea migrarii gazelor de depozit. Litologia identificata in zona forajelor F SV2 si F SV3 este una predominant nisipoasa care faciliteaza migrarea gazelor.

Se poate presupune ca particularitatile acestui depozit, respectiv perioada scurta de la incetarea activitatii de depozitare, si lipsa acoperirii deseurilor depozitate sa determine ca cea mai mare parte a emisiilor gazoase sa se elibereze preponderent in atmosfera.

Corelatia cea mai buna intre seriile de valori masurate s-a inregistrat intre concentratiile de metan si cele oxigen masurate la forajul F SV2.

II.5 Stabilirea evolutiei calitatii componentelor de mediu in arealul analizat (sol, apa, vegetatie)

Abordarea metodologica privind evaluarea calitatii componentelor de mediu in vecinatatea unui depozit de deseuri neconform implica parcurgerea mai multor pasi:

- punctul de pornire consta in definirea obiectivelor evaluarii, a cerintelor de reglementare si stabilirea criteriilor;
- culegerea de informatii si, mai ales descrierea sistemului de depozitare, caracteristicile amplasamentului si a structurilor/amenajarilor care intra in componenta sa;
- identificarea caracteristicilor, evenimentelor si proceselor care pot aduce influente pe termen lung;
- dezvoltarea si testarea de modele conceptuale si matematice care descriu comportamentul sistemului si a componentelor sale;
- identificarea si descrierea de scenarii relevante pentru amplasamentul analizat;
- identificarea cailor de migrare a poluantilor in mediu (relatia sursa – cale de transmitere – receptor);
- demararea evaluarii prin modelare conceptuala;
- compararea rezultatelor evaluarii cu cerintele de conformare;
- alte consideratii relevante pentru evaluare.

Locatia prezentului studiu, Depozitul de deseuri Giulesti-Sarbi, un depozit neconform cu o activitatea sistata din anul 1990, un depozit care nu detine facilitati pentru protectia mediului.

Informatiile relevante pentru amplasamentul analizat sunt schematizate in figura 27.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

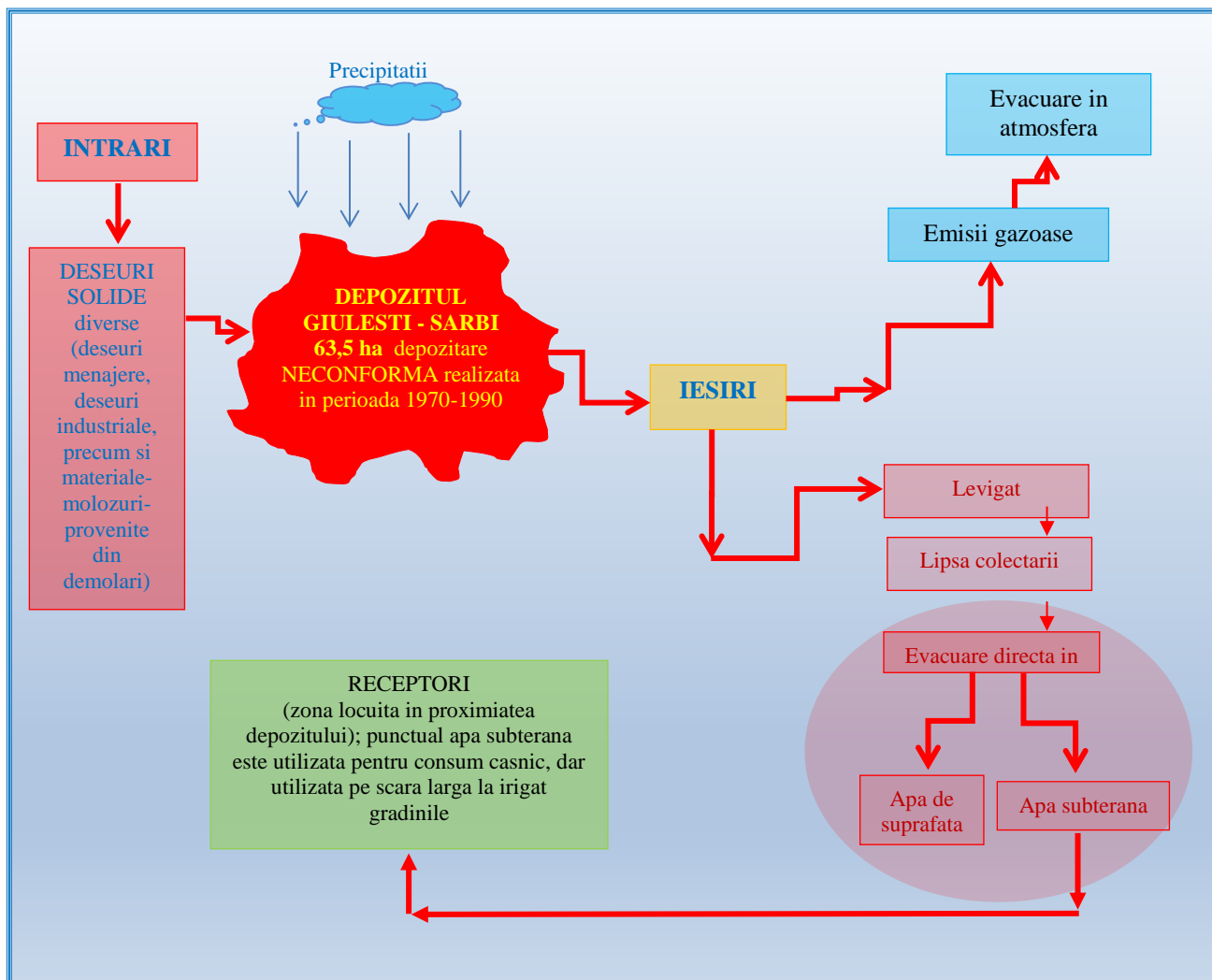


Figura 27 – Schematizarea informatiilor relevante pentru Depozitului Giulesti Sarbi

Modelul de investigare propus pentru evaluarea calitatii componentelor de mediu este prezentat schematizat in figura 28, iar in figura 29 este prezentata localizarea punctelor/sectiunilor de control privind calitatea componentelor de mediu pentru depozitul analizat (Depozitul Giulesti-Sarbi).

Trebuie facuta mentiunea ca in evaluarea componentelor de mediu, componenta de mediu AER nu a fost inclusa in evaluare, deoarece Depozitul Giulesti Sarbi se afla in vecinatatea Depozitului Ecologic IRIDEX din Chiajna, deplin functional, cu celule de depozitare active, iar emisiile acestui depozit nu ar putea fi decelate de cele ale Depozitului Giulesti Sarbi pentru o evaluare obiectiva si strict focusata pe acest obiectiv.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

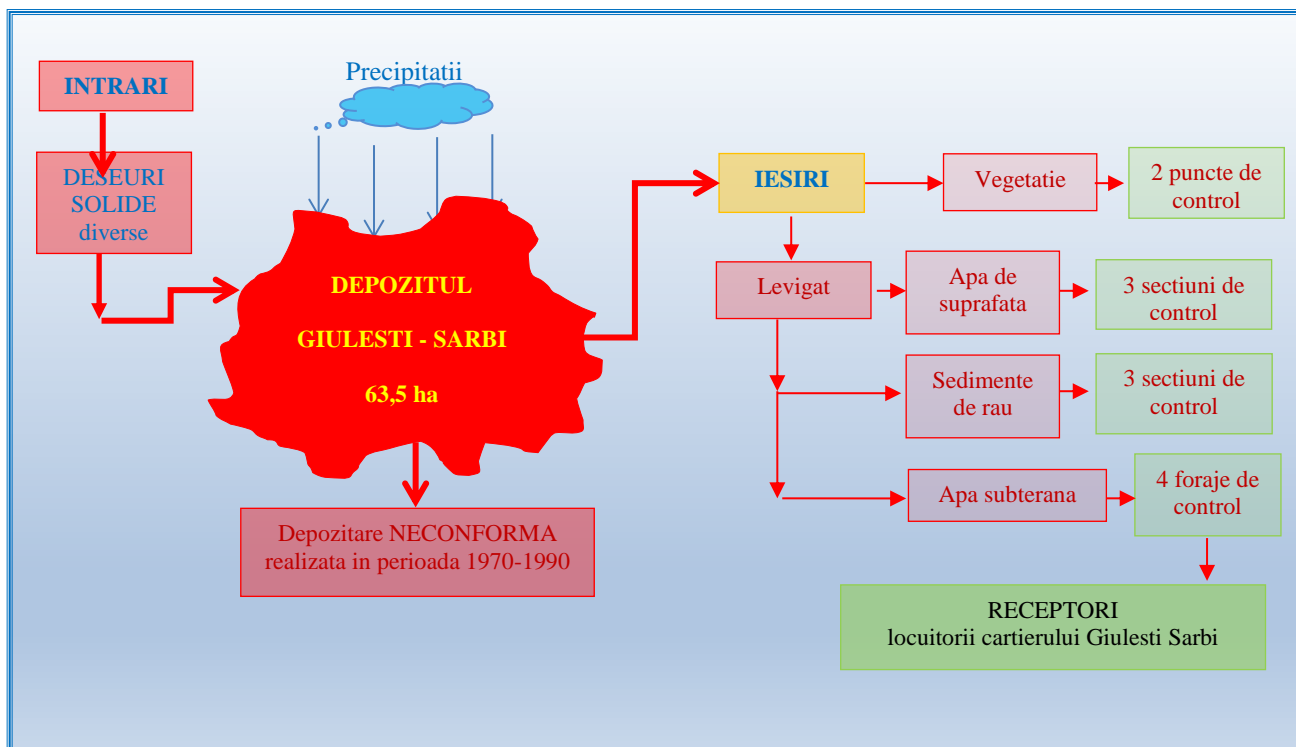


Figura 28 – Model de investigare a calitatii componentelor de mediu pentru Depozitului Giulesti Sarbi

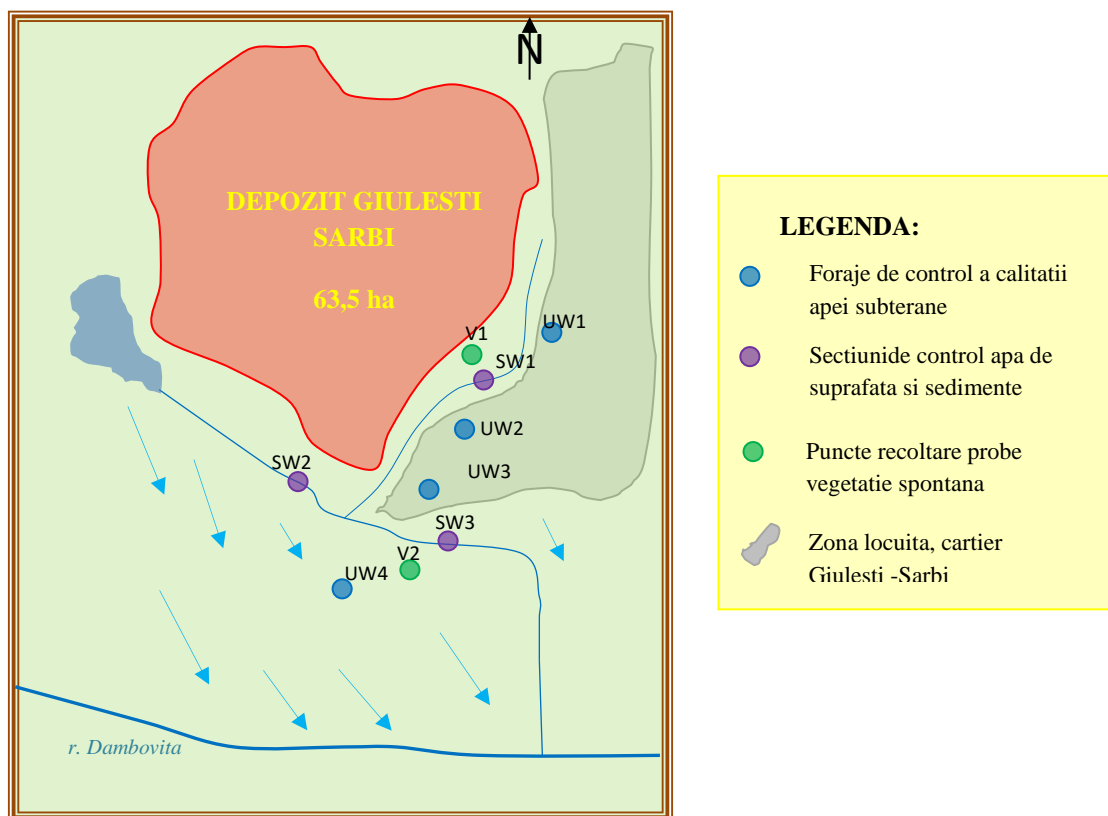


Figura 29 – Schita cu amplasarea punctelor de investigare a calitatii componentelor de mediu

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Principalele elemente care caracterizeaza zona:

- zona este drenata de raul Dambovita situat la Sud de depozit;
- exista cursuri de apa permanente care se invecineaza cu depozitul pe laturile de Sud si Est;
- intreaga zona Giulesti-Sarbi are un drenaj dificil, puternic antropizat ca urmare a constructiei Lacului Morii situat la o distanta de cca 2,5 km;
- apa freatica este aproape de suprafata, in zona de lunca, la sud de depozit s-a interceptat la - 0,5 m adancime;
- percolarea apelor meteorice pe suprafata depozitului: infiltrare in apa freatica si migrarea poluantilor in aval, pe directia de curgere catre raul Dambovita; o parte din apele meteorice se scurg prin procese de siroire in reseaua hidrografica din proximitate, de asemenea drenata de raul Dambovita.

II.5.1 Investigatiile privind calitatea apei subterane in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi - zona saturata

Zona saturata este acea zona unde porii rocilor sunt umpluti in totalitate cu apa, iar aceasta are un caracter colector si precede un strat mai putin permeabil cu pozitie subiacenta. Componenta dominanta de curgere a lichidelor ajunsa la acest nivel este una orizontala sub actiunea gravitatiei si a pantei stratului impermeabil, conditionata de legitatile circulatiei fluidelor in mediile poroase, orientarea liniilor de curent va descrie directia de curgere a apei subterane, iar vectorul viteza timpul in care se face tranzitia in acest mediu.

Investigatiile privind calitatea apei subterane au fost derulate in luna mai 2013 si au constat in prelevarea a 4 probe de apa subterane, astfel: 3 probe din fantani, gospodarii particulare de pe strada Rasadnitei (UW1...UW3) si o proba dintr-un piezometru situat in lunca raului Dambovita. Acest piezometru a fost construit prin foraj manual utilizand echipamente produse de firma de profil Eijkelkamp (Olanda) si a fost echipat cu tubulatura din polipropilena cu diametrul interior de 50 mm. Prelevarea probelor de apa subterana s-a efectuat cu pompa submersibila cu alimentare la o sursa de tensiune de 12 V (sursa portabila).

Pentru determinarea indicatorilor de calitate s-au utilizat metode de incercare standardizate, incercarile fiind efectuate de laboratorul de incercari al Departamentului Evaluare-Monitorizare Poluare Mediu din cadrul INCD-ECOIND Bucuresti. Informatii relevante privind metodele de incercare utilizate sunt prezentate in Anexa 2 a tezei de doctorat.

Rezultatele privind determinarea indicatorilor fizico-chimici in cele 4 foraje de control sunt prezentate in tabelul 10.

Analiza valorilor prezentate anterior raportat la valorile admise impuse de Legea 458/2002 (republicata 1) privind calitatea apei potabile pune in evidenta caracteristicile zonei saturate in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi:

- valorile pH-ului sunt in domeniul neutru pentru toate probele analizate;
- valorile indicatorilor de calitate „amoniu” cresc de la Nord la Sud, respectiv din amonte catre aval, iar la proba UW4 se depaseste valoarea admisa, ceea ce induce afectarea calitativa a apei subterane;
- valorile CCOCr depasesc valoarea admisa de 3,12 pana la 13,46 ori;
- indicatorii de calitate nichel si cupru prezinta depasiri in cazul forajelor situate ca pozitie aval de depozit.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Tabelul 10 – Rezultatele privind caracterizarea fizico-chimica a apei freaticice

Nr. crt.	Indicator de calitate	U.M.	UW 1	UW 2	UW 3	UW 4
<i>Zona saturata: apa freatica</i>						
1	pH	unitati pH	7,31	6,91	7,42	6,8
2	CCO ₂ Cr	mg O ₂ /l	15,6	24,4	67,3	38,4
3	Amoniu	mg/l	0,378	0,291	0,488	0,576
4	Azotiti	mg/l	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
5	Fenoli	mg/l	0,016	0,011	0,010	0,011
6	Substante extractibile cu solventi organici	mg/l	0,25	0,36	0,33	0,20
7	Cadmiu	mg/l	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
8	Crom total	mg/l	0,017	0,022	0,017	0,016
9	Cupru	mg/l	0,016	0,018	0,023	0,119
10	Nichel	mg/l	0,015	0,019	0,032	0,105
11	Plumb	mg/l	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*
12	Zinc	mg/l	0,468	0,368	0,158	0,582
13	Sulfuri si H ₂ S	mg/l	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*

*valori determinate sub limita de determinare a metodei de incercare

II.5.2 Investigatiile privind calitatea apei de suprafata in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi.

Rezultatele de caracterizare fizico-chimica a apei de suprafata sunt prezentate in tabelul 11.

Tabelul 11 - Rezultatele privind caracterizarea fizico-chimica a apei de suprafata

Nr. crt.	Indicator de calitate	U.M.	SW1	SW2	SW3
1	pH	unitati pH	6,92	7,56	7,41
2	CCO ₂ Cr	mg O ₂ /l	76	67	57,6
3	CBO ₅	mg O ₂ /l	22,4	20,5	18,1
4	Sulfati	mg/l	67,89	80,24	82,30
5	Amoniu (N-NH ₄)	mg N/l	0,31	0,19	0,17
6	Azotati (N-NO ₃)	mg N/l	6,08	6,20	6,92
7	Azotiti (N-NO ₂)	mg N/l	<0,02*	<0,02*	<0,02*
8	Cloruri	mg/l	207,67	214,06	204,48
9	Substante extractibile cu solventi organici	mg/l	0,36	2,18	0,54
10	Cadmiu	mg/l	<0,001*	<0,001*	<0,001*
11	Crom total	mg/l	0,014	0,020	0,021
12	Cupru	mg/l	0,013	0,014	0,016
13	Nichel	mg/l	0,146	0,017	0,018
14	Plumb	mg/l	<0,01*	<0,01*	<0,01*
15	Zinc	mg/l	0,184	0,211	0,411

*valori determinate sub limita de determinare a metodei de incercare

Interpretarea rezultatelor obtinute s-a realizat prin raportare la reglementarile Ordinului nr. 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafata in vederea stabilirii starii ecologice a corpurilor de apa care prevede 5 stari ecologice pentru rauri si lacuri naturale: foarte buna (I), buna (II), moderata (III), slaba (IV) si proasta (V) pe baza elementelor de calitate chimice si fizico-chimice, biologice si hidromorfologice.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Pentru emisarul natural din proximitatea Depozitului Giulesti-Sarbi valorile indicatorilor de calitate releva:

- stare ecologica “slaba” indusa de valorile indicatorilor de calitate CCOCr;
- stari ecologice de la „proasta” (sectiunile din amonte) pana la „slaba” (sectiunea din aval) induse de valorile indicatorului de calitate CBO₅ si Ni;
- stare ecologica “slaba” indusa de valorile indicatorilor de calitate azotati;
- stare ecologica „moderata” indusa de valorile indicatorului de calitate cloruri;
- stari ecologice „buna” si „moderata” in cazul indicatorului de calitate zinc, cu o crestere a valorilor din amonte catre aval.

