

MONITORIZAREA CALITĂȚII APELOR SUBTERANE

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul INGINERIA CIVILĂ
de către

Ing. Mihaela – Monica Crișan

Conducător științific: prof.univ.dr.ing. Dipl. Mat. Ioan David

Referenți științifici: prof.univ.dr. ing. Ioan Bica
prof.univ.dr. ing. Iosif Bartha
conf.univ.dr. ing. Adrian Carabeț

Ziua susținerii tezei: 25.09.2009

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Ingineria Chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie Civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie Electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2009

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Această teză de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul Gărzii Naționale de Mediu și în strânsă legătură cu catedra Facultății de Hidrotehnică a Universității „Politehnica” din Timișoara. Studiul privind monitorizarea calității apelor subterane în zona Centralei Electrice de Termoficare (CET) Arad a început în anul 2005 și s-a finalizat prin analiza rezultatelor furnizate de modelul numeric de simulare a curgerii și transportului poluanților în acvifer, pentru corpul de apă subterană din bazinul Mureșului. Analiza riscurilor posibile de poluare a frontului de captare pentru apa potabilă a municipiului Arad de către CET Arad și soluțiile de monitorizare de ultimă tehnologie propuse pentru preîntâmpinarea unei situații ce poate pune în pericol sănătatea populației municipiului Arad sunt motivele pentru care recomand luarea în considerare a acestei teze de către toate persoanele implicate și interesate de managementul, monitorizarea și protecția apelor subterane.

Timișoara, septembrie 2009

Mihaela – Monica Crișan

Destinatarii dedicației.

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat Prof. Dr. Ing. Dipl. Mat. Ioan David pentru recomandările de preț și suportul oferit pe întreaga perioadă de desfășurare a cercetării. Alte persoane cărora doresc să îi mulțumesc pentru faptul că a acceptat să își împărtășească cunoștințele este Dl. conf.dr.ing. Carabeț Adrian.

Alese mulțumiri și profundă recunoștință se cuvin adresate conducătorului de doctorat **Prof.dr.ing.dipl.mat. Ioan David** pentru consilierea permanentă și îndrumarea atentă pe tot parcursul realizării lucrării.

Adresez mulțumiri deosebite domnului **conf. dr. ing Adrian Carabeț** atât pentru materialul documentar pus la dispoziție, pentru ajutorul competent și susținerea constantă pe parcursul elaborării acestui material, cât și pentru calitatea de referent al tezei de doctorat.

Mulțumesc, de asemenea membrilor comisiei de doctorat, în persoanele domnilor **prof. dr. ing. Ioan Bica** și **prof. dr. ing. Iosif Bartha** în calitate de referenți ai lucrării și domnului **prof. dr. ing. Teodor Eugen Man** în calitate de președinte al comisiei.

Nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc părinților, sorei și soțului meu pentru sprijinul moral, tehnic și financiar oferit pe întreaga perioadă de desfășurare a cercetărilor.

Crișan, Mihaela - Monica

Monitorizarea calității apelor subterane

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. 47, Editura Politehnica, 2009, 140 pagini, 33 figuri, 16 tabele.

ISSN: 1842-581X

ISBN: 978-973-625-960-9

Cuvinte cheie: ape subterane, monitorizare, calitate, transport poluanți, modelare matematică, management integrat

Rezumat,

Conținutul și finalitatea temei abordate se încadrează într-un domeniu tehnico-științific deosebit de actual pe plan național și internațional, cel al protecției mediului, cu referire concretă la protecția apelor subterane și monitorizarea calității acestora, în concordanță cu cerințele Directivelor UE în domeniul apei.

În cadrul lucrării, se prezintă un studiu complex și complet asupra problemelor de monitorizare și de protecție a calității apelor subterane, în conformitate cu Directivele Cadru ale UE în domeniul apei, inclusiv o concretizare practică pentru un corp de apă subterană reprezentativ cum este cel din bazinul Mureșului, zona frontului de captare Arad.

CUPRINS

I.	Scopul și obiectivul cercetării.....	7
II.	Considerații asupra caracteristicilor apelor subterane, starea actuală a calității apelor în România respectiv în județul Arad	9
II.1	Caracteristicile fizice ale apelor subterane	9
II.2	Caracteristicile chimice ale apelor subterane.....	9
II.3	Caracteristicile organoleptice ale apelor subterane	10
II.4	Impactul diferitelor amenajări și folosințe (antropice) asupra resurselor de apă subterană	11
II.5	Starea actuală a calității resurselor de apă în România, respectiv în județul Arad	11
II.6	Implementarea în România a politicii europene în domeniul apei	25
III.	Considerații asupra monitorizării calității apelor subterane	29
IV.	Transportul poluanților în acvifer	41
IV.1	Surse și tipuri de poluanți ai apelor subterane	41
IV.2	Descrierea și reprezentarea proceselor de transport a poluanților	46
IV.2.1	Descrierea proceselor de poluare	46
IV.2.2	Modelarea matematică a transportului poluanților în mediul poros	50
IV.2.3	Descrierea matematică a dispersiei unui poluant într-un mediu poros nesaturat, ținând seama și de schimburile de masă dintre faze	52
V.	Modelarea proceselor de poluare și prezentarea studiului de caz în zona CET Arad	55
V.1	Prezentarea generală a CET Arad	55
V.2	Perimetrarea regiunii de interes	59
V.3	Elaborarea modelului conceptual: descrierea acviferului și a legăturilor (aspecte hidrogeologice); aspecte de poluare (sursă, natură, evoluție)	60
V.4	Construirea modelului matematic numeric (descrierea programului, etapele modelării (perimetrare, discretizare))	73
V.4.1	Implementarea în modelul numeric al datelor: geometrice și a caracteristicilor fizice (coeficient de permeabilitate, transmisivitate, condiții de margine, surse de poluare, condiții inițiale)	75
V.4.2	Rularea programului	80
V.4.3	Rezultatele finale și interpretarea lor	84
VI.	Managementul integrat cantitativ și calitativ al apei în bazinul hidrografic Mureș	85
VI.1	Aspecte generale de management al apei în România și în cadrul bazinului hidrografic Mureș	85

VI.2	Sistemul informațional pentru managementul integrat al apei (stadiul actual, perspective și propuneri)	90
VII.	Concluzii și contribuții personale	96
	Bibliografie	98
	Anexe	101

I. Scopul și obiectivul cercetării

Monitoringul calității apei a devenit în prezent un instrument indispensabil evaluărilor referitoare la tendințele de evoluție a concentrațiilor și încărcărilor de poluanți și celor legate de încadrarea în criterii și obiective de calitate. Organizarea sistemelor de monitoring a impus o abordare integrată la care elementele de calitate sunt coroborate cu cele de cantitate, ținându-se cont de interdependențele cauză/efecte, respectiv surse punctiforme/surse difuze de poluare, calitatea apei, de verigile poluanți prioritari și grupe țintă generatoare de poluare.

Lucrarea dorește să prezinte preliminar studiului de caz diverse noțiuni și concepte precum cele referitoare la caracteristicile fizice, chimice și organoleptice ale apelor subterane. Toate aceste caracteristici au o influență semnificativă în pătrunderea și evoluția poluanților în apa subterană. Pătrunderea poluanților în subteran declanșează o serie de fenomene precum adsorbția, retenția capilară, schimbul ionic, precipitarea diferitelor săruri, procese de biodegradabilitate, motiv pentru care studierea acestora necesită o atenție deosebită. În acest context, nu putem neglija tipurile de surse de poluare, a căror consecință se poate resimți pe perioade foarte lungi de timp datorită vitezei lente de curgere a apei subterane.

Apa este un patrimoniu natural care trebuie protejat, tratat și apărat. Conservarea, protecția și îmbunătățirea mediului acvatic, în condițiile utilizării durabile a resurselor de apă, au la bază principiile precauției, prevenirii, evitării daunelor la sursă și ale poluatorului care plătește și trebuie să țină seama de vulnerabilitatea ecosistemelor acvatice.

Starea actuală a resurselor de apă este determinată prin desfășurarea de activități de cunoaștere a calității apelor subterane, la nivelul marilor bazine hidrografice, pe unități morfologice, iar în cadrul acestora, pe structuri acvifere (subterane). La o evaluare de ansamblu a informațiilor primite din toate bazinele hidrografice, se constată o situație critică a calității acviferului freatic din numeroase zone ale țării. Lucrarea furnizează informații privind zonele critice din punct de vedere al poluării apelor subterane din județul Arad, fiind evidențiată zona de interes, SC CET Arad SA.

Pentru a sublinia posibilitatea poluării apelor subterane din zona frontului de captare a municipiului Arad de către SC CET Arad SA au fost prezentate date referitoare la factorii climatici; aceste date fiind furnizate de către Administrația Națională de Meteorologie București și Centrul Meteorologic Regional Banat-Crișana.

Un aspect extrem de important pentru a pune bazele unui control eficient al poluării apelor este implementarea Directivei - Cadru privind Apa, 2000/60/CE, transpusă în legislația națională prin Legea nr. 310/2004 pentru modificarea și completarea Legii apelor nr.107/1996. Directiva oferă Comisiei Europene, statelor membre și celor candidate posibilitatea de a coopera în cadrul unui nou parteneriat, bazat pe participarea tuturor părților interesate, pentru protecția apelor interioare, a apelor de tranziție, de coastă și a apelor subterane, prin prevenirea poluării la sursă și stabilirea unui mecanism unitar de control al surselor de poluare.

Studiul de caz prezintă necesitatea și modalitatea implementării unui program de monitoring al calității apelor subterane din zona localității Arad. Sistemul de monitoring al calității apelor subterane din zona localității Arad are ca obiectiv asigurarea suportului decizional în domeniul gospodăririi integrate a apelor

8 Scopul și obiectivul cercetării - I

(în timp real unde este posibil) prin cunoașterea la nivel național a stării apelor și a resurselor ecologice.

În lucrare se va face și o propunere de implementare a programului de monitoring bazată pe metode oferite de noua dezvoltare tehnologica din domeniul achiziției de date și transmisiei acestora la distanță.

Monitorizarea calităților apelor subterane în România este încă într-o fază incipientă neexistând un sistem informațional robust care să asigure suportul decizional în domeniul gospodăririi integrate a apelor. Pe plan internațional, în țările dezvoltate, se pune foarte mare accent pe monitorizarea calității apelor bazată pe un sistem informațional solid. Implementare programului de monitoring bazat pe metode oferite de noua dezvoltare tehnologica din domeniul achiziției de date și transmisiei acestora la distanță.

Cu ajutorul programului de modelare și simulare a acviferului se prezintă în cadrul studiului de caz posibilitatea ca unda de poluare de la SC CET ARAD SA - Halda de zgură și cenușă, să pătrundă în frontul de captare a municipiului Arad, front situat la o distanță de aproximativ 3 Km.

Într-unul din capitolele lucrării sunt detaliate aspectele referitoare la descrierea fenomenului de dispersie, precum și modelarea matematică a poluării unui mediu poros.

II. Considerații asupra caracteristicilor apelor subterane, starea actuală a calității apelor în România, respectiv în județul Arad

II.1. Caracteristicile fizice ale apelor subterane

Temperatura apelor subterane variază între limite foarte largi în funcție de factorii geologici și termodinamici.

Apele subterane au două proveniențe: - din infiltrațiile de la apa de ploaie de la suprafața solului, astfel temperatura apei subterane fiind influențată în mod direct de temperatura aerului înconjurător, precum și de temperatura rocilor prin care apa se infiltrează

- provenite din separațiile magmatice, la care temperatura inițială este temperatura de condensare a vaporilor la presiunea corespunzătoare adâncimii la care are loc acest fenomen. Apoi temperatura acestor ape scade cu cât se apropie ascendent de suprafața scoarței, unde de obicei se amestecă cu apa din infiltrații.

După temperatură apele se împart în:

- ape reci $t < 20^{\circ}\text{C}$
- ape termale $t > 20^{\circ}\text{C}$: - ape hipotermale $20 < t < 36^{\circ}\text{C}$
- ape izotermale $36 < t < 37^{\circ}\text{C}$
- ape hipertermale $t > 37^{\circ}\text{C}$

Turbiditatea apelor subterane se datorește conținutului de particule fine de argilă, precipitatelor de săruri de fier și magneziu în suspensie, substanțelor organice, microorganismelor, etc.

Culoarea apelor subterane variază în funcție de substanțele aflate în suspensie și sărurile pe care le conțin astfel:

- gălbuie datorită substanțelor humice
- albastruie datorită sărurilor de calciu și de magneziu sau a sulfului
- verzui – gălbuie datorită sărurilor acide ale fierului.

Conductivitatea electrică a apelor subterane depinde de concentrația și natura sărurilor dizolvate și poate avea valori cuprinse între $1/600 - 1/6000 \Omega/\text{cm}$ și crește odată cu temperatura. Sursele de impurificare a apelor subterane pot fi ușor depistate cu ajutorul măsurării conductivității electrice.

Radioactivitatea apare în urma contactului cu anumite elemente radioactive din roci.

II.2. Caracteristicile chimice ale apelor subterane

Datorită faptului că apele subterane se întrepătrund în mod direct în rocile care alcătuiesc stratul respectiv, reacția apelor depinde în mod direct de natura rocilor. Astfel:

pH-ul poate fi influențat de conținutul mărit de substanțe humice, de carbonați bazici și hidroxizi care apar în urma eliberării de dioxid de carbon și variază între 4,5 – 8,3;

Aciditatea apelor subterane este influențată de dioxidul de carbon liber. O parte a acidității naturale este determinată de acizi humici și alți acizi organici slabi;

Alcalinitatea este determinată de bicarbonații metalelor alcalino-pământoase;

Duritatea este determinată de sărurile de calciu și magneziu;

Agresivitatea este influențată de compoziția chimică a apei subterane, temperatura, presiunea, viteza apei și natura materialului. Agresivitatea se definește ca fiind proprietatea pe care o au anumite ape subterane de a ataca chimic corpurile cu care intră în contact. Caracterul agresiv al apelor subterane este determinat de conținutul acestora în :

- anioni de hidrogenocarbonați (HCO_3^-) – agresivitate de dezcalcinizare
- ioni de hidrogen – agresivitate generală acidă
- dioxid de carbon liber (CO_2) – agresivitate carbonică
- anioni de sulfat (SO_4^-) – agresivitate sulfatică
- cationi de magneziu (Mg^{++}) – agresivitate magneziană

Salinitatea este determinată de conținutul total de substanțe ionice dizolvate în apă;

II.3. Caracteristicile organoleptice ale apelor subterane

Proprietățile organoleptice ale apei sunt reprezentate de acele caracteristici care impresionează organele noastre de simț: adică gustul și mirosul apei.

Gustul apei este dat de conținutul în substanțe chimice și în primul rând de sărurile minerale și de gazele dizolvate (oxigenul și bioxidul de carbon). Excesul sau carența unora dintre aceste componente poate imprima apei un gust neplăcut (fad, sălcu, amar, dulceag). **Gustul** este determinat de cantitatea și natura substanțelor chimice conținute în stare dizolvată. Apa subterană poate avea următoarele gusturi:

- sărat datorită clorurii de sodiu
- dulceag datorită substanțelor organice
- amar datorită sulfaților de magneziu
- acru datorită conținutului de alauni
- sălcu datorită lipsei sărurilor din apă
- de rugină datorită sărurilor de fier.

Mirosul apei este legat de asemenea de prezența în exces a unor elemente naturale sau provenite prin purificarea apei, ca și din unele transformări la care sunt supuse în apă anumite substanțe chimice mai ales poluante.

Atât gustul cât și mirosul apei, deși au ca principală caracteristică un mare grad de subiectivitate, totuși au din punct de vedere sanitar, o valoare deosebită. În primul rând influența lor asupra utilizării apei este hotărâtoare, poate duce la excluderea folosirii apei respective. Gustul și mirosul apei pot servi și ca indicatori de poluare a apei.

Apa potabilă nu trebuie să aibă miros caracteristic și trebuie să aibă un gust plăcut. În caz contrar apa poate prezenta substanțe poluante care sunt dăunătoare sănătății. Prezența substanțelor poluante în apă poate fi evidențiat prin culoare apei. Chiar și temperatura apei poate fi un indicator indirect de poluare, mai ales pentru apele subterane, unde se știe că temperatura este constantă. Variația acestei temperaturi însă, paralel cu variația temperaturii aerului, indică existența unei comunicări cu exteriorul și deci posibilitatea de pătrundere în sursa de apă a poluanților din afară.

În cele mai multe cazuri apele subterane sunt fără gust și fără miros.

II.4. Impactul diferitelor amenajări și folosințe (antropice) asupra resurselor de apă subterană

Apa este un patrimoniu natural care trebuie protejat, tratat și apărat. Conservarea, protecția și îmbunătățirea mediului acvatic, în condițiile utilizării durabile a resurselor de apă, au la bază principiile precauției, prevenirii, evitării daunelor la sursă și ale poluatorului care plătește și trebuie să țină seama de vulnerabilitatea ecosistemelor acvatice.

Apele subterane necesită de obicei eforturi substanțiale pentru protejarea acestora împotriva poluării. Orice activități ce au loc la suprafață pot afecta calitatea apelor subterane. De multe ori se omite faptul că o acțiune ce are loc la suprafață poate afecta direct calitatea apelor subterane. Necesitatea protejării apelor subterane este importantă datorită faptului că multe surse de apă potabilă sunt reprezentate de puțuri forate ce se alimentează din resursele de ape subterane. Această situație a fost conștientizată în cadrul UE și a avut ca urmare propunerea de a crea un program de management al resurselor de apă bazat pe principiul prevenției și pe ideea: "cel ce poluează plătește". Se speră ca programul de acțiuni să conducă la crearea de sisteme administrative naționale de protecție a apelor subterane, măsuri preventive, modalități de manipulare a substanțelor periculoase și practici folosite în agricultură care să convină ideii de protecție a apelor subterane.

Lipsa unui sistem centralizat de alimentare cu apă, amplasarea sau exploatarea necorespunzătoare a forajelor poate conduce în timp la o supraexploatare a acviferului, înnisiparea forajului, scăderea cantității de apă extrasă. Lipsa sistemului de canalizare și epurare a apelor uzate evacuate, în special în mediul rural, conduce la evacuarea apelor uzate neepurate direct în apele de suprafață sau în subteran contribuind la creșterea gradului de poluare a acestora. Este de reținut faptul că România se numără printre țările sărace în resurse de apă subterane, alimentarea cu apă făcându-se preponderent din apele de suprafață, prin reutilizarea de-a lungul unui curs de apă a apelor evacuate de folosințele din amonte. Lipsa locurilor de campare, dezvoltarea în continuare a turismului neorganizat, conduce la poluarea apelor de suprafață ca urmare a deșeurilor lăsate pe malurile apelor, sau a poluării apelor subterane. Gradul ridicat de deteriorare al infrastructurii rutiere conduce la creșterea riscurilor de accidente, implicit a celor în care sunt antrenate vehicule ce transportă substanțe periculoase.

Depozitarea neadecvată a deșeurilor conduce la poluarea resurselor de apă, mai ales în mediul rural a celor subterane, cu efecte imediate sau în timp asupra sănătății omului. Evacuarea de ape uzate neepurate în apele de suprafață pot conduce și la poluarea apelor subterane.

II.5. Starea actuală a calității resurselor de apă în România, respectiv în județul Arad

Activitatea de cunoaștere a calității apelor subterane se desfășoară la nivelul marilor bazine hidrografice, pe unități morfologice, iar în cadrul acestora, pe structuri acvifere (subterane), prin intermediul stațiilor hidrogeologice, cuprinzând unul sau mai multe foraje de observație. Caracterizarea calității apelor freatice se realizează pe baza unor indicatori:

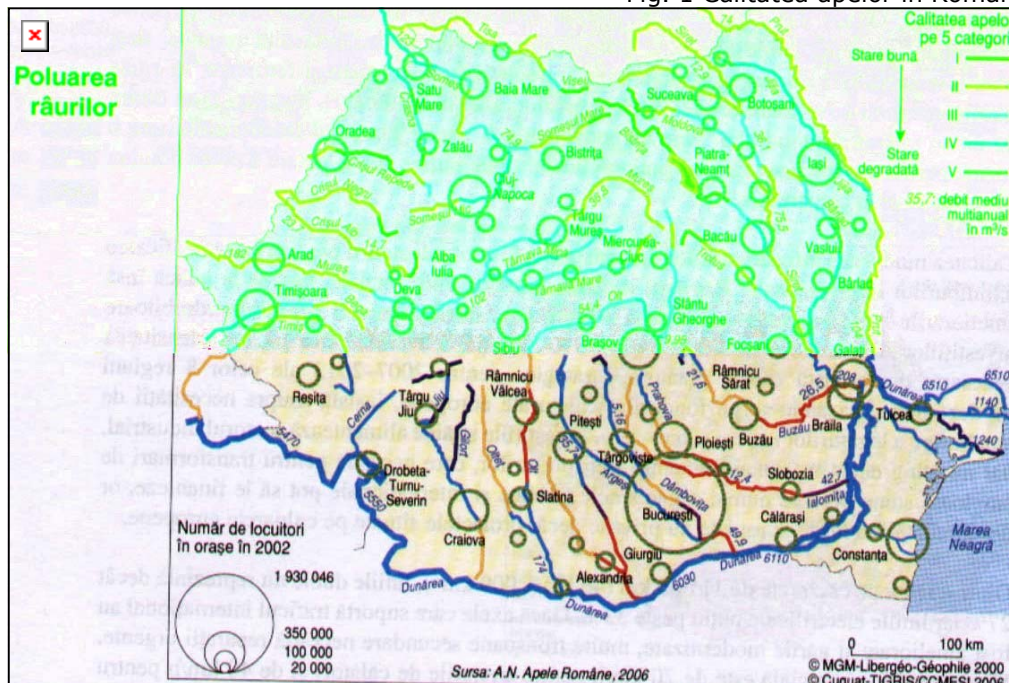
- generali - care se referă, în special la regimul natural
- specifici - stabiliți în funcție de tipurile de poluare existente

în zonă (de ex. poluarea cu nitrați).

În perimetrele de amplasare a unor obiective industriale importante, care pot constitui surse potențiale de poluare a subteranului, sunt instituite sisteme locale de supraveghere a calității apelor freatice. Prin aceste sisteme se urmărește posibila apariție a unor poluări a acviferului, precum și evoluția dinamică a acestora, în raport cu măsurile luate pentru combaterea cauzelor ce au produs aceste poluări.

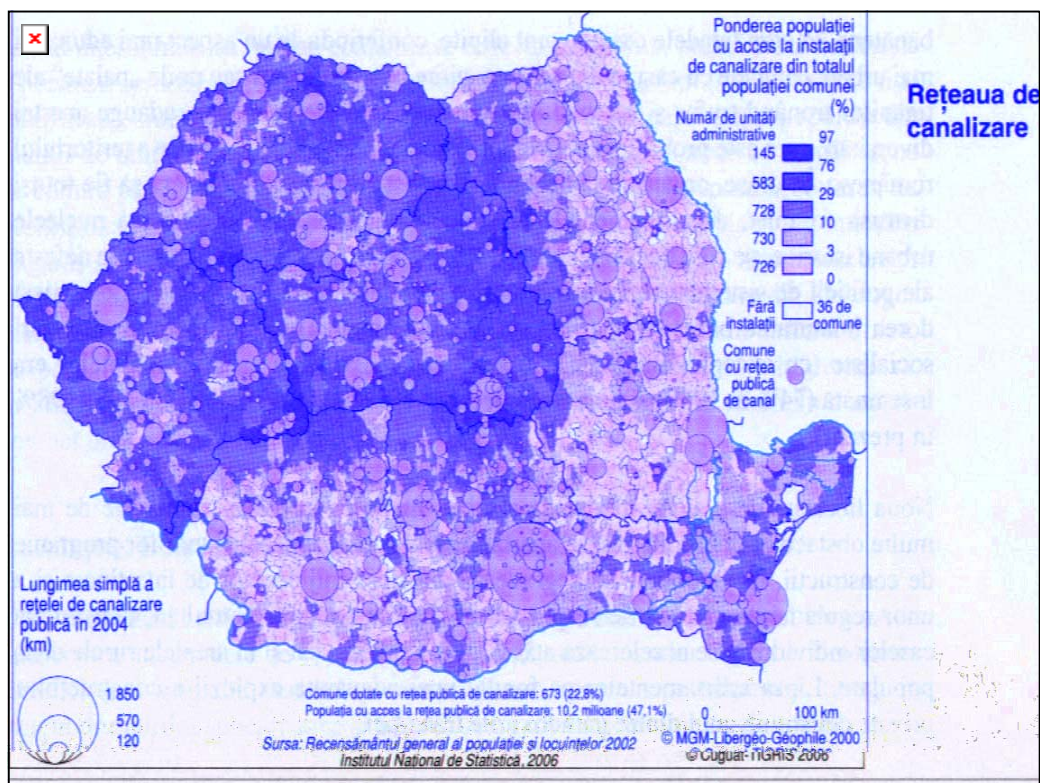
Reducerea drastică a activităților economice și închiderea diferitelor industrii poluante, ca și reducerea fermelor de animale a avut un impact pozitiv asupra calității apelor de suprafață și subterane. În anul 2005, calitatea generală a apei de suprafață a fost evaluată de către 781 secțiuni de supraveghere (puncte de măsurare): 12,9% identificate în prima categorie, 38,5% identificate în cea de-a doua, 26,1% identificate în cea de-a treia, 15% identificate în cea de-a patra și 7,4% identificate în cea de-a V-a categorie a calității apei (Fig.1).

Fig. 1 Calitatea apelor în România



Calitatea apei fluviului Dunărea este influențată semnificativ de compusi de azot și fosfor precum și de alte substanțe chimice emise la suprafața în principal de activitățile economice și sociale terestre. Țărmul la Marea Neagră este afectat de poluarea ce vine cu apele Dunării, prin descărcări directe de ape uzate □nsufficient tratate și prin activitățile intense din porturi. În 2005, în zona costieră folosită pentru scăldat, nu au existat depășiri semnificative ale valorilor standard legate de parametrii fizico-chimici și microbiologici. Un aport important la reducerea poluării apelor de suprafață și subterane după 1989, l-a avut și extinderea sistemelor de canalizare și modernizarea stațiilor de epurare (Fig. 2).

Fig.2 Ponderea populației cu acces la rețeaua de canalizare



Totuși, sunt zone unde lipsesc total stațiile de epurare, sau cele existente nu funcționează la capacitate.

Informațiile privind calitatea corpurilor de apă de suprafață și subterane se obțin pe baza observațiilor și măsurătorilor standardizate și continue pe termen lung, efectuat în cadrul Sistemului Național de Monitoring al Calității Apei (SNMCA), sistem gestionat de Administrația Națională „Apele Române” prin Direcțiile Apelor ce sunt organizate pe bazine hidrografice. Scopul SNMCA este următorul:

- cunoașterea și evaluarea calității resurselor de apă,
- aprecierea stării și tendinței de evoluție a resurselor în vederea elaborării deciziilor în domeniul gospodăririi cantitative și calitative a apelor.

În fiecare bazin hidrografic funcționează următoarele subsisteme de monitoring a calității apelor:

- ape curgătoare de suprafață:
 - secțiuni de ordin I și II cu transmiterea informațiilor în flux lent;
 - secțiuni în flux rapid cu:
 - transmiterea informațiilor zilnic;
 - transmiterea informațiilor săptămânal.
- lacuri artificiale de acumulare;
- ape subterane;
- surse de poluare.

Regimul natural al apelor subterane a suferit în timp, o serie de modificări cantitative și calitative. Aceste modificări sunt datorate atât folosirii lor ca sursă de alimentare cu apă potabilă și industrială pentru populație, executării unor lucrări hidrotehnice și hidroameliorative, cât și factorilor poluatori (naturali și antropogeni).

Din punct de vedere cantitativ, al rezervelor de apă, anii bogăți în precipitații au dus la creșterea nivelurilor piezometrice. În perioadele secetoase se produc scăderi naturale puternice ale nivelurilor piezometrice (de peste 3 m). Efectul este amplificat de prelevările excesive de apă din subteran, prin captări. Pericolul cel mai mare în acest caz îl reprezintă scăderea drastică a debitelor exploatabile ale captărilor din zonele afectate precum și atragerea accelerată de ape poluate spre zonele depresionare.