II.5.3 Investigatiile privind calitatea sedimentelor in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi.

Rezultatele de caracterizare fizico-chimica a sedimentelor sunt prezentate in tabelul 12.

Tabelul 12 – Rezultatele privind caracterizarea fizico-chimica a sedimentelor

Nr. crt	Indicatori	UM	Sed SW 1	Sed SW2	Sed SW3	Standard de calitate cf. Ordin 161/2006 Fractiunea <63µm
1	pH	unitati pH	8,1	8,3	7,45	nu se normeaza
2	Umiditate	%	2,55	2,2	6,17	nu se normeaza
3	Cadmium	mg/kg su	<0,02*	<0,02*	<0,02*	0,8
4	Crom total	mg/kg su	13,19	16,69	36,84	100
5	Cupru	mg/kg su	9,09	11,92	23,77	40
6	Nichel	mg/kg su	1,56	1,54	1,58	35
7	Plumb	mg/kg su	19,49	24,08	32,14	85
8	Zinc	mg/kg su	225,57	287,06	345,18	150

*valori determinate sub limita de determinare a metodei de incercare

Sedimentele de rau din sectiunile de control analizate, fractiunea <0,63µm prezinta valori ale indicatorilor de calitate fizico-chimici care depasesc valoarea limita in cazul zincului, cu o crestere a valorilor din sectiunile din amonte catre cele din aval.

Pentru aceleasi probe de sediment s-a urmarit determinarea caracteristicilor componenteii macrozoobentonice.

Determinarea macronevertebratelor bentonice s-a efectuat in conformitate cu metoda descrisa in Indrumarul metodologic ICIM 1984, cap. III/pct.3 si SR EN ISO 8689-1:2003.

Pentru determinarea organismelor macrozoobentonice au fost prelevate o probe de bentos, cu ajutorul prelevatorului bentonic de tip draga Van Veen, si s-a conservat prin fixare în soluție de formaldehidă 4%.

Proba bentonica a fost adusa in laborator, spalata sub jet puternic de apa intr-o sita granulometrica cu dimensiunea ochiurilor de 0,50 mm pentru indepartarea particulelor abiotice, dupa care organismele au fost trecute în placi Petri pentru triere la stereomicroscop.

Identificarea sistematica a macronevertebratelor bentonice s-a realizat la nivel de grup.

Densitatea numerica a organismelor bentonice s-a exprimat prin numar exemplare/mp si s-a calculat dupa relatia:

$$\text{Densitatea numerica} = nx \frac{10.000}{S} \text{ [nr. exemplare/mp]}$$

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochimice complexe”

unde: n = numărul de exemplare gasite in proba.

S = suprafata in cmp

Factorul de multiplicare “10.000” este folosit pentru transformarea rezultatului din numar exemplare/cmp in numar exemplare/mp.

Biomasa remanenta s-a calculat după ecuatia:

$$\text{Biomasa remanenta} = mx \frac{10.000}{S} \quad [\text{g/mp}]$$

unde: m = masa organismelor bentonice/unitate de proba;

S = suprafata in cmp

Factorul „10.000” este utilizat pentru transformarea rezultatului din g/cmp în g/mp.

Studiul macronevertebratelor bentonice este recomandat in evaluarea integrata a calitatii diferitelor corpuri de apa in conformitate cu reglementarile Directivei Cadru Apa, deoarece aceasta reprezinta principala veriga a lanturilor trofice prin intermediul careia este acumulata, transformata si transferata energia stocata sub forma de detritus organic sedimentat catre alte nivele trofice, reintroducand-o astfel in fluxul energetic.

Rezultatele privind determinarea macrozoobentosului (MZB) in cele 3 probe de sedimente sunt prezentate in tabelul 13.

Tabelul 13 – Rezultatele privind determinarea MZB in cele 3 probe de sedimente

Proba Sed.SW1		
Densitatea numerica	1975 ex/mp	
Biomasa remanenta	1,87 g/mp	
Grupa macrozoobentonica	Abundenta dupa densitatea numerica (%)	Abundenta dupa biomasa (%)
<i>Oligochete</i>	78	93
<i>Chironomide</i>	11	1
<i>Alte diptere</i>	3	1
<i>Isopode</i>	8	5
Proba Sed.SW2		
Densitatea numerica	825 ex/mp	
Biomasa remanenta	4,18 g/mp	
Grupa macrozoobentonica	Abundenta dupa densitatea numerica (%)	Abundenta dupa biomasa (%)
<i>Oligochete</i>	12	4
<i>Chironomide</i>	65	14
<i>Alte diptere</i>	3	1
<i>Isopode</i>	20	81

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Tabelul 13 – Rezultatele privind determinarea MZB in cele 3 probe de sedimente - continuare

Proba Sed.SW3		
Densitatea numerica	1750 ex/mp	
Biomasa remanenta	9,34 g/mp	
Grupa macrozoobentonica	Abundenta dupa densitatea numerica (%)	Abundenta dupa biomasa (%)
<i>Oligochete</i>	6	1
<i>Chironomide</i>	20	13
<i>Alte diptere</i>	4	1
<i>Isopode</i>	53	62
<i>Gasteropode</i>	14	22
<i>Nematode</i>	3	1

Caracteristicile identificate in cazul comunitatii bentonice in cele trei sectiuni de control studiate in zona Depozitului Giulesti Sarbi arata utilitatea aplicarii metodelor de evaluare in conformitate cu Directiva Cadru Apa.

Analiza comunitatii macrozoobentonice a urmarit componenta cantitativa (densitate numerica, biomasa remanenta, abundenta dupa densitate numerica si biomasa remanenta) si calitativa (compozitie taxonomica/grupe dominante). S-a constatat prezenta mai multor grupe macrozoobentonice in sectiunea din aval vs. amonte, iar din punct de vedere al densitatii numerice valoarea maxima se regaseste la sectiunea din amonte si, valori mai mici, in sectiunile din aval. Grupele macrozoobentonice identificate sunt specifice substratului malos dezvoltat pe loesuri, specific zonei studiate.

II.5.4 Investigatiile privind fitoacumularea (calitatea vegetatiei spontane) in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi.

Rezultatele de caracterizare fizico-chimica a probelor de vegetatie spontana sunt prezentate in tabelul 14.

Tabelul 14 – Rezultatele privind caracterizarea fizico-chimica a vegetatiei

Nr. crt	Indicatori	UM	VG1	VG2
1	Umiditate	%	0,21	0,17
2	Cadmiu	mg/kg su	<0,02*	<0,02*
3	Crom total	mg/kg su	2,58	3,16
4	Cupru	mg/kg su	9,83	6,76
5	Nichel	mg/kg su	1,46	1,55
6	Plumb	mg/kg su	1,61	0,63
7	Zinc	mg/kg su	50,67	57,87

*valori determinate sub limita de determinare a metodei de incercare

Vegetatia spontana din sectiunile de control analizate prezinta urmatoarele valori ale indicatorilor de calitate:

- in cazul zincului, sunt de ordinul de marime zeci de mg/kg ;
- pentru celelalte metale analizate valorile sunt cuprinse in domeniul 0,63-9,83 mg/kg s.u.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Desi nu sunt reglementate cantitatile de elemente chimice continute in vegetatie, se pot evidenta cantitati importante de metale grele care, prin fitoextractie, au fost acumulate in frunzele vegetatiei spontane din zona. Este o dovada certa a antropizarii peisajului din zona depozitului Giulesti Sarbi, respectiv este resimtit impactul acestuia asupra tuturor factorilor de mediu.

II.6 Experimentari pentru evidentiarea legaturilor hidraulice dintre apa de suprafata si apa subterana in vecinatatea depozitului de deseuri analizat (Depozitul Giulesti Sarbi)

Investigatiile efectuate in luna aprilie 2013 au avut drept scop sa stabileasca experimental relatiile dintre zona saturata si cea nesaturata (figura 30).

Investigatiile au constatat in:

- realizarea unui camp experimental format din 6 piezometre pentru controlul apei subterane; acestea au fost realizate prin foraj manual, iar amplasarea s-a facut ca pozitie aval de depozitul de deseuri Giulesti Sarbi, pe directia generala de drenaj a retelei hidrografice, respectiv catre raul Dambovita;
- o esantionare a probelor prelevate si, ulterior, in laborator, caracterizarea geochemica a unui numar total 24 de probe de sol provenite din zona nesaturata;
- curatarea piezometrelor prin pompaj, urmata de prelevarea si caracterizarea in laborator, din punct de vedere fizico-chimic, a probelor de apa subterana din toate cele 6 piezometre;
- prelevarea si caracterizarea a doua probe de apa de suprafata din emisarul natural situat in proximitatea depozitului de deseuri, care se afla in conexiuni hidraulice cu apele subterana.

Odata cu realizarea operatiunilor de foraj manual, a fost identificata litologia locala si caracteristicile specifice zonei.

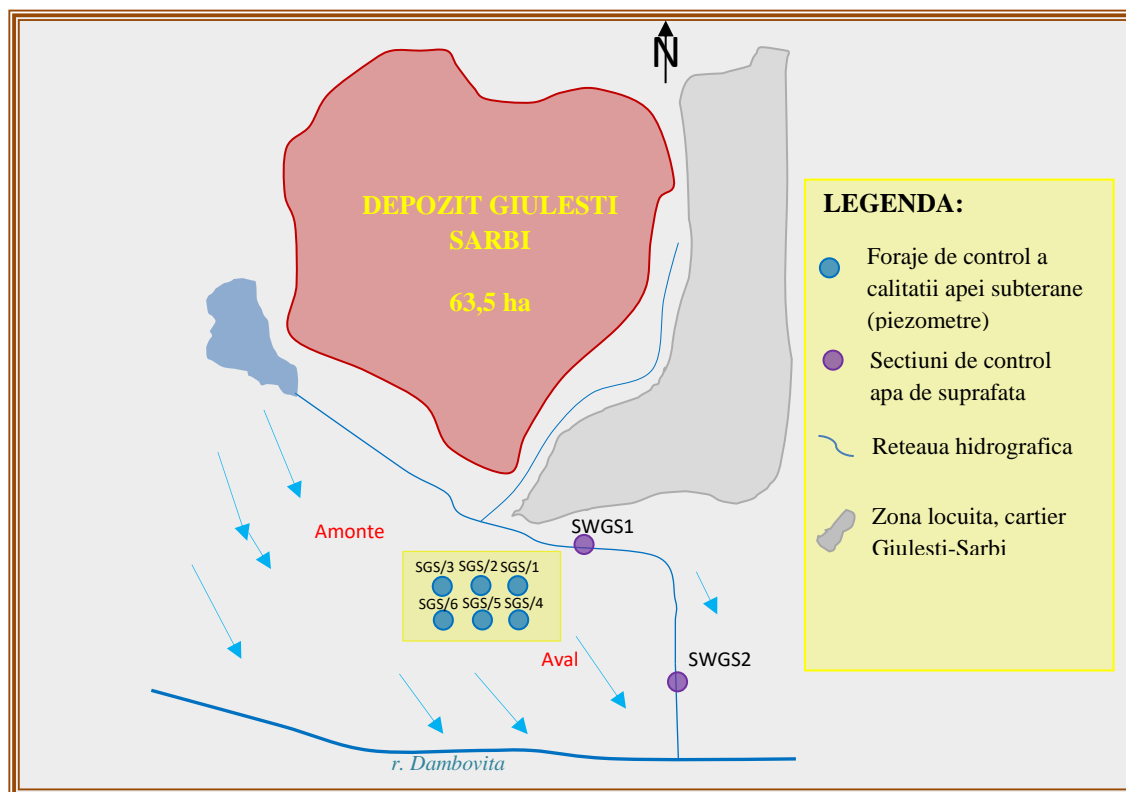


Figura 30 – Schita campului experimental pentru stabilirea interrelatiilor dintre zona saturata si apa de suprafata

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Caracteristicile litologice identificate sunt: un strat de sol vegetal cu o grosime de pana la 30 centimetri, urmat de un strat extins pana 60-100 centimetri adancime, format din lut nisipos, culoare brun-roscat, plastic umed. Comportamentul acestui strat este semipermeabil. Apoi urmeaza un strat cu o grosime de 70 centimetri pana la 90 centimetri, format din argila nisipoasa cu nisip fin si mediu, cu o permeabilitate moderata. In acest strat este cantonata apa subterana. Apa subterana prezinta, nivelul hidrostatic la 50-60 centimetri sub nivelul topografic.

Toate forajele (piezometrele) au fost dispuse intr-o retea geometrica liniara, pe doua aliniamente: SG1, SG2, SG3 în pozitia din amonte si SG4, SG5, SG6 in pozitia din aval. Intre piezometre s-a mentinut o echidistanta de 30 metri, masurata cu GPS. In momentul efectuarii lucrarilor de foraj, executate manual, au fost colectate probe de sol din nivele: 0-10 centimetri; 0,5 metri; 1,5 metri si 2,0 metri.

Pentru toate probele din sol din zona nesaturata au fost analizati urmatoorii indicatori de calitate: pH, sulfati, amoniu, azotati, azot Kjeldahl, cloruri, azotati, cadmiu, crom total, cupru, nichel, plumb si zinc. Pentru probele de apa subterana s-au determinat in laborator indicatorii de calitate: pH, oxidabilitate (CCOMn), azotati, amoniu, azotiti, cloruri, cadmiu, crom total, cupru, nichel, plumb, zinc, sulfuri si hidrogen sulfurat. In zona nesaturata porii rocilor sunt umpluti partial cu aer si partial cu apa, coexistand in aceasta zona fazele solida, lichida si gazoasa. Apa percoleza aceasta zona, apa poate fi la randul sau incarcata cu poluanti, deplasarea realizandu-se in principal pe o componenta verticala.

In cele ce urmeaza au fost realizate reprezentari grafice cu valorile obtinute pentru o serie de indicatori de calitate analizati pentru probele de sol din zona nesaturata (figurile 31÷39).

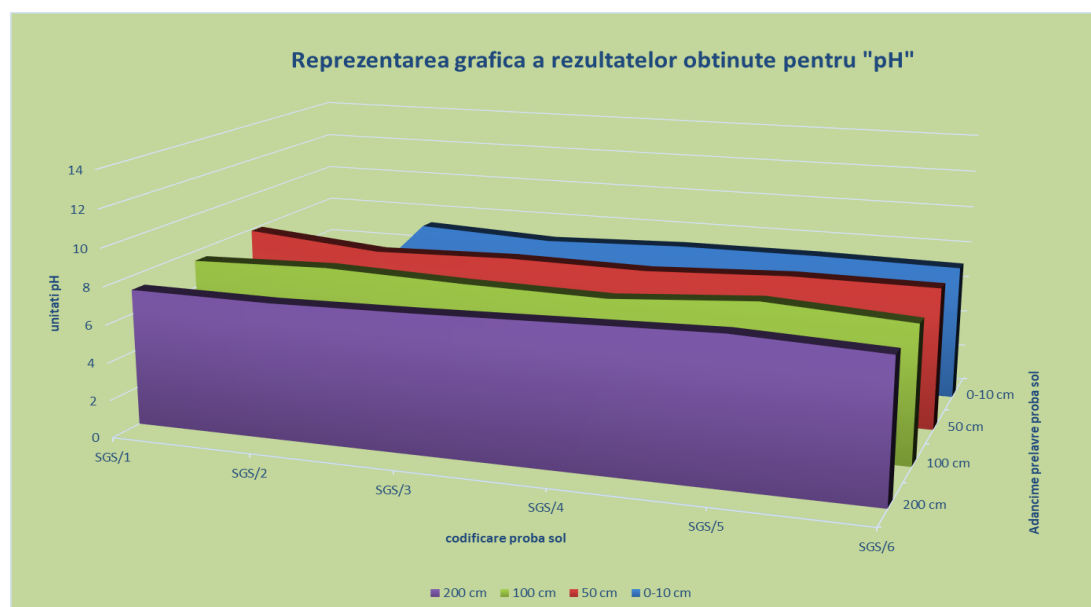


Figura 31 – Evolutia indicatorului pH in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

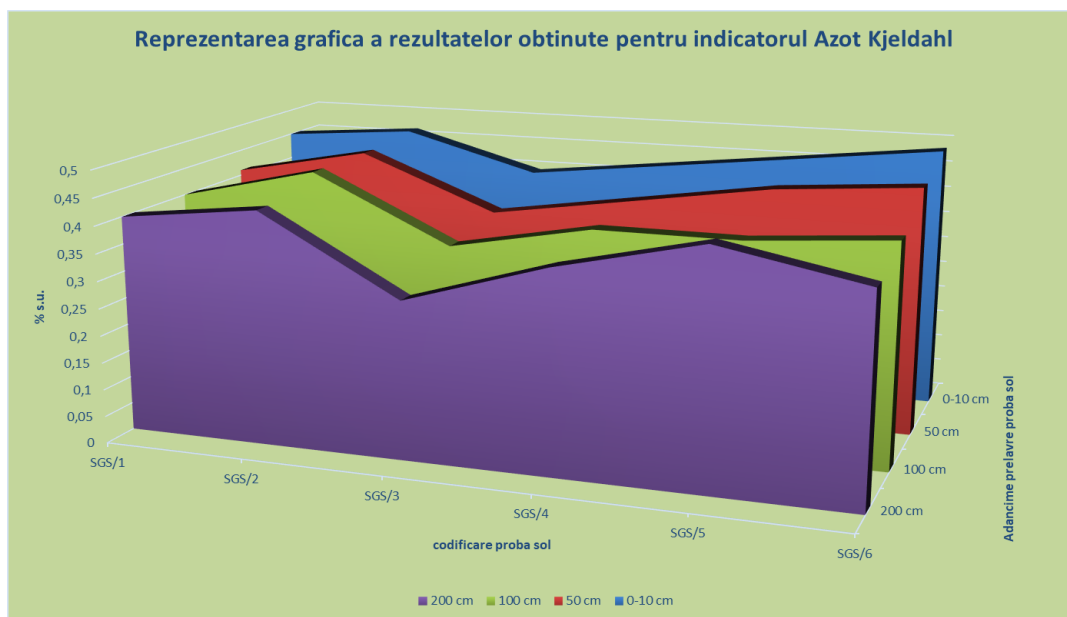


Figura 32 – Evolutia indicatorului Azot Kjeldahl in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