Din punct de vedere al distribuției spațiale a forajelor de monitorizare a calității apei subterane se evidențiază concentrarea acestora în zonele joase, de câmpie, unde potențialul acvifer este mai mare dar și vulnerabilitatea la poluare a acviferelor este mai mare, și o distanțare din ce în ce mai mare în zonele înalte.

La o evaluare de ansamblu a informațiilor primite din toate bazele hidrografice, se constată o situație critică a calității acviferului freatic din numeroase zone ale țării. Deși în ultimii ani intensitatea impactului antropic a scăzut (reducerea volumului producției industriale și a zootehniei a dus la scăderea cantităților de substanțe poluante evacuate în receptorii naturali) și au început să se pună în practică măsuri de epurare a apelor uzate, totuși calitatea apelor subterane a rămas încă necorespunzătoare datorită ritmului lent de autoepurare a acestora.

Forajele monitorizate în 2007 au fost urmărite după noul Sistem de monitoring pentru ape subterane, implementat în anul 2006, care urmărește o supraveghere mai atentă și mai concretă în ceea ce privește calitatea apei.

În anul 2007 au fost monitorizate un număr de **1939** foraje, din care **1687** sunt foraje care fac parte din rețeaua hidrogeologică națională (din care 28 sunt izvoare) și **252** sunt foraje de urmărire a poluării amplasate în jurul marilor centre industriale.

Indicatorii fizico-chimici analizați uzual sunt: pH, conductivitate, clor, sulfat, Ca, Mg, Na, K, duritate totală și reziduu fix. Ca indicatori indezirabili sunt: CCO-Mn, CBO₅, CCO-Cr, NH₄, H₂S, Fe, Mn, Cu, Zn, PO₄, azotiți, azotați, aciditate, fenoli, detergenți; cei chimici toxici: arsen, cadmiu, crom, nichel, plumb, cianuri, pesticide, precum și bacteriologici.

Din analiza datelor prelucrate în urma monitorizării parametrilor fizico-chimici la forajele situate în stratul freatic, cele mai multe depășiri s-au înregistrat la indicatorii: **substanțe organice, azotați, amoniu, duritate totală, fier**. [51]

Majoritatea hidrostructurilor au suferit în timp procese de contaminare a apei cu **azotați**. În ceea ce privește contaminarea apelor subterane freactice cu **azotați**, depășiri ale concentrației admise la acest indicator s-au înregistrat în **234 foraje**, ceea ce reprezintă 12,06% din totalul forajelor monitorizate. Poluarea se resimte însă diferențiat, existând zone în care în acvifer sunt concentrații ce se situează cu mult peste limita de 50 mg/l (Legea 458/2002) admisă pentru acest indicator, distribuite în majoritatea bazinelor hidrografice.

Cauzele contaminării acviferului freatic cu **azotați** sunt multiple și au un caracter cumulativ. Cele două surse majore, cu pondere importantă în contaminarea cu **azotați** sunt: spălarea permanentă a solului impregnat cu oxizi de azot de către precipitațiile atmosferice și apa de la irigații și apa de suprafață (râuri, lacuri) în care s-au evacuat ape uzate încărcate cu azotați.

La aceste două surse, ce au un caracter cvasipermanent, se adaugă sursele cu caracter aleator generate de aplicarea îngrășămintelor chimice pe unele categorii de terenuri arabile. În aceste ultime zone concentrațiile **azotaților** se situează frecvent în jurul valorii de 100 mg/l, putând atinge, valori și de peste 1000 mg/l.

Exploatarea apei în special pentru utilizări casnice și agricole a contribuit la menținerea suprafețelor contaminate, în general în zona ruralului.

În ceea ce privește contaminarea apelor subterane freatiche cu fosfați, 163 de foraje (8,4 %) au concentrații ce depășesc limita admisă. Ele sunt situate în special în Spațiul hidrografic Banat, în bazinul hidrografic Argeș –Vedea, în bazinul hidrografic Prut, bazinul hidrografic Someș și Mureș. Poluarea cu fosfați a apelor subterane freatiche are în general cauze și surse similare cu cele ale poluării cu azotați.

O alta cauză a calității nesatisfăcătoare a apelor subterane o constituie contaminarea intensă a acviferelor, situate la nivelul întregii țări, cu substanțe organice și amoniu.

În 625 din forajele analizate (32,23 %) s-au înregistrat depășiri la indicatorul substanțe organice și în 549 de foraje (28,3%) s-au constatat depășiri la indicatorul amoniu.

Formele cele mai intense de depreciere multiplă a calității apelor subterane s-au identificat în zonele de intravilan rural unde datorită lipsei unui minim de dotări cu instalații edilitare, deșeurile lichide ajung în subteran atât în mod direct (prin intermediul latrinelor neimpermeabilizate, a sanșurilor și rigolelor, etc.) cât și indirect, prin infiltrare lentă (de la depozitele de gunoi de grajd, rampe de deșeuri menajere improvizate și neimpermeabilizate, etc).

Zonele critice din punct de vedere al poluării apelor subterane din județul Arad:

- **Bazinul hidrografic Crișul Alb**

Zone vulnerabile la nitrați proveniți din surse agricole conform Ordinului MMGA-MAPDR 241/196/2005 sunt localitățile: Bocsig, Sântana, Zărand, Mișca, Olari, Cintei, Ineu, Chișineu Criș, Șiria și Vărșand.

Din datele de monitorizare primite de la Direcția Apelor Crișuri Oradea, la indicatorul nitrați, situația în anul 2008, se prezintă în tabelul 1.

Tabelul 1. Valorile de concentrație ale indicatorului nitrați

Nr. crt.	Localitate	Foraj	Conc. NO ₃ ⁻ (mg/l)
1.		F2	17,26
2.	Bocsig	F3	0,61
3.		F5	217,90
4.	Zărand	F6	1,25
5.	Șiria	F1	9,67
6.		F3	59,78
7.		F1	3,87
8.	Vărșand	F3	3,19
9.		F5	1,42
10.	Sântana	F1	181,06
11.	Olari	F1 A	1,46
12.	Mâșca	F1	71,09
13.	Cintei	F1 R	1,61
14.		F1	1,68
15.	Chișineu Criș	F3	2,78
16.		F4	2,03

Bazinul hidrografic Mureș

• **Platforma S.C. Real Estate Group S.R.L. Arad** (fosta S.C. Archim S.A.): Combinatul de îngrășăminte chimice nu mai funcționează din anul 1990, însă "zestrea" lăsată de acesta este o puternică poluare a apelor freatice cu ioni de amoniu și azotați care se menține și în prezent (tabel 2.). În ceea ce privește apele freatice, în avizele de privatizare și în programele de conformare, este prevăzută obligația actualilor proprietari de a pompa continuu apele freatice poluate până la atingerea concentrațiilor de potabilitate. S-a calculat că trebuie pompat un volum de 3 mil. m³ apă, până în prezent s-au pompat 503.000 m³ apă infestată. În ceea ce privește starea forajelor de control, în ultima perioadă multe dintre acestea s-au deteriorat fiind inaccesibile recoltării probelor. Din 23 foraje existente doar câteva sunt accesibile restul sunt înfundate sau parțial distruse (cu ocazia activităților de demolare a clădirilor din incintă).

Tabelul 2. Concentrațiile medii în forajele de observație

Nr. crt.	Denumirea forajului	Concentrația medie (mg/l)				Indicatori depășiți
		NH ₄ ⁺ CMA=0,5	NO ₂ ⁻ CMA=0,5	PO ₄ ³⁻ CMA=0,1	Mn CMA=0,05	
1.	Păuliș F ₃	0,4450	0,8750	0,0625	0,0020	NO ₂ ⁻
2.	Păuliș F ₇ MA	0,6750	0,0000	0,6500	0,0230	NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻
3.	Arad F ₇	0,0480	0,0000	0,0310	0,2950	Mn
4.	Aradul Nou Sud F ₁	0,0195	0,0000	0,0210	0,0025	
5.	Arad F ₂	0,0600	0,0080	0,1300	0,7260	Mn, PO ₄ ³⁻
6.	Arad F ₄	0,0700	0,0000	0,1750	0,2950	Mn, PO ₄ ³⁻
7.	Arad F ₅	0,0075	0,0000	0,0535	0,4120	Mn
8.	Arad F ₁	0,0000	0,0000	0,0260	0,0300	
9.	Arad F ₆	0,0365	0,0000	0,0250	0,3870	Mn
10.	Semlac F ₁	0,0200	0,0020	0,1015	0,0000	PO ₄ ³⁻
11.	Semlac F ₂	0,0075	0,0000	0,1175	0,0000	PO ₄ ³⁻
12.	Semlac F ₃	0,0100	0,0180	0,0300	0,1260	Mn
13.	Semlac F ₄	0,0410	0,0190	0,1500	0,6030	PO ₄ ³⁻ , Mn
14.	Semlac F ₅	0,0630	0,0025	0,3300	0,0000	PO ₄ ³⁻
15.	Semlac F ₉	0,0570	0,0360	0,1350	0,0075	PO ₄ ³⁻
16.	Archim Arad F ₁₇	0,0200	0,0760	0,2000	0,0253	PO ₄ ³⁻
17.	Archim Arad F ₁₈	0,7170	0,0070	0,0210	0,0140	NH ₄ ⁺
18.	Archim Arad F ₂₃	571,000	0,9000	0,0950	1,0200	NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Mn
19.	Bodrogul Vechi F ₆	0,0050	0,0025	0,0665	0,2845	Mn
20.	Bodrog F ₃	0,3860	0,0320	0,0480	0,2400	Mn
21.	Bodrog F ₃ A	0,9260	0,0140	0,0970	2,2800	NH ₄ ⁺ , Mn
22.	Bodrog F ₂	0,6720	0,0330	0,0000	0,0033	NH ₄ ⁺
23.	Ghioroc F ₁ A	2,7800	0,0400	0,1335	0,3765	PO ₄ ³⁻ , NH ₄ ⁺ , Mn
24.	Horia ord.II F ₁	0,0000	0,0065	0,0665	0,2455	Mn

25.	Macea NV F ₁	0,0000	0,0225	0,0745	0,0000	
26.	Rovina NV F ₁	0,0000	0,8750	0,1200	0,0020	PO ₄ ³⁻ , NO ₂ ⁻
27.	Odvoș F ₆	0,3020	0,0000	0,0150	0,4800	Mn
28.	Odvoș F ₄	0,1150	0,0000	0,0000	0,8200	Mn
29.	Peregu F ₁	0,0000	0,0050	0,0710	0,2400	Mn
30.	Pecica F ₁ - ord. II	0,0280	0,2200	0,1400	0,2500	PO ₄ ³⁻
31.	Sederhat F ₁	0,0740	0,0060	0,1200	0,0100	PO ₄ ³⁻

Referitor la datele prezentate în tabelul 2 facem următoarele observații:

- recoltarea probelor de apă se face fără o prealabilă pompă a apei stocate în respectivul foraj, ceea ce conduce la erori în privința calității determinate a apei. Viteza de circulație a apei subterane fiind foarte mică, este necesară pomparea acesteia, pentru reînnoirea volumului de apă din care se face recoltarea.

Valoarea concentrațiilor de azotiți, amoniu, fosfați și mangan în forajele de control, din B.h Mureș depășesc în general limita admisă prin STAS 1342/88 și Legea 458/2002 și aceasta mai ales în forajele amplasate în interfluvii în apropierea localităților sau a zonelor agricole unde se practică o agricultură intensivă.

În prezent activele S.C. ARCHIM S.A. au fost privatizate parțial în vederea dezafectării (cea mai mare parte), parțial pentru folosirea ca depozite, iar Batalul de șlam pentru recuperarea șlamului și folosirea lui ca îngrășământ.

• **Zona CET pe lignit**

În această zonă s-a produs poluarea apelor freatice având următoarele cauze:

- halda de depozitare a zgurii și cenușii (Fig. 3) care a produs poluare cu sulfați, cloruri, sodiu și calciu;
- stația de tratare chimică a apelor în vederea folosirii apelor la cazane, care prin reactivii utilizați (sare, acid clorhidric, hidroxid de sodiu) depozitați în bazine sau rezervoare neetanșe, au produs poluare cu sodiu, cloruri și modificare de pH;
- depozitul de cărbune prin infiltrațiile apelor pluviale au poluat freaticul cu ioni de sulfat și calciu.

Fig.3 Halda de depozitare a zgurei și cenușei a SC CET Arad SA



Prin campaniile de recoltare și analiză a apelor freatice din jurul haldei de zgură și de pe platforma CET s-a constatat poluarea acestora cu ioni de sodiu, cloruri, sulfati, modificări ale pH-ului funcție de zona în care este amplasat forajul de observație.

• **Zona fostelor gropi de gunoi ale municipiului Arad** (str. Poetului și 6 Vânători).

Această zonă este în supravegherea APM Arad deoarece, fiind situată în intravilanul orașului, creează probleme deosebite de poluare, astfel:

- este infestat întreg freaticul din zonă cu substanțe organice, amoniac și azotat mult peste CMA pentru ape potabile;
- în zonă, mai ales în perioada caldă a anului, se degajă mirosuri neplăcute, iar concentrația amoniacului în aer depășește de regulă CMA;
- în vecinătatea gropii de gunoi, terenul agricol și pășunea sunt acoperite de gunoaie, hârtii, ambalaje, care creează un aspect neplăcut și duc la poluarea solului

Analizele efectuate din apa freatică recoltată din fântânile din jurul gropii de gunoi, indică poluarea acestora cu substanțe organice, azotați și amoniu (tabel 3).

Tabelul 3. Analize pentru zona gropilor de gunoi a municipiului Arad
Zona contaminată: Groapa de gunoi – Str. Poetului

Fântână		Negoiu nr.6	Moldovei nr. 5	Toth Arpad nr. 4	Legea 458/2002
Indicatori	UM				
Data		23.07.2008			
pH	unit.pH	7,40	7,26	7,13	6,5 – 9,5
OXIDABILITATE	mg/l O ₂	2,370	1,580	0,390	5,000
CONDUCTIVITATE	μS/cm	856	633	723	2500
NH ₄ ⁺	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,500
NO ₂ ⁻	mg/l	0,180	0,010	0,012	0,500
NO ₃ ⁻	mg/l	332,57	196,74	259,03	50,00

Zona contaminată: Groapa de gunoi – Câmpul Liniștii

Fântână		Cedrului nr. 29	Cedrului nr. 32	Livezilor nr. 5A	Legea 458/2002
Indicatori	UM				
Data		23.07.2008			
pH	unit.pH	7,36	7,33	7,63	6,5 – 9,5
OXIDABILITATE	mg/l O ₂	0,390	0,390	1,190	5,000
CONDUCTIVITATE	μS/cm	447	520	623	2500
NH ₄ ⁺	mg/l	0,000	0,420	0,007	0,500
NO ₂ ⁻	mg/l	0,009	0,016	0,136	0,500
NO ₃ ⁻	mg/l	26,00	53,45	180,44	50,00

Poluarea cu pulberi sedimentabile

Particulele sedimentabile sunt particulele solide cu diametrul de peste 10 μg. Acestea rezultă atât din activități antropice, cum ar fi procese mecanice, construcții de drumuri, pulverizarea solului de către autovehicule, unele industrii ca siderurgia, industria materialelor de construcție cât și din surse naturale, ca urmare a acțiunii de eroziune a vântului asupra solului.

Particulele care compun aerosolii ambientali diferă în compoziție. Particulele pot conține sute de specii chimice diferite. Concentrații semnificative, în particulele fine ce reprezintă pulberile sedimentabile, au: sulfații, azotații, carbonul elementar, compușii organici condensați și o mulțime de metale (sub formă de urme).

Pulberile sedimentabile se recoltează în 11 puncte, 7 amplasate în municipiul Arad și 4 în alte puncte din județ după cum urmează:

-în municipiul Arad:

- *sediul APM* – fără influențe directe a unei surse de poluare asociată stației de fond pentru recoltarea poluanților gazoși;
 - *Uzina Electrică* – amplasată pe șoseaua de intrare în oraș dinspre Deva și influențată de trafic și emisiile de la CET pe hidrocarburi;
 - *Șaguna* – amplasată pe drumul pe care este dirijat o parte din traficul greu pentru ocolirea centrului orașului;
 - *Zona UTA* – amplasată în zonă locuită cu multe case cu încălzire pe lemne și carbune;
 - *Grădiște* – amplasată pe șoseaua de intrare în oraș dinspre Oradea;
 - *Aradul Nou* – amplasată în zona gării, depozit de materiale de construcții;
 - *Str. Roșiori* – amplasată în imediata vecinătate a unei artere de trafic intens circulate;
 - *în județ:*
 - **Lipova** – amplasată pe DN 7 în localitatea Lipova, la 30 km de Arad înspre Deva;
 - **Pecica și Nădlac** – amplasate pe DN în localitățile cu același nume la 30 km respectiv 50 km de Arad înspre frontiera cu Ungaria;
 - **Comuna Sânleani** – situată în N-V orașului și influențată de praful de cenușă de pe halda de cenușă a CET pe lignit.
- Referitor la determinările de pulberi sedimentabile tabelele 4 și 5 precum și în graficul din figura 4 redau concentrația medie anuală, calculată pentru fiecare punct de recoltare și evoluția concentrațiilor de pulberi sedimentabile în perioada 2000-2008.

Tabelul 4. Concentrația medie anuală a pulberilor sedimentabile

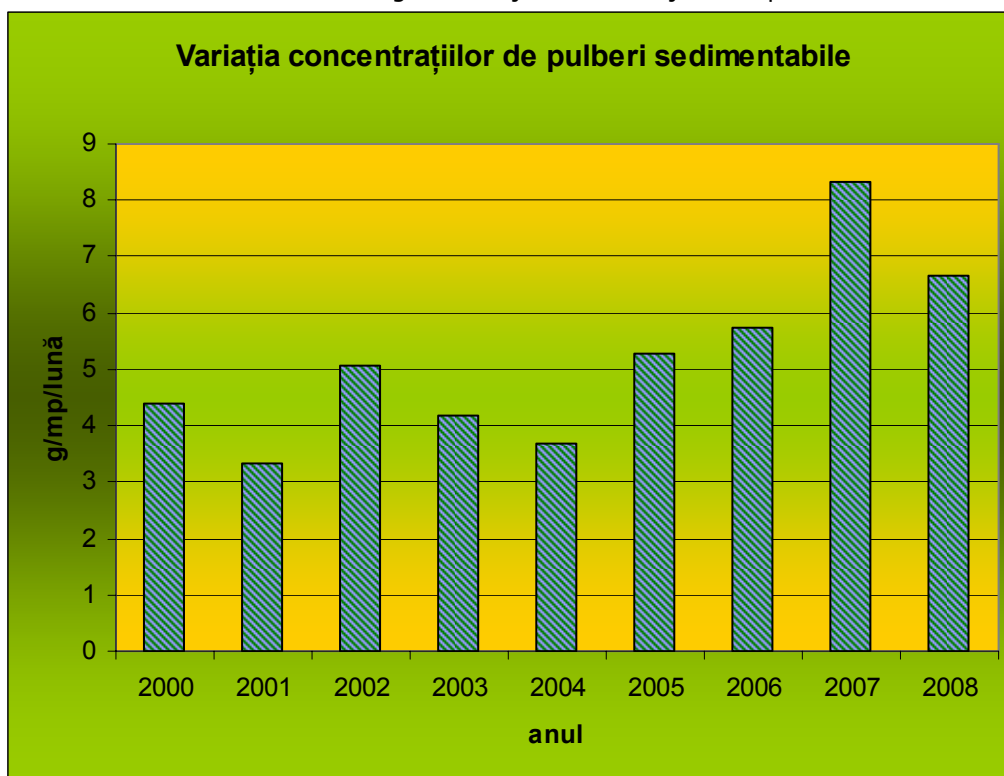
Zona	Puncte de prelevare	CMA (g/m ² lună)	Media anuală (g/m ² lună)	Frecvența depășirilor (%)
ARAD	Uzina Electrică	17	16,23	41,67
	Str. Șaguna		5,75	0
	Zona UTA		7,03	0
	Grădiște		8,74	0
	Aradul Nou		7,84	0
	Sediul APM		5,65	0
	str. Roșiori		5,22	0
LIPOVA	Calea Radnei		3,34	0
PECICA	Centru		4,04	0
SÂNLEANI	Centru		4,53	0
NĂDLAC	Centru		4,98	0

Cantitatea cea mai mare de pulberi sedimentabile determinate a fost în punctul Uzina Electrică situat, în imediata vecinătate a SC CET SA - pe hidrocarburi și a șoselei de intrare în oraș dinspre Deva. În acest punct s-au semnalat frecvente depășiri ale CMA pentru acest poluant, la 41,67% din determinări. Cauza o reprezintă traficul intens din zonă, starea de curățenie, precum și condițiile meteo.

Tabelul 5. Variația concentrațiilor medii anuale a pulberilor sedimentabile g/mp/lună

Arad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Medii anuale	4,39	3,33	5,06	4,19	3,68	5,28	5,75	8,34	6,67

Fig.4. Variația concentrațiilor de pulberi sedimentabile



Din datele prezentate se constată că poluarea cu pulberi nu depășește limitele prevăzute în STAS 12574/1987, dar valoarea cea mai ridicată se înregistrează în anul 2007, cu aprox. 60,1% mai mult decât în anul 2001 (cu valoarea cea mai mică). În anul 2008 valoarea înregistrată este cu 20,02% mai mică decât în anul 2007.

Starea factorilor climatici din județul Arad:

Factorii genetici ai climei: radiația solară, poziția geografică, altitudinea, circulația maselor de aer, caracterul suprafeței active determină existența pe

teritoriul județului Arad a unui **climat temperat continental moderat, cu influențe oceanice**.

Pe teritoriul județului Arad sunt amplasate 5 stații meteorologice care monitorizează parametrii meteorologici (evidențiați în tabelele 6 - 8) astfel:

- Gurahonț – situată la poalele Munților Codru Moma;
- Vărădia - situată pe Culoarul Mureșului între Munții Zărandului și Dealurile Lipovei;
- Șiria - situată în zona de deal din vestul Munților Zărandului;
- Arad - situată în Câmpia Mureșului și
- Chișineu Criș - situată în Câmpia Crișurilor.

Tabelul 6. Temperatura aerului - maxima absolută anuală °C

Stația meteorologică	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Arad	34,6	32,4	37,0	37,4	37,8	37,5	36,6	34,6	40,2	38,5
Vărădia	34,4	32,1	35,7	36,5	36,8	36,9	35,0	34,0	40,3	36,8
Gurahonț	35,0	38,8	35,2	36,5	35,9	37,0	35,9	34,1	38,9	37,2
Chișineu Criș	35,3	39,4	37,2	37,2	38,2	37,7	35,8	34,0	39,1	37,2
Șiria	32,6	37,2	34,0	35,1	35,2	35,5	33,5	32,0	38,1	34,4

Tabelul 7. Temperatura aerului - minima absolută anuală °C

Stația meteorologică	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Arad	-17,7	-5,6	-20,8	-16,5	-23,3	-17,5	-24,2	-15,8	-7,7	-12,1
Vărădia	-16,3	-8,6	-17,8	-21,9	-17,5	-24,3	-23,1	-21,0	-9,2	-14,3
Gurahonț	-15,5	-22,0	-10,6	-20,0	-12,9	-23,6	-18,9	-22,2	-7,5	-15,2
Chișineu Criș	-15,8	-17,0	-22,0	-17,7	-30,0	-18,9	-25,7	-17,1	-9,2	-14,6
Șiria	-11,1	-15,6	-13,5	-15,7	-15,0	-16,5	-12,0	-16,2	-7,8	-12,2

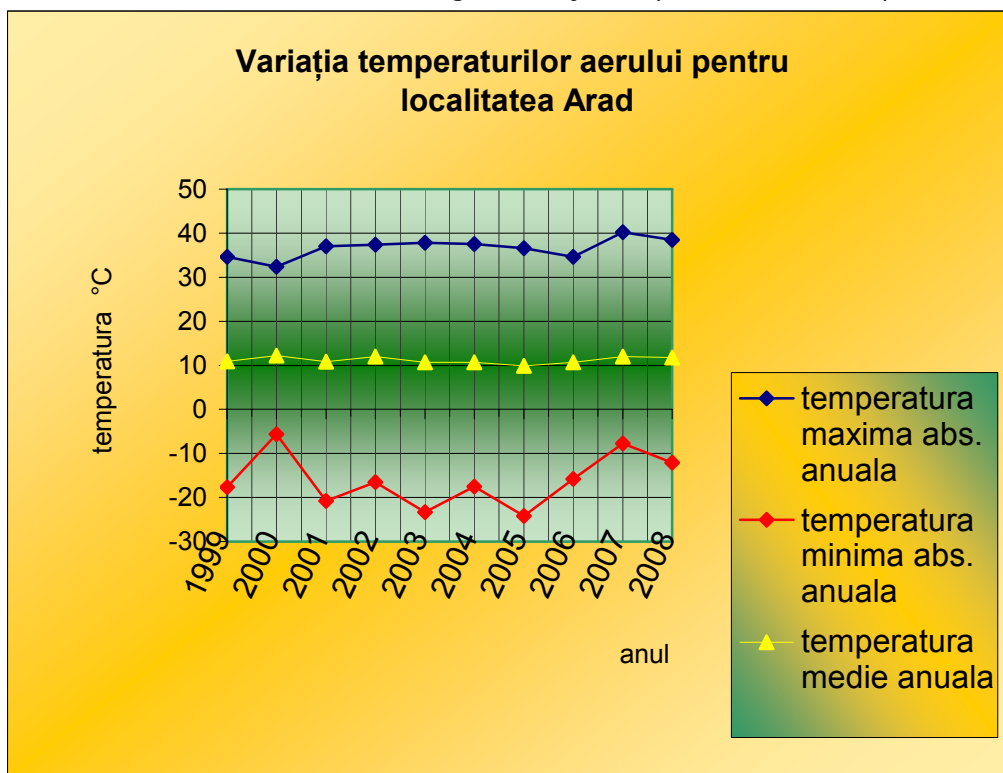
Tabelul 8. Temperatura aerului - media anuală °C

Stația meteorologică	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Arad	10,9	12,2	10,8	12,0	10,7	10,7	9,9	10,7	12,0	11,8
Vărădia	10,2	10,4	10,2	10,9	9,8	10,0	9,4	9,8	10,9	10,8
Gurahonț	10,5	10,3	10,6	11,4	10,2	10,2	9,6	10,1	11,2	11,3
Chișineu Criș	10,9	10,7	10,8	11,8	10,3	10,6	9,8	10,7	11,8	11,7
Șiria	10,6	10,4	10,4	11,6	10,7	10,2	9,8	10,6	11,6	11,6

În toate stațiile temperatura minimă absolută a fost mult mai scăzută decât cea din anul precedent, valoarea minimă absolută de -15,2°C înregistrându-se la Gurahonț în data de 17.02.2008. Temperaturile maxime absolute au fost mai scăzute decât în anul 2007, situându-se în jurul valorilor de 37-38°C, iar cea mai mare valoare de 38,5°C, s-a înregistrat la Arad în data de 15.08.2008. În anul 2008 temperatura medie anuală s-a situat în intervalul 10,8 – 11,8°C, ceea ce reprezintă valori ușor mai scăzute decât în anul 2007. La analiza tabelului 8 în intervalul anilor

1999-2008 se constată variații puțin semnificative ale temperaturilor medii anuale, acestea situându-se cu excepția anilor 2000, 2002, 2005, 2007 și 2008, în domeniul de 9,8-10,9 °C. În schimb în anii: 2002, 2007 și 2008 se observă o creștere semnificativă de peste 1°C față de ceilalți ani. Cei mai călduroși ani se consideră a fi anii: 2002, 2007 și 2008, dacă se iau în considerare mediile anuale, cuprinse în intervalul 10,9-12,0 °C și după temperaturile maxime absolute mai cald este anul 2007 cu valori cuprinse în domeniul 38,1 - 40,3 °C. Analizând datele Stației meteo Arad (figura 5) în intervalul anilor luați în considerare se observă o constanță remarcabilă a temperaturilor medii (cu excepția anilor 2000, 2002, 2005, 2007 și 2008) între 10,7-10,9 °C. Aceeași tendință de ușoare variații se observă și la valorile maxime ale temperaturilor: 34,6-37,8 °C (cu excepția anilor 2007 și 2008), în contrast cu temperaturile minime absolute care oscilează mult de la un an la altul.

Fig. 5 Variația temperaturilor aerului pentru Arad

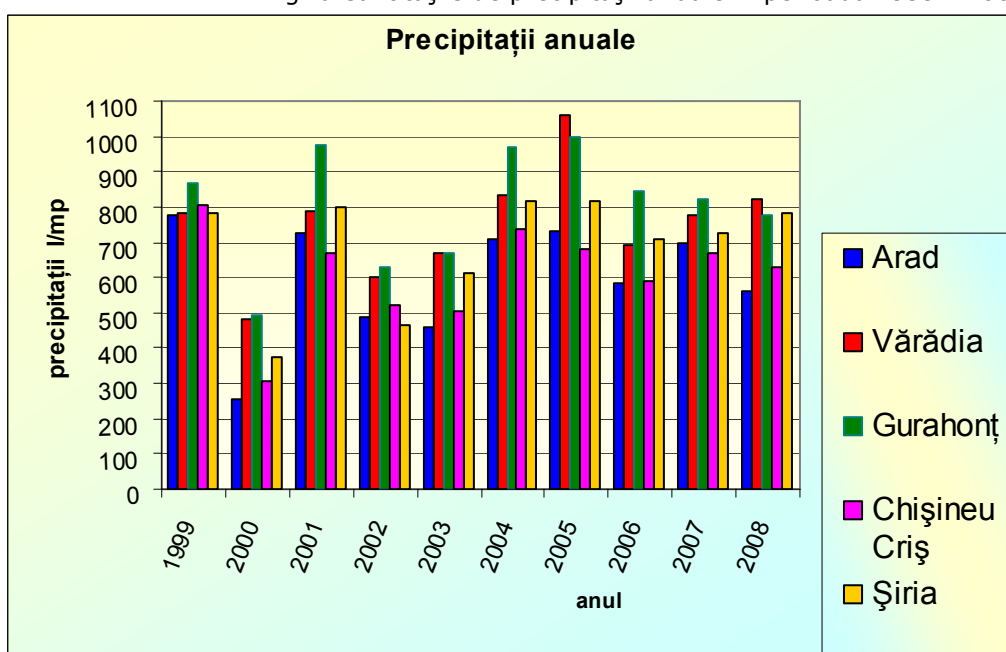


Datele referitoare la **nivelul precipitațiilor** (tabel 9, figura 6) evidențiază faptul că în anul 2008 acestea au fost variabile față de anul 2007 (de la stație la stație) și inferioare anului 2005 în toate stațiile de observație.

Tabelul 9. Precipitații atmosferice - cantități anuale l/m²

Stația meteorologică	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Arad	777,1	256,0	728,2	487,8	460,6	709,2	732,2	582,7	695,5	560,7
Vărădia	783,4	479,2	790,8	600,3	667,0	835,3	1063,0	691,8	778,7	822,3
Gurahonț	865,5	492,6	976,3	630,3	671,1	967,5	996,2	845,3	819,5	779,4
Chișineu Criș	805,1	305,4	669,6	520,3	504,6	739,6	681,9	591,9	671,4	629,5
Șiria	782,8	372,3	799,6	463,6	614,2	817,9	814,2	710,0	728,6	780,0

Fig. 6 Cantitățile de precipitații anuale în perioada 1999 - 2008



Evidențierea extremelor climatice și manifestările acestora se poate

face pornind de la tabelele de mai sus.

Analizând tabelul 9, pe intervalul 1999-2008 nu se poate constata o tendință generală în ceea ce privește precipitațiile căzute. Se observă însă că anul cel mai secetos a fost anul 2000 cu doar 256,0 - 492,6 l/m² precipitații căzute. În rest cantitățile măsurate au fost cuprinse între 460,6 - 1063,0 l/m². Din informațiile primite de la punctele de observație s-a constatat că numărul zilelor ploioase variază în funcție și de celelalte condiții meteo. Au fost multe situații de ploi scurte ca durată dar foarte intense din punct de vedere al cantităților măsurate. Astfel, la stația meteo Arad, în anul 2008 au fost semnalate 42 de săptămâni ploioase, cantitatea de precipitații fiind de 560,7 l/ m², față de anul 2007 când au fost semnalate 40 de săptămâni ploioase, iar cantitatea de precipitații de 695,5 l/ m². S-au înregistrat un număr de 128 de zile ploioase, din care 16 zile cu precipitații de peste 10 l/ m². Anul

2000 a fost cel mai secetos an în care cantitatea de precipitații căzută a fost cea mai scăzută și s-au semnalat cele mai puține săptămâni ploioase, doar 11. [62]

Tabelul 10. Tabelul centralizator pentru factorii meteo în anul 2008

Județul	Temperatura minimă absolută (°C)	Temperatura maximă absolută (°C)	Cantitatea anuală de precipitații (l/m ²)
Arad	Gurahonț de -15,2 °C	Arad de 38,5 °C	714,38

Sursa: Administrația Națională de Meteorologie București și Centrul Meteorologic Regional Banant – Crișana.

II.6. Implementarea în România a politicii europene în domeniul apei

Legislația europeană în domeniul protecției apelor cuprinde un număr de 17 Directive și Decizii ale Consiliului Europei, care au fost transpuse de-a lungul anilor în peste 80 de acte legislative române: legi, hotărâri de guvern, ordine de ministru sau ordonanțe ale guvernului.

România s-a angajat să implementeze Directiva Cadru privind Apa (2000/60/EC), adoptată de Parlamentul European și Consiliul Uniunii Europene la 23 octombrie 2000, în același timp cu celelalte state membre ale Uniunii Europene și deține astăzi o poziție avansată în ceea ce privește etapele care trebuie să fie parcurse în cadrul acestui proces. În acest sens, sub coordonarea Comisiei Internaționale pentru Protecția Fluviului Dunărea (ICPDR), țara noastră cooperează cu celelalte state dunărene pentru realizarea, până în anul 2009, a Planului de management bazinal al fluviului Dunărea. Acest document reprezintă o viziune unitară privind activitățile de gospodărire durabilă a apelor din întregul bazin dunărean.

Una dintre cele mai importante directive în acest domeniu este Directiva-Cadru privind Apa, 2000/60/CE, transpusă în legislația națională prin Legea nr. 310/2004 pentru modificarea și completarea Legii apelor nr.107/1996. Directiva oferă Comisiei Europene, statelor membre și celor candidate posibilitatea de a coopera în cadrul unui nou parteneriat, bazat pe participarea tuturor părților interesate, pentru protecția apelor interioare, a apelor de tranziție, de coastă și a apelor subterane, prin prevenirea poluării la sursă și stabilirea unui mecanism unitar de control al surselor de poluare.

Pentru a pune bazele unui control eficient al poluării apelor, directiva prevede un obiectiv comun pentru toate statele care o implementează: atingerea "calității ecologice și chimice bune" a apelor până în anul 2015. Așadar, Directiva-Cadru privind Apa stabilește clar un minim al calității, prin reducerea emisiilor provenite din activitatea umană, industrială și agricolă.

Astfel, prevederile Legii apelor au ca scop:

- conservarea, dezvoltarea și protecția resurselor de apă, precum și asigurarea unei curgeri libere a apelor;
- protecția împotriva oricărei forme de poluare și de modificare a caracteristicilor resurselor de apă, a malurilor și albiilor sau cuvetelor acestora;
- refacerea calității apelor de suprafață și a celor subterane;
- conservarea și protejarea ecosistemelor acvatice;

26 Considerații asupra caracteristicilor apelor subterane - II

- asigurarea alimentării cu apă potabilă a populației și a salubrității publice;
- gospodărirea durabilă a apei și repartiția rațională și echilibrată a acestei resurse, cu menținerea și cu ameliorarea calității și regenerării naturale a apelor;
- apărarea împotriva inundațiilor și a oricăror fenomene hidrometeorologice periculoase;
- satisfacerea cerințelor de apă ale agriculturii, industriei, producerii de energie, a transporturilor, turismului, agrementului și sporturilor nautice, ca și ale altor activități umane;
- integrarea aspectelor cantitative și calitative atât pentru apele de suprafață, cât și pentru apele subterane care aparțin aceluiași sistem ecologic, hidrologic și hidrogeologic;
- asigurarea protecției ecosistemelor acvatice situate în imediata vecinătate a coastelor, în golfuri sau aflate în Marea Neagră;
- promovarea utilizării durabile a apelor pe baza protecției pe termen lung a resurselor disponibile de apă;
- conservarea, protecția și îmbunătățirea mediului acvatic prin măsuri specifice vizând reducerea progresivă a evacuărilor, emisiilor sau pierderilor de substanțe prioritare și încetarea sau eliminarea treptată a evacuărilor, emisiilor sau pierderilor de substanțe prioritar periculoase;
- reducerea progresivă a poluării apelor subterane și prevenirea poluării ulterioare;
- prevenirea deteriorării ulterioare, protecția și îmbunătățirea stării ecosistemelor acvatice și în ceea ce privește cerințele de apă, a ecosistemelor terestre și a zonelor umede ce depind în mod direct de ecosistemele acvatice.

În conformitate cu Articolul 8 al. (1) al Directivei Cadru privind Apa (2000/60/EC), Statele Membre ale Uniunii Europene trebuie să stabilească programele de monitorizare pentru apele de suprafață și apele subterane în scopul cunoașterii și clasificării "stării" acestora, în cadrul fiecărui district hidrografic. Programele de monitorizare stabilite au trebuit să devină operaționale până la 22 decembrie 2006, aplicându-se corpurilor de apă definite în cadrul primei etape de analiză a caracteristicilor districtelor hidrografice. În conformitate cu Articolul 15 al Directivei Cadru privind Apa (2000/60/EC), fiecare Stat Membru al Uniunii Europene trebuie să elaboreze și să transmită la Comisia Europeană, până în data de 22 martie 2007, "Raportul privind Sistemul de Monitorizare al Apelor" ce prezintă o sinteză a programelor de monitoring pentru apele de suprafață și pentru cele subterane în conformitate cu cerințele Directivei Cadru privind Apa. Raportul privind Sistemul Național de Monitorizare al Apelor din România reprezintă o sinteză a programelor de monitorizare pentru cele 11 bazine/spații hidrografice pe care se elaborează Planurile de Management în România. [63]

Etapele de realizare și raportare ale planului de management al bazinului hidrografic sunt următoarele:

Actiuni	Articolul din Directiva Cadru 2000/60/EEC	Termene ¹
Cadru legislative		
* adoptarea prevederilor legale	24	Decembrie 2003
* identificarea autorității competente	3 (7)	Decembrie 2003
* notificarea către Comisia Europeană a autorităților competente	3 (8)	Iunie 2004
Caracterizarea bazinului hidrografic		
* Analiza caracteristicilor bazinului hidrografic	5 (1)	Decembrie 2004

* Registrul ariilor protejate * Evaluarea presiunilor semnificative și a impactului acestora * Analiza economică a utilizării apei * Revizuirea și analiza	6 (1) 5 (1) 5 (1) 5 (2)	Decembrie 2004 Decembrie 2004 Decembrie 2004 Dec. 2013-2019
Programele de monitoring * Stabilirea rețelelor de monitorizare și punerea în funcțiune a sistemelor de monitoring	8	Decembrie 2006
Informarea și consultarea publicului * Publicarea calendarului și a programului de lucru ² * Publicarea celor mai importante probleme de gospodărire a apelor în b.h. ¹ * Publicarea draft-ului Planului de management ¹	14 (1a) 14 (1b) 14 (1c)	Decembrie 2006 Decembrie 2007 Decembrie 2008
Planul de Management * Elaborarea și publicarea Planului de management * Revizuirea Planului de management	13 (6) 13 (7)	Decembrie 2009 Decembrie 2015
Atingerea obiectivelor de mediu * starea bună a apelor de suprafață * starea bună a apelor subterane * conformarea cu obiectivele pentru ariile protejate * derogări pentru atingerea obiectivelor	4 (1a) 4 (1b) 4 (1c) 4 (4)	Decembrie 2015 Decembrie 2015 Decembrie 2015 Dec. 2021-2027
Recuperarea costurilor pentru serviciile de apă	9 (1)	2010

1 - termenul se refera la obligatia de implementare/realizare a actiunilor in conformitate cu prevederile Directivei Cadru 2000/60/EEC. In unele cazuri se pot stabili termene mult mai stranse pentru finalizarea planurilor la nivelul sub-bazinelor. Termenele de raportare catre Comisia Europeana sunt decalate cu trei luni dupa termenele de implementare.

2 - la fiecare 6 ani.

În ceea ce privește implicarea părților interesate în luarea deciziei de gospodărire a apelor, la începutul anului 2005 a avut loc câte o ședință a Comitetelor de bazin înființate la nivelul tuturor direcțiilor de ape (11), pentru avizarea planului de management al bazinelor hidrografice. Elaborarea draft-ului Planului de Management al bazinului hidrografic și publicarea acestuia s-a realizat la începutul anului 2009. Pentru informarea și consultarea publicului se au în vedere:

1. Publicarea calendarului și a programului de lucru (cu 3 ani înainte de realizarea Planului de Management revizuit) – decembrie 2006;

2. Publicarea celor mai importante probleme de gospodărire a apelor la nivel național, sinteza problemelor importante de gospodărire a apelor la nivel

bazinal (cu 2 ani înainte de realizarea Planului de Management revizuit) – decembrie 2007;

3. Publicarea draft-ului Planului de Management (cu 1 an înainte de realizarea Planului de Management revizuit) – decembrie 2008; Consultarea în cursul anului 2008 a publicului interesat (stakeholders) privind programul de măsuri pentru industrie, agricultură, aglomerări umane și alterări hidromorfologice, pentru elaborarea draftului Planului de Management;

4. Consultarea publicului privind Draftul Planului de Management pe o perioadă de 6 luni de la data publicării acestuia – iunie 2009. [63]

În data de 18 august 2009 în Tg Mureș a avut loc o ședința de consultare a publicului, privind Schița planului de management a bazinului hidrografic Mureș pentru a îmbunătăți proiectul primului Plan de Management al bazinului hidrografic Mureș, care va fi finalizat în decembrie 2009.

III. Considerații asupra monitorizării calității apelor subterane

Calitatea apelor din România este urmărită conform structurii și principiilor metodologice ale Sistemului de Monitoring Integrat al Apelor din România (S.M.I.A.R.), restructurat în conformitate cu cerințele Directivelor Europene.

Sistemul național de monitorizare a apelor cuprinde două tipuri de monitoring, conform cerințelor prevăzute în Legea 310/2004 de modificare și completare a Legii Apelor 107/1996 care a preluat prevederile Directivei Cadru 60/2000/CEE în domeniul apei și celelalte Directive UE. Astfel se realizează un monitoring de supraveghere având rolul de a evalua starea tuturor corpurilor de apă din cadrul bazinelor hidrografice și un monitoring operațional (integrat monitoringului de supraveghere) pentru corpurile de apă ce au riscul să nu îndeplinească obiectivele de protecție a apelor.

S.M.I.A.R. cuprinde 6 componente (subsisteme), din care 5 se referă la sursele naturale: ape curgătoare de suprafață; lacuri (naturale și de acumulare); ape tranzitorii (fluviale și lacustre); ape costiere; ape subterane, iar ultimul, la sursele de poluare: ape uzate.

Elaborarea sintezei calității apelor din România se bazează pe prelucrarea unui volum mare de informații - date analitice primare obținute în activitatea de cunoaștere a calității apelor, în raport cu specificul fiecărui subsistem, de unitățile teritoriale ale Administrației Naționale „Apele Române”.

Tabelul 10. Indicatori de calitate pentru ape subterane – valori admisibile

Indicator	Unitate de măsură	Apa subterană
Temperatură	°C	14
Turbiditate	grade SiO ²	0,7
Culoare	mg Pt/l	0
pH	-	7,7
Reziduu fix	mg/l	429
Suspensii	mg/l	429
Conductivitate	S	593
Alcalinitate (m)	mval/l	8,15
Alcalinitate (p)	mval/l	0
Duritate totală	grade	11,96
CCO-Cr	mgO ² /l	4,04
CBO ⁵	mgO ² /l	0,90
CO ²	mg/l	8,80
Mn	mg/l	0,100
Cl ⁻	mg/l	11
SO ⁻² ₄	mg/l	6
Ca	mg/l	39
Duritate temporară	grade	11,96
Duritate permanentă	grade	0

O ₂ dizolvat	mg/l	1,26
Oxidabilitate	mgKMnO ₄ /l	15,24
Mg ²⁺	mg/l	28
Na ⁺⁺ K ⁺	mg/l	99
Fe ²⁺	mg/l	0,720
Fe total	mg/l	0,835
CO ₃ ⁻²	mg/l	0
NH ₄	mg/l	6,000
NO ₂	mg/l	0,004
NO ₃	mg/l	0,455
N total mineral	mg/l	5,125
PO ₄ ⁻³	mg/l	0,250
P total	mg/l	0,360
SiO ₂	mg/l	1,56
H ₂ S	mg/l	3,20
Fenoli	mg/l	0

Tabelul 11. Indicatori de calitate ai apelor subterane măsurati la posturile hidrogeologice

Nr. indicator	Denumire parametru	Unitate de măsură
1	Aspect, culoare, miros și turbiditate	
2	Temperatura aerului	°C
3	Temperatura apei	°C
4	Adâncimea de recoltare a probei	m
5	Indice <i>pH</i> la 20 °C	
6	Hidrogen sulfurat H ₂ S	mg/l
7	Bioxid de carbon liber CO ₂	mg/l
8	Oxigen dizolvat	mg/l
9	Conductibilitate electrică	Ω ⁻¹ cm ⁻¹
10	Radioactivitatea	μCurie/l
11	Cationi: Calciu Ca ²⁺	mg/l
12	Fier Fe ³⁺	mg/l
13	Mangan Mn ²⁺	mg/l
14	Plumb Pb ²⁺	mg/l
15	Cupru Cu ²⁺	mg/l
16	Magneziu Mg ₂	mg/l
17	Sodiu Na ⁺	mg/l
18	Potasiu K ⁺	mg/l
19	Amoniu NH ₄ ⁺	mg/l
20	Zinc Zn ²⁺	mg/l
21	Anioni: Azotați NO ₃ ⁻	mg/l
22	Azotiți NO ₂ ⁻	mg/l
23	Sulfați SO ₄ ²⁻	mg/l

24	Fluor F ⁻	mg/l
25	Brom Br ⁻	mg/l
26	Iod I ⁻	mg/l
27	Bicarbonați HCO ₃ ⁻	mg/l
28	Carbonați CO ₃ ²⁻	mg/l
29	Cloruri Cl ⁻	mg/l
30	Fosfați PO ₄ ³⁻	mg/l
31	Reziduu fix la 105 ° C	mg/l
32	Reziduu fix la 180 ° C	mg/l
33	Rezistivitate la 20 ° C	cm
34	Substanțe organice (consum KMnO ₄)	mg/l
35	Duritate totală	°germane
36	Duritate permanentă	°germane
37	Duritate temporară	°germane
38	SiO ₂ total	mg/l
39	Alcalinitate mval/l	mval/l
40	Alcalinitate liberă	
41	Alcalinitate totală	

În tabelul 12 sunt date valorile admisibile ale unor indicatori ai calității apelor subterane, dacă acestea sunt folosite ca apă potabilă (apă din categoria A1 care necesită doar tratarea fizică simplă și dezinfecție). Dacă pentru cazul analizat, unul din indicatorii din tabelul 12 are o valoare mai mare decât cea admisibilă, apa se consideră poluată și nu se poate folosi pentru populație decât dacă este tratată corespunzător.

Tabelul 12. Valorile maxime admisibile pentru diferiți indicatori de calitate ai apei subterane, dacă aceasta este folosită ca apă potabilă

Natura subst.	Denumire parametru	Unitate de măsură	Valori admisibile
Indicatori fizici	<i>pH</i>	Unități pH	6,5-8,5
	Colorație (după filtrare simplă)	mg/l pe scara de Pt	20(ob)
	Materii în suspensie	mg SS/l	25(or)
	Temperatura	°C	22(or)
	Conductivitate	s/cm ² la 20°C	1000(or)
	Culoare	Factor de diluție la 25°C	3(or)
Concentrație element chimic	Azotați	mg NO ₃ /l	50(ob)
	Fluoruri	mg F/l	1,5 (ob)
	Compuși organici cu clor, extractibili, total	mg Cl/l	-
	Fier dizolvat	mg Fe/l	0,3(ob)
	Mangan	mg Mn/l	0,05(or)
	Cupru	mg Cu/l	0,05(ob)

32 Considerații asupra monitorizării calității apelor subterane - III

Zinc	mg Zn/l	3(ob)
Bor	mg B/l	1(ob)
Beriliu	mg Be/l	
Cobalt	mg Co/l	
Vanadiu	mg V/l	
Arseniu	mg As/l	0,05(ob)
Cadmium	mg Cd/l	0,005(ob)
Crom total	mg Cr/l	0,05(ob)
Plumb	mg Pb/l	0,05(ob)
Seleniu	mg Se/l	0,01(ob)
Mercur	mg Hg/l	0,001(ob)
Bariu	mg. Ba/l	0,1(ob)
Cianuri	mg CN ⁻ /l	0,05(ob)
Sulfați	mg SO ₄ ²⁻ /l	250(ob)
Cloruri	mg Cl ⁻ /l	200(or)
Agenți de suprafață anionici (prin metoda spectrometrică cu albastru de metilen)	mg laurilsulfat/l	0,2(or)
Fosfați	mg P ₂ O ₅ /l	0,4(or)
Fenoli (indice fenolic) <i>p</i> -nitroanilina 4 aminoantipirina	mg C ₆ H ₅ OH/l	0,001(ob)
Hidrocarburi dizolvate sau în emulsie (după extracția cu eter de petrol)	mg /l	0,05(ob)
Hidrocarburi policiclice aromatice	mg /l	0,0002(ob)
Pesticide totale (paration, HCH, dieldrin)	mg /l	0,001(ob)
Consum chimic de oxigen (CCO)	mg O ₂ /l	10(or)
Gradul de saturație în oxigen dizolvat	% O ₂	>70(or)
Consum biochimic de oxigen (CBO ₅) (la 20°C, fără nitrificare)	mg O ₂ /l	<3(or)
Azot Kjeldahl (fără NO ₃)	mg N/l	1(or)
Amoniu (NH ₄ ⁺)	mg NH ₄ ⁺ /l	0,05(or)
Substanțe extractibile în cloroform	mg SEC/l	0,1(or)
Carbon organic total	mg C/l	
Compoziție bacteriologică	Coliformi totali la 37 °C	/100ml
		50(or)
	Coliformi fecali	/100ml
		20(or)
	Streptococi fecali	/100ml
		20(or)
	Salmonella	Absent în 5000ml

Politici de mediu privind prevenția poluării apelor subterane se pot găsi în legislația multor țări. Controlul apelor subterane este de obicei cuprins în legislația de mediu și diverse planuri de acțiuni privind managementul apei. Dacă se urmăresc procesele de prevenire a poluării apelor se observă că acestea sunt divizate între mai multe ministere putând avea loc independent pierzând în acest mod avantajele date de un proces unitar. Pentru a putea aplica în mod eficient și imediat în mod practic aceste principii de prevenire a poluării este important ca toate prevederile

legate de acest subiect să fie curpinse într-o politică de prevenire a poluării apelor care să urmărească dezvoltarea unor programe solide. Se consideră că această politică de împiedicare a poluării apelor ar trebui să aibă la baza câteva din următoarele principii:

- prevenirea poluării și nu tratarea simptomelor poluării. Experiența demonstrează că este mult mai dificil și costisitor să se depolueze apele poluate decât să se aplice măsuri de protecție și prevenție a poluării acestora. De multe ori apariția cazurilor de poluare a apelor au mai multe surse difuze. Ar trebui să se caute metode de minimizare a surselor de poluare nonpunctiforme.

- folosirea principiului de precauție. Există multe cazuri de deversare de substanțe periculoase în acvifer chiar și când acestea sunt doar suspectate a avea efecte negative asupra mediului. Până acum s-a permis deversarea substanțelor pentru care încă nu s-a demonstrat că au efecte negative asupra mediului. În cele mai multe dintre aceste cazuri conexiunea dintre substanța și impactul asupra mediului se face prea târziu. Demonstrarea acestor conexiuni bazate pe teste și cercetări științifice durează de obicei o perioadă mai lungă de timp și aplicarea unor acțiuni de interzicere sosesc mult prea târziu pentru a putea să se mai facă ceva în privința depoluării. Exemple de asemenea situații ar fi anumite pesticide a căror folosire a fost permisă până la demonstrarea capacităților de contaminare a apelor subterane de către acestea. Exemplele arată clar că acțiunile de evitare a potențialelor accidente de poluare a mediului (și a apelor implicit) cu substanțe care încă nu s-au demonstrat a fi periculoase nu ar fii trebuit să aștepte după validarea științifică a conexiunii impact-substanță deoarece ar putea fi mult prea târziu. În cazul observării unor asemenea cazuri bazate pe impactul asupra mediului ar trebui luate măsuri imediate de interzicere a folosirii substanței până la demonstrarea conexiunii și efectelor asupra mediului.

- aplicarea principiului "poluatorul plătește". Costurile de prevenție a poluării, controlul și măsurile de reducere ar trebui suportate de cel ce poluează. Acesta nu este un concept nou dar încă nu se prea aplică deoarece de către mulți apa încă se consideră a fi un bun comun și gratis. Acest principiu reprezintă un instrument economic care are ca scop încurajarea unui comportament care să fie proactiv în protejarea împotriva poluării a mediului. Exemple de tentative de implementare a acestui principiu ar fi taxele speciale pentru pesticide și ape uzate. Cel mai mare impediment în aplicarea acestui principiu este factorul de natură socială și economică. Aplicarea în totalitate a acestui principiu ar duce la reacții violente mai ales în țările în curs de dezvoltare, cum este și România. Chiar dacă acest principiu nu este fezabil în toate țările, ar trebui menținut ca un scop absolut.

- aplicarea de standarde și reglementări realiste. Un element important în strategia de control al poluării apelor este formularea de standarde și reglementări realiste. Standardele trebuie să fie posibil de atins iar reglementările să poată fi eficiente și imediat aplicabile. Standarde nerealistice și reglementări nefondate pot provoca mai mult rău decât inexistența acestora pentru că acestea crează o atitudine de indiferență privind regulile și reglementările în general atât din partea poluatorilor cât și a administratorilor. Standardele și reglementările ar trebui create în așa fel încât să fie în concordanță cu nivelul economic și capacitatea administrativă a țării. Standardele ar trebui 'strânse' gradual pe măsură ce economia progresa și capacitatea sectorului privat crește. Standardele și reglementările ar trebui să fie într-o continuă modificare ajustate pe măsura progresului în favoarea protecției mediului.

- controlul poluării apelor la cel mai mic nivel posibil. Nivelul trebuie stabilit ca fiind acela la care se înregistrează impacte semnificative asupra mediului. Dacă

de exemplu o problemă particulară de calitate a apei își are cauzele în cadrul unei comunități atunci nivelul potrivit ar fi cel al comunității. Dacă impactul asupra mediului afectează o comunitate învecinată sau mai multe, atunci managementul de control ar trebui să se situeze cu un nivel mai sus decât cel al comunității, de exemplu la nivel de bazin hidrografic. De cele mai multe ori nivelul de management se situează la nivel național în condițiile în care nu se anticipează posibilitatea poluării statelor vecine.

- încurajarea participării la programe de mediu. Această abordare se bazează pe conștientizarea importanței controlului poluării apelor de către publicul larg. Deciziile ar trebui luate ținând seama și de părerile publicului și ar trebui să aibă ca finalitate implicarea activă a acestora în activitățile de control al poluării. Mai exact acest principiu sugerează necesitatea informării continue a publicului dând posibilitatea exprimării părerilor acestuia și ar trebui să demonstreze că ele au fost luate în considerare. Există diverse metode de implicare a publicului precum sesiuni de informare publică, interviuri, vizite la fața locului, audieri de experți, etc. În multe din țările în curs de tranziție doar experții din domeniu participă la asemenea programe iar publicul este exclus din proces. Participarea publică poate dura mult timp dar contribuie la convergența punctelor de vedere a publicului, autorităților guvernamentale, industrie privind poluarea apelor și a măsurilor de control al acestora.