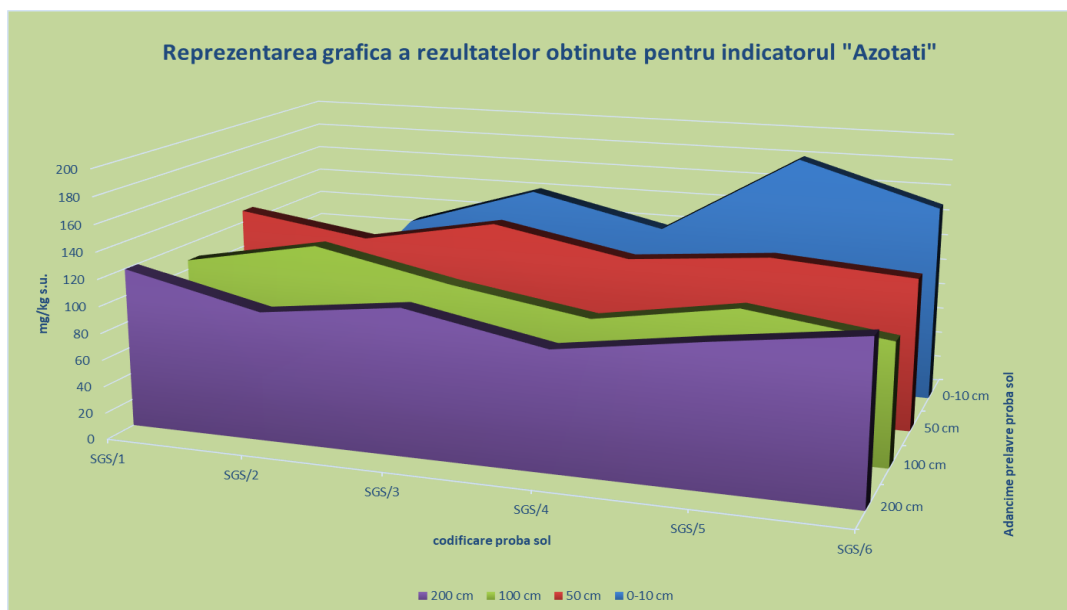


Figura 33 – Evolutia indicatorului Azotati in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

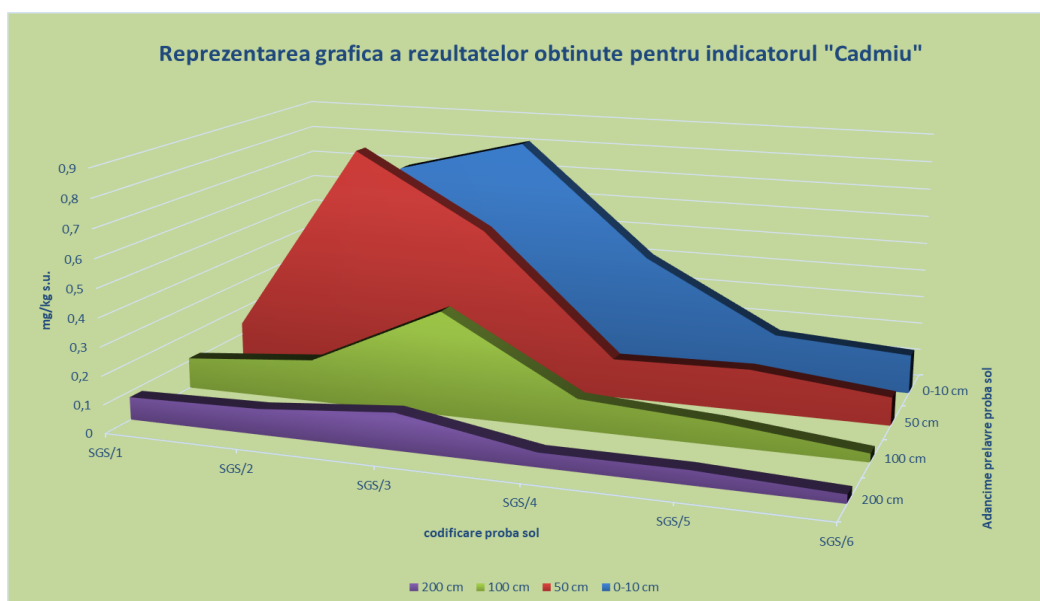


Figura 34 – Evolutia indicatorului Cadmiu in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

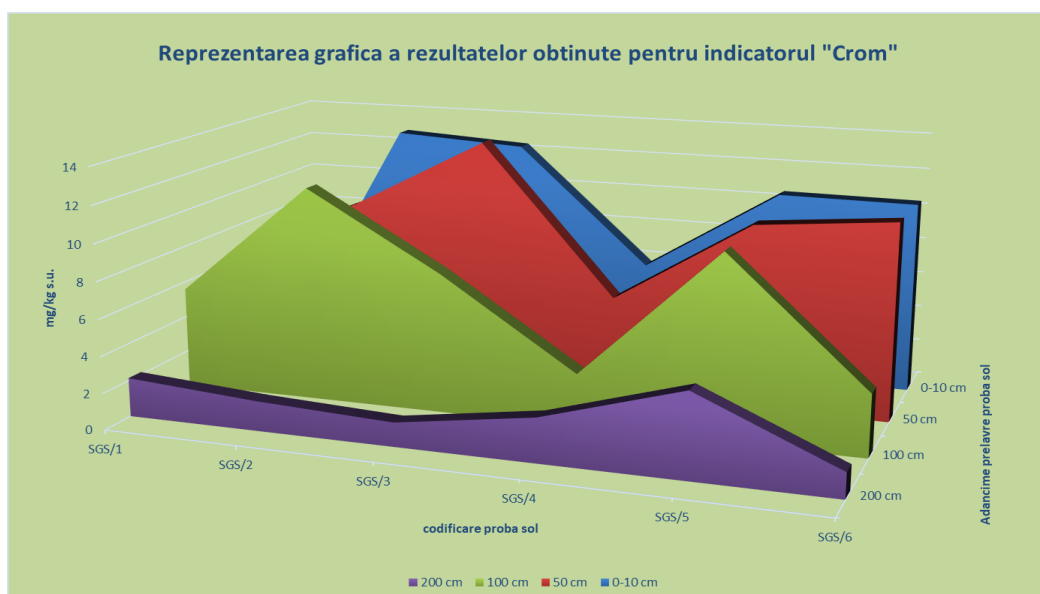


Figura 35 – Evolutia indicatorului Crom in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

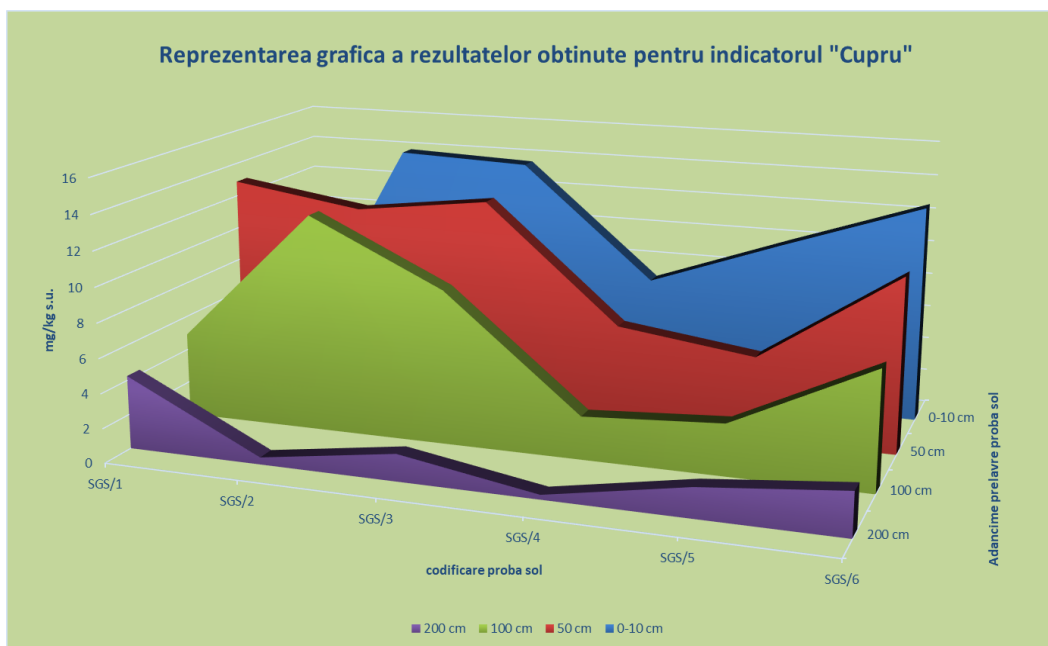


Figura 36 – Evolutia indicatorului Cupru in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

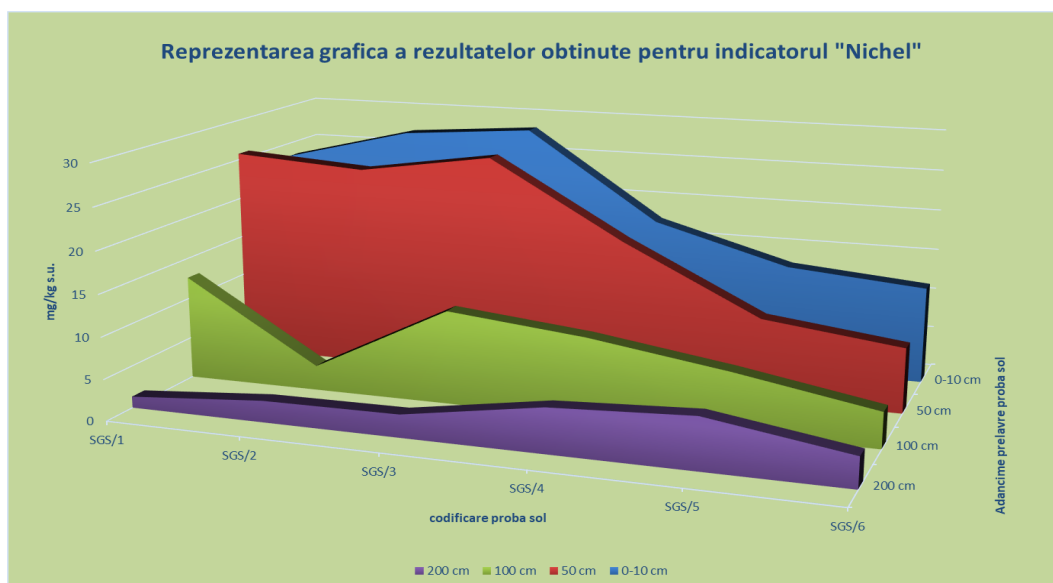


Figura 37 – Evolutia indicatorului Nichel in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

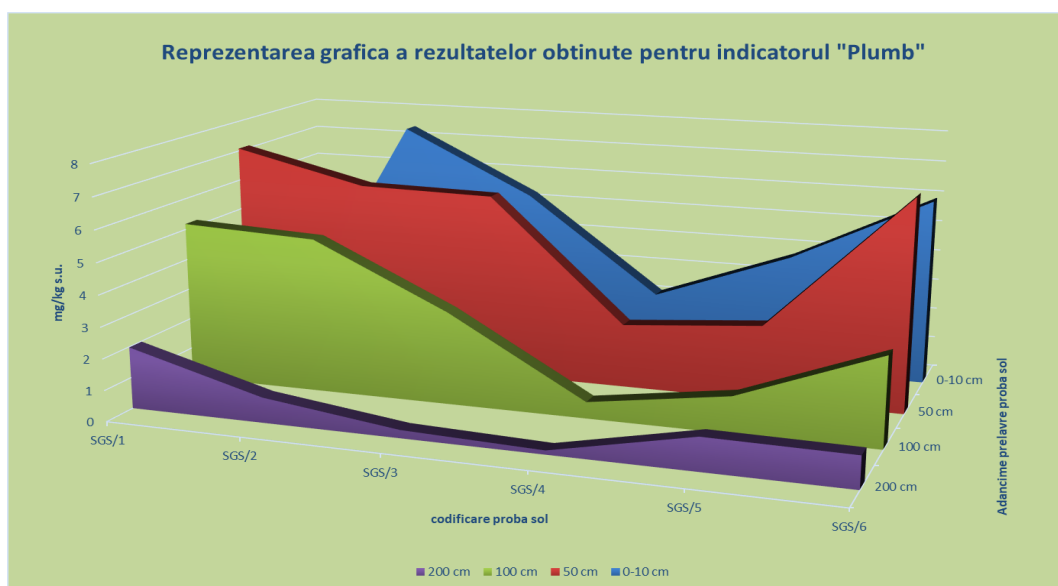


Figura 38 – Evolutia indicatorului Plumb in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

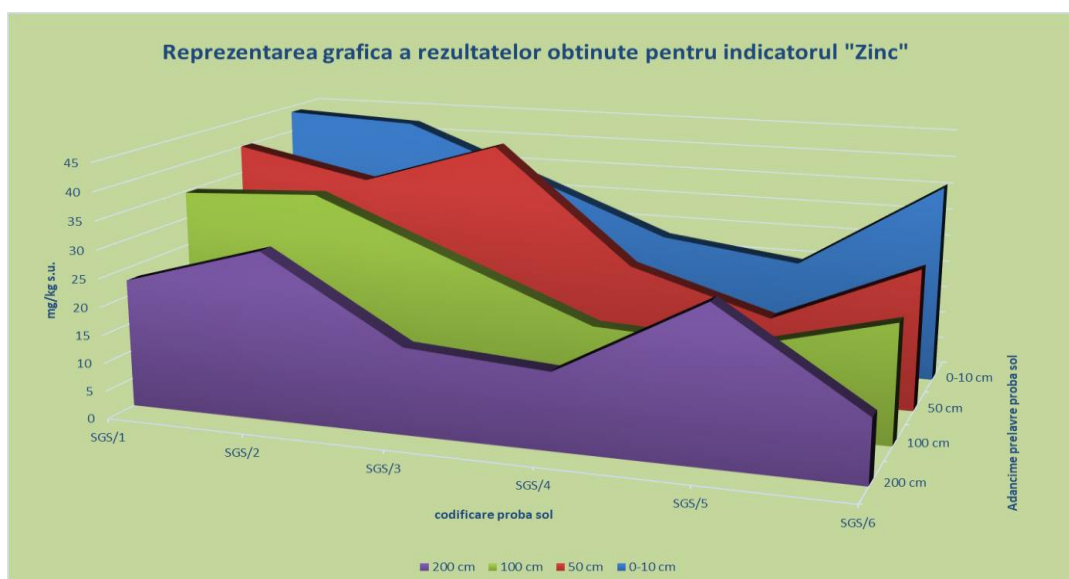


Figura 39 – Evolutia indicatorului Zinc in cadrul campului experimental - sol zona nesaturata

Variatiile spatiale locale ale valorilor se obtin din amonte catre aval si apar modificari ale concentratiilor poluantilor in adancime de la suprafata (din zona aerata) pana la zona saturata:

- pH-ul se regaseste in domeniul neutru - usor alcalin, cea mai mare valoare fiind inregistrata la piezometrul SGS/1 (7,90 unitati pH);
- variatiile valorilor indicatorului de calitate „sulfati” prezinta variatii atat in adancime, cat si in amonte-aval. Valorile mai mari se gasesc la nivele de adancime de 0,5 si 1 metru in forajele situate in aval, valoarea maxima fiind inregistrata in forajul SG/4 (347,39 mg/kg su);
- variatiile valorilor indicatorilor „amoniu” si „azot Kjeldahl” releva valori mai mari in forajele situate in aval, dar variatiile sunt mici;

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

- variatiile valorilor indicatorului de calitate „cloruri” indica faptul ca valorile cresc in aval, dar distributia pe nivelele de adancime in amonte vs. aval prezinta variatii;
- variatiile indicatorului de calitate „azotati” cresc din zona amonte catre aval in probele provenite de la suprafata. Se constata valori mai scazute ale acestui indicator catre zona saturata.

Analiza valorilor inregistrate pentru „metale grele” releva:

- valorile pentru „cadmiu” scad in adancime si din amonte catre aval;
- valorile „cromului” scad catre sectiunile din aval, dar cu o amplitudine redusa. Valorile cele mai scazute se gasesc in contact cu zona saturata;
- valorile pentru „cupru” scad in zona nesaturata odata cu adancimea si, in general, in sectiunile din aval;
- valorile „nichelului” scad odata cu adancimea in sectiunile din amonte si cu o amplitudine mai mica in sectiunea din aval;
- valorile pentru „plumb” scad din amonte catre aval, cu o mica exceptie la adancimea de 0,5 metri;
- valorile „zincului” indică scaderea in amonte odata cu adancimea. In aval se constata ca valorile inregistrate la adancimea de 2 metri sunt similare cu cele inregistrate in sectiunea din amonte.

Rezultatele obtinute pentru zona saturata sunt centralizate in tabelul 15.

Tabelul 15 – Rezultatele privind caracterizarea fizico-chimica a apei freatică in zona saturata

Nr. crt.	Indicator de calitate	U.M.	SGS/1	SGS/2	SGS/3	SGS/4	SGS/5	SGS/6
<i>Zona saturata: apa freatica</i>								
1	pH	unit. pH	7,2	7,6	7,3	7,1	7,2	7,0
2	CCOMn	mg O ₂ /l	46,6	44,4	47,3	48,4	47,3	55,1
3	Azotati	mg/l	64,1	74,2	68,2	71,1	81,0	78,2
4	Amoniu	mg/l	0,68	0,64	0,84	0,96	1,55	1,09
5	Azotiti	mg/l	0,07	0,04	0,14	0,26	1,35	0,47
6	Cloruri	mg/l	421	247	402	264	485	402
7	Cadmiu	mg/l	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
8	Crom total	mg/l	0,046	0,041	0,058	0,036	0,041	0,064
9	Cupru	mg/l	0,051	0,042	0,087	0,098	0,087	0,065
10	Nichel	mg/l	0,025	0,031	0,042	0,105	0,098	0,104
11	Plumb	mg/l	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*
12	Zinc	mg/l	0,51	0,82	1,15	1,58	1,68	2,34
13	Sulfuri si H ₂ S	mg/l	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*

*valori determinate sub limita de determinare a metodei de incercare

Analiza valorilor obtinute in urma controlului calitatii apei subterane in vecinatatea Depozitului de Deseuri Giulesti Sarbi:

- pH-ul neutru al tuturor probelor analizate;
- valorile indicatorilor de calitate „amoniu”, „azotati”, „cloruri” si „nichel” in raport cu valorile limita impuse de Legea 458/2002 (republicată 1 la 15.12.2011), aduc o contributie semnificativa la poluarea apei subterane. Se resimte atat in piezometrele din amonte, cat si in cele situate in aval, fara diferente de amplitudini mari.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Rezultatele au fost completate cu cele privind calitatea apei de suprafata din vecinatatea Depozitului de Deseuri Giulesti Sarbi, deoarece apele subterane se afla in legatura hidraulica cu apa de suprafata. Rezultatele sunt centralizate in tabelul 16.