- accesul la informație privind poluarea apelor. Acest principiu este direct legat de principiul implicării publicului în procesele de luare de decizii deoarece condiția de participare o constituie accesul liber la informație prin intermediul autorităților publice. Accesul liber la informare ajută la înțelegerea problemelor, provoacă discuții în beneficiul rezolvării acestora și poate oferi sugestii și soluții de rezolvare. Din păcate accesul liber la informațiile privind mediul nu prea există în țările în curs de tranziție. Acest lucru poate periclita rezultatul unor eventuale colaborări internaționale pe această temă.

- promovarea de cooperare internațională privind controlul poluării apelor. Poluări ale apelor ce pot afecta acviferul în afara frontierelor unei țări necesită existența unor colaborări internaționale pentru ca programul să fie de succes. Cooperarea pe această temă reduce riscul de a lua măsuri ce se contrazic sau contravin țărilor implicate în dezvoltarea unui program de management al calității apelor.

Strategia folosită în managementul apelor ar trebui să se bazeze pe principiile mai sus menționate cât și pe alte principii prezentate în diverse documente de management al calității apelor. La formularea unei strategii de control al poluării apelor ar trebui să se țină cont de necesitatea dezvoltării unui sistem concurent de elemente complementare. Componentele principale ale unui sistem de control al poluării apelor ar trebui să fie:

- Un mediu reprezentat de un cadru de politici naționale, legislație și reglementări referitor la poluatori și autoritățile de management.

- Un cadru instituțional ce permite interacțiunea facilă între diverse nivele administrative

- Capacitate de planificare și prioritizare care va da posibilitatea persoanelor implicate în luarea de decizii să aleagă între mai multe acțiuni alternative bazate pe politicile de mediu stabilite, resursele puse la dispoziție, impactul asupra mediului și urmările sociale și economice.

Toate cele trei componente sunt necesare într-un sistem eficace de management al calității apelor cu precădere al controlului poluării apelor și de aceea este de dorit ca acestea să fie dezvoltate în mod armonios ca un tot unitar.

Atunci când se stabilesc obiectivele pentru controlul poluării apelor este foarte important să se definească scopul principal urmărit. Scopul urmărit se poate îndeplini doar după o perioadă de timp ce depinde de constrângeri financiare, educaționale și de alt gen. Cu cât scopul urmărit este mai complex cu atât este mai dificilă punerea în practică a strategiei. Pentru a evita problemele ce pot întârzia îndeplinirea scopului propus ar trebui luate în considerare următoarele etape:

- identificarea necesarului de intervenții la nivel de management
- definirea obiectivelor pe termen lung
- analiza capacității prezente
- definirea unor obiective realiste pe termen scurt

Identificarea și clasificarea problemelor de poluare a apelor și stabilirea de priorități pentru acestea reprezintă primul pas în identificarea intervențiilor potrivite pentru rezolvarea problemelor. Pentru fiecare problemă identificată ar trebui găsită o metoda de rezolvare care să cuprindă cele mai potrivite posibilități de intervenție. Deasemenea ar trebui să se indice și nivelele administrative ce trebuie implicate. Exemple de intervenții tipice ar fi:

- crearea de politici, planificare și coordonare
- pregătirea/ajustarea reglementărilor
- monitoring
- consolidarea legislației
- training și informare.

Definirea obiectivelor pe termen lung presupune identificarea funcțiilor cheie care vor trebui declanșate la toate nivelele administrative pentru a obține un control cât mai bun asupra procesului de prevenire și control al poluării a apelor. Totuși este important ca în cazul în care în prezent situația financiară, a resurselor umane și cea economică este slabă să se stabilească pe termen lung doar acele obiective care pot fi atinse în condiții nu cu mult mai bune.

Analiza capacității prezente presupune identificarea potențialului prezent, a constrângerilor, a capacității și capabilității care intervin în funcțiile ce urmează a fi declanșate în programul pe termen lung. Analiza trebuie să includă toate nivelele administrative implicate.

Definirea obiectivelor pe termen scurt ar trebui să cuprindă un plan ce se întinde pe o perioadă de aproximativ cinci ani deoarece în acest mod acestea nu vor fi influențate de viitoarele posibile dezvoltări ce ar putea să le schimbe.

Monitorizarea nivelului apelor subterane:

În cazul monitorizării regulate a nivelului, acesta furnizează informații prețioase privind tendința acestuia: în creștere, în scădere și în același timp răspunde și problemelor sezoniere de vară și iarnă, de an secetos și ploios. Este recomandat ca nivelul să fie verificat lunar sau măcar trimestrial. Există mai multe aspecte de care trebuie să se țină cont atunci când se concepe un plan de monitorizare al nivelului apelor subterane. În primul rând trebuie să se determine elevația terenului în locul în care este amplasat puțul de monitorizare pentru a permite calculul cu exactitate a adâncimii la care se află apa subterană. Elevația suprafeței apei subterane se poate calcula ca și diferența între adâncimea apei și elevația suprafeței solului obținută prin măsurători hidrogeologice. Rezultatele măsurătorilor hidrogeologice se găsesc în cadrul hărților topografice. Prin comparația elevației apei subterane în diverse puțuri de monitorizare se pot determina gradientul și direcția de curgere a acesteia. Există trei tipuri de dispozitive pentru a măsura nivelul apei subterane: bandă metalică, dispozitiv cu

ultrasunete sau traductor de presiune. În momentul de față, în regiunea Arad, nivelul este determinat cu ajutorul benzii metalice.

Monitorizarea temperaturii apelor subterane:

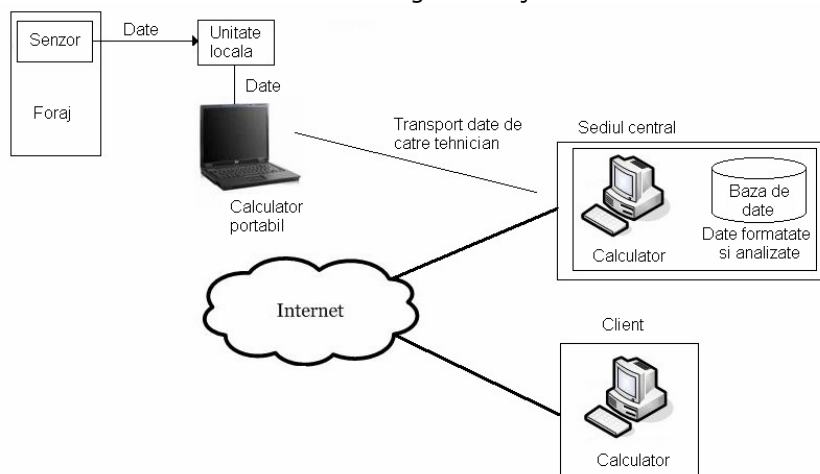
Măsurarea temperaturii s-a demonstrat că este o metodă robustă de urmărire a schimbului de apă de suprafață cu apă subterană. Transferul căldurii între apele de suprafață și cele subterane este asociată cu mișcarea fluidului. Deoarece în acvifere căldura este transportată prin advecție și conducție, este posibil să se determine schimbarea regimului de curgere a apei subterane prin monitorizarea temperaturii acestora și estimarea fluxului folosind temperatura ca indicator. Studiile privind temperatura sunt foarte utile și în determinarea curgerilor la nivel restrâns. Interpretarea datelor legate de temperatură poate fi ambiguă dacă este privită în mod izolat. Din acest motiv este recomandat ca temperatura apei subterane ca parametru să fie folosită în conjuncție cu alți parametri precum temperatura apei de suprafață și a solului în funcție de anotimp.

La nivel de politică strategia trebuie să furnizeze direcții generale care să vină în ajutorul managerilor de calitate a apelor în scopul realizării obiectivelor urmărite legate de controlul poluării apelor și punerea în practică a acestora. Strategia ar trebui să furnizeze detalii suficiente pentru a identifica acțiunile ce trebuie declanșate. Deasemenea trebuie să permită formularea de acțiuni și proiecte concrete care să contribuie la obținerea rezultatelor dorite.

După cum se știe, impactul unui depozit de cenușă asupra mediului este destul de major pentru a conștientiza necesitatea monitorizării calității apelor subterane la intervale bine definite de timp. În ziua de azi, un număr mare de companii recunoscute în domeniul monitorizării apelor oferă diverse metode și soluții tehnice de urmărire a parametrilor critici cu ajutorul unor echipamente dedicate.

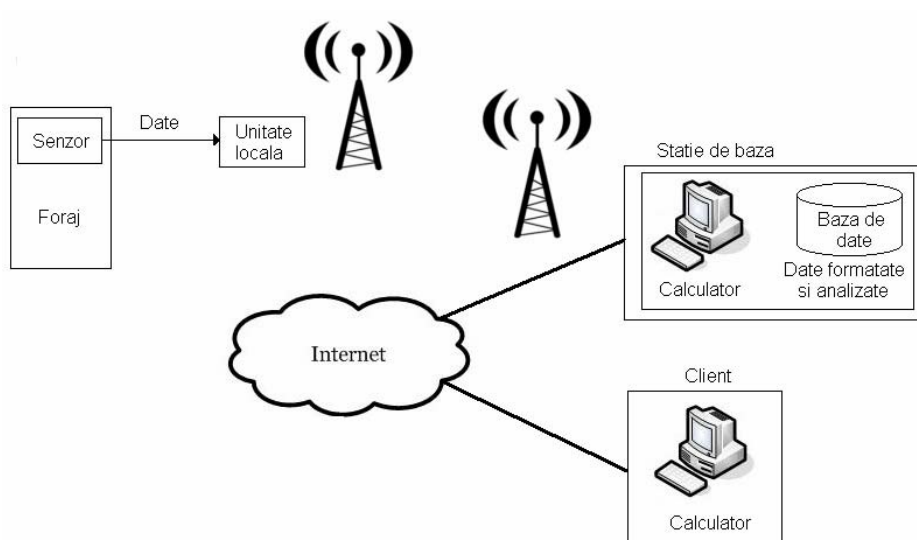
De obicei, datele sunt transmise de senzor către o unitate de stocare locală ce se află împreună cu senzorul pe teren. Soluția de colectare a datelor cea mai accesibilă din punct de vedere al costurilor ar fi aceea în care un tehnician se deplasează pe teren, descarcă datele stocate în unitatea locală pe un calculator portabil și le transportă la un sediu central unde acestea sunt interpretate cu ajutorul unor calculatoare dedicate.

Fig. 7 Soluție de monitorizare în timp real (I)



Ultima tehnologie în domeniul monitorizării permite transmiterea datelor cu ajutorul echipamentelor radio către o stație de bază (situată la sediul central).

Fig. 8 Soluție de monitorizare în timp real (II)



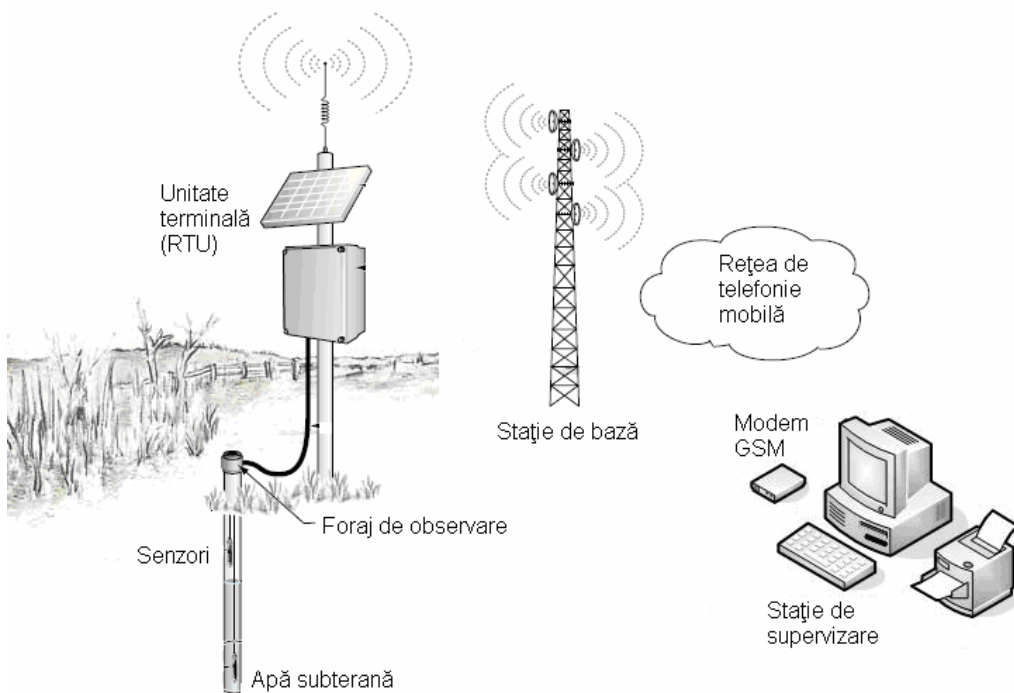
În continuare se prezintă o soluție tehnică fără fir (wireless) pentru operarea și întreținerea unei rețele mari de stații de monitorizare aflate la distanță, instalate în imediata apropiere a forajelor de observare. Într-un astfel de sistem fiecare stație este echipată cu o unitate de măsură care colectează datele de la senzorii de nivel, temperatură și pH. Folosind telemetrie radio sau mobilă, unitățile sunt capabile să anunțe personalul calificat asupra parametrilor urmăriți și a situațiilor anormale.

Un sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) are un punct de supervizare și control pentru mai multe stații aflate la distanță. Controlul și supervizarea acestora se realizează folosind diverse protocoale și rețele de transmisie. SCADA este un sistem centralizat care este capabil să monitorizeze și să controleze stații ale forajelor de observare situate la distanțe considerabile unele de altele. Achiziția datelor are loc la nivelul unităților terminale (RTU – Remote Terminal Unit) prin citirea valorilor determinate de senzori. Sistemul folosește combinații de conexiuni radio sau modem pentru a îndeplini cerințele de comunicație. Soluția tehnică permite comunicarea în ambele sensuri între un calculator central (Supervisory Station) conectat la o stație de bază și unitățile terminale aflate în teren. Rețeaua de telefonie mobilă a devenit un sistem de comunicație fiabil și cu costuri reduse. Liniile telefonice convenționale sunt taxate la minut indiferent dacă se transmit sau nu pachete de date. Pe de altă parte, dacă se folosește serviciul de date GPRS al unui sistem GSM (Global System for Mobile Communications), taxarea se face proporțional cu numărul pachetelor de date și este independentă de timpul de conexiune. Cele mai multe rețele de telefonie mobilă permit funcționarea fără probleme ale unui Sistem SCADA.

Unitățile terminale sunt alimentate cu ajutorul bateriilor, a panourilor solare sau sunt conectate direct la rețeaua de alimentare cu energie electrică unde este disponibilă. Comunicația se stabilește la intervale de timp programate (de mai multe

ori pe zi). În cazul în care apare o situație de depășire a vreunui parametru urmărit, unitatea terminală semnalează o situație de alarmă către stația de supervizare indiferent de programarea intervalelor de transmisie. Datele colectate sunt stocate într-o bază de date împreună cu momentul înregistrării.

Fig. 9 Soluție de monitorizare în timp real (III)



Sistemele SCADA construite cu ultima tehnologie în ceea ce privește unitățile terminale sunt capabile să ofere fiabilitatea și eficiența cerută de infrastructura unui sistem complex de monitorizare. În momentul în care se aleg componentele unui asemenea sistem, nu trebuie luate în considerare doar cerințele actuale ale aplicației ci anticipa și viitoarele necesități. [19]

Când se vorbește de performanțele unui sistem SCADA este foarte important să se considere caracteristicile tehnice ale unităților terminale. Acestea sunt oferite de companii de renume. Compania Motorola pune la dispoziție un sistem SCADA ce folosește unitățile terminale (RTU) din familia modulară ACE3600 sau MOSCAD.

Unitățile terminale ACE3600 combină capacitățile de procesare ale unui PLC (Programmable Logic Controller) cu cele ale unei unități de comunicație performante. Aceste terminale versatile au putere de procesare ridicată și au îndeplinesc cerințele de interfațare cerute de cele mai pretențioase sisteme de monitorizare. Conectarea senzorilor se face cât se poate de simplu.

Fig. 10. Unitate terminală din familia ACE3600



Pentru aplicațiile mai puțin pretențioase se pot folosi unități terminale din familia MOSCAD. O asemenea unitate are o configurație fixă de interfațare spre deosebire de una complet configurabilă a celei mai sus amintite. Mărimea compactă și consumul redus de energie fac ca această unitate să fie ideală pentru aplicații de monitorizare în care alimentarea acestora se face cu baterii sau panouri solare.

Fig. 11. Unitate terminală din familia MOSCAD



Fig. 12. Modem GSM/GPRS



Modemul GSM/GPRS pentru unitățile terminale MOSCAD permite transmiterea datelor cu ajutorul rețelelor de telefonie mobilă. Aceste module folosesc un protocol de comunicație dedicat MDLC (Motorola Data Link Communication) cu viteze de comunicație de până la 57.6 Kb/s în modul GPRS și până la 9.6Kb/s pe GSM (dial-up).

În momentul de față, la CET Arad, nu este implementată nici una din tehnologiile mai sus aminte. Tehnologia actuală în domeniul monitorizării ar putea rezolva și în special preveni multe din problemele de mediu. Din păcate costurile relativ mari a acestor sisteme împiedică implementarea acestora în România. De cele mai multe ori, eficiența acestor sisteme este direct proporțională cu valoarea investiției.

Viitorul monitorizării apelor subterane:

În cazul măsurătorilor frecvente ai parametrilor ce urmăresc calitatea apelor subterane, operațiunea de colectare a datelor primare este o acțiune consumatoare de timp și în același timp costisitoare. Vizitele frecvente pe teren pentru colectarea datelor în mod manual crește semnificativ numărul de ore dedicate de către personalul specializat pentru această operațiune, și întârzie substanțial timpul de răspuns în caz de poluare. Resursa umană joacă un rol important în procesul de monitorizare. Accesul limitat la puțuri și diverse situații ce pot pune în pericol siguranța personalului ce colectează datele sunt problemele demonstrate deja în țările unde asemenea sisteme de monitorizare se află în funcțiune de multă vreme. Metodele tradiționale de colectare a datelor presupun utilizarea de tehnicieni cu diverse abilități și costuri de întreținere a autovehiculelor cu care aceștia se deplasează în teren.

Puțurile de observare ar trebui monitorizate la intervale regulate și bine definite de timp pentru a furniza informații utile. În cazul în care monitorizarea nu are loc la intervale de timp bine definite, puține informații pot fi considerate ca fiind utile.

IV. Transportul poluanților în acvifer

IV.1. Surse și tipuri de poluanți ai apelor subterane

O influență semnificativă în pătrunderea și evoluția poluanților în apa subterană o au caracteristicile fizice și chimice ale poluanților precum și caracteristicilor fizice, chimice și hidraulice ale mediului poros subteran. În marea majoritate a cazurilor poluanții apelor subterane fac parte din categoria substanțelor miscibile. Substanțele poluante solide pot pătrunde în apa subterană prin infiltrațiile din precipitații. Substanțele poluante pot pătrunde în apa subterană sub formă de soluție sau sub formă de particule foarte fine care sunt insolubile.

Poluanții din categoria substanțelor nemiscibile cu apa și puțini solubili sunt:

- substanțe lichide nemiscibile cu apa și mai ușoare decât aceasta cum ar fi: hidrocarburile petroliere
- substanțe nemiscibile cu apa și cu densitate mai mare decât aceasta cum ar fi: hidrocarburile clorurate.

Datorită faptului că apele subterane au un conținut ridicat de săruri, în momentul pătrunderii poluanților în subteran se declanșează o serie de fenomene cum ar fi: adsorbția, retenția capilară, schimbul ionic, precipitarea diferitelor săruri, formarea de geluri, procese de biodegradabilitate, etc.

Poluanții apelor subterane mai pot fi:

- de natură organică cum ar fi substanțe provenite din industria petrochimică (benzină, motorină, îngrășăminte chimice și naturale (dejecții), pesticide, detergenți, etc.)
- de natură anorganică cum ar fi apele uzate industriale cu concentrații de metale grele (Pb, Cu, Zn, Cr), cloruri, etc.
- Radioactivă

Surse de poluare ale apelor subterane:

Sursele de poluare ale apelor subterane se clasifică în funcție de :

- Dimensiune: - punctuale
- dispersate
- Poziția față de suprafața terenului: - supraterane
- subterane
- Durata de masifestare: - permanente
- nepermanente
- accidentale
- Modul de descărcare: - directe
- indirecte
- Proveniență: - naturală
- artificială (datorate unor activități umane)

Sursele de poluare se clasifică astfel:

1) Surse de poluare naturale care sunt reprezentate de zăcămintele minerale. Contactul apei subterane cu aceste zăcămintele produc reacții a căror compuși pot fi angrenați de curentul subteran. Un exemplu concludent sunt minele de uraniu, în care datorită contactului apei subterane cu aceste zăcămintele produce o poluare radioactivă deosebit de gravă.

2) Surse de poluare artificiale datorate activităților umane, cum ar fi: rezervoare de înmagazinare a diferitelor lichide poluante (benzină, țiței, acizi, etc.) considerate a fi surse punctuale de poluare și care pot provoca poluări accidentale

în caz de fisurare, etc. O altă sursă importantă de poluare a apelor subterane sunt depozitele de deșeuri municipale și de deșeuri periculoase care sunt depozitate în alveole care nu sunt impermeabilizate corespunzător. Tot datorită unei impermeabilizări necorespunzătoare pot fi considerate surse de poluare a apelor subterane stațiile de epurare în care bazinele de stocare a apelor uzate menajere, industriale sau provenite din zootehnie precum și paturile de uscare aferente nu sunt conforme. Unele activități agricole pot fi considerate a fi surse de poluare a apelor subterane în cazul în care aplicarea îngrășămintelor chimice și naturale se realizează incorect, fără a efectua un studiu agrochimic amănunțit în prealabil, precum și dacă pesticidele nu sunt aplicate corespunzător (pesticidele care în cantități mari sunt considerate foarte toxice). O poluare sigură a pânzei freatice se realizează în momentul în care pe un teren agricol care are un aport mare de nitriți și nitrați se aplică de exemplu îngrășăminte provenite de la ferme de creștere a porcilor. Un alt exemplu ar fi cazul în care se realizează o injecție în cantități mari a apelor uzate (menajere sau provenite de la ferme de creștere a animalelor) într-un sol saturat, în care culturile aferente nu pot absorbi aceste îngrășăminte, astfel ajungând în apa subterană odată cu precipitațiile. [51]

Impactul poluării asupra mediului:

Pătrunderea poluanților în subteran se refractă atât asupra calității cât și asupra mișcării apelor subterane. Odată cu pătrunderea suspensiilor fine în pânza freatică aceasta colmatează porii mediului poros subteran și împiedică primenirea normală a straturilor. Mediul poros poate fi de asemenea colmatat cu produse petroliere, astfel afectând viteza de curgere a apei subterane. O altă consecință poate fi datorată reacțiilor chimice care pot duce la compactarea solului.

Consecințele diferitelor poluări se pot resimți pe perioade foarte lungi de timp datorită vitezei lente de curgere a apei precum și a fenomenelor mai lente de autoepurare. Poluarea apelor subterane are efecte negative asupra sănătății umane datorate direct (prin alimentări cu apă) sau indirect (zone de agrement, culturi agricole, piscicultură, industrie, etc).

În regimul natural al apelor subterane au intervenit o serie de modificări cantitative și calitative, datorită executării unor lucrări hidroameliorative și hidrotehnice, inclusiv captări, precum și datorită poluării.

În unele zone s-au produs scăderi importante ale nivelurilor piezometrice, datorită prelevărilor excesive de apă subterană, prin captări (exemplu București, în cazul "**Stratelor de Frătesti**" cu scăderi ale nivelurilor de 20-50 m) sau ca urmare a secărilor din zonele miniere (exemplu Rovinari, cu scăderi de peste 80 m). Pericolul cel mai mare în acest caz îl reprezintă atragerea accelerată de ape poluate spre zonele depresionate și scăderea drastică a debitelor exploatate ale captărilor din zonele afectate.

O alta sursă cu pondere o constituie apa din cursurile de suprafață (râuri, lacuri) în care s-au evacuat ape uzate încărcate cu azotați. La aceste două surse cu funcționalitate continuă se adaugă sursele cu caracter aleator, generate de aplicarea îngrășămintelor chimice pe unele categorii de terenuri arabile. În aceste ultime zone concentrațiile azotaților se situează frecvent în jurul valorii de 100 mg/l, putând atinge valori situate în jur de 300 mg/l. Acviferele astfel contaminate sunt de tip insular, iar trecerea la exploatarea apei pentru utilizări casnice și agricole a contribuit la menținerea suprafețelor contaminate în general în limitele arealelor de intravilan.

O situație cu totul aparte o reprezintă contaminarea intensă a acviferelor cu substanțe organice, amoniu și mai ales poluarea bacteriană. Formele cele mai intense de depreciere multiplă a calității s-au identificat în zonele de intravilan rural, unde datorită lipsei unui minim de dotări cu instalații edilitare, deșeurile lichide ajung în subteran direct (prin intermediul latrinelor nepermeabilizate sau șanțurilor arterelor stradale), cât și indirect (de la depozitele de gunoi de grajd, gropi improvizate de gunoi, etc).

O problemă deosebită privind zonele critice din punct de vedere al calității apelor subterane o constituie radioactivitatea acestora, din cauza ligniților care prin arderea în termocentrală rezultă cenușă și zgură care au nivelul de radiații ce ajung la valori de 545 Bq/kg. Se impun studii aprofundate privind calitatea apelor din zonele unde se pare că stratele de cărbuni au o radioactivitate ridicată, impunându-se un program de monitorizare al radiațiilor.

- poluarea cu produse menajere și produse rezultate din activitatea zootehnică (substanțe organice, compuși azotici, bacterii, etc.) - apare în apele subterane din zona marilor aglomerări urbane (Pitești, Oradea, Timișoara, București, Cluj, Suceava, etc) și în zona marilor complexe zootehnice (Moftin, Palota, Naidaș, Cefa, Halciu, Bontida, Periam, Poiana Marului, Băbeni, Bilciurești, etc).

- poluarea cu metale grele are 2 cauze principale:

- de natura antropică - zone cu concentrații mari în metale grele (plumb, cupru, zinc, cadmiu, cianuri, etc) situate în apropierea exploatărilor miniere, a uzinelor de preparare minereuri sau a haldelor de steril (Baia Borșa, Baia Mare, Copșa Mică, Mediaș, Târnăveni, Ișalnita, Craiova, Valcea, Pitesti, etc.);

- datorită fondului natural care prezintă concentrații ridicate de ioni de fier și mangan - zone întâlnite în Podișul Moldovei (bazinul hidrografic Siret), Depresiunea Getica (bazinul hidrografic Olt și bazinul hidrografic Jiu), în bazinul hidrografic Buzău și în bazinul hidrografic Bega-Timis - nu mai pot constitui surse de alimentare cu apa potabilă pentru populația din multe zone ale țării (exemplu: impurificarea pânzei freatice produsă de SC FIBREX Săvinești și SC AZOCHIM - Roznov a afectat alimentarea cu apa potabilă prin surse proprii a localităților, Roznov, Zărnești și parțial captarea de apă Cracau a platformei chimice Săvinești; aceste localități fiind acum alimentate din rețeaua orașului Piatra Neamț).

Poluarea freaticului este cel mai adesea un fenomen aproape ireversibil și are consecințe grave asupra folosirii rezervei subterane la alimentarea cu apă potabilă. Depoluarea surselor de apă din pânza freatică este extrem de anevoioasă dacă nu chiar imposibilă.

Factorii poluatori majori care afectează calitatea apei subterane se pot grupa în următoarele categorii: produse petroliere, produse rezultate din procesele industriale, produse chimice (îngrășăminte, pesticide) utilizate în agricultură ce provoacă o poluare difuza greu de depistat și prevenit, produse menajere și produse rezultate din zootehnie, metale grele, radioactivitatea, necorelarea creșterii capacităților de producție și a dezvoltării urbane cu modernizarea lucrărilor de canalizare și realizarea stațiilor de epurare, exploatarea necorespunzătoare a stațiilor de epurare existente, lipsa unui sistem organizat de colectare, depozitare și gestionare a deșeurilor și a nămolurilor de epurare a apelor industriale uzate.

În prezent este unanim recunoscut și studiat conceptul științific modern denumit: Vulnerabilitatea la poluare a apelor subterane. Cu timpul acest concept a evoluat ajungându-se la o definiție bazată pe riscul contaminării apei subterane luând în considerație interacțiunea dintre vulnerabilitatea naturală a unui acvifer și încărcarea cu contaminant existentă sau viitoare ce alimentează acviferul, ca rezultat al acțiunii umane.