Tabelul 16 – Rezultatele privind caracterizarea fizico- chimica a apei de suprafata

Nr. crt.	Indicator de calitate	U.M.	SWGS1	SWGS1
1	pH	unit. pH	7,92	7,62
2	CCO _{Cr}	mg O ₂ /l	66	71
3	CBO ₅	mg O ₂ /l	21,4	21,5
4	Sulfati	mg/l	67,89	80,24
5	Amoniu (N-NH ₄)	mg N/l	2,31	2,19
6	Azotati (N-NO ₃)	mg N/l	11,08	16,20
7	Azotiti (N-NO ₂)	mg N/l	<0,02*	<0,02*
8	Cloruri	mg/l	207,67	214,06
9	Substante extractibile cu solventi organici	mg/l	0,36	2,18
10	Cadmiu	mg/l	0,06	0,07
11	Crom total	mg/l	0,014	0,020
12	Cupru	mg/l	0,013	0,014
13	Nichel	mg/l	0,12	0,17
14	Plumb	mg/l	<0,01*	<0,01*
15	Zinc	mg/l	0,184	0,211

*valori determinate sub limita de determinare a metodei de incercare

Pentru valorile indicatorilor de calitate determinate pentru emisarul natural se constata o stare ecologica degradata indusa de valorile indicatorilor de calitate amoniu, azotati, cadmiu si nichel.

Pentru zona saturata sunt evidente conexiunile hidraulice cu emisarul natural, se poate constitui ca sursa de poluare in lipsa altor surse de poluare active in amplasament. Apa de suprafata este o sursa rapida de transport a levigatului din amplasamentul depozitului catre raul Dambovita. Pe de o parte apele de percolare contaminate de la Depozitul de deseuri Giulesti Sarbi (levigatul) ajunge direct in apa subterana, iar pe de alta parte apele de siroire si levigatul sunt preluate direct de reseaua hidrografica locala, tributara raului Dambovita.

Analiza indicatorilor de calitate in zona nesaturata a evidentiat valori mai mari in contact cu zona saturata, iar diferentele amonte - aval, arata valori mai mari in sectiunile din aval corespunzatoare zonei de drenaj catre raul Dambovita, situat la sud de amplasamentul analizat.

II.7 Modelul hidrodynamic al zonei de studiu si transportul poluantilor in apa subterana

Unul dintre obiectivele specifice ale tezei consta in realizarea modelului hidrodynamic si de migrare a contaminantilor pentru arealul studiat, in vederea evaluarii si prognozei impactului depozitului de deseuri Giulesti-Sarbi asupra acviferului freatic din Pietrisurile de Candesti.

Modelul se bazeaza pe datele regasite in resurse bibliografice si masuratori directe in zona depozitului de deseuri Giulesti-Sarbi desfasurate in perioada 2009-2013.

Modelul hidrodynamic este un model numeric in diferente finite realizat cu aplicatia MODFLOW, iar modelul de migrare a contaminantului miscibil este tot un model in diferente finite realizat cu ajutorul modulului MT3DMS.

Pentru realizarea modelului s-au parcurs etapele clasice ale modelarii, de la modelul conceptual la modelul numeric cu ajutorul caruia s-a simulat migrarea unui contaminant miscibil cu apa pe o perioada de 20 de ani.

Corpul de apa subterana freatica este de tip poros permeabil. Varsta Pietrisurilor de Colentina unde este cantonat acest corp de apa apartine depozitelor Pleistocenului superior. Acviferul freatic cantonat in pietrisuri si nisipuri se dezvolta in zona interfluviilor raurilor Arges-Dambovita-Sabar-Pasarea. Este identificata catre nord o reducere a orizontului de pietrisuri si nisipuri, dupa demarcatia liniei Otopeni-Stefanesti-Afumati orizontul cu pietrisuri si nisipuri nu mai poate fi identificat.

Depozitele superficiale trec gradat in nisip fin ruginiu si nisip roscat cu numeroase resturi organice.

Pe masura ce adancimea creste, granulometria nisipurilor creste si ea, ajungandu-se ulterior la pietrisuri. Orizontul acvifer prezinta o sedimentare in lentile, dimensiunile lentilelor cresc catre patul stratului. Pietrisurile din baza se considera ca au fost depuse intr-un regim torential. Intercalatiile dintre depozitele loessoide si Pietrisurile de Colentina reprezinta aluviuni vechi depuse de raul Arges. Datele obtinute din realizarea forajelor din zona Bucuresti, pe partea dreapta a raului Dambovita, releva ca argila care acopera nisipurile si pietrisurile nu este continua, ci ramane sub forma unor lentile (<http://www.rowater.ro/daarges>).

II.7.1 Modelul conceptual al acviferului de Candesti

Modelul conceptual se bazeaza pe date din bibliografia cea mai recenta actualizata cu datele obtinute personal din masuratori in zona depozitului de deseuri si are trei componente:

- a. modelul spatial;
- b. modelul parametric;
- c. modelul energetic.

a. Modelul spatial

In figura 40 sunt prezentate izobatele la acoperisul pietrisurilor de Colentina care traverseaza arealul analizat din zona Giulesti Sarbi si corespund valorilor din intervalul 82,5-80 m, iar izobatele la culcusul pietrisurilor de Colentina, prezentate in figura 41, pune in evidenta pentru arealul analizat izobatele de 80m; 77,5m si 75m.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

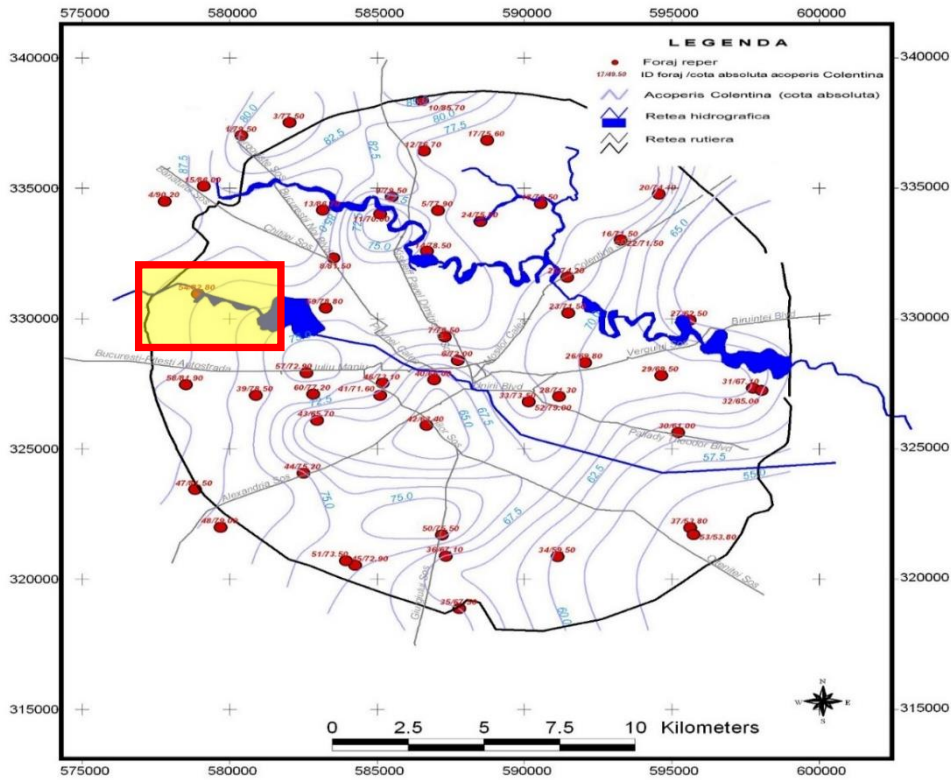


Figura 40 – Zona Bucuresti - Izobate la acoperisul pietrisurilor de Colentina

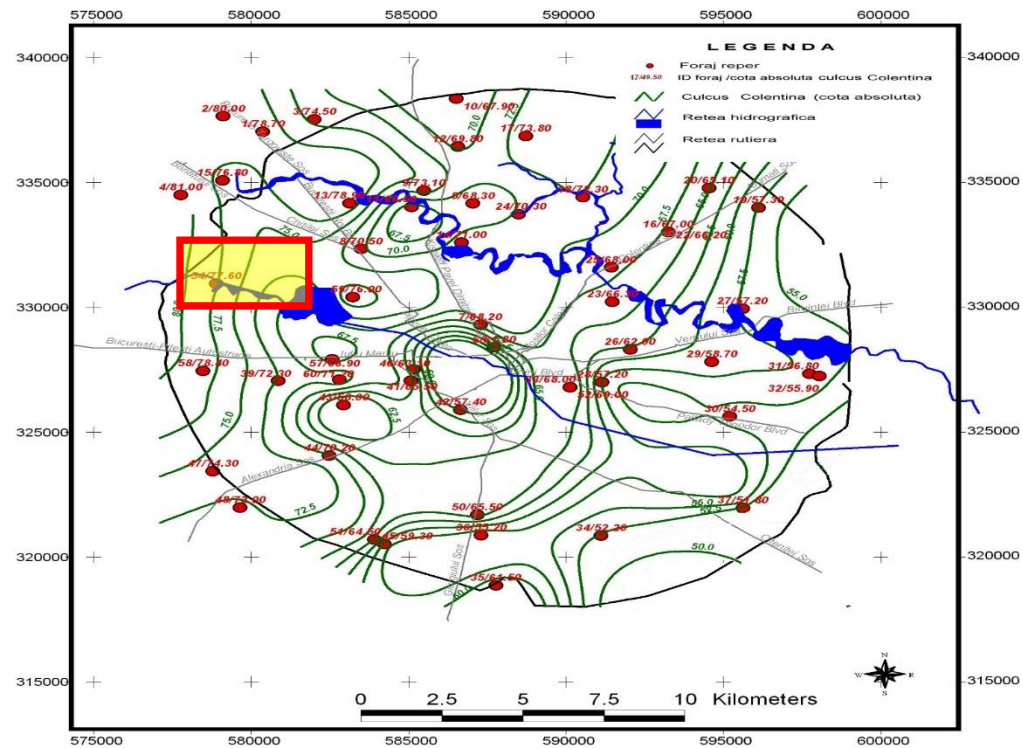


Figura 41– Zona Bucuresti - Izobate la culcusul acviferului din pietrisurile de Colentina

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Grosimea Pietrisurilor de Colentina pentru arealul analizat corespunde unor grosimi (izopahite) de 0-5m si 5-10 m (figura 42).

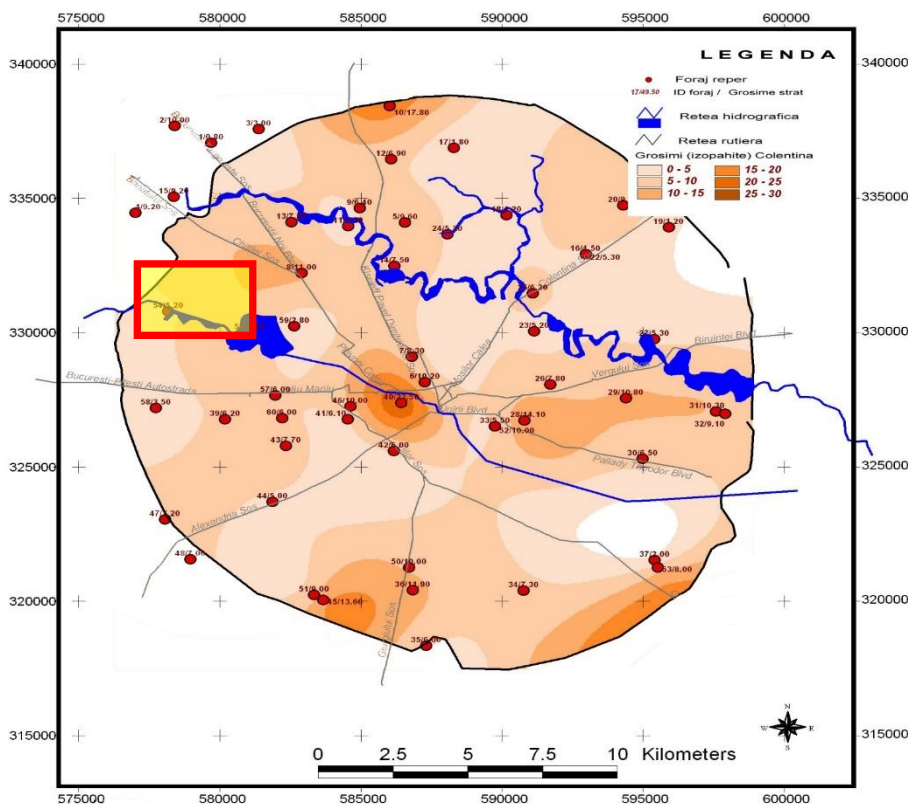


Figura 42 – Zona Bucuresti - Izopahitele corpurilor permeabile in care este generat acviferul din Pietrisurile de Colentina

b. Modelul parametric

In tabelul 17 sunt prezentate valorile conductivitatii hidraulice “K” si ale transmisivitatii „T” in zona municipiului Bucuresti (D. Neagu, Teza de doctorat, 2017).

Tabel 17 – Valorile conductivitatii hidraulice si transmisivitatii pentru zona Bucuresti

Acvifer Colentina							
Zona din municipiul Bucuresti	Adancime acoperis (m)	Adancime culcus (m)	Grosime (m)	Litologie	Adancime nivel piezometru (m)	Parametrii hidrogeologici	
						Conductivitate hidraulică K (m/zi)	Transmisivitate T (m ² /zi)
Zona nordica	10,0-15,0	20,0-25,0	10,0-15,0	Nisip+ pietris galbui	10,0-15,0	5,0-70,0	100-700
Zona estica	5,0-15,0	12,0-20,0	5,0-7,0	Pietris+ nisip galbui	12,0-15,0	115,0-200,0	800-1000
Zona sudica	5,0-15,0	15,0-20,0	5,0-10,0	Pietris+ nisip	5,0-8,0	50,0-160,0	500-800
Zona vestica	10,0-12,5	15,0-20,0	5,0-7,5	Pietris+ nisip galbui	6,0-10,0	15,0-120,0	100-600

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Se constata pentru zona unde se regaseste arealul de studiu valori ale conductivitatii hidraulice K cuprinse intre 5-200 m/zi, iar transmisivitatea T este cuprinsa intre 100 si 1000 m²/zi.

In ceea ce priveste parametrii hidrodispersivi utilizati pentru modelarea migrarii contaminantilor miscibili au fost urmatoarii:

- porozitate efectiva = 20%;
- dispersivitate longitudinala (α_L) = 5 m;
- raport dispersivitate longitudinala/dispersivitate transversala: $\alpha_L / \alpha_T = 0,1$.

In figura 43 este prezentata harta distributiei valorilor transmisivitatii pentru acviferul Colentina (sursa: <http://www.rowater.ro/daarges>). Se constata pentru amplasamentul Depozitului Giulesti-Sarbi ca valorile transmisivitatii se regasesc in intervalul 150-300 m²/zi.

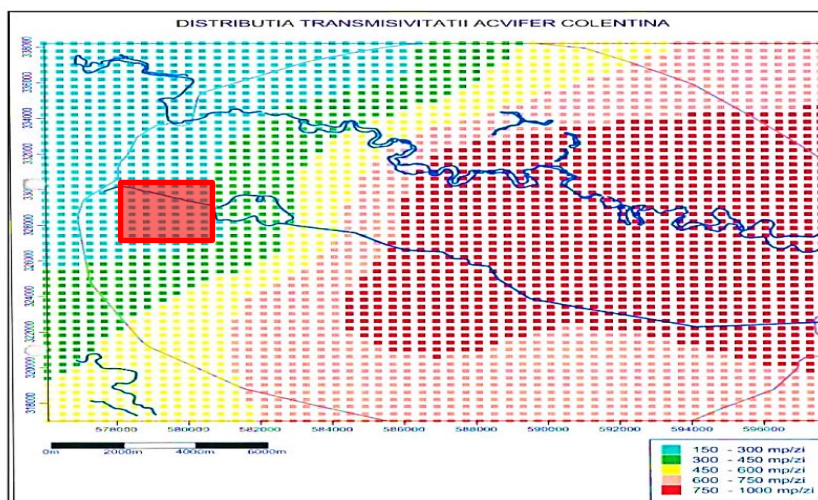


Figura 43 – Harta distributiei valorilor transmisivitatii pentru acviferul Colentina (sursa: <http://www.rowater.ro/daarges>)

c. Modelul energetic

In figura 44 este prezentata harta piezometrica pentru acviferul Colentina.

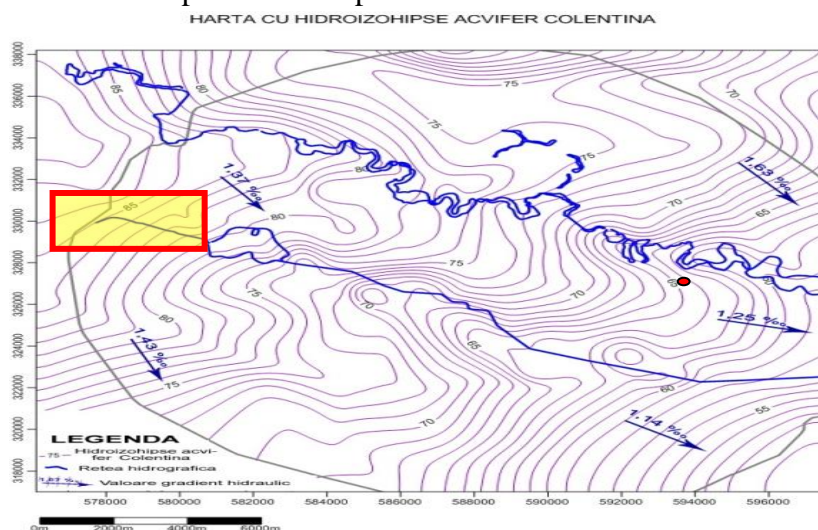


Figura 44 – Harta piezometrica a acviferului Colentina

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Analiza hidroizohipselor pentru zona analizata corespunde celor cu valori cuprinse intre 80 si 85 m, pentru acest interval este evidentiata o panta de 1,37‰.

II.7.2 Modelul matematic pentru zona analizata (Depozitul Giulesti-Sarbi)

Modelul hidrodinamic realizat prin modelare matematica este un spectru hidrodinamic obtinut prin modelarea numerica in diferente finite realizat in cazul de fata cu aplicatia MODFLOW.