Cea mai recentă formulare a acestui concept este o proprietate intrinsecă a unui sistem de apă subterană și depinde de sensibilitatea acestui sistem la impacturi umane și/sau naturale.

Noțiunea de poluant implică un factor fizic sau o substanță chimică sau biologică generată direct de o activitate umană care provoacă cu o anumită intensitate sau cu o concentrație anormală alterarea calității apei raportată la fondul geochimic natural sau inițial.

Poluanții al căror număr este uriaș pot fi contaminanții de origine naturală sau artificială, fiind clasificați după natura lor în: fizici, chimici, organici și biologici. Dintre poluanții de origine naturală fac parte mineralele ca: fierul, calciul și seleniul.

Substanțele rezultate din activitățile umane includ substanțele chimice organice, hidrocarburile, precum și emisiile lichide din depozitele de deșuri menajere și industriale. Cel mai frecvent întâlniți contaminanți chimici sunt nitrații rezultați ca urmare a fertilizării exagerate a solurilor agricole.

Poluanții apei subterane sunt fie substanțe miscibile sau nemiscibile cu apa având densitatea mai mică sau mai mare decât aceasta. Sursele de poluare pot fi situate la suprafața terenului (punctiforme sau difuze) în sol sau în subsol (canale deschise, conducte, colectoare de canalizare, foraje puțuri absorbante, rezervoare, stații de epurare și altele).

Sursele principale de poluare a apelor subterane sunt: fosele septice, depozitele de deșuri lichide menajere și industriale, activitățile din agricultură, rezervoarele subterane cu produse petroliere și chimice, deversări ilegale sau accidentale de substanțe chimice sau petroliere, spălarea tonelor de sare utilizate la dezghețarea șoselelor.

Caracteristicile poluării acviferelor sunt:

- procesul este foarte lent, în zona de aerare a acviferului înregistrându-se viteze de percolare verticale ≤ 1 m/an cu excepția acviferelor carstice.
- procesul este stabil, acviferul rămânând poluat din cauza dinamicii apei subterane.
- migrația lentă a poluării .

Formele de poluare și modurile de transfer ale poluanților imiscibili cu apa sunt: advecția (convecția); dispersia; difuzia și retardarea.

Procesele de sorbție reprezintă transformarea, întârzierea și atenuarea mișcării soluțiilor de poluanți miscibili din apa subterană și sunt mecanisme de interacțiune reprezentate de adsorbție, absorbție, chemiosorbție și schimb ionic.

Formele de poluare ale poluanților nemiscibili cu apa (substanțe organice lichide, insolubile sau parțial solubile în apă) sunt: infiltrarea și curgerea multifazică reprezentată de curgerea bifazică și infiltrarea și curgerea trifazică.

Poluarea poate avea loc:

- a. continuu (permanent) - canalizarea unui oraș, deversare reziduuri din industrie;
- b. discontinuu - poluare la anumite intervale de timp;
- c. temporar - colonii provizorii;
- d. accidental - în cazul unor avarii.

Sursele de poluare ale apei

Sursele de poluare ale apei se clasifică după următoarele criterii:

a) proveniență:

- activitățile menajere (dejecții, detergenți, alte substanțe) ;
- industrie, (substanțe chimice, resturi vegetate și animale, solvenți, hidrocarburi, apă caldă etc.);

- agricultură și transporturi (pesticide, fertilizanți, detergenți, produse petroliere etc.).

b) aria de răspândire a poluanților:

- surse locale (conducte de canalizare, rampe de descărcare);
- difuze - poluanții se răspândesc pe o arie mare.

c) poziție:

- surse fixe: activități industriale, zootehnice etc.
- surse mobile: autovehicule, locuințe și instalații care se deplasează etc.

Poluanții apelor pot fi grupați după următoarele criterii:

- natură: poluanți organici,
 - anorganici,
 - biologici,
 - termici,
 - radioactivi;
- stare de agregare:
 - suspensii (substanțe insolubile în apă);
 - solubili în apă; dispersii coloidale;

d) durata degradării naturale în apă: poluanții pot fi:

- ușor biodegradabili;
- greu biodegradabili (degradarea are loc în mai puțin cte 30 de zile);
- nebiodegradabili (degradarea se produce în 30-60 de zile);
- refractari (degradarea începe după cel puțin 2 ani).

Poluarea organică - își are sursele în chimie, petrochimie, industria alimentară.

Poluarea anorganică (săruri, acizi, baze) - este indusă de industria chimică (produse clorosodice), extracția țiteiului, prepararea minereurilor, hidrometalurgie.

Poluarea biologică - își are originea în activitățile menajere, funcționarea abatoarelor etc. Prin apă se transmit numeroase boli: bacteriene (febra tifoidă, dizenteria, holera); virotice (poliomelita, hepatita); parazitare (giardioza).

Poluarea termică - se produce prin deversarea de apă caldă, provenită de la instalații industriale și îndeosebi din industria energetică. Ca urmare a acestui fapt, scade concentrația oxigenului din apă, crește sensibilitatea organismelor acvatice la poluanți, dispăre o parte din faună, se înmulțesc peste măsură algele albastre etc.

Poluarea radioactivă - este generată de următoarele:

- apa rezultată din extracția și prelucrarea minereurilor radioactive (uraniu, thoriu);
- depozitele de deșuri radioactive;
- avariile la reactoarele nucleare;
- naufragiile vapoarelor cu încărcătură nucleară etc.

Poluarea cu produse petroliere - acestea provin din extracția, transportul și prelucrarea titeiului

- platforme de foraj;
- spălarea tancurilor petroliere;
- accidente.

Pelicula de petrol distruge flora și fauna deoarece:

- întrerupe contactul cu aerul;
- împiedică asimilația clorofiliană;

- sunt distruse ouă, larve (păsările nu își mai găsesc hrana, mor de frig prin îmbibarea penajului cu țitei);
- compușii fenolici și aromatici sunt toxici, benzopirenul este cancerigen etc. Țiteiul deversat în mare se poate recupera parțial (10-14%) prin:
 - adsorbție în mase plastice poroase;
 - congelare (se solidifică);
 - colectarea mecanică - aspirație cu pompe și sisteme colectoare.
 - dispersarea țiteiului prin insuflare de aer, prin conducte perforate, scufundate;
 - dispersare cu detergenți; aprindere cu aruncătoare de flăcări.

Din punct de vedere a alterării apelor, detergenții sunt poluanți ușor și greu biodegradabili:

- produc spumă - efect letal asupra peștilor. La concentrații mari, spuma are efect toxic pentru toată faună acvatică;
- la țărm/ mal - aspect neplăcut și miros (se descompune cu ajutorul microorganismelor anaerobe).

Pesticidele - substanțe organice cu fosfor, sulf, dor, brom etc:

- efect toxic asupra fondului piscicol, vegetației acvatice și la animalele ce folosesc apa pentru băut;
- cancerigene pentru om. Efectele ajung la om, prin lanțuri trofice:

Poluarea apelor subterane

Apele de suprafață poluate pătrund prin scoarța terestră până la apele subterane.

Nivelul poluării depinde de:

- structura geologică a straturilor străbătute;
- factori hidrodinamici.

Poluarea apelor subterane se semnalează frecvent în următoarele perimetre: conducte sparte; depozite de deșeuri; terenuri irigate; zone cu injectări de soluții în sol.

IV.2. Descrierea și reprezentarea proceselor de transport a poluanților

IV.2.1. Descrierea proceselor de poluare

Descrierea fizică a fenomenului de dispersie poate fi făcută prin suprapunerea unui fenomen de difuzie moleculară a substanței poluante cu un fenomen de convecție (advecție), datorat existenței unui câmp de viteze în domeniul în care are loc poluarea. Vom studia dispersia unui poluant în apa aflată într-un mediu poros, prin determinarea concentrației substanței poluante într-un punct din domeniul de curgere, la un moment dat. Această concentrație este influențată de natura mediului poros (prin porozitate, conductivitate hidraulică, tortuozitate), de regimul de curgere (prin câmpul vitezelor) și de natura poluantului (prin coeficientul de difuzie moleculară).

În literatura de specialitate sunt prezentate trei categorii de modele matematice ale fenomenului de dispersie a unui poluant în apa aflată într-un mediu poros:

- modele geometrice;
- modele geometrice - statistice;
- modele probabiliste.

Modelele geometrice și cele geometrice-statistice au la bază reprezentarea mediului poros printr-o rețea geometrică, care să permită exprimarea matematică a fenomenului. Astfel de modele necesită un număr mare de parametri, caracteristici geometriei date. Reprezentarea mediului poros printr-o rețea geometrică constituie o idealizare a condițiilor reale.

Pentru a face numărul cel mai mic de presupuneri cu privire la geometria locală a mediului poros s-a căutat un model general, o reprezentare generală a dispersiei. Aceasta a condus la realizarea unor modele probabilistice (Scheidegger, 1961), bazate pe ideea că datele privitoare la mediul poros sunt aleatorii și că cea mai potrivită reprezentare a unei situații este aceea de a reprezenta mediul printr-un set de variabile aleatorii. De asemenea, există deduceri deterministe ale ecuației dispersiei. Acestea se bazează pe legea conservării masei și pe cele două legi ale lui Fick.

Poluarea apelor subterane este un fenomen complex, care depinde atât de natura mediului poros cât și de natura poluanților. În general, poluarea apelor subterane va avea un aspect fizic și unul chimic sau biochimic. În capitolele anterioare au fost descrise condițiile în care poate să apară poluarea acestora. În continuare vom încerca să definim noțiunea de poluare a apelor subterane în legătură cu dispersia unui poluant într-un mediu poros, să descriem matematic legăturile dintre concentrația poluantului și celelalte mărimi caracteristice și să exemplificăm posibilitatea de a modela un astfel de fenomen.

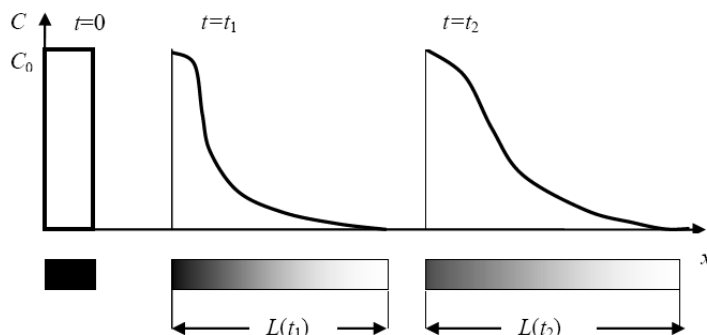
Când două fluide miscibile intră în contact, există o interfață care deschide o zonă de tranziție în care diferențele dintre proprietățile fizice ale celor două fluide tind, în timp, să se niveleze. Acest efect global rezultă din acțiunea simultană a unor fenomene fizico-chimice, cum ar fi difuzia moleculară sau diferențele de permeabilitate ale mediului poros.

Fie un mediu poros saturat cu apă curată, conținut într-un tub cilindric. La timpul $t = 0$ este injectat în tub (la unul din capetele tubului) un lichid format din apă amestecată cu un component chimic lichid având concentrația C_0 , pe care îl vom numi poluant.

Dacă se trasează graficul care reprezintă variația concentrației poluantului în lungul direcției de curgere, la timpul $t = 0$, acesta este o funcție treaptă așa cum este reprezentat în figura 13. Concentrația are o valoare mare în imediata apropiere a originii axei ox și o valoare nulă în restul domeniului.

Presupunem că mișcarea apei este unidimensională, în direcția și sensul axei ox și că injecția poluantului se face cu viteză constantă într-un punct aflat în originea axei.

Fig. 13. Evoluția zonei de tranziție

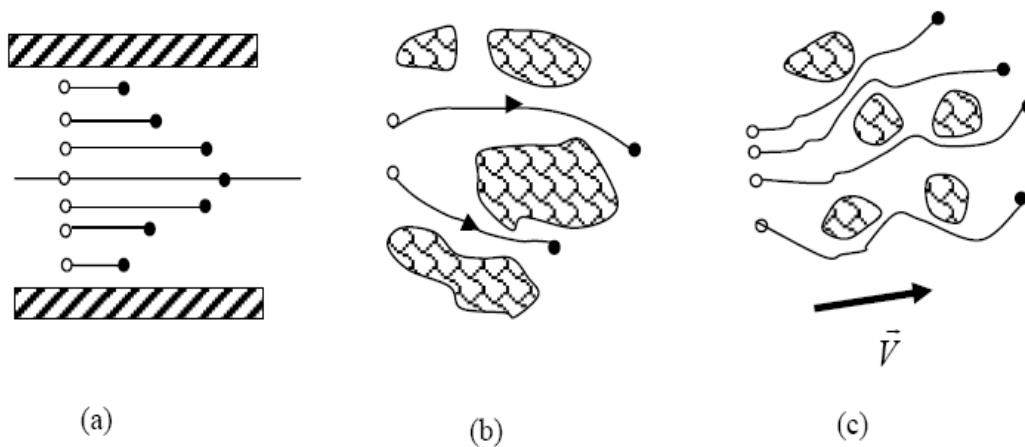


Dacă se măsoară variația concentrației poluantului în lungul tubului și se reprezintă grafic funcția $C(x)$ pentru diferite momente de timp (t_1, t_2) se constată că profilul concentrației are aspectul tipic al unei curbe S și că acesta se modifică în timp. Pe măsură ce durata de analiză crește, poluantul ajunge la o distanță tot mai mare. Presupunem că distanța dintre originea axei și punctul în care începe să se facă simțită prezența poluantului, la un moment dat, este $L(t)$. Vom spune că $L(t)$ este lungimea zonei de tranziție la momentul t . Deci zona de tranziție este definită ca zona în care concentrația lichidului injectat variază de la C_0 la 0. În figura 3.1 este reprezentată evoluția zonei de tranziție, în timp. Comportarea și evoluția zonei de tranziție poate fi interpretată ca o tendință spre uniformizare a compoziției chimice a amestecului. Fenomenul datorită căruia apare mișcarea și împrăștierea poluantului poartă numele de dispersie. Mecanismul dispersiei este foarte complicat. Dispersia este rezultatul acțiunii simultane a unui fenomen pur mecanic și a unui fenomen fizico-chimic.

Dispersia mecanică. Datorită influenței scheletului solid, distribuția vitezei unui fluid care curge printr-un mediu poros nu este uniformă.

1. Faptul că fluidul este vâscos implică apariția unui câmp de viteze variabil în secțiunea tubului de curent. Astfel, datorită frecărilor vâscoase, viteza este nulă la peretele solid și are o valoare maximă în axa tubului (fig. 14,a).

Fig. 14. Aspectele dispersiei mecanice. (poziția particulei de fluid la timpul t , poziția particulei de fluid la timpul $t+dt$).

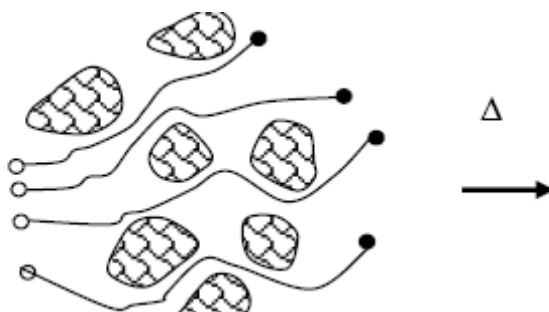


2. Variația dimensiunilor porilor creează diferențe între vitezele maxime în lungul axelor porilor (fig. 14, b).

3. Liniile de curent variază în raport cu direcția medie a curgerii (fig.14, c).

Aceste trei tipuri de acțiune mecanică au loc simultan și formează dispersia mecanică (fig. 15).

Fig. 15. Dispersia mecanică.



Observații asupra fenomenului sugerează aspectul geometric al dispersiei, respectiv existența a două efecte de bază, unul în direcția Δ a vitezei medii și altul în planul perpendicular pe Δ . Aceste efecte se numesc dispersie longitudinală, respectiv dispersie laterală.

Dispersia moleculară este aceea care rezultă din gradientul potențialului chimic. Potențialul chimic este corelat cu concentrația. Difuzia moleculară apare chiar într-un fluid în repaus.

Dacă analizăm un domeniu în care fluidul curge în două tuburi de curent, ca în figura 16, b sau 16, c, se constată că difuzia moleculară se manifestă atât în lungul tubului de curent cât și lateral.

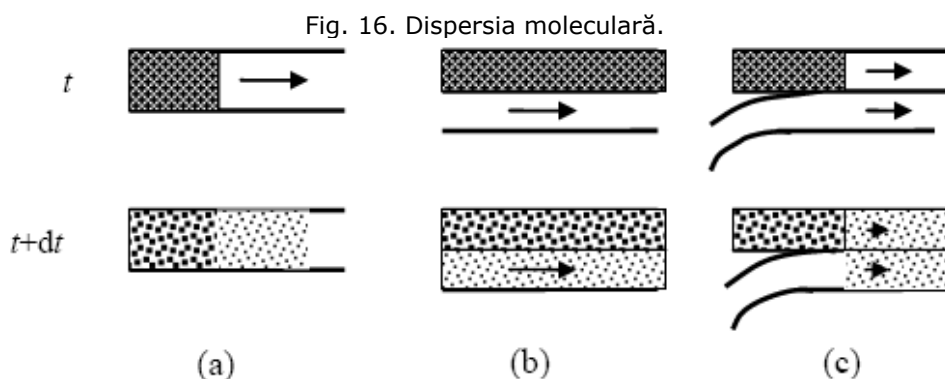


Fig. 16. Dispersia moleculară.

În interiorul unui tub de curent diferențele de concentrație, în direcția medie a tubului de curent, tind să dispară. Acesta este efectul longitudinal sugerat în figura 16, a.

Între două tuburi de curent adiacente există un transfer de masă care tinde să uniformizeze diferențele de concentrație dintre cele două domenii de curgere. Acesta este efectul lateral (fig. 16, b). Difuzia moleculară este cea care determină dispersia laterală.

Dispersia este măsurată prin trei cantități fizice (care au un înțeles fizic direct și ale căror valori numerice pot fi obținute din măsurători) și printr-un set de mărimi matematice (rezultate dintr-o interpretare matematică a teoriei dispersiei).

Mărimile fizice ce măsoară dispersia sunt densitatea, concentrația și viteza.

Mărimile matematice care măsoară dispersia sunt coeficienții dispersiei.

Parametrii care influențează dispersia pot fi clasificați în trei grupe:

- parametrii care descriu mediul poros;
- caracteristicile fluidului;
- caracteristicile deplasărilor.

Mediul poros influențează dispersia prin structura sa geometrică. Faza lichidă, ca întreg, este caracterizată de viteză și densitate, amândouă fiind definite ca funcții de compoziția chimică. Caracteristicile deplasării care influențează dispersia sunt distribuția vitezei și distanța pe care se întinde zona de tranziție.

IV.2.2. Modelarea matematică a transportului poluanților în mediul poros.

Ecuția care descrie fenomenul de transport a poluanților dizolvați, într-un fluid care circulă printr-un mediu poros, are forma generală:

$$\frac{\partial C(x,y,z,t)}{\partial t} = +\operatorname{div}\left[\overline{D}(x,y,z,t)\rho(x,y,z,t)\left(\operatorname{grad}\frac{C(x,y,z,t)}{\rho(x,y,z,t)}\right)\right] - \operatorname{div}[\vec{v}(x,y,z,t)C(x,y,z,t)] + S_r, \quad (1)$$

respectiv:

$$\frac{\partial C(x,y,z,t)}{\partial t} = T.C. + T.D. + S_r, \quad (2)$$

în care: $C(x, y, z, t)$ este concentrația poluantului într-un punct din domeniu, la un moment dat, $\vec{v}(x,y,z,t)$ - viteza apei în porii mediului saturat $\rho(x,y,z,t)$ - densitatea amestecului, $D(x,y,z,t)$ - coeficientul de dispersie a poluantului în apa din mediul poros, iar S_r reprezintă o sursă de substanță poluantă, într-un punct sau într-o zonă din domeniu (sau adsorbția poluantului în matricea poroasă).

$T.D.$ reprezintă *transportul difuzional* și se realizează prin mișcarea neîncetată a moleculelor care se ciocnesc și schimbă astfel, între ele, energia sau momentul.

$T.C.$ este *transportul convectiv (advektiv)* și corespunde deplasării particulelor antrenate de mișcarea generală a fluidului. În acest caz, deplasările au un caracter determinist.

În multe lucrări din literatura de specialitate se face referire la această ecuație atunci când se dorește exprimarea matematică a fenomenului de dispersie. Din analiza fenomenului de dispersie a unui poluant într-un mediu poros rezultă existența a trei mecanisme principale, de migrație a substanțelor poluante:

- *convecția (advecția);*
- *difuzia moleculară;*
- *dispersia mecanică sau cinematică.*

Vom încerca, pornind de la definirea fenomenului, să exprimăm matematic fiecare din cele trei mecanisme.

Prin *convecție (advecție)* vom înțelege antrenarea elementelor în soluție, în mișcarea fluidului care se deplasează.

Difuzia moleculară este un fenomen fizic legat de agitația moleculară. Într-un fluid în repaus, mișcarea browniană provoacă deplasarea particulelor în toate direcțiile spațiului. Dacă concentrația fluidului este omogenă în spațiu, două puncte vecine trimit, în medie, același număr de particule unul spre celălalt, iar agitația moleculară nu modifică concentrația soluției. Dacă există un gradient de concentrație între două puncte vecine, punctul cu concentrație mai ridicată va trimite, în medie, mai multe particule în toate direcțiile, decât punctele cu concentrație slabă. Rezultatul acestei agitații moleculare va fi un transfer de particule dinspre zona cu concentrație mai ridicată spre cea cu concentrație mai scăzută.

Dispersia cinematică (mecanică) este un fenomen de amestec, legat de eterogenitatea vitezelor microscopice. Dispersia cinematică ar putea fi rezumată prin următoarele aspecte: o propagare mai rapidă a elementelor transportate în axa porilor; o diferență a vitezelor medii între pori diferiți; liniile de curent se întrepătrund, provocând o diluție neuniformă a concentrației.

Deci, dispersia cinematică este rezultatul existenței unui câmp de viteze real, complex și necunoscut, pe care îl neglijăm în fenomenul de convecție când utilizăm viteza medie, fictivă, Darcy.

Coeficientul $\overline{D}(x,y,z,t)$ se numește coeficient de dispersie și conține în el atât efectul difuziei moleculare a poluantului în apă cât și pe cel al vitezei apei în porii materialului poros. Acest parametru este caracteristic unei situații date și este, în general, un tensor. Dacă se exprimă tensorul dispersiei în direcțiile principale de anizotropie, el se reduce la trei componente:

$$\overline{D} = \begin{vmatrix} D_L & 0 & 0 \\ 0 & D_T & 0 \\ 0 & 0 & D_T \end{vmatrix} \quad (3)$$

unde: D_L este numit *coeficient de dispersie longitudinală* (în sensul curgerii), D_T este numit *coeficient de dispersie transversală* (în două direcții ortogonale la direcția de curgere). Acești coeficienți se pot exprima sub forma:

$$D_L = D_0 + \alpha_L |\bar{v}|, \quad [L^2T^{-1}], \quad (4)$$

$$(5)$$

$$D_T = D_0 + \alpha_T |\bar{v}|, \quad [L^2T^{-1}],$$

în care α_L se numește *coeficient de dispersie intrinsecă longitudinală* sau *dispersivitate longitudinală* și se măsoară în metri, $[\alpha_L]_{SI} = [L]$, α_T - *coeficient de dispersie intrinsecă transversală* sau *dispersivitate transversală*, $[\alpha_T]_{SI} = [L]$, $D_0 [L^2T^{-1}]$ este coeficientul de difuzie moleculară efectivă a poluantului în mediul poros, iar $|\bar{v}|$ este modulul vitezei reale în pori.

Viteza reală a soluției formate din apă și poluant prin porii solului se poate calcula în funcție de viteza Darcy și de porozitatea mediului poros.

Dacă se consideră că dispersia poluantului se face în tot spațiul porilor și că toată apa din pori participă la curgere, atunci:

$$\bar{v} = \frac{\bar{U}}{n}, \quad (6)$$

unde n este porozitatea mediului poros, iar U reprezintă viteza Darcy.

În cazul în care dispersia poluantului se face în tot spațiul porilor, dar nu toată apa din pori participă la curgere ci numai apa liberă (existând apă legată în jurul particulelor solide) atunci viteza reală se calculează în funcție de porozitatea cinematică n_e (eficace sau efectivă):

$$\bar{v} = \frac{\bar{U}}{n_e}. \quad (7)$$

Coeficientul de difuzie moleculară efectivă a poluantului în mediul poros, $D_o [L^2T^{-1}]$ este proporțional cu coeficientul de difuzie moleculară al poluantului în apă, $D_m [L^2T^{-1}]$ și depinde de tortuozitatea materialului poros. Prin tortuozitate (τ) se înțelege raportul dintre distanța dintre capetele traiectoriei parcurse de poluant (în linie dreaptă) și distanța reală, parcursă prin pori (mult mai mare decât cea reală).

În laborator, din măsurători făcute pe coloane de nisip, au rezultat valori ale coeficientului α_L , de ordinul centimetrilor. În teren se obțin valori de ordinul metrilor (până la sute de metri), în funcție de gradul de eterogenitate al formațiunii geologice. Dispersivitatea transversală este mult mai mică decât cea longitudinală, având valori cuprinse între:

$$\alpha_T = \frac{1}{5} \alpha_L \text{ și } \alpha_T = \frac{1}{100} \alpha_L. \quad (8)$$

Din experiențele efectuate în teren s-a observat faptul că valoarea dispersivității longitudinale se poate aproxima cu o valoare egală cu o zecime din lungimea domeniului în care se studiază fenomenul de dispersie:

$$\alpha_L = (1/10) L. \quad (9)$$

IV.2.3 Descrierea matematică a dispersiei unui poluant într-un mediu poros nesaturat, ținând seama și de schimburile de masă dintre faze

În cazul unui mediu poros nesaturat, porii nu sunt plini cu apă. Astfel, soluția formată din apă și poluant nu va ocupa tot volumul porilor ci numai o parte, corespunzătoare conținutului volumic de umezeală (θ).

Sistemul format din materialul solid (matricea poroasă), aerul (faza gazoasă) și apa din pori (faza lichidă), în care pătrunde un poluant, este supus unor procese multiple de transformare. Acestea sunt în general clasificate în procese de: filtrare, adsorbție, schimb ionic, dizolvare și precipitare, schimb cu exteriorul (prin rădăcina plantelor sau prin puțuri).

Adsorbția și desorbția constau în schimbul de molecule și ioni între faza solidă și cea lichidă. Adsorbția presupune trecerea, atașarea unor molecule sau ioni din soluția lichidă în faza solidă, provocând o scădere a concentrației soluției într-un punct, la un moment dat și o întârziere a transportului poluant. Desorbția este

trecerea unor molecule sau ioni din faza solidă în soluția lichidă, provocând o creștere a concentrației soluției într-un punct, la un moment dat.

Relația matematică dintre masa substanței adsorbite în faza solidă și concentrația în faza lichidă se numește *relație de adsorbție izotermă*.

De cele mai multe ori, în studiul poluării apelor subterane sunt folosite relații de forma:

$$S = K_d C^b \quad (10)$$

numită izoterma Freundlich, în care S este masa substanței adsorbite în faza solidă, de unitatea de masă de mediu poros uscat, C este concentrația soluției, K_d și b sunt coeficienți ce depind de tipul poluantului, natura mediului poros și de alte condiții ale sistemului. Pentru $b=1$, relația de adsorbție devine:

$$S = K_d C, \quad (11)$$

numită *relație de adsorbție izotermă liniară*.