Modelul este calibrat pe nivelurile piezometrice medii multianuale ale acviferului din pietrisurile de Colentina.

Simplificarea introdusa in model este neglijarea conexiunilor hidrodinamice cu canalele betonate ale cursului raului Dambovita si ale altor cursuri de apa de suprafata cu variatii ale debitelor si nivelurilor greu de monitorizat. Rezultatele obtinute in urma modelarii sunt prezentate in figurile 45 si 46.

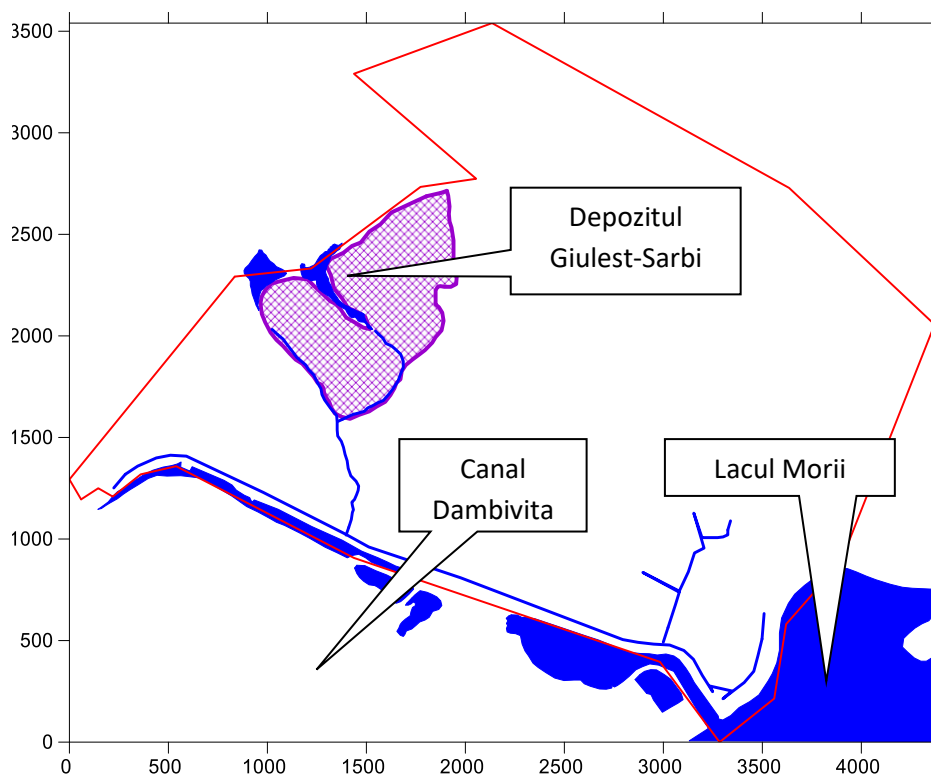


Figura 45 – Canalul Dambovitei, balti, lacuri (Lacul Morii) si cursuri de apa de suprafata din zona depozitului de deseuri Giulesti-Sarbi

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

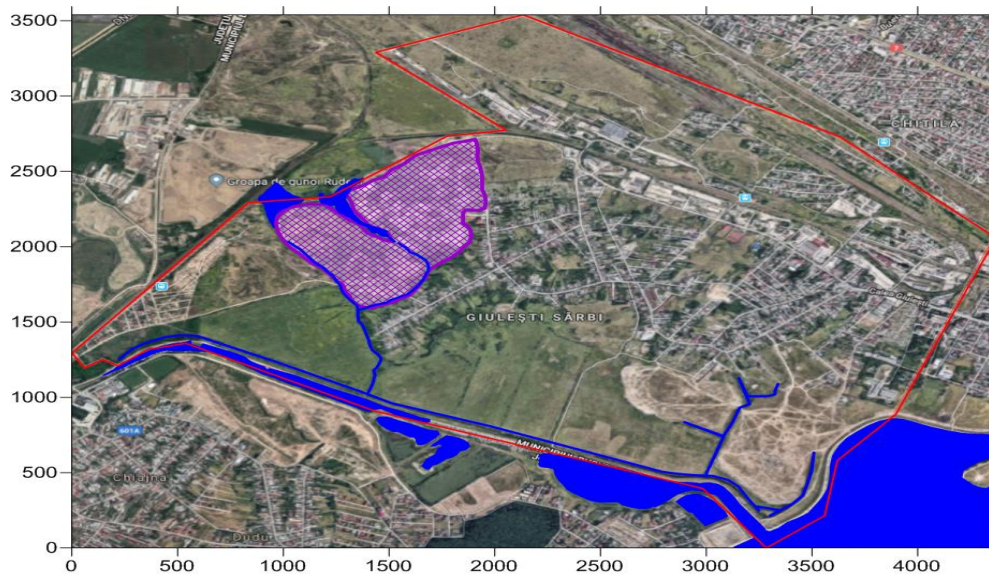


Figura 46 – Canalul Dambovitzei, balti, lacuri (Lacul Morii) si cursuri de apa de suprafata din zona depozitului de deseuri Giulest-Sarbi cu imagini satelit

Spectrul hidrodynamic al curgerii apei subterane din acviferul Colentina in zona de amplasament a Depozitului Giulesti Sarbi este prezentata in figurile 47 si 48.

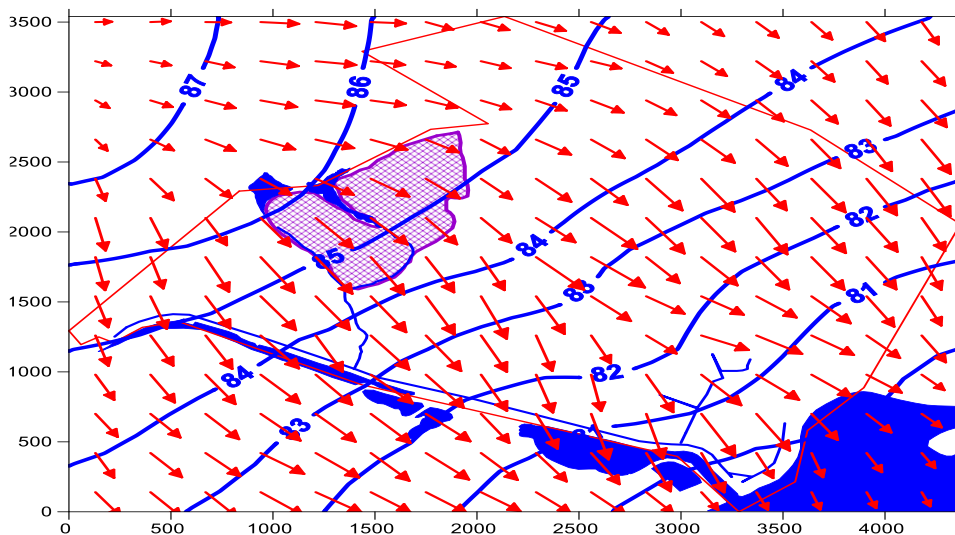


Figura 47 – Spectrul hidrodynamic al curgerii apei subterane din acviferul Colentina in zona depozitului de deseuri Giulest-Sarbi.

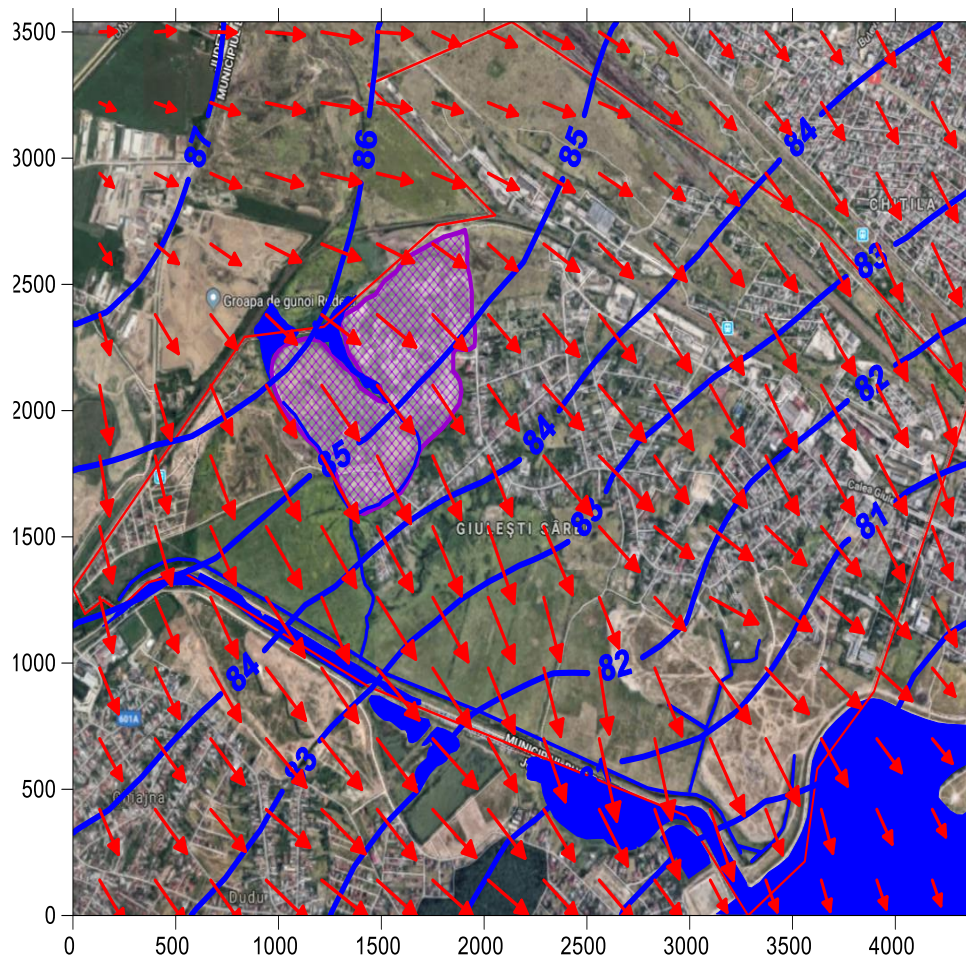


Figura 48 – Spectrul hidrodinamic al curgerii apei subterane din acviferul Colentina in zona depozitului de deseuri Giulesti-Sarbi – imagini satelit (sursa: Google Earth Pro, prelucrare)

Spectrul hidrodinamic multianual evidentiaza o directie de curgere de la NV catre SE, directie care se indreapta catre zona de amplasament a Lacului Morii. Exista identificate o serie de mici inflexiuni datorate efectelor cumulate ale infiltrarilor, pierderilor de apa sau drenajelor locale.

II.7.3 Modelul de migrare a contaminantilor pentru zona analizata (Depozitul Giulesti-Sarbi)

Modelul de migrare a contaminantilor in mediul acvifer este un model cuplat care tine seama de:

- componenta convectiva reprezentata de curgerea apei subterane;
- componenta conductiva reprezentata de difuzia moleculara cu tortuozitate a contaminantilor potentiali.

Pentru simularea migrarii contaminantilor s-a recurs la importarea conditiilor la limita si rezultatele obtinute din modelul matematic de curgere al apei subterane cu ajutorul modulului MT3DMS.

Acest modul permite simularea proceselor de advecție, dispersie si a reactiilor chimice.

Parametrii hidrodispersivi utilizati pentru modelarea migrarii contaminantilor sunt urmatoarii:

- porozitate efectiva = 20%;
- dispersivitate longitudinala = 5 m;
- raport $\alpha_T / \alpha_L = 0,5$.

II.7.4. Simularea migrării unui contaminant miscibil

Simularea migrării contaminanților în zona depozitului de deseuri Giulești-Sarbi s-a realizat cu ajutorul modelului matematic de curgere al apei subterane. Potrivit rezultatelor obținute, un contaminant care ajunge din depozitul de deseuri Giulești-Sarbi în acviferul din PIETRISURILE de COLENTINA parcurge în **20 de ani** aproximativ **3000 m** pe direcția de curgere a apelor subterane. Simularea a fost realizată pentru un contaminant miscibil cu apa care pleacă din depozitul de deseuri Giulești-Sarbi, considerat o **sursă continuă**, la o concentrație de 500 mg/litru și după 20 de ani se extinde pe o distanță de 3000 de metri, paralel cu direcția de curgere a apei subterane (figurile 49 și 50). Simularea migrării contaminantului a neglijat timpul necesar traversării zonei vadoase a acviferului din pietrisurile de Colentina (cu grosime variabilă: 0,5-3,5m), din lipsa informațiilor asupra potențialului de suctiune al formațiunilor și al umidității terenurilor din zona nesaturată.

Obiectivul simulării a fost să dimensioneze suprafața pe care se poate extinde un contaminant miscibil, cu caracteristici dispersive medii. Pentru contaminanți speciali sunt necesare teste experimentale pentru determinarea parametrilor dispersivi specifici, ai parametrilor de sorbtie și degradare chimică și biochimică.

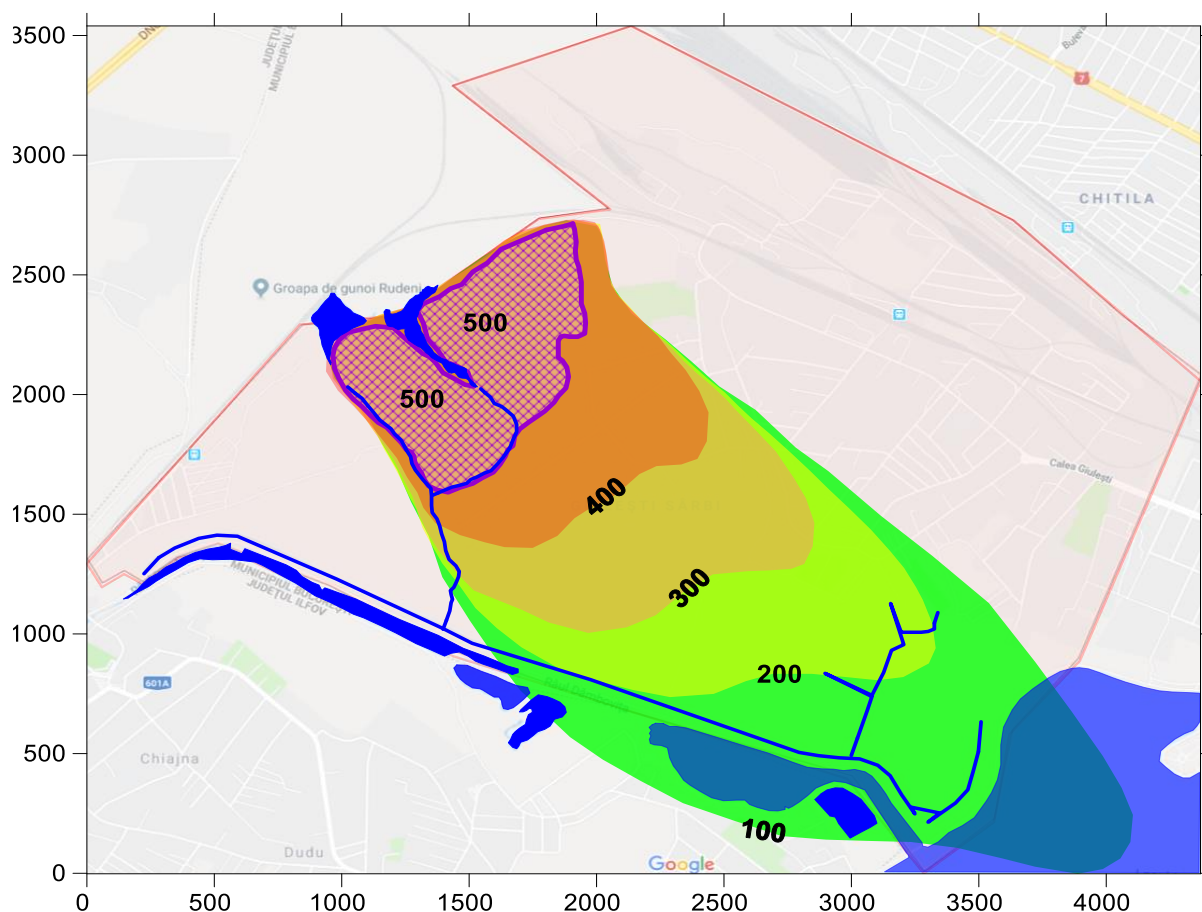


Figura 49 – Extinderea zonei contaminate, cu concentrații cuprinse între 500 și 100 mg/litru, după 20 de ani de la momentul în care contaminantul a ajuns în acviferul de Colentina

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

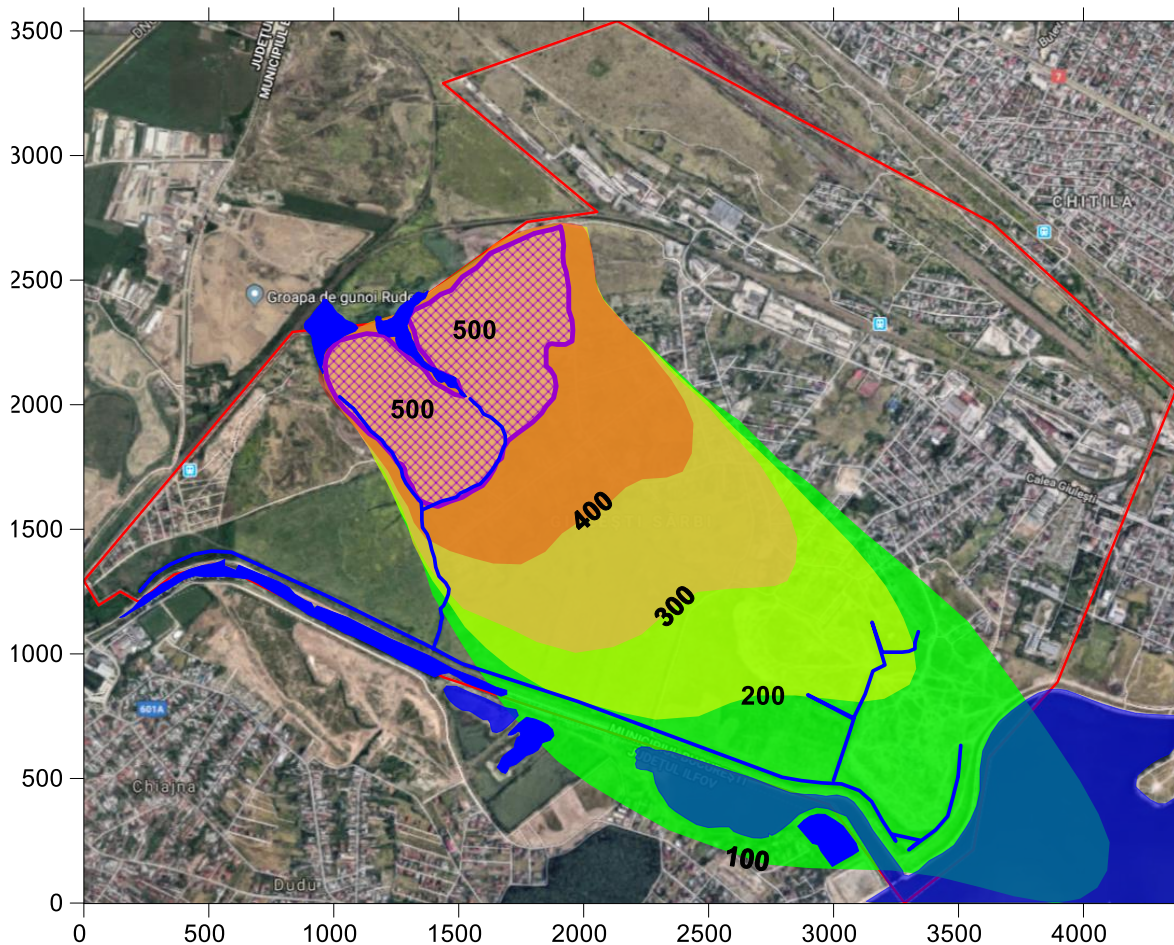


Figura 50 – Extinderea zonei contaminate, cu concentratii cuprinse intre 500 si 100 mg/litru, dupa 20 de ani de la momentul in care contaminantul a ajuns in acviferul de Colentina – satelit
(Google Earth Pro, preluare)

Se considera ca validarea rezultatelor simularii migrarii contaminantilor din zona depozitului de deseuri Giulesti-Sarbi presupune monitorizarea, pentru o perioada de *minimum un an*, a parametrilor fizici si chimici ai apei subterane, precum si a nivelurilor piezometrice in zona contaminata, cu concentratii cuprinse intre 500 si 100 mg/litru, dupa 20 de ani de la momentul in care contaminantul a ajuns in acviferul din pietrisurile de Colentina.