Ecuția care definește transferul de masă într-un volum elementar de mediu poros nesaturat, recomandată în [25], este:

$$\begin{aligned} & \operatorname{div} \left[\theta(x, y, z, t) \bar{D}(x, y, z, t) \rho(x, y, z, t) \left(\operatorname{grad} \frac{C(x, y, z, t)}{\rho(x, y, z, t)} \right) \right] - \operatorname{div} [\vec{U}(x, y, z, t) C(x, y, z, t)] = \\ & = \frac{\partial}{\partial t} (\theta(x, y, z, t) C(x, y, z, t) + \rho_b S) + \mu_w \theta(x, y, z, t) C + \mu_s \rho_b S - \gamma_w \theta(x, y, z, t) - \gamma_s \end{aligned} \quad (12)$$

în care: C [ML^{-3}] reprezintă concentrația volumică a soluției, S [MM^{-1}] este masa de poluant adsorbită de matricea poroasă, θ [$\text{L}^3 \text{L}^{-3}$] - conținutul volumic de umezeală din sol, D [$\text{L}^2 \text{T}^{-1}$] - coeficientul de dispersie al poluantului, U_x, U_y, U_z [LT^{-1}] sunt componentele vitezei Darcy după cele trei direcții, ρ_b [ML^{-3}] - densitatea medie a probei de sol (sol plus apă), μ_w [T^{-1}] - rata de descreștere (de ordinul întâi) a concentrației poluantului în faza lichidă a mediului poros, μ_s [T^{-1}] - rata de descreștere (de ordinul întâi) a concentrației poluantului în faza solidă a mediului poros, γ_w [$\text{ML}^{-3} \text{T}^{-1}$] - rata de creștere sau producție (de ordinul zero) a concentrației poluantului în faza lichidă a mediului poros, γ_s [T^{-1}] - rata de creștere sau producție (de ordinul zero) a concentrației poluantului în faza solidă a mediului poros.

Considerând o *relație de adsorbție izotermă liniară*, de tipul (11), ecuația de dispersie (12) devine:

$$\begin{aligned} & \operatorname{div} \left[\theta \bar{D}(x, y, z, t) \rho(x, y, z, t) \left(\operatorname{grad} \frac{C(x, y, z, t)}{\rho(x, y, z, t)} \right) \right] - \operatorname{div} [\vec{U}(x, y, z, t) C(x, y, z, t)] = \\ & = \frac{\partial}{\partial t} \left(\theta C \left(1 + \frac{\rho_b K_d}{\theta} \right) \right) + \theta C \left(\mu_w + \frac{\mu_s \rho_b K_d}{\theta} \right) - \theta \left(\gamma_w + \frac{\gamma_s \rho_b}{\theta} \right). \end{aligned} \quad (13)$$

Dacă definim un coeficient R numit factor de întârziere:

$$R = 1 + \frac{\rho_b K_d}{\theta}, \quad (14)$$

și doi coeficienți pe care îi vom numi *coeficient de descreștere* și *coeficient de producție*:

(15)

$$\mu = \mu_w + \frac{\mu_s \rho_b K_d}{\theta}, \quad (16)$$

$$\gamma = \gamma_w + \frac{\gamma_s \rho_b}{\theta}$$

și viteza medie, a apei, în pori:

$$\bar{v} = \frac{\bar{U}}{\theta}, \quad (17)$$

atunci ecuația dispersiei devine:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (C \theta R) = \operatorname{div} \left[\theta \bar{D}(x,y,z,t) \rho(x,y,z,t) \left(\operatorname{grad} \frac{C(x,y,z,t)}{\rho(x,y,z,t)} \right) \right] - \\ - \operatorname{div} [\bar{U}(x,y,z,t) C(x,y,z,t)] - \theta C \mu + \theta \gamma, \end{aligned} \quad (18)$$

care este valabilă atât pentru mediul poros nesaturat cât și pentru un mediu poros saturat. Pentru un sol saturat se înlocuiește conținutul volumic de umezeală cu porozitatea cinematică (efectivă). Astfel, pentru un acvifer omogen, cu porozitate efectivă constantă, ecuația de dispersie devine:

$$\begin{aligned} n_e \frac{\partial}{\partial t} (C R) = n_e \operatorname{div} \left[\bar{D}(x,y,z,t) \rho(x,y,z,t) \left(\operatorname{grad} \frac{C(x,y,z,t)}{\rho(x,y,z,t)} \right) \right] - \\ - n_e \operatorname{div} [\bar{v}(x,y,z,t) C(x,y,z,t)] - n_e C \mu + n_e \gamma. \end{aligned} \quad (19)$$

Dacă coeficientul de întârziere este constant, ecuația de dispersie se scrie:

$$\begin{aligned} R \frac{\partial C}{\partial t} = \operatorname{div} \left[\bar{D}(x,y,z,t) \rho(x,y,z,t) \left(\operatorname{grad} \frac{C(x,y,z,t)}{\rho(x,y,z,t)} \right) \right] - \\ - \operatorname{div} [\bar{v}(x,y,z,t) C(x,y,z,t)] - C \mu + \gamma. \end{aligned} \quad (20)$$

Pentru un regim dinamic de dispersie

$$\bar{D} = \bar{D}_0 + \alpha |\bar{v}| \approx \alpha |\bar{v}|, \quad (21)$$

unde mărimile au semnificația descrisă anterior.

Factorul de întârziere R poate avea valori cuprinse între 1 și 10 000. O soluție reactivă se va mișca cu viteze mai mici decât viteza apei, datorită fenomenului de adsorbție. Coeficienții μ (15) și γ (16) au valori diferite pentru fiecare caz real.

Ecuația dispersiei, sub una din formele (18) sau (20), se folosește pentru rezolvarea problemelor de poluare a solului sau a acviferelor, apreciindu-se în fiecare caz coeficienții care intervin în cazul concret.

V. Modelarea proceselor de poluare și prezentarea studiului de caz în zona CET Arad

V.1. Prezentarea generală a CET Arad

Localizarea terenului:

Centrala electrică de termoficare pe lignit Arad ocupă o suprafață totală construită de 1.444.293m² teren în municipiul Arad, jud. Arad.

CET lignit Arad este situată în nordul municipiului Arad, la bifurcația liniilor de cale ferată Arad – Curtici și Arad – Oradea, în zona limitrofă a perimetrului municipiului Arad, la ieșirea din Arad spre Curtici având următoarele vecinătăți: la nord, com. Sofronea și Zimandu Nou; la est –sud – vest: teritoriul administrativ al municipiului Arad.

Amplasamentul CET lignit ARAD se află situat în Câmpia Aradului, subunitate a Câmpiei Mureșului și respectiv, a marii unități a Câmpiei Banato-Crișane.

Utilizarea actuală a terenului:

Centrala electrică de termoficare pe lignit Arad produce energie electrică care este livrată în sistemul Energetic Național și energie termică care este livrată sub formă de apă fierbinte consumatorilor urbani și sub formă de abur tehnologic și apă fierbinte unor agenți economici ai municipiului Arad.

Pe amplasamentul CET lignit Arad sunt în funcțiune următoarele instalații mari de ardere:

- ♦ 1 cazan de abur energetic de 420t/h (403MW_t);
- ♦ 2 cazane de abur industrial de 100t/h (2 x 80MW_t).

Utilizarea terenului de pe amplasamentul CET lignit Arad este următoarea:

- suprafața totală a incintei:	$S_t = 490.518 \text{ m}^2$
- suprafața construită:	$S_c = 141.257 \text{ m}^2$
- suprafața aferentă rețelelor:	$S_r = 4131 \text{ m}^2$
- suprafața aferentă căilor de transport:	$S_t = 109.429 \text{ m}^2$
- suprafața liberă:	$S_l = 235.701 \text{ m}^2$

Folosirea de teren din împrejurimi:

Terenurile situate în vecinătatea amplasamentului CET lignit Arad aparțin:

- Nord: com. Sofronea și Zimandu Nou;
- Est - Sud – Vest: teritoriul administrativ al municipiului Arad.

Utilizarea chimică:

Reactivii chimici utilizați în CET lignit Arad sunt: acidul clorhidric și hidroxidul de sodiu (utilizați la instalația de epurare chimică) și reactivi chimici utilizați de laboratorul chimic al societății. S.C. CET Arad S.A. achiziționează reactivii chimici numai de la furnizori autorizați pentru care este ținută o evidență specială .

Inofensivitatea chimică și documentele privind siguranța reactivilor chimici utilizați sunt obținute de la furnizori și ținute într - un dosar de evidență.

➤ Acidul clorhidric – soluție de concentrație 33%

Fraza de risc R: 35 – 37;

Fraza de securitate S: (1/2) – 7 / 9 – 26 – 45.

Acidul clorhidric este adus cu cisterne special amenajate, de unde este transvazat cu ajutorul pompelor în rezervoare. Rezervoarele sunt prevăzute cu cuve

placate antiacid, cu canalizare și împrejmuite cu un gard de beton placat antiacid de circa 70cm.

➤ Hidroxidul de sodiu – soluție de concentrație minim 48%

Fraza de risc R : 35;

Fraza de securitate S: 26 – 37/39 – 45.

Hidroxidul de sodiu se aduce cu cisterne speciale, cu transport auto. Din cisterne, hidroxidul de sodiu este transportat în rezervoare speciale, prevăzute cu cuve placate antibazic, cu canalizare și împrejmuite cu un gard de beton placat antibazic de cca. 70cm.

Lista substanțelor periculoase prezente pe amplasamentul CET lignit Arad este prezentată în tabelul 13.

Tabelul 13. Substanțe periculoase prezente pe amplasamentul CET lignit Arad

Nr crt	Denumirea substanței periculoase	Nr. CAS	Localizare	Cantitate a totală deținută (tone)	Cantitate a totală de stocare (tone)	Stare fizică	Mod de stocare	Condiții de stocare
1	Acid clorhidric	7647-01-0	CET Lignit Inst.de epurare chimică	81	820	Lichid	Rezervoare	Închis fără comunica-re cu mediu ambiant
2	Lignit		CET Lignit Depozit de cărbune	140.000	480.000	Solid	Depozit amenajat	Deschis în mediul ambiant

Tipul activităților în care sunt implicate substanțele periculoase:

- Acid clorhidric: - este utilizat în instalația de producere a apei demineralizate și dedurizate;
 - vechimea și nivelul tehnologiei datează din anul 1981 când a fost aprobată investiția.
- Lignit
 - este utilizat în cazanul energetic și cazanele de abur industrial (CAI) pentru producerea energiei electrice și termice;
 - vechimea și nivelul tehnologiei datează din anul 1981 când a fost aprobată investiția;
 - procesele tehnologice sunt controlate automat;
 - producția de energie electrică și termică este un proces continuu.

Substanțele toxice utilizate de laboratorul chimic de pe amplasamentul CET lignit, pentru analize ape sunt prezentate în tabelul 14.

Tabelul 14. Substanțe toxice utilizate la CET lignit Arad

Nr. crt.	Denumire	Mod de manipulare	Mod de neutralizare	Destinația reziduurilor și a pierderilor	Cantitate anuală utilizată [g]	Obs.
1	Alcool metilic	Manual, cu instrumente și vase de laborator	Diluare la analize și în bazinul de colectare ape uzate de la stația pompe Bagger	Din bazinul de colectare	15.000	Pentru lab. chimic la analize ape
2	Amoniac			ape uzate de la stația pompe	50.000	
3	Benzen			Bagger se pompează în depozitul de zgură și cenușă	1.000	
4	Clorură de bariu				10	
5	Clorura mercurică		Cu ape acide în bazinul de colectare	Rezultă amalgamuri metalice care se deversează în depozitul de zgură și cenușă	10	
6	Iodura de mercur		ape uzate de la stația pompe Bagger		1.000	

Ape de suprafață

Râul Mureș traversează zona de la est la vest, nivelurile maxime ale apelor depășind cu 3 – 4m nivelul mediu. Râul nu prezintă afluenți în acest sector. El prezintă numeroase brațe părăsite, răspândite pe întregul său con de dejecție.

Ape subterane

Apele subterane care interesează sunt cele freatice. Nivelul lor hidrostatic variază în zonă. Cele mai mari adâncimi, de peste 5 m se găsesc în zona Sâmbăteni – Horia – Zinand, pe axa conului de dejecție al Mureșului. În partea vestică a conului de dejecție, adâncimile se află, cel mai adesea, la 2-3 m, iar pe albiile părăsite adâncimile sunt și mai mici, stratul acvifer ajungând chiar la suprafață.

Mineralizarea apelor freatice variază în funcție de adâncimea la care se află și de depozitul înmagazinare. Cele care se află la adâncime mai mare de 5 m și care sunt cantonate în pietrișuri au o mineralizare sub 0,5 . Cele care se găsesc la adâncime mai mică și sunt cantonate în nisipuri, luturi sau argile au o mineralizare ce variază de la 0,5 la 1 – 2 g/l. Local, în unele areale de depresionare, se înregistrează valori mai mari (2–4g /l).

Tipul de mineralizare al apelor freatice este predominant bicarbonato-calcic, magnezic sau sodic, local, unde și gradul de mineralizare este mai ridicat, întâlnindu-se ape sulfato-sodice sau cloro – sodice.

Clima și calitatea aerului:

Situată în partea de vest a țării, zona amplasamentului prezintă un climat temperat continental moderat cu influențe atlantice și mediteraneene.

Temperatura medie anuală este de 10,6°C la Arad, cele mai scăzute temperaturi înregistrându-se în luna ianuarie: -1,3°C la Arad. Precipitațiile medii anuale au o tendință de creștere de la vest către est, ca urmare a activității ciclonale a fronturilor atmosferice. La Arad se înregistrează anual, în medie, 580,7 mm. Variația lunară a precipitațiilor căzute arată prezența a două maxime, unul foarte pronunțat în luna iunie și altul abia schițat în luna noiembrie. Activitatea climatului este relativ ridicată, evapotranspirația potențială anuală depășind suma precipitațiilor cu 114 mm.

În zona Arad direcțiile predominante ale vântului sunt S - E cu o frecvență anuală de 19,06% și N cu 9,89%. Pe lângă acestea, direcții cu frecvență semnificative sunt cele din NV cu 7,51% și S cu 7,37%.

Zona Arad este caracterizată de viteze mici ale vântului. Pe direcții de vânt vitezele medii sunt, în general, de 1 – 3 m /s. Direcția S-S-V este însoțită de cele mai mari viteze de vânt – 2,95m/s – iar direcția E-NE de cele mai mici – 1,32 m/s. Valoarea concentrațiilor la nivelul solului este, în anumite limite, invers proporțională cu valoarea vitezei vântului.

Descrierea activității:

CET lignit Arad cuprinde un complex de instalații care transformă energia chimică a combustibililor naturali în energie electrică și termică. Totalitatea instalațiilor din centrala electrică de termoficare sunt străbătute de următoarele fluxuri de energie și masă.

Combustibilul. Acest flux de materiale depinde de puterea termică momentană a centralei și de natura și calitatea combustibilului utilizat.

Necesarul de lignit este asigurat din bazinul carbonifer Rovinari, transportul acestuia făcându-se pe calea ferată până la stația de descărcare din cadrul gospodăriei de combustibil solid. Din depozit cărbunele se aduce la dimensiunile necesare alimentării cazanelor prin concasarea acestuia.

Aerul necesar arderii. Alimentarea cu aerul necesar arderii se face cu ventilatoarele de aer. Aerul este preluat din exteriorul sau interiorul clădirii în care se află instalate cazanele.

Gazele de ardere. În urma arderii combustibilului în focar rezultă gaze de ardere a căror temperatură este ridicată. Gazele de ardere cedează căldura fluidului de lucru (apa), reducându-și treptat temperatura până la temperatura de ieșire din cazan. Pe traseul de evacuare a gazelor de ardere între cazan și coșul de fum se găsesc electrofiltrele care rețin 93% din cantitatea de pulberi emisă.

Coșul de evacuare a gazelor de ardere are înălțimea de 200m astfel încât poluanții conținuți în acestea (CO₂, SO₂, NO_x, pulberi) să aibă o dispersie mare.

Fluxul fluidului de lucru apă – abur. Acest flux în circuit închis este caracterizat prin variații mari de volum specific. Aburul supraîncălzit iese din cazan, se destinde în turbină până la presiunea subatmosferică de condensare, cu cedare de lucru mecanic.

Fluxul de răcire către consumatorii externi. Reprezintă rețelele de abur și apă fierbinte către consumatorii de căldură și retur, prin care agentul termic se

întoarce în termocentrală cu o temperatură mai mică, precum și unele conducte de condensat returnat.

Apa de adaos în circuitul termic. Debitul de apă de adaos depinde de cantitatea de condensat pe care o restituie consumatorii interni și externi.

Fluxul de energie spre sistemul Energetic Național. Reprezintă fluxul de livrare a energiei electrice în SEN.

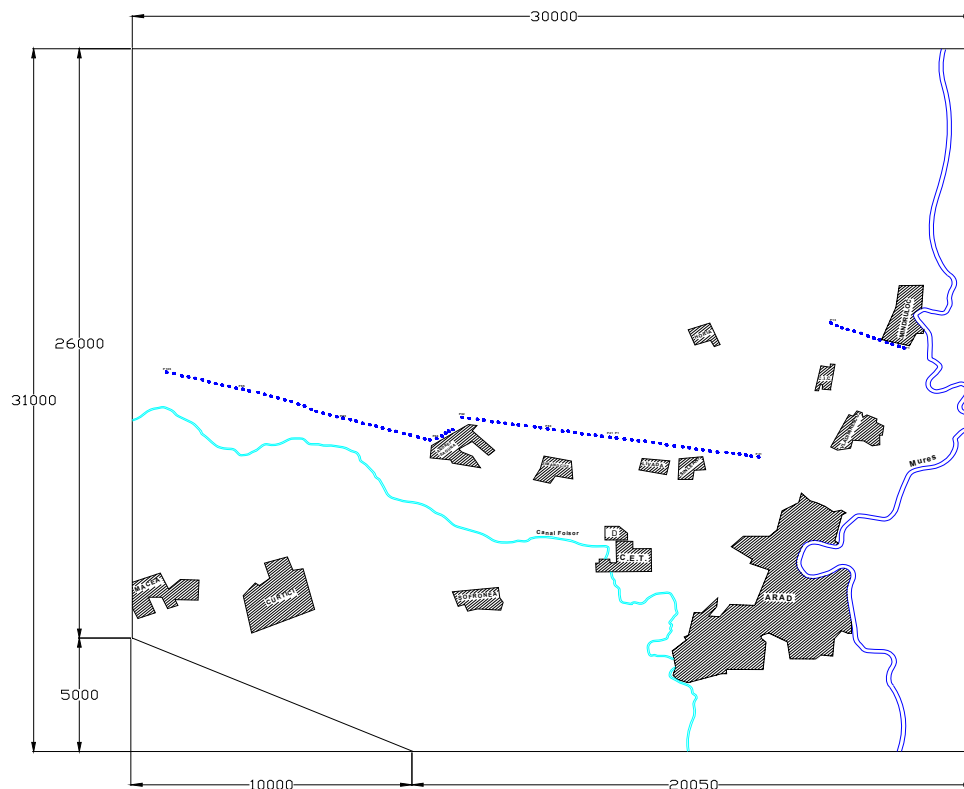
Fluxul de energie electrică pentru serviciile interne. Reprezintă fluxul de energie necesar pentru alimentarea consumatorilor interni ai centralei electrice.

În cadrul activității de producere a aburului tehnologic și a curentului electric prin transformarea puterii calorice a lignitului rezultă zgura și cenușa ca produs al arderii. Aceasta este transportată la depozitul de zgură și cenușă.

V.2. Perimetrarea regiunii de interes

Regiunea pe care se va construi modelul numeric va cuprinde spre Sud localitățile Macea, Curtici și Șofronea, spre Sud-Est localitatea Arad, în partea de Est localității Horia, Vladimirescu, Mândruloc și Fostul Combinat Industrial Chimic și râul Mureș, în partea de Nord s-a impus o linie de potențial. În partea centrală a regiunii studiate se află Frontul de Captare a municipiului Arad începând cu Forajul P21 până la forajul P105, localitățile Sînleani, Livada, Zimand Cuz, precum și CET Arad care reprezintă sursa de poluare.

Fig. 17. Perimetrarea zonei de interes



V.3. Elaborarea modelului conceptual: descrierea acviferului și a legăturilor (aspecte hidrogeologice); aspecte de poluare (sursă, natură, evoluție)

Elaborarea modelului conceptual se va realiza cu ajutorul programului ASMWIN, care implementează un model 2D complet al transportului și curgerii apei subterane. Acest program are o interfață grafică profesională, implementează un model de curgere folosind metoda diferențelor finite, oferă un utilitar de calibrare automată a modelului de curgere, un model de urmărire a particulelor, un model de transport aleator, un model de transport folosind metoda diferențelor finite și multe alte utilitare de modelare.

Ecuția de discretizare a curgerii este rezolvată cu ajutorul metodei gradientului conjugat preconditionat (modulul ASMSIM1) cu opțiunea de preconditionare diagonală și Cholesky. Pentru o curgere continuă este disponibil un procedeu automat de calibrare a modelului folosind algoritmul Marquardt-Lewenberg (modulul ASMOPTI).

Modulul ASMPATH de urmărire a particulelor oferă mai multe metode de interpolare a vitezelor și utilizează integrarea Euler pentru calculul direcțiilor de curgere și a timpilor de transport. ASMPATH permite urmărirea particulelor prin executarea a doar câteva clic-uri de mouse. Ambele scheme de urmărire a particulelor (înainte și înapoi) se pretează atât curgerii continue cât și celei tranzitorii. ASMPATH calculează și prezintă liniile de curgere și timpii de transport, simultan. Programul furnizează mai multe opțiuni grafice de afișare incluzând contorul marginal și vectorii viteză.

Topografie și scurgere

CET lignit Arad este amplasată la nordul municipiului Arad, la bifurcația liniilor de cale ferată Arad- Curtici și Arad – Oradea.

Amplasamentul CET lignit ARAD se află situat în Câmpia Aradului, subunitate a Câmpiei Mureșului și respectiv, a marii unități a Câmpiei Banato-Crișane.

Acest teritoriu cu relief plat, în care denivelările locale prezintă 2-3 m sunt date de vechile albiei părăsite ale cursurilor divagante ale Mureșului și de grindurile fluviale ce le însoțesc. Teritoriul prezintă altitudini cuprinse între 105 m în lunca Mureșului și 120 m în partea cea mai înaltă a conului de dejecție al Mureșului, zona localității Horia.

Depozitele de solidificare sunt reprezentate prin depozite fluviatile în lunca Mureșului și în cea mai mare parte a câmpiei Aradului. Ele au textură ce variază de la nisip lutos la argilă. La unele areale ocupate cândva de mlaștini se întâlnesc depozite fluvio-lacustre cu textură argiloasă. Pe câteva areale, la vest și nord de Șofronea, la est de Zimand Cuz, la nord de Arad și vest de Horia se întâlnesc depozite loessoide. Local se întâlnesc și depozite nisipoase care prezintă la mică adâncime (40 – 50 cm) pietrișuri fluviatile, silicatic.

Geologie și hidrologie

Solurile:Amplasamentul studiat este acoperit de un mozaic de soluri, diversitatea acestora fiind determinată de multitudinea factorilor de pedogeneză. Principalii factori de solificare în acest areal sunt relieful și roca sau materialul parental. Învelișul de soluri al teritoriului studiat prezintă o gamă destul de variată de tipuri.

Solurile din arealul studiat în zona CET lignit Arad pot fi grupate în 6 clase principale de soluri prezentate mai jos:

* Molisoluri:

- Cernoziom tipic, freatic umed;
- Cernoziom gleic;
- Cernoziom gleizat alcalizat;
- Cernoziom cambic tipic;
- Cernoziom cambic tipic freatic umed;
- Cernoziom cambic gleizat;
- Cernoziom cambic gleizat alcalizat;
- Cernoziom argiloiluvial tipic;
- Cernoziom argiloiluvial tipic freatic umed.
- * Cambisoluri: - Sol brun eumezobazic molic
- * Soluri hidromorfe:
 - Lacoviște tipică;
 - Lacoviște mlăștinoasă;
 - Lacoviște alcalizată;
 - Sol gleic molic;
 - Sol gleic molic alcalizat;
 - Sol gleic mlăștinos.
- * Soluri halomorfe:
 - Soloneț luvic;
 - Soloneț gleic;
 - Soloneț gleizat.
- * Vertisoluri: - Vertisol gleizat
- * Soluri neevoluate trunchiate sau desfundate:
 - Protosol aluvial tipic;
 - Sol aluvial tipic;
 - Sol aluvial gleizat;
 - Sol aluvial gleizat alcalizat;
 - Protosol antropoc tipic;
 - Protosol antropoc molic;
 - Protosol antropoc gleizat;
 - Protosol antropoc molic gleizat.

Molisolurile:

Molisolurile sunt cea mai răspândită clasă din teritoriu. Ea cuprinde: cernoziomuri, cernoziomuri cambice, cernoziomuri argiloiluviale.

Cernozomurile

Cernoziomurile sunt soluri întâlnite în partea centrală și vestică a Câmpiei Aradului. Ele sunt formate pe depozite loessoide și local pe depozite fluviatile vechi.

Aceste soluri sunt formate sub influența pânzei de apă freatică, nivelul hidrostatic al acesteia găsindu-se la adâncimi de 2-4m.

Cernoziomurile au un conținut de humus moderat, datorită precipitațiilor relativ bogate (500 –500 mm anual) cernoziomurile sunt decarbonatate, carbonații fiind levigați din primii 40 – 50 cm.

Tipurile de cernoziomuri de pe amplasament:

Cernoziomuri tipice freatic –umede –sunt întâlnite în câteva areale la nord și vest de Arad și la est de Sân pe depozite fluviatile vechi și pe depozite loessoide cu textura lutoargiloasă – lutoasă. În aceste areale stratul acvifer freatic se găsește la 3,5 – 5 m adâncime, franja capilară umezind partea inferioară a profilului de sol.

Cernoziomuri gleizate - apar pe unele grinduri vechi cu depozite loessoide lutoargiloase. În aceste areale nivelul hidrostatic al apei freactice se găsește la adâncimea de 2 – 3,5 m, ceea ce cauzează o umezire moderată – puternică a părții inferioare a profilului de sol. Areele cu astfel de soluri se întâlnesc în partea de nord-

vest a teritoriului, către localitatea Sfântul Paul și în partea central-estică, la nord de Săuleani.

Cernoziomurile gleizate, alcalizate sunt răspândite pe unele grinduri fluviatile vechi din partea vestică și nord-vestică a acestui teritoriu. Sunt formate pe depozite fluviatile lutoargiloase, cu stratul acvifer la 2-3m adâncime. Aceste soluri sunt gleizate de la moderat până la puternic.

Cernoziomurile cambice – ocupă areale întinse în amplasamentul termocentralei. Ele s-au format pe depozite loessoide și depozite fluviatile vechi. Prezența pânzei de apă freatică la adâncimi de 2-5 m a făcut ca să se separe unități de soluri în funcție de intensitatea și adâncimea gleizării.

Cernoziomurile cambice fiind formate pe depozite cu textură variată, de la nisipuri lutoase la argile, proprietățile lor fizice și chimice sunt influențate de caracterul depozitelor respective.

Ținând cont de caracterele specifice, cernoziomurile cambice din amplasamentul termocentralei au fost încadrate la nivel de subtip de sol în: tipice, gleizate și gleizat –alcalizate.

Cernoziomurile cambice tipice sunt prezente cu varianta freatic – umedă, în care stratul acvifer freatic se găsește la 3-5m adâncime, umezind partea inferioară a profilului de sol. Ele se întâlnesc pe unele grinduri fluviale vechi și au textură ce variază de la nisipolutoasă la lutoargiloasă. În unele areale materialul de sol prezintă nisip grosier și pietriș silicatic mărunț.

Cernoziomurile cambice gleizate sunt formate în areal unde stratul acvifer freatic se află la 2-3m adâncime, cauzând gleizarea slabă până la puternică. Aceste soluri, față de cernoziomurile cambice tipice, au un conținut ceva mai ridicat de humus, atât în orizontul superior cât și pe profil.

Cernoziomurile cambice gleizate, alcalizate se întâlnesc în areale unde stratul acvifer se află la adâncimea de 2,0 – 2,5 m, iar apa freatica este slab sălcie și conține bicarbonat de sodiu.

Cernoziomurile argiloiluviale se întâlnesc în Câmpia Aradului, în partea centrală și vestică a acesteia, în zona cu precipitații medii anuale de 550 – 650 mm. Aceste soluri sunt formate pe depozite loessoide și fluviatile vechi, predominând arealele cu textură lutoasă-lutonisoasă, cu conținut ridicat de nisip grosier.

Cernoziomuri argiloiluviale tipice, cernoziomuri argiloiluviale tipice freatic umede sunt întâlnite în partea centrală și estică a teritoriului. Au o textură ce variază de la nisipolutoasă până la lutoasă sau lutoargiloasă, iar adesea materialul solului prezintă și nisip grosier în proporție de 10 –20%. Cernoziomurile argiloiluviale tipice freatic umede se caracterizează prin prezența franjei capilare a pânzei de apă freatică ce umezește partea inferioară a profilului de sol.

Cernoziomurile argiloiluviale gleizate sunt mai puțin răspândite. Ele apar pe unele grinduri mai joase, unde nivelul stratului acvifer freatic se află situat la 2-3m adâncime provocând solului o gleizare slabă până la moderată.

Cernoziomurile argiloiluviale gleizate alcalizate apar în condiții de relief ușor depresionar, unde apa freatică mineralizată se găsește la mică adâncime.

Cernoziomurile argiloiluviale vertice, gleizate s-au format în unele areale depresionare cu depozite fluviatile argiloase cu caracter gonflant și cu stratul acvifer freatic la 2-3 m adâncime.

Cambisolurile - sunt reprezentate în amplasament numai de solul brun eu-mezobazic.

Solurile brune eu-mezobazice

Aceste soluri se întâlnesc în jumătatea estică a teritoriului cu un regim climatic mai umed, precipitațiile medii anuale fiind cuprinse între 550 și 650 mm. La

nivelul inferior a fost separat un singur subtip, solul brun eu-mezobazic molic, întâlnit la nord de localitățile Mândruloc, Vladimirescu, Arad, precum și pe unele grinduri nisipoase de la nord și vest de Horia și la vest de Livada și Zimand.

Clasa solurilor hidromorfe: Solurile hidromorfe sunt destul de răspândite în teritoriu, fiind întâlnite în arealele depresionare ale câmpiei. Aici au fost identificate două tipuri genetice: lăcoviștea și solul gleic, soluri formate sub influența stratului acvifer care se află la mică adâncime.

Lăcoviștile: Sunt soluri formate sub influența apei freatice situată la cca 1 m adâncime. Ele ocupă arealele cele mai coborâte ale reliefului, fiind specifice vechilor alpii părăsite de pe conul de dejecție al Mureșului.

Depozitele de solificare sunt cele fluviatile, cu textură lutoargiloasă-argiloasă.

Principalele subtipuri întâlnite sunt: lăcoviștile tipice, lăcoviștile mlăștinoase și lăcoviștile alcalizate.

Lăcoviștile tipice sunt întâlnite mai ales în partea centrală și estică a teritoriului, care este mai slab drenată. Ele prezintă stratul acvifer freatic frecvent la adâncime mai mică de 0,5 m.

Lăcoviștile alcalizate sunt răspândite în arealele unde apa freatică se află la 0,5 – 1,5m.

Solurile gleice: Solurile gleice apar în condiții similare cu ale lăcoviștilor. Ele sunt răspândite mai ales în lunca actuală a Mureșului și pe unele cursuri de ape. În prezent părăsite, dar care au funcționat în timpul viiturilor.

Dintre solurile gleice în amplasamentul termocentralei au fost separate unități cu soluri gleice molice, soluri gleice mlăștinoase și soluri gleice molice – alcalizate.

Solurile gleice molice sunt răspândite în câmpia de divagare a Mureșului, prezentând un orizont amolic cu o bună aprovizionare cu humus (4-6%).

Solurile gleice molice –alcalizate apar în areale cu apa freatică la 1-2 m adâncime, care este moderat – puternic sălcie. În condițiile climatice ale zonei, procesele de salinizare și desalinizare produc alcalizarea solului, care se manifestă cel mai adesea de la suprafață. Adesea, în arealele cu astfel de soluri se întâlnesc și solonețuri.

Solurile gleice mlăștinoase s-au format cel mai adesea, în condițiile stratului acvifer la adâncime mai mică de 0,5 m.

Solurile hidromorfe: Solurile hidromorfe sunt reprezentate prin lăcoviști tipice unde influența apei freatice este evidentă.

Sunt soluri puțin răspândite în acest teritoriu, apărând în câteva areale din partea centrală și vestică. Aici se întâlnește un singur tip – solonețul.

Solonețurile: Aceste soluri s-au format pe un relief plan, depresionar cu apa freatică situată la 1,5-2,5 m adâncime și care prezintă o mineralizare puternic sălcie. Depozitele de solificare sunt constituite din luturi argiloase și argile de natură fluviatilă. Datorită alcalizării puternice sunt improprie pentru culturile agricole, sunt folosite ca pășuni, dar și acestea de slabă calitate.

Vertisolurile: În amplasamentul studiat se găsesc doar vertisoluri gleizate. Ele ocupă arealele depresionare, care au avut până la lucrările de indiguire-desecare, un regim de mlaștină. În aceste areale s-au format depozite fluvio-lacuste argiloase care au proprietăți gonflante. În aceste areale apa freatică se găsește la adâncimi cuprinse între 2 și 4 m. În partea inferioară a profilului, unde are loc o fluctuație a franjei capilare a apei freatice, există o ușoară alcalizare a materialului solului.

Solurile neevoluate, trunchiate sau desfundate: În această clasă de soluri au fost cuprinse protosolurile aluviale, solurile aluviale și protosolurile antropice.

Protosolurile aluviale: Aceste soluri ocupă zona frecvent inundabilă a luncii Mureșului. Datorită inundațiilor ce au loc aproape anual, noi aluviuni sunt depuse.

Protosolurile aluviale au o textură ce variază de la nisipuloasă până la lutoasă, cu numeroase stratificații pe profil.

Solurile aluviale: Solurile aluviale sunt răspândite atât în lunca actuală, zona mai rar inundabilă, cât și unele areale aflate pe conul de dejecție al Mureșului. Ele sunt formate pe depozite fluviatile frecvent stratificate și cu textură variată (nisipuloasă sau argiloasă).

În funcție de condițiile locale au fost separate la nivel de subtip, soluri aluviale tipice, soluri aluviale gleizate și soluri aluviale gleizate alcalizate.

Solurile aluviale tipice sunt răspândite mai ales în lunca Mureșului, ocupând o parte a grindului rar inundabil. La aceste areale apa freatică este la o adâncime mai mare de 3 m, are o slabă mineralizare și nu influențează profilul de sol. Textura lor este nisipuloasă-lutoasă, sunt carbonatice și au un conținut redus de humus (1-2%).

Solurile aluviale gleizate sunt întâlnite în areale ușor depresionare ale luncii, unde apa freatică se află la 2-3 m adâncime. Textura lor este în general lutoasă lutoargiloasă.

Solurile aluviale gleizate, alcalizate se întâlnesc în unele areale (zona Sânleani) unde apa freatică mineralizată (0,5-2 g/l) se află la mică adâncime (1,8-3m). Ele sunt formate pe depozite fluviatile vechi și recente în condiții ce favorizează procesele de alcalizare a solului.

Protosolurile antropice: Aceste soluri sunt găsite fie în terenuri aflate sub influența antropică, fie în zona intens construită din oraș, sau pe amplasamentul termocentralei.

Sunt cazuri în care unele soluri au fost reconstruite antropic prin copertare cu material adus din zone limitrofe. Aceste soluri sunt alcătuite din diferite materiale acumulate sau rezultate în urma unor activități umane, având o grosime de cel puțin 50 cm. Nu au orizonturi pedogenetice într-o succesiune normală, în profilul de sol putând să fie întâlnite fragmente din orizonturile diagnosticate ale solului transportat sau supus antropizării. În zona afectată de emisiile provenite de la termocentrala s-au întâlnit protosoluri antropice tipice, molice și gleizate, unele dintre aceste subtipuri fiind asociate. În cazul protosolurilor antropice molice, gleizate sau nu, acest material provine dintr-un orizont molic aflat la suprafața solului, transportat sau prelucrat "in situ". Gleizarea apare în zonele în care apa freatică este aproape de suprafață afectând profilul de sol. În incintă, unde protosolurile antropice au fost constituite prin copertare, textura solului este lutonisoasă, iar în baza profilului nisipoasă. Condiția de grosime la aceste soluri este puțin îndeplinită, caracterul lor "leptic" fiind bine pus în evidență.

Poluarea solurilor cu emisii de la termocentralele pe cărbune:

În lume există un număr semnificativ de centrale termice și aproape săptămânal se pun în funcție unele noi. Industrializarea rapidă la nivel mondial a condus la o creștere semnificativă a consumului de resurse naturale precum cărbunele și alți combustibili fosili. Toate aceste centrale termice au introdus un serios dezechilibru de mediu datorită depozitării deșeurilor industriale rezultate.

Factorii de poluare al centralelor termice ce au un impact major asupra mediului înconjurător sunt următorii: emisii în aer, ape uzate / reziduale, deșeuri solide, zgomot și localizarea în apropierea zonelor locuite. Impactul asupra mediului ar trebui înțeles și prin prisma populației ce locuiește în apropierea unui asemenea

amplasament. Emisiile în aer, apă și sol pot avea consecințe serioase asupra sănătății.

În funcție de localizarea minelor de cărbune ce deservește alimentarea unei centrale termice, lignitul are proprietăți diferite precum putere calorică, umiditate și conținut mineral astfel încât în urma arderilor rezultă compuși diferiți. Proprietățile cenușei rezultate depind de rândul lor de o serie de factori ce aparțin de instalațiile utilizate și soluțiile tehnice aferente acestora. Cazanul utilizat și metodele de întreținere a arderii sunt doar câțiva factori ce influențează caracteristicile cenușei. Trebuie să fie luate în considerare și diferențele ce pot exista între proprietățile cenușei rezultate în urma arderii unor transporturi de lignit ce provin din zone diferite de exploatare. Deșeurile rezultate în urma arderii lignitului sunt cele tipice unui proces de ardere al combustibililor fosili. Arderea lignitului produce gaze ce conțin în principal particule, sulfuri și oxizi de nitrogen, precum și compuși organici volatili. Cenușa rezultată în urma arderii lignitului poate conține cantități considerabile de metale grele, motiv pentru care aceasta poate cauza poluări serioase ale aerului, apei de suprafață și de adâncime.

Tabel 15: Compoziția chimică a cenușei depozitată în haldă

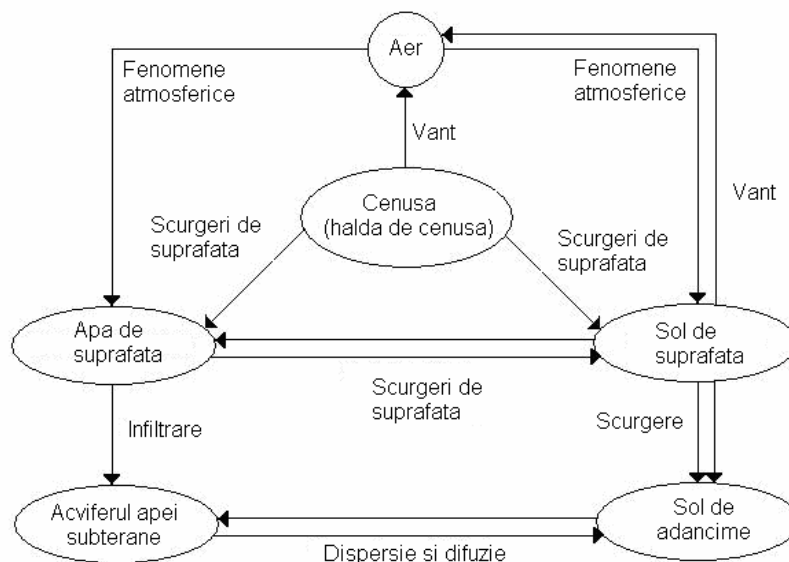
Substanță	SiO ₂	SiO ₂ react	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	CaO lib
Valoare	45.18	37.03	20.78	11.30	11.86	0.04

Substanță	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Pc	Ins	(S+A+F)
Valoare	2.86	3.05	0.00	0.00	2.83	11.52	77.27

Analiza cenușei a fost realizată în data de 4.03.2003.

Mișcarea poluantului rezultat în urma arderii lignitului este reprezentată în figura de mai jos:

Fig. 18 Mișcarea poluantului



Poluarea aerului este cauzată de către emisia directă a gazelor în atmosferă cât și de ridicarea și transportul cenușei de către vânt precum în figură. Particulele fine de cenușă coboară pe apele de suprafață și sol contaminând în acest fel sistemele de apă și sol. [16]

Fig. 19 Halda de zgură și cenușă a SC CET Arad SA în perioadă cu vânt puternic



O centrală termică poate alege una dintre cele două metode existente de depozitare a cenușei: metoda uscată sau udă. În cazul metodei de depozitare a cenușei în formă uscată, aceasta se depozitează într-un banc iar în cazul metodei ude, se depozitează într-un așa numit bazin de cenușă (haldă) (Fig. 19). Stocarea cenușei în formă udă pe perioade lungi de timp poate provoca scurgerea metalelor grele în solul și acviferul ce se găsesc sub și în jurul acestuia. Pentru a evita acest fapt trebuie luate în considerare diverse măsuri de protecție în momentul construirii unei asemenea bazin. Este recomandat ca în acest caz să se implementeze și un sistem de monitorizare pentru urmărirea parametrilor critici.

Impactul major asupra mediului al funcționării centralei pe lignit îl constituie emisiile de pulberi, SO_2 și NO_x . Pulberile emise de Centrala Termică pe lignit provin de la arderea combustibilului, de la stația de concasare și măcinare a cărbunelui și de la depozitul de zgură și cenușă. Pulberile sunt alcătuite din cenuși zburătoare, hidrocarburi nearse și din praf de cărbune. Aceste pulberi, în condiții de vânt în direcția est-vest afectează comuna Livada, sat Sânleani. Suprafața afectată este de aproximativ 800 ha prin depunerea pe sol a pulberilor aeropurtate de la halda de steril a SC CET Arad SA pe lignit.

În cadrul cercetărilor abordate în ultimii ani, s-au efectuat determinări ale caracteristicilor fizice și chimice ale solurilor din zonele de influență a termocentralelor. Din analiza datelor obținute se remarcă următoarele elemente: poluarea în faza incipientă a solurilor cu cantități mici-moderate de metale grele;

o acidificare slabă a solurilor sub impactul emisiei scăzute de SO₂, ca urmare a utilizării lignitului, mai puțin bogat în sulf; efectele poluării cu emisii ale termocentralelor se extind totuși pe un areal larg, dar cel mai afectat este cel din jurul unității, precum și din zona haldelor de steril amplasate pe terenuri, depresionare, cu pericol de pătrundere în apa freatică a metalelor grele și a noxelor acide, care prezintă o concentrație mai ridicată în materialele depozitate. De exemplu, în zona de influență a CET Mintia și Paroșeni sunt afectate moderat 3.500 ha terenuri agricole, iar a CET Rovinari și Turceni circa 30.000 ha afectate slab și 25.000 ha, moderat etc. Deși, aparent, mai puțin poluante decât metalurgia neferoasă, termocentralele pe cărbune impun o serie de măsuri și anume: monitorizarea în continuare a stării de poluare a solurilor și vegetației din zonele afectate; rețehnologizarea unităților respective prin înlocuirea filtrelor uzate, desulfurarea cărbunilor, mai ales în cazul utilizării celor bogați în sulf, recultivarea haldelor etc.

Zgura are codurile 10 01 01 (cenușă de vatră, zgură și praf de cazan) și 10 01 02 (cenușă zburătoare de la arderea cărbunelui).

Cantitatea de zgură și cenușă depozitată este de 220.000-250.000 t/an. Aceasta reprezintă o valoare estimată în funcție de cantitatea de combustibil.

Influența depozitelor de cenușă și zgură asupra solului constă în:

- depunerea cenușii pe sol și contaminarea stratului superficial cu unele metale grele, a căror acumulare poate afecta procesele microbiologice de care depinde fertilitatea solului
- transportul cenușii și zgurii pe cale hidraulică prin conducte ridicate pe estacade, poate determina pe traseul său, datorită pierderilor din conducte, apariția unor zone înmlăștinate și sărăturate, împiedicând astfel creșterea și dezvoltarea plantelor de cultură;
- scoaterea din circuitul agricol a unor importante suprafețe de teren este aspectul negativ predominant al depozitării zgurii și cenușii asupra calității solului

Cu ocazia vizitei pe amplasamentul Depozitului de zgură și cenușă de la CET Arad pe lignit nu s-au sesizat zone înmlăștinate sau sărăturate pe traseul conductelor supraterane.

Terenul agricol scos din circuit pentru realizarea construcțiilor aparținând CET Arad a fost de calitate inferioară (teren mlăștinos).

Activitatea desfășurată la Depozitul de zgură și cenușă de la CET Arad pe lignit poate duce la poluarea solului și a pânzei freactice.

Poluarea solului cu metale grele (Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Mn, Cd, Cr) în zona CET Arad a fost investigată cu ocazia evaluării impactului activităților CET Arad pe lignit pe 8 direcții cardinale: V, NV, N, NE, E, SE, S și SV. Rezultatele analizelor efectuate pe probele de sol au fost interpretate de către ICPET ECO SA în anul 2005. Probele de sol au fost prelevate la două adâncimi 0-5 cm, respectiv 30-35 cm, la distanțe de 0,3 – 7 km depărtare de CET Arad, pe comparate cu valorile de referință prevăzute în Ordinul MAPPM 756/1997. Concluziile au fost:

- s-au înregistrat depășiri ale valorilor normale din sol doar în cazuri izolate (de obicei supuse influențelor combinate de la mai multe surse)
- conținutul de cupru al solului din arealul studiat nu depășește valoarea normală din sol, cu excepția probelor recoltate pe direcția S unde s-au înregistrat valori ușor mai mari decât valoarea normală din sol datorită poluării de fond a orașului
- conținutul de zinc al solurilor este mai mare decât valoarea normală din sol, dar se situează sub limita pragului de alertă

- exceptând solurile de pe direcția sud, afectate de poluarea produsă de emisiile mijloacelor auto cu consum de benzină, conținutul de plumb al solurilor din zona investigată se situează în limita valorilor normale din sol

Posibilitatea poluării acviferului subteran ca urmare a activității desfășurate la Depozitul de zgură și cenușă este redusă deoarece, depozitul este amplasat într-o zonă în care stratul de argilă are grosimi cuprinse între 1,20 – 4,60 m, iar pe suprafața ocupată de depozit nu există nici o zonă în care grosimea stratului de argilă să fie mai mic decât 1,50 m. De asemenea, permeabilitatea argilei este foarte mică având o valoare determinată în laborator de 10^{-6} cm/sec.

Toate aceste considerente nu exclud însă monitorizarea calității acviferului subteran din zona amplasamentului depozitului (prin prelevare de probe de apă din puțurile de interceptie (PI) și cele de control (PC), precum și realizarea de studii privind evaluarea poluării.

În anul 1995 s-a elaborat de către SC PROED SA un studiu hidrogeologic și hidrochimic pentru evaluarea unor eventuale fenomene de poluare ale acviferului subteran din zona CET Arad și sectoarele adiacente. A fost analizată evoluția fenomenelor de poluare, de la darea în folosință și până în anul 1995.

S-a constatat existența poluării freaticului, în jurul Depozitului de zgură și cenușă, poluarea fiind reprezentată prin conținuturi ridicate de sulfatați (valoarea maximă de 294 mg/L SO_4^{2-} în PC 4), cloruri (valoarea maximă de 887,5 mg/L Cl⁻ în PI8) și durtate totală (maximum 69,88 °d în PI5). [58]

Poluarea peste limitele admise, din zona puțurilor de interceptie se limitează la sectorul PI5-PI8, iar în zona puțurilor de control existau valori depășite în puțurile PC6 și PC4.

La începutul anului 1999 s-a elaborat de către SC EXPERT-PROIECT GEO-HIDRO SRL un studiu hidrogeologic și hidrochimic, privind protecția stratelor acvifere de medie adâncime, din zona CET Arad. În acest studiu s-a analizat stadiul de poluare al acviferului freatic din zona CET Arad, la nivelul sfârșitului anului 1998. [60]

S-a constatat că fenomenele de poluare ale acviferului freatic, semnalate la puțurile de interceptie au rămas în continuare prezente, putându-se aprecia chiar o extindere a acestora. Dacă în 1995 depășirile limitelor admise (STAS 1342/91) sulfatați și cloruri se limitau la PI5-PI8, în intervalul de timp scurs aceste depășiri s-au extins și la PI3-PI4, apărând și un nou sector (PI9-PI10).

De asemenea, situația poluării în puțurile de control s-a diversificat și amplificat în puțurile PC5, PC6 și PC8-PC9. Puțurile de control PC1-PC4 nu au fost probate și deci studiul nu a furnizat o imagine completă asupra amploarei fenomenelor de poluare de pe latura estică a Depozitului de cenușă și zgură.

Autorul studiului concluzionează că există o ușoară tendință de extindere a unor fenomene de poluare, care afectează acviferul freatic din zona CET Arad, însă pe ansamblu se poate aprecia că situația este în mare parte sub control.

În studiul întocmit de ICPET ECO SA în anul 2005 privind evaluarea impactului activităților CET lignit Arad asupra mediului, se menționează că sectorul nepoluat se află între PI1-PI3, cel poluat între PI4-PI11, iar cel cu poluare incipientă între PI12-PI14. [59]

În același studiu se menționează că zona puțurilor de control PC5 - PC9 este poluată cu ioni de sulfat și amoniu.

După cum s-a menționat mai sus, monitorizarea calității acviferului subteran din zona amplasamentului depozitului se face prin prelevare trimestrială de probe de apă din puțurile de interceptie (PI) și periodic din cele de control (PC). Probele sunt analizate de către Laboratorul chimic al CET Arad pe lignit. Indicatorii determinați

sunt: alcalinitate, duritate totală, temporară și permanentă, calciu, magneziu, cloruri, silice, amoniu, substanțe organice, sulfatați, conductivitate, azotați și sodiu.

În tabelul 16 sunt redate valorile pentru indicatorii analizați de către Laboratorul chimic în anul 2006 pentru probele de apă prelevate din puțurile de interceptie.

Tabelul 16. Valorile indicatorilor analizați în probele de apă prelevate din puțurile de interceptie în anul 2006

Indicator		Loc prelevare probe										Valoare CMA cf. L458/2002
Denumire	Trim.	PI1	PI2	PI3	PI4	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	PI12	
Dunitate totală [°d]	1	80,6	68,3	80,6	58,2	57,1	79,5	74,5	73,9	76,2	69,6	Min.5
	2	73,9	76,7	70,56	70,56	76,7	78,4	71,1	71,4	73,9	74,5	
	3	-	-	74,48	79,52	75,6	79,5	77,8	81,2	77,3	77,28	
	4	80,1	-	76,2	79,5	82,9	75,1	79,5	81,2	74,5	-	
Cloruri [mg/L]	1	283,6	233,9	283,6	226,9	226,8	269,4	283,6	269,4	262,3	248,1	250 [mg/L]
	2	311,9	319,1	312	319,1	319,5	340,3	340,3	340,3	340,3	347,4	
	3	-	-	297,8	312	315,5	326,1	311,9	319	326	319	
	4	345,5	-	375,8	354,5	368,7	365,1	354,5	354,5	368,7	-	
Amoniu [mg/L]	1	0,3	0,47	0,9	0,36	0,8	0,8	2,1	1,4	1,9	0,6	0,50 [mg/L]
	2	0,3	0,8	0,88	0,8	0,2	0,34	0,7	2,4	4,7	4,3	
	3	-	-	0,9	0,7	1	2,7	3,2	1,7	1,6	3,1	
	4	4,6	-	1,3	1,9	0,9	0,8	1,2	1,1	0,7	-	
CCO-Mn [mgO ₂ /L]	1	1,17	2,37	1,97	2,92	3,37	1,65	0,8	1,32	0,87	1,97	5 [mgO ₂ /L]
	2	1,1	1,17	0,95	0,95	1,17	2,13	1,57	2,12	1,95	1,82	
	3	-	-	0,95	1,17	1,3	1,02	1,1	1,02	0,95	1,27	
	4	3,15	-	1,65	1,65	1,65	1,42	1,57	1,72	1,57	-	
	1	1135	917	1334	725	699	1134	1052	1010	1057	899	

Sulfatați [mg/L]	2	1042	1066	962	951	1037	1017	903	884	951	935	250 [mg/L]
	3	-	-	985,6	1024	1002	963	934	1028	961	937	
	4	975	-	921	983	1013	894	961	975	884	-	
	1	2808	2548	2860	2392	2184	2891	2787	2808	2756	2590	
Conductivitate electrică [μS/cm]	2	2288	2600	2652	2642	2704	2803	2704	2704	2724	2756	2500 [μS/cm]
	3	-	-	3120	3016	3130	3130	3120	2912	2860	3120	
	4	3016	-	2388	2308	2912	2319	2860	2912	2340	-	
	1	7,4	7,5	7,4	7,6	7,6	7,7	7,6	7,4	7,6	7,8	
pH [unități de pH]	2	7,3	7,4	7,2	7,2	7,4	7,1	7,2	7,3	7,3	7,2	6,5-9,5 [unități de pH]
	3	-	-	7,0	7,2	7,2	7,2	7,2	7,4	7,3	7,3	
	4	7,2	-	7,5	7,4	7,0	7,1	7,0	7,0	7,0	-	
	1	0,2	1,6	0,2	2,9	0,8	1,3	0,4	0,2	0,4	1,2	
Azotați [mg/L]	2	0,3	0,5	0,4	0,4	0,67	0,86	0,6	0,4	0,6	0,9	50 [mg/L]
	3	-	-	0,36	0,9	0,77	0,8	0,46	0,9	0,9	0,4	
	4	0,3	-	0,3	0,9	0,46	0,77	0,97	0,74	0,83	-	
	1	94,3	82,8	89,7	77,1	73,6	87,4	94,3	88,6	89,7	78,2	
Sodiu [mg/L]	2	119,6	108,1	103,5	105,8	119,6	119,6	115	111,5	115	111,5	200 [mg/L]
	3	-	-	75,9	77,1	77,1	70,1	51,7	70,1	57,5	52,9	
	4	78,2	-	82,8	71,3	77,1	73,6	69	69	70,2	-	

Examinând valorile din tabelul 16 se constată depășiri ale conținutului de cloruri, amoniu, sulfat și conductivitate în probele de apă prelevate din puțurile de interceptie în cursul anului 2006 față de valorile impuse prin Legea 458/2002. Menționăm însă că depășirile cele mai importante se înregistrează la indicatorul sulfat.

Valorile indicatorilor analizați pentru probele de apă prelevate din puțul de control PC 7 și PC 9 în trimestrul 1 al anului 2006 indică depășiri față de valorile impuse prin Legea 458/2002 pentru indicatorul amoniu. Pentru probele de apă prelevate din puțul de control PC7 în trimestrele 3 și 4 ale anului 2006 se înregistrează depășiri față de valorile impuse prin Legea 458/2002 pentru indicatorii cloruri, amoniu, sulfat și conductivitate ca și în cazul probelor prelevate din puțurile de interceptie.

Efecte potențiale ale activităților învecinate

Efectul potențial de poluare a solului ca urmare a activităților învecinate este dat de activitatea desfășurată la Depozitul de deșeuri menajere a municipiului Arad situat în partea de est a Depozitului de zgură și cenușă. Poluarea solului poate avea loc ca urmare a infiltrării în sol a apelor de drenaj și a levigatului.

Reținerea pe termen nelimitat a zgurii și cenușii se face în partea de NE a centralei, la cca. 1,5 km, într-un depozit central format din trei compartimente delimitate de diguri de contur și diguri de compartimentare.

Planul de situație pentru Depozitul de zgură și cenușă este redat în ANEXA.

Depozitul de zgură și cenușă ocupă o suprafață de 65 ha la bază (la cota terenului natural = 107,50m) și o capacitate inițială de stocare la punerea în funcțiune de 1,68 mil.mc.

Digurile de contur au o lungime totală de cca. 3.000 m, lățimea la coronament 4,00 m, panta taluzurilor 1:2,50 în exterior (aval) și 1:2,00 în interior (amonte). Toate digurile au fost realizate din materiale locale din groapă de împrumut.

Digurile de compartimentare au fost realizate din același tip de material și au înclinația taluzurilor egală pe ambele părți de 1:2,00.

Digurile de supraînălțare sunt realizate din zgură și cenușă cu taluzurile placate cu pământ cu înclinația de 1:3,00. Coronamentul este protejat cu un strat de balast pentru amenajarea drumului de acces pentru supraînălțarea viitoare.