II.8 Evaluarea riscului ecologic pentru depozitul de deseuri neconform analizat (depozitul Giulesti-Sarbi)

Investigatiile in teren in arealul din proximitatea Depozitului Giulesti-Sarbi a pus in evidenta faptul ca apa subterana din fantanile zonei locuite de pe strada Rasadnitei se utilizeaza, ocazional, in scop potabil, desi exista functional un sistem public de alimentare cu apa potabila in zona.

Analiza rezultatelor obtinute in urma determinarii indicatorilor de calitate pune in evidenta faptul ca aceasta resursa este vulnerabila, ca efect indus de Depozitul neconform Giulesti-Sarbi.

II.8.1 Consideratii privind riscul

Riscul de mediu rezulta in urma interactiunii dintre activitatile umane si mediu.

Riscurile de mediu pot fi încadrate in doua categorii:

1. Risc pentru mediu. Acest tip de risc admite faptul ca activitatile unei organizatii pot genera anumite forme de modificare a mediului. Riscul de mediu poate viza:

- flora si fauna;
- sanatatea si bunastarea economica a oamenilor;
- bunastarea sociala si culturala a oamenilor;
- **resursele de apa, aer si sol;**
- energia si clima.

Scopul fiecarui studiu particular trebuie să fie definit cu claritate.

2. Riscul pentru organizatie, din punct de vedere al problematicii de mediu. Aceasta categorie include riscul neconformarii cu legislatia si criteriile existente sau viitoare. De asemenea, in aceasta categorie sunt incluse pierderile pe care afacerile organizatiei le inregistreaza ca urmare a unui management inadecvat, a scaderii reputatiei firmei, a costurilor litigiilor si a dificultatilor de a asigura sau, cel puțin, de a mentine posibilitatea desfasurarii activitatilor operationale si de dezvoltare. Problemele privind securitatea si sanatatea in munca si managementul riscurilor in situatii de urgenta pot fi semnificative si din punct de vedere al riscului de mediu.

Managementul riscului ecologic, care trateaza problematica riscurilor generate de catre activitatile umane trecute, prezente si viitoare asupra florei, faunei si ecosistemelor, constituie doar o componenta a managementului riscului de mediu.

Managementul riscului de mediu furnizeaza un set formal de procese care fundamenteaza adoptarea deciziilor privind mediul si sprijina decidentul in demersul de minimizare a nivelului de incertitudine. Se intalneste des identificarea notiunii de pericol (hazard) cu cea de risc. Distinctia intre “hazard” si “risc” este frecvent nerecunoscuta si evaluarea riscului este folosita cu referire la orice proces de determinare a potentialelor efecte ecologice adverse rezultate din activitatea umana. Cei mai multi elaboratori de studii si metodologii de evaluare a riscului opineaza insa pentru urmatoarele delimitari de notiuni:

- “Hazard” - este acelasi lucru cu potentialul de a crea consecinte adverse nedorite;
- “Expunerea” - reprezinta vulnerabilitatea la hazarduri;
- “Riscul” - este probabilitatea aparitiei efectelor adverse datorate unor situatii de hazard.

Modelul de evaluare presupune insumarea tuturor informatiilor existente asupra zonei supuse analizei:

a) sursele de poluare si magnitudinea lor

Vor trebui selectate substantele chimice care prin proprietatile lor de risc pot genera pericol si specificate criteriile care au stat la baza ignorarii altor substante identificate ca noxe emise.

Printre proprietatile de risc ale substantelor, proprietati care stau la baza selectarii se inscriu:

- persistenta – longevitatea compusilor in mediu;
- mobilitatea – tendinte de dispersie a substantelor in functie de caracteristicile factorilor de mediu;
- potentialul de bioacumulare (in sedimente, in plante sau in tesuturile animale);
- toxicitate si ecotoxicitate.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

b) identificarea receptorilor presupune selectarea acestora functie de calea de transmisie a pericolelor.

Evaluarea modelului conceptual va trebui sa permita obtinerea raspunsurilor la intrebari de genul:

- care substanta chimica este prezenta in emisiile de noxe si ce potential toxic o caracterizeaza;
- ce cale de transport poate conduce la contaminari ale factorilor de mediu;
- care factor de mediu este afectat si care va fi supus unei contaminari aditionale in viitor (durata si amploare).

Prezentarea selectiva a informatiilor existente a urmarit evidentierea urmatoarelor aspecte:

- importanta etapei de studiu “identificarea hazardului” in metodologia de evaluare a riscului ecologic;
- multitudinea de date si corelatii care se constituie ca date de intrare in procesul complex de identificare a hazardului;
- etapa de identificare a hazardului conduce de fapt la o estimare a potentialului substantelor chimice de a produce reactii adverse asupra unei tinte sau unor sisteme tinta (sanatate, ecosistem) prin distributie, cale de expunere si potential de expunere;
- importanta modelului conceptual de evaluare a riscului care va trebui sa evidentieze:
 - existenta unor efecte ecologice semnificative;
 - identitatea cauzelor care au generat aceste efecte;
 - predictia unui risc potential in arealul analizat;
 - stabilirea prioritatilor pentru managementul riscului.

Indiferent de scopul final al evaluarii riscului – ecologic si/sau asupra sanatatii – se porneste de la considerentul ca masurarea riscului da o indicatie asupra probabilitatii si gravitatii efectelor adverse asupra sanatatii si/sau mediului.

II.8.2 Cuantificarea riscului pentru zona Giulesti-Sarbi

Pentru cuantificarea riscului indus asupra apei subterane, apei de suprafata si solului s-a utilizat metodologia care utilizeaza urmatoarea definitie:

$$\text{Risc} = P \times C$$

unde: P – probabilitatea de aparitie a pericolului

C – consecintele (gravitatea) efectelor produse asupra mediului.

Cuantificarea probabilitatilor de aparitie (P) se face pe o scara de la 1 la 4, a carei conversie este:

1 = improbabil

2 = probabilitate foarte mica

3 = probabilitate medie

4 = probabilitate mare

Cuantificarea consecintelor (C) se face de asemenea, pe o scara de la 1 la 4, a carei conversie este:

1 = efecte minore (locale, cu pericol redus pentru mediu);

2 = efecte moderate (prezentand pericol pentru mediu);

3 = efecte grave (deversari de materiale toxice care reprezinta o amenintare pentru mediu);

4 = efecte catastrofale (afectarea mediului in toate componentele sale, cu posibilitati reduse de neutralizare si durata mare de refacere).

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Pentru fiecare activitate si respectiv componenta a utilitatii analizate se evalueaza indicele de risc R, pe baza celor doi factori P si C, apreciati prin sistemul de conversie si scarile prezentate.

Cand $R \geq 6$ se considera ca impactul asupra mediului este semnificativ (*Ordinul 184/1997*).

In Tabelul 18 este prezentata evaluarea riscului indus asupra apei subterane.

Evaluarea probabilitatii (P) si gravitatii (G) s-a realizat pe baza rezultatelor investigatiilor analitice privind calitatea componentelor de mediu obtinute pentru Depozitul Giulesti Sarbi.

Tabelul 18 – Cuantificarea riscului asupra apei subterane

Activitatea	Pericol	Probabilitatea de aparitie (P)	Receptor	Efecte	Gravitate	Risc
Depozitarea neconforma a deseurilor menajere	- percolarea deseurilor depozitate de catre apele meteorice si antrenarea de contaminanti (incarcare organica, azotati, amoniu, metale)	4	Apa subterana	- deteriorarea calitatii apei subterane	2	8
	- imprastierea materialelor depozitate pe terenul din amplasament; - scurgeri de ape contaminate pe terenul amplasamentului	3	Sol/subsol si apa subterana	- afectarea calitatii terenului din amplasament; - migrarea contaminantilor in apa subterana; - deteriorarea calitatii apei subterane	2	6

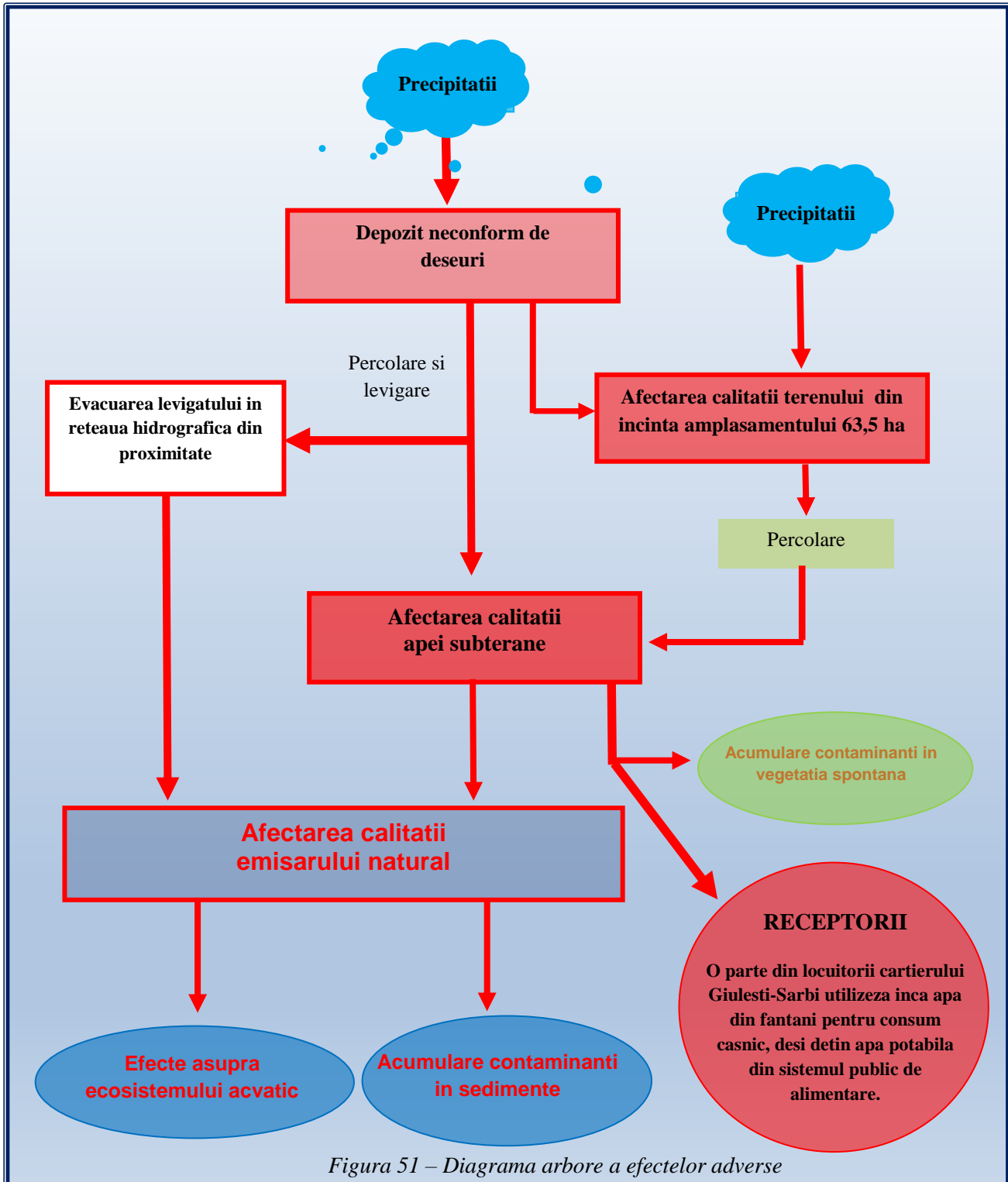
In Tabelul 19 este prezentata evaluarea riscului indus asupra apei de suprafata.

Tabelul 19 – Cuantificarea riscului asupra apei de suprafata

Activitatea	Pericol	Probabilitatea de aparitie (P)	Receptor	Efecte	Gravitate	Risc
Depozitarea neconforma a deseurilor menajere	- percolarea depozitului de catre apele meteorice; - antrenarea contaminantilor in apa subterana aflata in legaturi hidraulice cu apa de suprafata.	4	Apa subterana	- deteriorarea calitatii apei subterane	2	8
	- percolarea depozitului de catre apele meteorice si evacuarea levigatului in apa de suprafata; - transportul contaminantilor in apa de suprafata.	4	Apa de suprafata	- deteriorarea calitatii emisarului natural	2	8

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Pornind de la principiul ca riscul ecologic este definit ca produsul intre probabilitatea de aparitie a unor pericole pentru calitatea componentelor de mediu si consecintele acestora (gravitatea efectelor), analiza s-a derulat pe relatia sursa-cale-receptor. Pentru evidentierea cauzelor generatoare de pericole si efectele asociate s-a intocmit o diagrama arbore care pune in evidenta toate aspectele legate de efectele adverse asupra componentelor de mediu in zona studiata (figura 51).



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochimice complexe”

Aceasta diagrama evidentiaza o serie de aspecte importante:

- percolarea depozitului de catre apele meteorice conduce la formarea levigatului, iar acesta, la randul sau, afecteaza calitatea apei subterane care devine vulnerabila;
- evacuarea levigatului prin intermediul retelei hidrografice genereaza degradarea calitatii acesteia;
- receptorii, in situatii izolate, folosesc apa subterana in scop potabil, ceea ce este un aspect deosebit de negativ.

CONCLUZII SI CONTRIBUTII PERSONALE

In INTRODUCERE sunt puse in evidenta consideratii generale despre progresele considerabile din ultimul deceniu in ceea ce priveste managementul deseurilor urbane. Sistemele actuale de colectare a deseurilor sunt de tip integrat, respectiv includ colectarea, transportul si depozitarea de tip ecologic. Sunt evidentiata de asemenea, neajunsurile si problematica derivata din depozitarea necontrolata a deseurilor, identificata ca o problema de mediu ce nu a fost inca pe deplin rezolvata. Depozitarea necontrolata a deseurilor este regasita atat in mediul urban, cat si in mediul rural si afecteaza suprafete de terenuri neprotejate sau vulnerabile, cum ar fi zone din vecinatatea albiilor raurilor. Au fost semnalate numeroase situatii cand la viituri deseurile necontrolate au fost transportate pe distante mari, precum si cazuri cand acestea au fost identificate in zonele de baraj ale unor lacuri de acumulare. Abia in aceasta etapa finala, respectiv cand au aparut in mod dezagreabil in peisaj, acestea au fost identificate ca o problema reala, serioasa si a condus la interventii pentru ecologizare, fiind colectate cantitati de deseuri de ordinul tonelor.

Au fost integrate si prezentate informatii recente ale unui studiu din anul 2017 care prezinta principalele parti interesate si implicate in gestionarea deseurilor. Studiul releva, in cazul tarii noastre, faptul ca trebuie intreprinse mai multe eforturi, deoarece numai in 5 dintre judetele tarii deseurile reciclabile sunt colectate, atat de la punctele de colectare, cat si in sistem de la usa la usa, respectiv ne aflam intr-o faza de implementare necorespunzatoare.

Tot in **partea introductiva a tezei** au fost prezentate aspectele motivationale, interesul si actualitatea tematicii abordate in prezenta teza de doctorat.

Elementele care dau specificitate prezentei teze de doctorat constau in evaluarea complexa a unui sit contaminat reprezentat de Depozitul de Deseuri Giulesti Sarbi din sectorul 6 al municipiului Bucuresti care a functionat in perioada 1970-1990, perioada in care a deservit necesitatile de depozitare finala ale capitalei.

Din pacate acest depozit este in prezent un sit abandonat care nu prezinta nici un interes pentru Autoritatile Publice Locale, in sensul restabilirii calitatii conditiilor de mediu in zona si integrarea acestuia in peisajul urban pentru ca se regaseste intr-un cartier din sectorul 6 al municipiului Bucuresti.

In aceeasi parte introductiva este prezentata si detaliata structura prezentei teze de doctorat, pornind de la enuntarea **obiectivului general** al tezei „*evaluarea efectelor induse asupra calitatii componentelor de mediu in vecinatatea unui depozit de deseuri municipale, depozitul neconform Giulesti Sarbi, sit abandonat situat in sectorul 6 al municipiului Bucuresti*”.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Pentru atingerea obiectivului general au fost stabilite **6 obiective specifice** si au fost preconizate o serie de rezultate obtinute in cadrul tezei: modelul conceptual al zonei analizate; date experimentale privind identificarea emisiilor de gaze in proximitatea depozitelor de deseuri analizate (element de noutate); date analitice privind starea de calitate a factorilor de mediu pentru zona din proximitatea depozitului de deseuri Giulesti Sarbi si elaborarea diagramei arbore a efectelor adverse care decurg din evaluarea riscului ecologic pentru acelasi depozit analizat.

Capitolul I este dedicat **CERCETARII DOCUMENTARE** si in acest capitol sunt prezentate:

- o sinteza legislativa actualizata specifica managementului deseurilor, prezentata ca anexa la teza de doctorat (Anexa 1).
- elementele actuale privind gestiunea deseurilor bazata pe ierarhia deseurilor, respectiv in acceptiunea actuala este de preferat ca eliminarea deseurilor prin depozitare, precum si incinerarea deseurilor sa ocupe ultimul loc in ierarhia deseurilor.
- o analiza actuala si detaliata privind prioritatile, oportunitatile si beneficiile care rezida din trecerea de la o economie de tip clasic, linear, la una de tip circular.

Consultarea unor surse europene de evaluare in domeniul managementului deseurilor releva ca situatia Romaniei este foarte ingrijoratoare, pentru ca obiectivele asumate prin pachetele legislative aflate in vigoare sunt extrem de dificil de indeplinit.

Rata de reciclare a deseurilor municipale in Romania este foarte redusa, se recicleaza pana la 3% din acestea, in conditiile in care nici o alta tara din Uniunea Europeana nu recicleaza mai putin de 10%. In aceste circumstante, atingerea tinte de 65% rata de reciclare este dificil de atins.

- modalitatile de investigare a calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri neconforme.

Un reper important este reprezentat de catre *Ghidul Tehnic privind modalitatile de investigare si evaluare a poluarii solului si subsolului din anul 2008* care releva in privinta calitatii mediului geologic ca, este importanta cunoasterea si mentinerea conditiilor de existenta a tuturor componentelor sale la starea naturala dobandita in momentul formarii si mentinuta pe parcursul vietii geologice. Depozitele de deseuri menajere necorespunzatoare au condus la poluarea subsolului prin infiltrarea levigatului in formatiunile geologice aflate in patul depozitului. Depozitele de deseuri industriale si din industria extractiva (halde, iazuri de decantare, bataluri, etc.) necorespunzatoare, au condus la o intensa poluare a formatiunilor geologice in care sunt amplasate. Calitatea apelor constituie o problema prioritara pe plan mondial, iar singura sursa de ape nepoluate o reprezinta rezervele de ape subterane. Astfel, mentinerea acestei rezerve reprezinta o conditie vitala pentru orice stat. Apa subterana este o sursa buna de apa potabila datorita proprietatilor de purificare ale solului. Fenomenul de poluare apare si in cazul apelor subterane, desi acestea sunt mai protejate decat apele de la suprafata.

- modalitatile de evaluare a riscurilor privind migrarea gazului de depozit in vecinatatea depozitului de deseuri in zona nesaturata. Toate aceste informatii documentare converg catre atingerea unuia dintre obiectivele specifice ce consta in documentarea si implementarea in practica a evaluarii emisiilor de gaze in sol/subsol in vecinatatea surselor potentiale, in vederea evaluarii posibilitatii migrarii gazului de depozit in proximitate.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

- documentarea a avut drept referinta Ghidul CIRIA C665 „Evaluarea riscurilor induse de emisiile gazoase din sol/subsol asupra constructiilor” un document important sub aspectul elucidarii aspectelor care tin de evaluarea riscului acumularii in sol/subsol a gazelor cu potential exploziv, coroborat cu informatiile din ghiduri practice din Statele Unite ale Americii, pe domeniile specifice monitorizarii metanului in zona depozitelor de deseuri.

Au fost documentate si prezentate:

- sursele tipice de formare a metanului, proprietatile fizice si chimice ale gazelor care provin din zonele de depozitare a deseurilor, proprietatile fizice si chimice ale compusilor volatili, compozitia gazului de depozit, parametrii care influenteaza formarea gazului de depozit, factorii care influenteaza migrarea gazului de depozit si posibilitatile de patrundere si acumulare in constructii.
- un model conceptual al unui amplasament cu surse potentiale de gaze periculoase, si o lista a echipamentelor de masurare care sunt utilizate in monitorizarea gazului de depozit, in special metan..
- criteriile unei evaluari de risc care are la baza, pe de o parte concentratiile masurate de metan si bioxid de carbon, iar pe de alta parte debitele de gaz masurate in forajele de control. In ceea ce priveste forajele de control, a fost prezentata o schema detaliata privind elementele constructive ale acestora si detaliile tehnice care asigura conectarea aparaturii portabile de masurare gaze.

Capitolul II este structurat in mai multe subcapitole care toate insumate constituie **CERCETAREA EXPERIMENTALA** a prezentei teze de doctorat.

- Sunt descrise **caracteristicile depozitului analizat, respectiv Depozitul Giulesti-Sarbi din Bucuresti** (situat in sectorul 6, zona Giulesti-Gara 16 Februarie), respectiv un depozit de deseuri cu activitatea incetata de mai mult de 27 ani. Pentru acest depozit s-a realizat aplicarea metodologiei de investigare a emisiilor gazoase din sol/subsol in areale potential generatoare de astfel de emisii.

Pentru acest depozit au fost:

- furnizate informatii documentare culese in teren;
- ilustrata grafic amplasarea in zona si cea de detaliu;
- realizata o sectiune transversala cu informatii altimetrice locale;
- elaborat un model conceptual pentru descrierea amplasamentului si a fost propus a se realiza un camp experimental pentru investigarea emisiilor de gaze in zona periferica depozitului analizat. Toate demersurile si actiunile efectuate au urmat o schema logica de management al riscului indus de emisiile gazoase din sol/subsol adaptata la caracteristicile specifice acestui depozit, pornind de la informatiile cuprinse in ghidurile metodologice documentate.

Au fost evidentiata etapele de investigare care cuprind:

- investigatii intruzive (foraje pentru stabilirea structurii litologice si pentru captarea emisiilor gazoase din sol/subsol);
- explorarea amplasamentului prin masuratori de emisii in cadrul unui program de monitorizare (se recomanda un minim de 6 runde de masuratori din care doua sa corespunda manifestarii unor perioade caracterizate de manifestarea unor presiuni atmosferice scazute);
- intocmirea unui raport preliminar de monitorizare;
- prelevari de probe si analiza in laborator pentru confirmarea rezultatelor obtinute in-situ.



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Campul experimental a pornit de la o analiza a posibilitatilor tehnice de amplasare a unor foraje in proximitatea Depozitului Giulesti Sarbi pentru a se putea evalua prin masuratori in-situ potentialul de acumulare a unor gaze cu caracter periculos in zona nesaturata, in special acumularea de metan.

Amplasarea forajelor de control a fost o sarcina dificila, deoarece zona nu este securizata, este greu accesibila, drumurile sunt impracticabile auto, preponderent deplasarea s-a realizat pe jos impreuna cu echipamentele necesare. S-a identificat pentru campul experimental posibilitatea realizarii a 4 foraje de control, 3 situate in proximitatea depozitului, iar unul la distanta de acesta pentru a furniza date de referinta, foraj denumit „martor”. Amplasarea acestora a fost prezentata pe harta, iar pentru o localizare precisa au fost furnizate coordonatele geografice obtinute prin intermediul unui receptor GPS. Forajele au fost executate cu echipamentele de foraj manual din dotare, fiind furnizate toate detaliile constructive si de executie, precum si o schita care integreaza aceste detalii.

Fiecare foraj a primit o caracterizare descriptiva care include informatiile relevante obtinute in teren, precum si informatiile litologice identificate la momentul executiei forajului.

Pentru o serie de probe prelevate din teren, in conditii speciale, a fost realizata testarea permeabilitatii in laborator. Au fost furnizate detalii privind prelevarea, metoda de incercare, echipamentul de laborator utilizat (permeamtru) si au fost evidentiate corespunzator rezultatele obtinute.

Pentru masuratorile de gaze din forajele de control executate a fost prezentat in detaliu echipamentul de masurare utilizat, respectiv analizorul de gaze model GA2000Plus, produs de firma Geotech Instruments Ltd., echipament care este recomandat de ghidurile internationale pentru astfel de incercari. Echipamentul utilizat in configuratia sa completa a permis masurarea si afisarea simultana a urmatoilor indicatori: CH₄, CO₂, O₂, CO (cu compensare de H₂) si H₂S. Dupa finalizarea constructiei forajelor acestea au fost monitorizate in cadrul mai multor campanii desfasurate in perioada august 2009 - august 2013, fiind centralizate tabelar rezultatele obtinute, iar pentru o serie de parametrii masurati s-au elaborat grafice de evolutie.

Pentru Depozitul Giulesti Sarbi evolutia emisiilor gazoase in forajele de observatie pun in evidenta faptul ca in zona de amplasament a unuia dintre foraje (forajul notificat F2), pe directia nord de Depozitul Giulesti Sarbi s-a inregistrat concentratii importante de metan care au atins un maxim de 60,5%. Toate acestea s-au inregistrat in conditii favorabile, fiind evidentiat ca notabil aportul local al depozitarii necontrolate (ingropate) al unor deseuri recente care au constituit o sursa locala de metan in zona nesaturata unde a fost realizat acest foraj F2.

Zona Depozitului Giulesti Sarbi a fost puternic modificata antropic, fara a avea la dispozitie informatii privind modul de depozitare a deeurilor, daca a existat o compactare si, mai ales, informatii privind modul in care s-a mentinut stabilitatea depozitului dupa incetarea activitatii. Manifestarea factorilor antropici pot induce prin diverse actiuni cresterea permeabilitatii, ce confera gazelor posibilitatea de a migra sau de a se acumula. Litologia zonei, sedimentara, este una permeabila, favorabila migrarii gazelor in sol/subsol. Masuratorile intreprinse in cadrul campaniilor de monitorizare si toate rezultatele obtinute pentru forajul F2 nu fac altceva decat sa intareasca ideea oportunitatii, chiar a necesitatii evaluarii emisiilor de gaze, a metanului in special, in proximitatea depozitelor de deseuri. Existenta in Romania a numeroase depozite de deseuri neconforme, precum zone de depozitare necontrolata a deeurilor, ceea ce impune ca astfel de masuratori de gaze in foraje de control sa fie efectuate ca o masura de preventie, tinand cont de caracterul periculos al acumularii de metan in sol/subsol si a riscurilor asociate in legatura cu prezenta acestui gaz.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

- Pentru o cat mai buna evidentiere a aspectelor detaliate pentru Depozitul Giulesti Sarbi, **a fost realizata o analiza comparativa cu un depozit de deseuri neconform situat intr-o alta regiune a tarii**, respectiv **Depozitul Suceava**. Depozitul se gaseste situat in partea de Est a municipiului Suceava, pe malul drept al raului Suceava.

In acest sector, raul Suceava are un profil transversal asimetric, malul drept prezinta o declivitate accentuata, portiunea de lunca a raului fiind relativ ingusta, diferente altimetrice de la aproximativ 266 m in zona albiei minore pana la 350 m in zona cetatii Sucevei. Malul stang are o declivitate redusa, diferentele altimetrice fata de albia minora fiind de numai 3-4 m.

Si in cazul Depozitului Suceava, au fost prezentate detaliile amplasamentului, localizarea in zona si cea de detaliu, descrierea informatiilor legate de cele 3 foraje de monitorizare gaze realizate, inclusiv detaliile litologice ale acestora si rezultatele testelor de permeabilitate a solului. Masuratorile de gaze in foraje pentru Depozitul Suceava au fost efectuate in mai multe campanii de investigare derulate in perioada septembrie 2009 – iulie 2013, utilizand acelasi echipament de masurare gaze. Rezultatele au fost centralizate tabelar si pentru o serie de parametrii au realizate reprezentari grafice. Pentru Depozitul Suceava prezenta metanului in forajele de observatie este foarte redusa, iar la forajul notificat F SV1 lipseste in decursul intregii perioade de monitorizare. Pozitionarea acestui foraj la baza unui versant impadurit, care se invecineaza cu depozitul de deseuri, limiteaza posibilitatea migrarii gazelor. Litologia identificata in zona acestui foraj, predominant argiloasa pana la 140 cm este de asemenea un factor limitativ in migrarea gazelor. Concentratiile de CO₂ s-au situat in intervalul 1,5-4,4%, iar variatia oxigenului a fost in domeniul 5,3-19,2%.

Conditii meteorologice pentru zona orasului Suceava, situat in nordul tarii, au prezentat un minim termic in luna decembrie 2009 (-6⁰C) si un maxim luna iulie 2010 (31⁰C), iar din punct de vedere baric valorile s-au situat in intervalul 988-1013 mbar.

Comparativ cu Depozitul Giulesti-Sarbi, prezenta metanului in concentratii reduse de pana la 0,4% metan nu poate exclude posibilitatea migrarii gazelor de depozit. Litologia identificata in zona forajelor F SV2 si F SV3 este una predominant nisipoasa care faciliteaza migrarea gazelor. O explicatie plauzibila provine din particularitatile acestui depozit, respectiv perioada scurta de la incetarea activitatii de depozitare, si lipsa unui strat de acoperire finala a deseurilor depozitate, ceea ce determina ca cea mai mare parte a emisiilor gazoase sa se elibereze in atmosfera, fara a migra in stratele permeabile din proximitate.

Pentru depozitul Giulesti Sarbi evaluarea nu s-a limitat doar la evaluarea concentratiilor de gaze in forajele de monitorizare situate in proximitatea depozitului ci, additional evaluarea a urmarit abordarea, metodologic si aplicativ, sa stabileasca calitatea componentelor de mediu, prin parcurgerea mai multor pasi:

- punctul de pornire consta in definirea obiectivelor evaluarii, a cerintelor de reglementare si stabilirea criteriilor;
- culegerea de informatii si, mai ales descrierea sistemului de depozitare, caracteristicile amplasamentului si a structurilor/amenajarilor care intra in amenajarea sa;
- identificarea caracteristicilor, evenimentelor si proceselor care pot aduce influente pe termen lung;
- dezvoltarea si testarea de modele conceptuale si matematice care descriu comportamentul sistemului si a componentelor sale;

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

- identificarea si descrierea de scenarii relevante pentru amplasamentul analizat;
- identificarea cailor de migrare a poluantilor in mediu (relatia sursa – cale de transmitere – receptor);
- demararea evaluarii prin modelare conceptuala;
- compararea rezultatelor evaluarii cu cerintele de conformare;
- alte consideratii relevante pentru evaluare.

A fost propus un camp experimental de investigare pentru apa subterana (4 puncte de control) fiind analizati in laborator in urma aplicarii de metode standardizate de incercare, urmatorii indicatori de calitate: pH, CCOCr, amoniu, azotiti, fenoli, substante extractibile cu solventi organici, metale (Cd, Cr, Ni, Pb, Zn), sulfuri si hidrogen sulfurat. Mai mult in Anexa 2 au fost integrate informatii relevante privind metodele de incercare utilizate.

Analiza valorilor obtinute raportat la valorile admise impuse de Legea 458/2002 (republicata 1) privind calitatea apei potabile, pune in evidenta caracteristicile zonei saturate in proximitatea depozitului Giulesti Sarbi, identificandu-se o crestere a valorilor indicatorului de calitate „amoniu”, pe o directie de la Nord catre Sud, respectiv din amonte catre aval, iar la unul dintre foraje se depaseste valoarea admisa, ceea ce semnifica afectarea calitativa a apei subterane; oxidabilitatea reprezentata prin indicatorul „CCOCr” releva depasiri ale valorii admise de 3,12 pana la 13,46 ori. De asemenea, indicatorii de calitate „nichel” si „cupru” prezinta depasiri in cazul forajelor situate ca pozitie aval de depozit.

Investigatiile au fost extinse si asupra emisarului natural din apropiere, respectiv reseaua hidrografica locala, care este tributara raului Dambovita situat in apropiere. Au fost prelevate probe din 3 sectiuni de control, iar rezultatele au fost interpretate in conformitate cu reglementarile in vigoare.

Concluziile releva stari ecologice ale apei de suprafata cu ample variatii, inclusiv starea ecologica cea mai nefavorabila, indusa de valorile indicatorilor de calitate analizati. In principal, indicatorii de calitate: CBO₅, azotati si nichel sunt responsabili de degradarea starii de calitate a emisarului analizat. Din aceleasi puncte de control au fost prelevate si caracterizate probe de sedimente de rau, analiza fractiei granulometrice <63µm prezinta valori ale indicatorilor de calitate fizico-chimici care depasesc valoarea limita in cazul zincului, cu o crestere a valorilor din sectiunile din amonte catre cele din aval. Pentru aceleasi probe de sedimente s-a determinat in laborator, utilizandu-se metode de incercare recunoscute componenta biotica reprezentata de macronevertebratele bentonice. Studiul acestora este recomandat in evaluarea integrata a calitatii diferitelor corpuri de apa in conformitate cu reglementarile Directivei Cadru Apa, deoarece acestea reprezinta principala veriga a lanturilor trofice prin intermediul careia este acumulata, transformata si transferata energia stocata sub forma de detritus organic sedimentat catre alte nivele trofice, reintroducand-o astfel in fluxul energetic. Analiza comunitatii macrozoobentonice a urmarit componenta cantitativa (densitate numerica, biomasa remanenta, abundenta dupa densitate numerica si biomasa remanenta) si calitativa (compozitie taxonomica/grupe dominante). S-a constatat prezenta mai multor grupe macrozoobentonice in sectiunea din aval vs. amonte, iar din punct de vedere al densitatii numerice valoarea maxima se regaseste la sectiunea din amonte si, valori mai mici, in sectiunile din aval. Grupele macrozoobentonice identificate sunt specifice substratului malos dezvoltat pe loesuri, specific zonei studiate, predominand specii apartinand grupelor *Oligochete*, *Chironomide* si *Isopode*.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

O alta componenta investigata pentru amplasamentul analizat este reprezentata de **vegetatia spontana** prelevata din 3 sectiuni de control luate in analiza. S-au urmarit astfel posibilitatile de fitoextractie ale metalelor grele la nivelul frunzelor, fiind analizate metalele grele: Cd, Cu, Cr, Ni, Pb si Zn. Rezultatele au evidentiat in cazul zincului, valori de ordinul de marime zeci de mg/kg, iar pentru celelalte metale analizate valorile sunt cuprinse in domeniul 0,63-9,83 mg/kg s.u. Desi nu sunt reglementate cantitatile de elemente chimice continute in vegetatie, se pot evidentia cantitati importante de metale grele care, prin fitoextractie, au fost acumulate in aparatul foliar al vegetatiei spontane din zona. Este o dovada certa a antropizarii peisajului din zona depozitului Giulesti Sarbi, respectiv este resimtit impactul acestuia asupra factorilor de mediu.

Cu un caracter pronuntat experimental a fost realizat in proximitatea depozitului de deseuri Giulesti Sarbi, un camp experimental rezultat prin executia a 6 piezometre pentru controlul apei subterane; acestea au fost realizate prin foraj manual, iar amplasarea s-a facut ca pozitie aval de depozitul de deseuri, pe directia generala de drenaj a retelei hidrografice, respectiv catre raul Dambovita.

Dupa realizarea piezometrelor a urmat esantionarea probelor de sol prelevate si, ulterior, in laborator, caracterizarea geochemica a unui numar total 24 de probe de sol provenite din zona nesaturata; piezometrele au fost curatate prin pompaj si au fost prelevate si caracterizate in laborator, din punct de vedere fizico-chimic, 6 probe de apa subterana. Pentru o cat mai riguroasa analiza, au fost prelevate si caracterizate analitic in laborator 2 probe de apa de suprafata din emisarul natural situat in proximitatea depozitului de deseuri, care se afla in conexiuni hidraulice cu apa subterana.

Investigatiile in teren au permis identificarea litologiei locale si caracteristicile specifice zonei. Rezultatele au fost prezentate centralizat sub forma de tabele pentru zona nesaturata si cea saturata, interpretarea rezultatelor obtinute a condus la cateva concluzii notabile. Astfel, valorile indicatorilor de calitate care caracterizeaza emisarul natural indica o stare ecologica degradata indusa de valorile indicatorilor de calitate: amoniu, azotati, cadmiu si nichel. Rezultatele obtinute pentru zona saturata evidentiaza conexiunile hidraulice cu emisarul natural, care se poate institui intr-o sursa de poluare in lipsa altor surse potentiale, manifestate activ in amplasament. Apa de suprafata este o sursa rapida de transport a levigatului din amplasamentul depozitului catre raul Dambovita. Pe de o parte, apele de percolare contaminate de la Depozitul de deseuri Giulesti Sarbi (levigatul) ajunge direct in apa subterana - pe o componenta descendenta verticala, iar pe de alta parte, apele de siroire si levigatul sunt preluate direct de reseaua hidrografica locala, tributara raului Dambovita, fiind degradata astfel starea ecologica a acesteia.

Analiza indicatorilor de calitate in zona nesaturata a evidentiat valori mai mari in contact cu zona saturata, iar diferentele amonte - aval, arata valori mai mari in sectiunile din aval corespunzatoare zonei de drenaj catre raul Dambovita, situat la sud de amplasamentul analizat.

Unul dintre obiectivele specifice propuse in prezenta teza de doctorat a constat in **realizarea modelului hidrodinamic si de migrare a contaminantilor pentru arealul studiat**, in vederea evaluarii si prognozei impactului depozitului de deseuri Giulesti-Sarbi asupra acviferului freatic din Pietrisurile de Candesti.

Modelul se bazeaza pe datele regasite in resurse bibliografice recente si masuratori directe in zona depozitului de deseuri Giulesti Sarbi desfasurate in perioada 2009-2013.

Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Modelul hidrodinamic este un model numeric in diferente finite, realizat cu o aplicatie software de larga recunoastere in domeniul hidrogeologiei, respectiv aplicatia software **MODFLOW**, iar pentru modelul de migrare a contaminantului miscibil (tot un model in diferente finite) a fost realizat cu ajutorul modulului **MT3DMS**.

Pentru realizarea modelului s-au parcurs etapele clasice ale modelarii, de la modelul conceptual la modelul numeric cu ajutorul caruia s-a simulat migrarea unui contaminant miscibil cu apa pe o perioada de 20 de ani. Potrivit rezultatelor obtinute prin aplicarea modelului matematic, un contaminant care ajunge din depozitul de deseuri Giulesti-Sarbi in acviferul din Pietrisurile de Colentina parcurge in 20 de ani aproximativ 3000 m pe directia de curgere a apelor subterane.

Simularea a fost realizata pentru un contaminant miscibil cu apa care pleaca din depozitul de deseuri Giulesti-Sarbi, considerat o sursa continua, la o concentratie de 500 mg/litru si dupa 20 de ani se extinde pe o distanta de 3000 de metri, paralel cu directia de curgere a apei subterane.

Simularea migrarii contaminantului a neglijat timpul necesar traversarii zonei vadoase a acviferului din pietrisurile de Colentina, cu grosime variabila cuprinsa intre 0,5-3,5 m din lipsa informatiilor privind potentialului de suctiune al formatiunilor si al umiditatii terenurilor din zona nesaturata.

Obiectivul simularii a fost sa dimensioneze suprafata pe care se poate extinde un contaminant miscibil, cu caracteristici dispersive medii. Pentru contaminanti speciali sunt necesare teste experimentale pentru determinarea parametrilor dispersivi specifici, ai parametrilor de sorbtie si degradare chimica si biochimica. Validarea rezultatelor simularii migrarii contaminantilor din zona depozitului de deseuri Giulesti-Sarbi presupune monitorizarea, pentru o perioada de minimum un an, a parametrilor fizici si chimici ai apei subterane, precum si a nivelurilor piezometrice in zona contaminata, cu concentratii cuprinse intre 500 si 100 mg/litru, dupa 20 de ani de la momentul in care contaminantul a ajuns in acviferul din pietrisurile de Colentina.

Un alt obiectiv specific al prezentei teze a constat in **cuantificarea riscului indus asupra apei subterane, apei de suprafata si solului** pentru care s-a utilizat o metodologie care defineste *riscul* ca fiind produsul dintre probabilitatea de aparitie a pericolului si consecintele (gravitatea) efectelor produse asupra mediului. Analiza riscului s-a derulat pe relatia sursa-cale-receptor, iar pentru evidentierea cauzelor generatoare de pericole si efectele asociate s-a intocmit o diagrama arbore care pune in evidenta toate aspectele legate de efectele adverse asupra componentelor de mediu in zona studiata.

Concluziile principale care decurg din analiza de risc sunt:

- percolarea depozitului de catre apele meteorice conduce la formarea levigatului si afecteaza starea de calitate a apei freatic care devine astfel vulnerabila;
- evacuarea levigatului prin intermediul retelei hidrografice produce degradarea calitatii acesteia evidentiata de starile ecologice care au fost cuantificate prin analiza indicatorilor de calitate.

Realizarea tezei de doctorat a condus la evidentierea unor CONTRIBUTII PERSONALE, dintre care se pot considera ca notabile urmatoarele:

- **informații noi privind caracterizarea zonelor poluate antropic** prin introducerea in evaluarea de mediu (element de noutate in Romania) a monitorizarii gazelor in foraje de control, foraje cu o serie de caracteristici tehnice constructive speciale si amplasate in proximitatea unor surse potentiale (Depozitul Giulesti Sarbi si Depozitul Suceava);
- **documentarea in literatura de specialitate**, consultarea unor documentatii tehnice si ghiduri **pentru evaluarea gazelor in foraje** (in special concentratiile de metan) din Marea Britanie si SUA au permis elaborarea modelului conceptual si, ulterior, au fost desfasurate experimente pentru cuantificarea concentratiilor de gaze in sol/subsol in proximitatea surselor potentiale generatoare. Implementarea in premiera in Romania a experimentarilor privind posibilitatile de acumulare a gazelor in sol/subsol in proximitatea surselor potentiale generatoare de astfel de emisii se poate considera ca o contributie personala a doctorandului la cunoasterea in domeniul evaluarii poluarii mediului inconjurator;
- **forajele de control au fost realizate exclusiv manual**, in zone cu acces limitat, fara posibilitatea de a transporta echipamentele si materialele necesare cu mijloace de transport pana la locurile prestabilite pentru foraj; acestea au fost transportate pe jos, iar din acest punct de vedere realizarea forajelor nu a fost o sarcina usoara. Se poate afirma ca aceasta latura aplicativa, de constructie a forajelor de monitorizare gaze si a piezometrelor pentru prelevarea probelor de apa subterana, poate fi asimilata ca o contributie personala importanta pentru atingerea obiectivelor propuse in prezenta teza;
- echipamentul portabil de masurare a concentratiilor de gaze din dotarea INCD-ECOIND, un echipament adecvat si recomandat de ghidurile internationale, a facilitat realizarea de masuratori in teren, in mai multe campanii de investigare, care au permis obtinerea de informatii importante privind posibilitatile de migrare a gazelor de depozit in vecinatatea acestora; cuantificarea acestor date obiective, obtinute prin masurare directa in teren, in premiera in Romania, se instituie intr-o **contributie personala** la atingerea obiectivului prezentei teze de doctorat;
- **o contributie a carei importanta nu trebuie neglijata este cea metodologica**, respectiv sustinerea recomandarii ca evaluarea gazelor in sol/subsol in proximitatea unor surse potentiale generatoare de astfel de emisii, cum este cazul depozitelor de deseuri neconforme sau zonele de depozitare necontrolata a deseurilor sa fie inclusa in metodologia standard de evaluare, cu un caracter obligatoriu, nu optional, asa cum experienta din alte tari arata ca aceasta evaluare trebuie tratata cu multa responsabilitate, fara a minimiza importanta acesteia, ca fiind o masura de prevenire a unor evenimente nedorite care tin de caracterul exploziv al metanului la concentratii volumetrice reduse.



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

Prezenta teza de doctorat prin rezultatele obtinute a permis identificarea unor oportunitati de valorificare a acestora si au fost materializate prin publicarea de articole stiintifice, dupa cum urmeaza:

- *„Identification of the aquatic ecosystems integrating variables in the Suceava hydrographic basin and their correlations”*, Gheorghe Batrinescu, Elena Birsan, Gabriela Vasile, **Bogdan Stanescu**, Elena Stanescu, Iuliana Paun, Marinela Petrescu, Constantin Filote, Journal of Environmental Protection and Ecology (Official Journal of the Balkan Environmental Association B.EN.A.), V.12, No 4, 1627–1643 (2011).
- *“The investigation of landfill gases acumulated in underground (soil/ subsoil) nearest municipal waste disposals”*, **Bogdan Stanescu**, Marinela Petrescu, Carol Lehr, Journal of Environmental Protection and Ecology (Official Journal of the Balkan Environmental Association B.EN.A.), V.13, No 4, 2145–2150 (2012).
- *“Establishing Interrelations between Saturated and Unsaturated Zone Premises for Studying Hazards near Municipal Landfills. Case Study”*, **Bogdan Stanescu**, Gheorghe Batrinescu, Lidia Kim, Journal of Environmental Protection and Ecology (Official Journal of the Balkan Environmental Association B.EN.A.), V.14, No 4, 1608–1613 (2013).
- *“Practical aspects of hydrogeological investigations and assessment of the environmental components pollution in urban areas. Case study”*, **Bogdan Stanescu**, Gheorghe Batrinescu, Adriana Cuciureanu, Lidia Kim, Daniel Scradeanu, Mihaela Scradeanu, Journal of Environmental Protection and Ecology (Official Journal of the Balkan Environmental Association B.EN.A.), V. 15, No 3, 870–877 (2014).

Trebuie mentionat suportul pentru cercetarile efectuate, respectiv acesta a fost asigurat de proiectul derulat in perioada 2009-2013 de catre INCD-ECOIND Bucuresti in cadrul PROGRAMULUI NUCLEU CLEANMEDIND, proiectul PN 09-13 02 05 cu titlul *„Studiu privind evaluarea riscurilor induse de emisiile de gaze din sol/subsol in zone poluate antropice”*, responsabil proiect Stanescu Bogdan Adrian.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVA

- *Anne Th. Sonne, Ursula S. McKnigh, Vinni Ronde, Poul L. Bjerg, 2017, Assessing the chemical contamination dynamics in a mixed land use stream system, Water Research, 125 (2017), p.141-151*
- *Boyle and Witherington, Guidance on evaluation of development proposals on sites where methane and carbon dioxide are present, NHBC, 2007*
- *BRE, 1991, Construction of new Buildings on Gas Contaminated Land, BR2012, BRE, 1991*
- *Card, G. B., Protecting development from Methane, Report 149, CIRIA, London 1996*
- *Crowhurst, D., & Colwell, S. A, Development of validated predictive methods so that the response of buildings and structures subjected to the effects arising from vented dust explosions can be. Dust Explosions, Protecting People, Equipment, Buildings and Environment, (1995), 355–396, (British Materials Handling Board)*
- *COM (2015) 614 final, Bruxelles 2.12.2015, „Comunicare a Comisiei catre Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic si Social European si Comitetul Regiunilor – Inchiderea buclei – un Plan de actiune al UE pentru economia circulara”*
- *COM (2017) 490 final, Bruxelles 13.9.2017, „Comunicare a Comisiei catre Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic si Social European si Comitetul Regiunilor – privind lista 2017 a materiilor prime critice pentr UE”*
- *COM (2017) 479 final, Bruxelles 13.9.2017, „Comunicare a Comisiei catre Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic si Social European, Comitetul Regiunilor si Banca Europeana de Investitii – Investitiile intr-o industrie inteligenta, inovatoare si durabila. O strategie renoita privind politica industrială a UE”*
- *COM (2017) 33 final, Bruxelles 36.1.2017, „Comunicare a Comisiei catre Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic si Social European si Comitetul Regiunilor – referitor la punerea in aplicare a Planului de actiune privind economia circulara”*
- *COM (2018) 28 final, Strasbourg 16.1.2018, „Comunicare a Comisiei catre Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic si Social European si Comitetul Regiunilor– O strategie europeana pentru materialele plastice intr-o economie circulara”*



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

- *COM (2018) 29 final, Strasbourg 16.1.2018, „Comunicare a Comisiei catre Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic si Social European si Comitetul Regiunilor– privind un cadru de monitorizare pentru economia circulara”*
- *COM (2018) 32 final, Strasbourg 16.1.2018, „Comunicare a Comisiei catre Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic si Social European si Comitetul Regiunilor– cu privire la punerea in aplicare a pachetului de masuri privind economia circulara: optiuni pentru abordarea interfetei dintre legile privind substantele chimice, produsele si deseurile”*
- *Demeter Traian, Pedologie Generala, 2009, Editura Universitatii Bucuresti, http://old.unibuc.ro/prof/ene_m/docs/2014/noi/06_11_06_165_Pedologie_generala_An_II_Demeter.pdf*
- *Ehrig, Hans-Jurgen (1996) Prediction of gas production from laboratory scale tests, Bergische Universitat Gesamthochule Wuppertal Pauluskirschstr, 7, 42285 Wuppertal, Germany, Published in Landfilling of Wasteş Biogas, edited by Christensen, et al. E&F N Spon, London.*
- *EPRS European Parliament Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA) PE 581.913 – „Towards a circular economy – Waste management in the EU”, IP/G/STOA/FWC/2013-001/LOT 3/C3, september 2017*
- *Ghidul CIRIA C665 „Evaluarea riscurilor induse de emisiile gazoase din sol/subsol asupra constructiilor*
- *Ghid Tehnic privind modalitatile de investigare si evaluare a poluarii solului si subsolului, 2008, <http://www.mmediu.ro>*
- *Ghid pentru masurarea a metanului la depozitele de deseuri, Georgia-USA, (2015)*
- *Ghidul CIRIA R152 Methane and Associated Hazards to Construction - Risk Assessment for Methane and Other Gases from the Ground, part of the Occupational Health & Safety Information Service's online subscription. Bringing you a comprehensive selection of legislation, regulations, guidance, standards, including BSI and best practice which is updated daily, you can find documents on a wide range of subject areas such as Food & Drink, Environmental Health, Environmental Management, Fire & Offshore Safety, 1995*
- *Hooker, P.J. and Bannon, M.P., Methane: its occurrence and hazards in construction, CIRIA Report 130,1993. Householder's Guide to Radon, 3rd Edition*
- *Inovation Norway Report, 2017 „Study on the assessment of Romanian Waste Market”, https://www.innovasjon Norge.no/globalassets/norway/grants/romania/in_market_study_romania_waste_sector.pdf*



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochemice complexe”

- *Neagu D., Teza de doctorat, 2017, Scoala Doctorala de Geologie, Universitatea din Bucuresti*
- *Oprea Razvan., Compendiu de Pedologie, Editura Universitara, editia a II-a, revizuita, 2013*
- *Proiect Resurse din deseuri - Cresterea eficientei utilizarii deeurilor ce pot produce energie in sectorul logistic, Brosura prezentare proiect, Programul Operational Sectorial „Cresterea Competitivitatii Economice”, co-finantat prin Fondul European de dezvoltare Regionala „Investitii pentru viitorul dumneavoastra”, noiembrie 2014*
- *Rønne, Vinni; McKnight, Ursula S.; Sonne, Anne Thobo; Balbarini, Nicola, Devlin, J.F.; Bjerg, Poul Løgstrup, 2017, Contaminant mass discharge to streams: Comparing direct groundwater velocity measurements and multi-level groundwater sampling with an in-stream approach, Journal of Contaminant Hydrology, Vol. 206, 2017, p. 43-54.*
- *S.V. Sarath Prasanth, K.V. Jitehshalal, N. Chandrasekar, K. Gandadhar, 2012, Evaluation of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in the coastal stretch of Alappuzha District, Kerala, India, Appl Water Sci (2012) 2, p. 165-175*
- *Shuxian Wang, 2013, Groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in the Yanqi Basin of Xinjiang Province, Northwest China, Environ. Monit. Assess. (2013) 185, p.7469-7484*
- *S. Selvakumar, N. Chandrasekar, G. Kumar, Hydrogeochemical characteristics and groundwater contamination in the rapid urban development areas of Coimbatore, India, 2017, Water Resources and Industry, 17 (2017), p. 26-33*
- *Scradeanu Daniel, Alexandru Gheorghe, Hidrogeologie Generala, Editura Universitatii din Bucuresti, 2007*
- *SETAC (1987), Society of Environmental Toxicology and Chemistry*
- *UN WCED (1997): Brundtland Report. New York: United Nations. World Commission on Environment and Development (UN WEDC), <https://sswm.info/node/3618>*
- *UNESCO si WMO 1997, Report of the World Commission on Environment and Development, Our common future, Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Cooperation: Environment*
- *Wilson Steve, Card Geoff, A pragmatic approach to ground gas risk assessment for the 21st Century CIRIA/Environmental Protection UK, 2011*



Teza: „Studiul efectelor induse calitatii componentelor de mediu in vecinatatea depozitelor de deseuri municipale prin metode geochimice complexe”

- **** Directiva Cadru pentru Apa 2000/60/CE - Directiva Cadru pentru Apa (DCA) adoptata de catre Parlamentul European si Consiliul Uniunii Europene la data de 23 octombrie 2000, Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*
- **** Ordin 184/1997 pentru aprobarea Procedurii de realizare a bilanțurilor de mediu, publicat in Monitorul Oficial nr. 303 din 6 noiembrie 1997, cu modificarile si completarile ulterioare aduse de catre: Ordinul nr. 709 din 11 august 1999 abrogata de Ordonanta de Urgenta nr. 164 din 19 noiembrie 2008.*
- **** ORDIN nr. 161 din 16 februarie 2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafata in vederea stabilirii starii ecologice a corpurilor de apa, publicat in Monitorul Oficial, nr. 511 din 13 iunie 2006*
- **** HG 1408/2007 privind modalitatile de investigare si evaluare a poluarii solului si subsolului, publicata in monitorul Oficial nr. 802 din 23 noiembrie 2007*
- **** Hotarare Guvern nr. 942/20.12.2017 privind aprobarea Planului național de gestionare a deseurilor, publicat in Monitorul Oficial nr. 11 din 5 ianuarie 2018*
- **** Legea nr. 211 din 15 noiembrie 2011 privind regimul deseurilor, republicata in Monitorul Oficial nr. 220 din 28 martie 2014*