Depozitul de zgură și cenușă de la CET Arad pe lignit este alcătuit din 4 componente principale:

- instalații și dispozitive de amestec a zgurii și cenușii cu apă în raportul de 1:10 și transportul prin pompare, prin conducte plasate pe estacade în spațiul de depozitare
- spațiul de depozitare compus din patul impermeabil de argilă și digurile de limitare a volumului disponibil alcătuit din trei compartimente precum și măsurile și procedeele de evacuare a apelor ce traversează corpul digurilor de retenție
- instalații de colectare a apei utilizate la transport și retrimiteră acestuia în circuitul principal subteran de recirculare precum și măsurile de colectare și evacuare a apelor meteorice de pe suprafața depozitului și a taluzurilor digurilor de retenție
- instalații și dispozitive de prevenire a poluării apelor freactice din zonă și de diminuare a efectelor spulberării prin antrenare eoliană

Pentru asigurarea stabilității lucrărilor de retenție s-a proiectat și realizat un sistem de drenaj complex compus din:

- drenaj la piciorul amonte al digului de contur de la nivelul 0 constituit dintr-un tub de drenaj cu barbacane peste care s-a așezat un filtru invers compus din pietriș, balast și nisip; la cotele inferioare, drenul subtraversează digul și de racordează la rigola exterioară
- saltea drenantă cu grosimea de 50 cm pe toată lungimea drumurilor de contur, cu o lățime de 2 sau 2,50 m (funcție de înălțimea digului) amplasată în jumătatea aval a digului
- prism drenant amplasat la piciorul aval al digurilor de contur prin care se face trecerea apelor exfiltrate din saltea (eventual și corpul digului) spre rigola exterioară
- rigola exterioară care conduce apele colectate spre bazinul de aspirație al stațiilor de pompare amplasate în cele mai joase puncte
- stații de pompare care refulează apele colectate în sistemul de drenaj în rigola de colectare a apelor meteorice

Pe amplasamentul depozitului se află 7 puțuri deversoare de captare a apei decantate în haldă: PD1 și PD2 în compartimentul 1, PD3 – PD5 în compartimentul 2, PD6 și PD 7 în compartimentul 3.

Pentru controlul eventualelor pierderi de apă din depozitul de zgură și cenușă de la CET Arad pe lignit s-au executat pe contur 14 puțuri de interceptie și 9 puțuri de control cu o adâncime variabilă între 16,50 m și 18,00 m și un debit de exploatare $Q_{\text{exploatare}} = 7 \text{ l/sec/puț}$.

Din puțurile de interceptie se prelevează probe trimestrial în vederea analizării lor cu scopul de a testa calitatea freaticului. În cazul unor fenomene de poluare aceste puțuri captează apa poluată și o introduc în circuitul tehnologic.

De asemenea din puțurile de control se iau periodic probe în scopul detectării eventualelor pierderi, caz în care se pun în funcțiune puțurile de interceptie. Apa pompată se folosește la transportul hidraulic al zgurii și cenușii.

Urmărirea nivelului apelor din depozit din depozit se face cu ajutorul celor 26 de puțuri piezometrice al căror nivel este înregistrat trimestrial.

Antrenarea particulelor de zgură și cenușă din compartimentele în uscare, prin vânt, se combate prin stropire.

Apa pătrunsă în corpul depozitului (necaptată de puțuri) este preluată de sistemul de drenaj.

Apele pluviale căzute pe suprafața depozitului se folosesc ca adaos la apa de transport.

Eventualele infiltrații spre baza depozitului sunt preluate de drenajul aflat la baza piciorului interior al digului de bază sau de saltea drenantă aflată pe jumătatea exterioară a amprizei digurilor de bază.

Pentru urmărirea tasărilor și deplasărilor sunt montate borne cu mărci de tasare și deplasare pe coronamentul digurilor de bază și de supraînălțare.

Cantitatea de zgură și cenușă depusă anual în depozit este de 220.000 – 250.000 t/an. Actualmente depunerea zgurii și cenușii se face în compartimentul 3.

În conformitate cu studiile de specialitate efectuate, caracteristicile fizico-chimice ale umpluturilor de zgură și cenușă depuse clasic în depozit au următoarele valori medii:

- densitatea în grămadă cu umiditate naturală: $\rho_w = 1,050 - 1,255 \text{ g/cm}^3$
- umiditatea: $W = 82-90\%$
- densitatea în grămadă în stare uscată: $\rho_d = 0,782 - 0,833 \text{ g/cm}^3$
- porozitatea: $n = 60 - 70\%$
- unghiul de frecare: $\Phi = 32^\circ$
- coeziunea: $c = 0,02 \text{ daN/cm}^2$

Compoziția chimică a zgurilor și cenușilor în stare uscată (determinată de Facultatea de Construcții Timișoara) este următoarea:

- $\text{SiO}_2=48,22\%$
- $\text{Al}_2\text{O}_3=19,56\%$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 =12,90\%$
- $\text{CaO}=6,80\%$
- $\text{MgO}=2,91\%$

În prezent nivelul până la care se află zgura și cenușa în cele trei compartimente ale depozitului sunt:

- compartimentul 1 plin până la cota 114 m (supraînălțarea a doua este goală până la cota 117 m)
- compartimentul 2 plin până la cota 114 m
- compartimentul 3 plin până la cota 113 – 113,5 m

După cum se observă din datele de mai sus și având în vedere că prima supraînălțare s-a realizat până la cota 114 m pe tot depozitul, iar cea de a doua până la cota 117 m numai pe compartimentul 1, în momentul de față capacitatea de stocare disponibilă este reprezentată de supraînălțarea a doua a compartimentului 1, cca. 385.000 tone. Capacitatea de depozitare este epuizată în totalitate în compartimentul 2, iar în compartimentul 3 se va epuiza în cursul anului 2007.

În funcție de modul de funcționare se va realiza supraînălțarea a doua pe compartimentele 2 și 3.

Cantitatea de cenușă și zgură care se depune anual în depozit este de 220.000 –250.000 tone, iar supraînălțarea a doua, pe tot depozitul, asigură o capacitate de stocare de 1.150.000 tone. Prin urmare rezultă că supraînălțarea a doua ar putea asigura funcționarea depozitului până în anul 2012 – 2013.

În cadrul Depozitului de zgură și cenușă de la CET Arad pe lignit pulberile cu granulație fină și pulberile cu granulație medie și mare sunt antrenate de către vânt și împrăștiate la distanțe variabile în funcție de dimensiunea și greutatea specifică a particulelor antrenate. Aceste pulberi pot duce la poluarea solului și a plantelor prin depunere pe suprafața acestora. Această poluare nu poate fi eliminată, dar poate fi diminuată prin luarea unor măsuri de protecție specifice la Depozitul de zgură și cenușă de la CET Arad pe lignit prin stropirea zgurii și cenușii astfel încât antrenarea particulelor de zgură și cenușă să fie diminuată. Menținerea în stare umedă a zgurii și cenușii asigură protecția mediului înconjurător precum și a receptorilor sensibili.

Depozitul are o amplasare corespunzătoare în raport cu receptorii sensibili, (aflați la o distanță de cca. 3 km), ținând cont și de direcția predominantă a vânturilor. Prin depunerea zgurii și cenușii pe sol poate avea loc contaminarea stratului superficial cu unele metale grele, a căror acumulare poate afecta procesele microbiologice de care depinde fertilitatea. Din informațiile disponibile se constată că poluarea solului ca urmare a desfășurării activității CET a dus la contaminarea solului cu metale grele pe o rază de 0,3 – 7 km pe direcția a 8 direcții cardinale: V, NV, N, NE, E, SE, S și SV.

În urma activității desfășurate pe amplasamentul depozitului de zgură și cenușă, principalul poluant îl constituie pulberile în suspensie antrenate de vânt. Ca măsură de protecție pentru mediul înconjurător și a receptorilor sensibili este asigurată menținerea în stare umedă a zgurii și cenușii în compartimentele în care nu are loc depunerea acestora prin stropire cu apă. [57]

V.4. Construirea modelului matematic numeric (descrierea programului, etapele modelării (perimetrare, discretizare))

Modelul matematic numeric s-a construit cu ajutorul programului ASMWIN, perimetrarea regiunii de interes s-a realizat pe un model sub forma de poligon cu laturi de 30 Km, 26 Km, 20Km și 31 Km. O altă latură importantă a poligonului este reprezentată de râul Mureș.

Pașii de discretizare sunt pe verticală la o distanță de 200 m, iar pe orizontală de 100 m.

ASMWIN este organizat pe module de funcționare, care sunt apelate automat de programul principal în funcțiune în faza de modelare. Modulele apelate automat sunt:

- ASMSIM1 care rezolvă sistemul de ecuații liniare aferente curgerii folosind metoda gradientilor conjugați sau metoda iterativă Cholesky;

- ASMOPTI care realizează o procedură de calibrare a modelului în regimul permanent și uniform;

- ASMPATH care oferă mai multe metode de interpolare urmate de integrarea Euler pentru calculul direcțiilor de curgere și a timpilor de transport. În modulul de curgere în regim permanent și nepermanent sunt folosite variantele „înainte „ și „înapoi” ale căror rezultate sunt preluate de modulul ASMPATH pentru vizualizarea direcțiilor de curgere, liniilor de curent, linii de același potențial hidraulic și vectori de viteză.

- ASMT2SIM și ASMWALK au ca obiect simularea transportului poluanților. ASMT2SIM folosește metoda diferențelor finite, iar ASMWALK folosește metoda drumului aleator.

La postprocesarea datelor se disting următoarele module:

- modulul de extragere a rezultatelor (Result extractor) preia rezultatele în urma rulării modulelor de curgere și transport pentru vizualizarea, salvare în format ASCII/SURFER ori export într-un program tip tabelă economică (Spreadsheet). Rezultatele obținute sunt: înălțimi piezometrice, denivelări, viteze, schimb de volume de apă între zone de intere și concentrații;

- modulul de calcul al bilanțului de apă (Water Budget Calculator) oferă rezultate ale bilanțului de apă între zone specificate de utilizator și ale modificării parametrilor hidraulici în cadrul schimbului;

- modulul de generare a rețelei (Field Generator) care este un instrument puternic de preprocesare grafică a datelor de intrare, fiind util în modelări pe domenii neomogene;

- modulul de vizualizare grafică a rezultatelor (Graph Viewer) care este un instrument de postprocesare a rezultatelor priviind înălțimile piezometrice, denivelările sau concentrațiile.

ASMWIN fiind un soft pentru modelare numerică a curgerii și transportului poluanților în apele subterane, acesta generează două modele: unul de curgere și unul de transport.

Modelul de curgere utilizează datele de intrare de domeniu și condițiile la limită pentru a obține ca rezultate: înălțimile piezometrice și implicit câmpul de viteze. Câmpul de viteze fiind utilizat de program ca și legătură între cele două modele de curgere și transport, fiind utilizat în modelul de transport alături de parametrii de timp și de transport.

Pentru crearea unui model de curgere este necesară introducerea datelor de intrare după o tehnică secvențială. Pașii secvențiali care se urmează în program sunt:

- crearea fișierului de bază
- încadrarea domeniului de curgere într-un domeniu spațial: definirea lungimii și lățimii și a numărului de celule pe verticală și pe orizontală.
- precizarea tipului de acvifer (sub presiune sau cu nivel liber)
- precizarea condițiilor la limita domeniului prin specificarea unui cod aferent nivelelor constante (-1), și a celor cunoscute ce urmează a fi determinate (1), sau a celulelor care nu fac parte din domeniu
- precizarea grosimii stratului acvifer prin indicarea unei cote superioare a acviferului și a unei cote inferioare
- precizarea condițiilor de margine respectiv în acele celule marginale unde codul stabilit a fost (-1) se introduc valorile nivelelor constante în cote absolute
- precizarea caracteristicilor fizice ale acviferului: conductivitate / transmisivitate hidraulică și porozitate efectivă
- precizarea valorilor debitelor pompate / injectate din și în domeniul modelat

Astfel fiind introduși toți parametrii precizați anterior se poate rula programul, stabilindu-se metoda de rezolvare a sistemului de ecuații rezultat, numărul de iterații și eroarea maximă admisă între 2 iterații.

Modelul de transport are la bază modelul de curgere creat și rulat anterior, mai fiind necesară introducerea următorilor parametri de timp și transport:

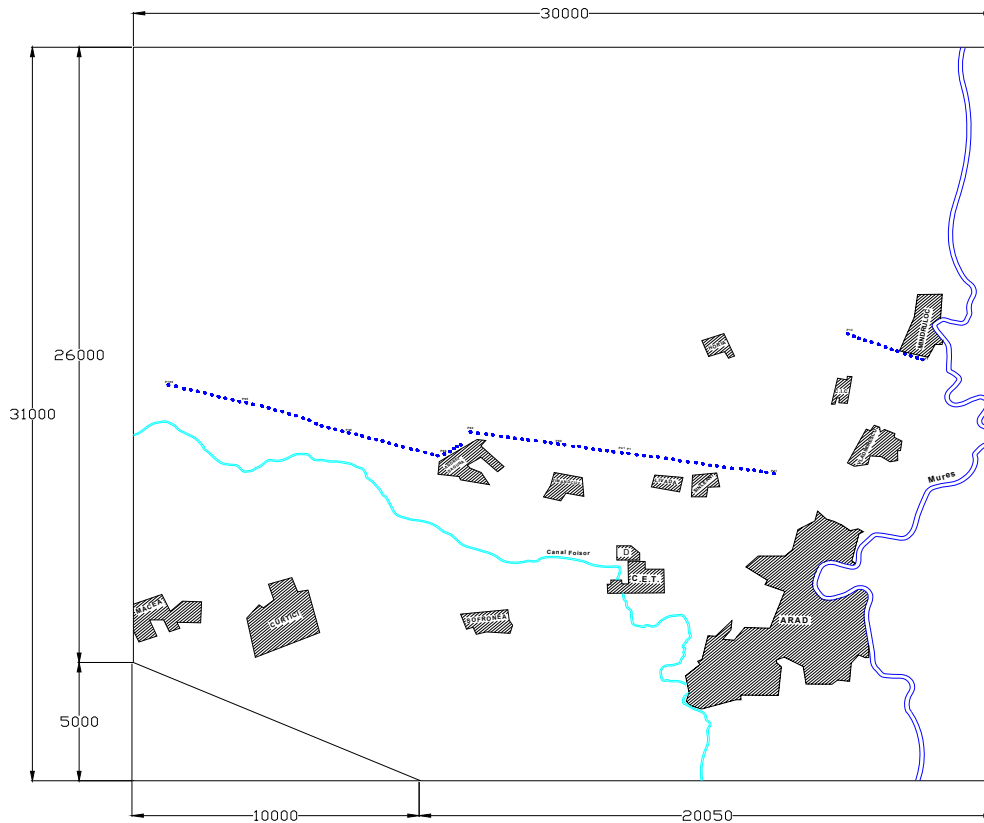
- precizarea condițiilor la limită pentru concentrații, ca și în cazul anterior, se folosesc aceleași coduri ca și a modelului de curgere (1, -1, 0)
- precizarea condițiilor inițiale pentru concentrație
- precizarea în cadrul domeniului de curgere a poziției sursei de poluare și a tipului de injecție a acestuia în acvifer
- precizarea parametrilor de transport (dispersivitate longitudinală și transversală, coeficientul de difuzie moleculară, factor de întârziere, factorul coeficientului de degradare) și a parametrilor de timp (timpul total de simulare și pașii de timp în care acesta din urmă este divizat).

Acești parametri fiind introduși se poate rula modelul de transport.

Exploatarea rezultatelor rulării modelului de transport se face prin:

- reprezentarea grafică a izocronelor la terminarea perioadei de simulare
- reprezentarea grafică a concentrației în timp, înregistrată în puncte caracteristice alese de utilizator, numite puțuri de observație.
- ASMWIN permite rularea modelului de transport și prin metoda drumului aleator prin apelarea modulului ASMWALK. Acest modul citește fișierul de bază și necesită la rândul lui parametri de timp și transport. Diferența, la precizarea concentrației inițiale, constă în faptul că masa de injecție de poluant este distribuită pe numărul total de particule folosite în simulare. Se poate opta pentru injecție continuă și instantanee. Rezultatele obținute în urma simulării pot fi exploatate grafic ca și curbe de egală concentrație sau variația concentrației în timp, în puncte caracteristice, alese de utilizator.

Fig. 20 Perimetrarea regiunii de interes



V.4.1. Implementarea în modelul numeric al datelor: geometrice și a caracteristicilor fizice (coeficient de permeabilitate, transmisivitate, condiții de margine, surse de poluare, condiții inițiale)

Pentru a demonstra faptul că unda de poluare de la halda de zgură și cenușă a SC CET Arad SA poate sau nu să pătrundă în Frontul de captare a municipiului Arad, se realizează 2 modele numerice: unul în acviferul inferior care este sub presiune și unul în acviferul superior care este cu nivel liber.

Pentru stabilirea Initial Hydraulic Head, am impus H ca fiind râul Mureș în partea dreapta, iar la baza modelului în stânga, $H_{\text{impus}} = 96$, iar în partea superioară $H_{\text{impus}} = 120$. În modelul definit Initial Hydraulic Head este cuprins între 120 și 96, acest fapt se regăsește atât la simularea efectuată în acviferul sub presiune cât și în cel cu nivel liber.

Fig. 21. Delimitarea părții superioare a acviferului

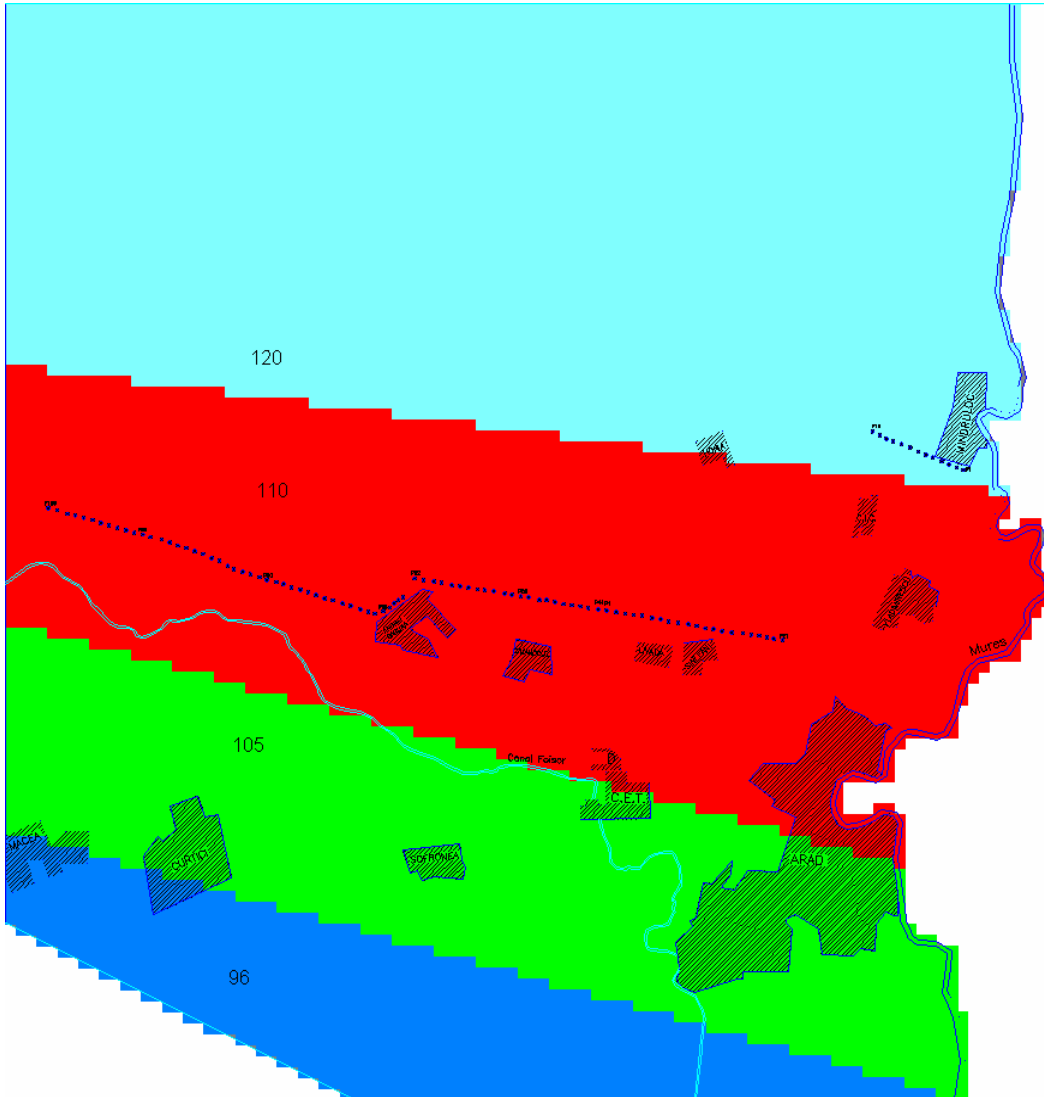
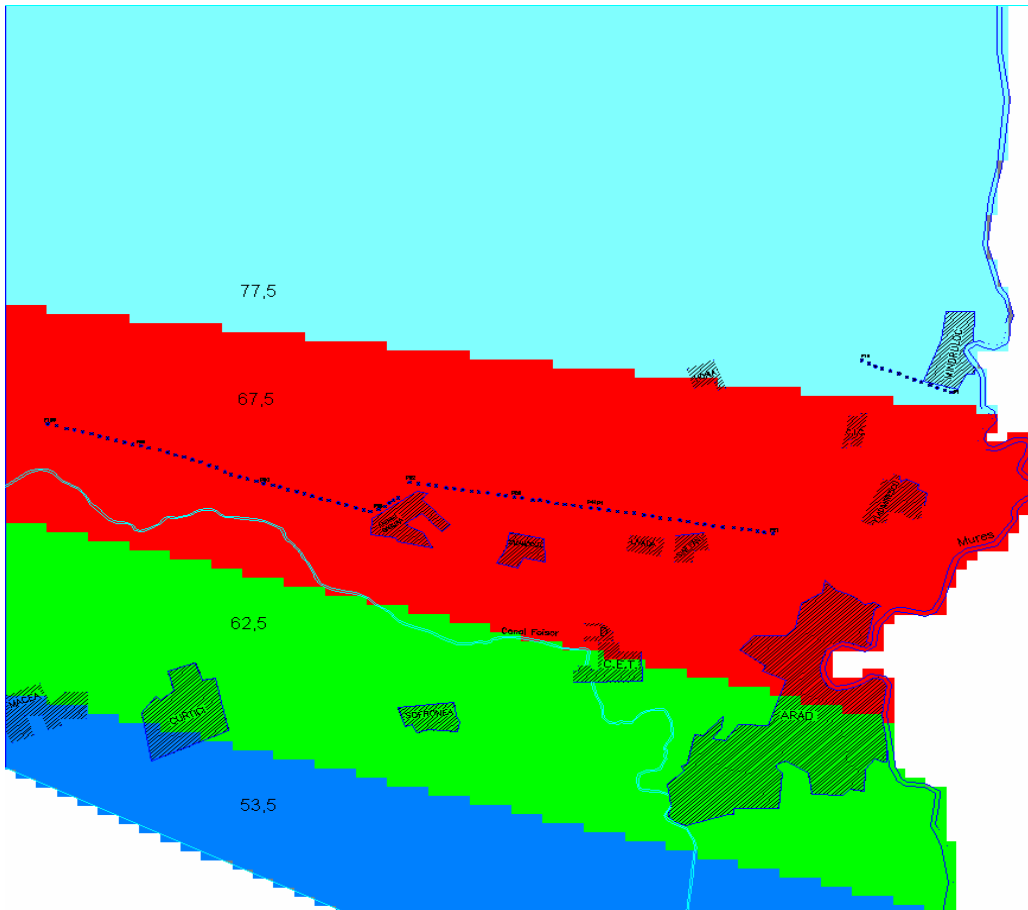


Fig.22 Delimitarea părții inferioare a acviferului

**Acviferul inferior**

Frontul de captare are un debit total $Q = 2,3357 \text{ m}^3/\text{s}$ a celor 85 de foraje, fiind distribuit cu $Q_{\text{mediu}} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s}$.

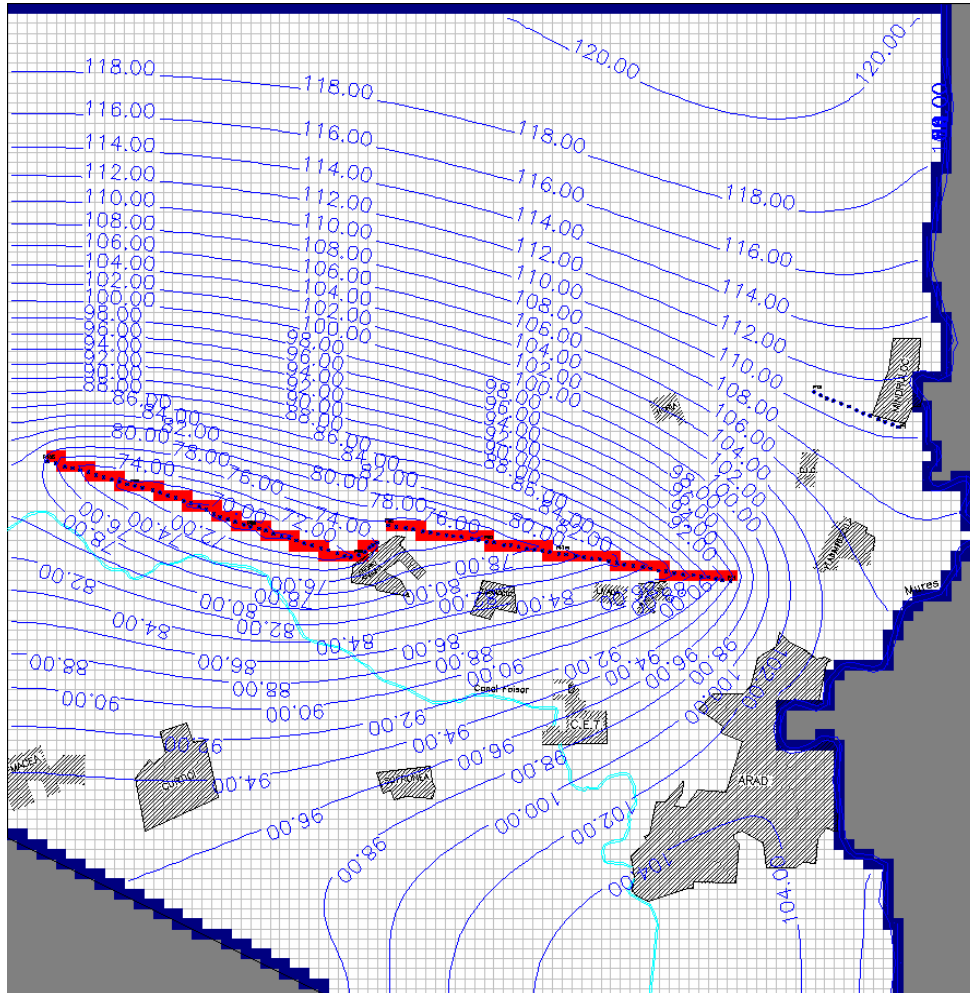
Transmisivitate $T = 862,4 \text{ m}^2/\text{zi} = 0,00998 \text{ m}^2/\text{s}$

Porozitatea efectivă $n = 0,2$

Datorită rolului important al condițiilor climaterice, modelul trebuie să țină cont de aportul provenit din exterior. Stratului freatic este alimentat prin precipitații cu o cantitate medie de $100 \text{ mm}/\text{an}/\text{ha}$. Din această cantitate de precipitații în freatic ajung $= 3 * 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$.

Modelul a fost calat corespunzător astfel încât hidroizohipsele rezultate prin rularea modelului de curgere să corespundă ca și valori și formă grafică cu cele existente în planșa hidrogeologică martor (Fig. 23)

Fig 23. Harta cu hidroizohipse

**Acviferul superior:**

Conductivitatea electrică $K = 20,3 \text{ m/zi} = 0,000235 \text{ m/s}$.

Porozitatea efectivă $n = 0,2$

Datorită rolului important al condițiilor climaterice, modelul trebuie să țină cont de aportul provenit din exterior. Stratului freatic este alimentat prin precipitații cu o cantitate de $0,75 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}^2$.

Condițiile de margine sunt identice ca la modelarea efectuată în acviferul inferior.

Fig 24. Harta cu hidroizohipse

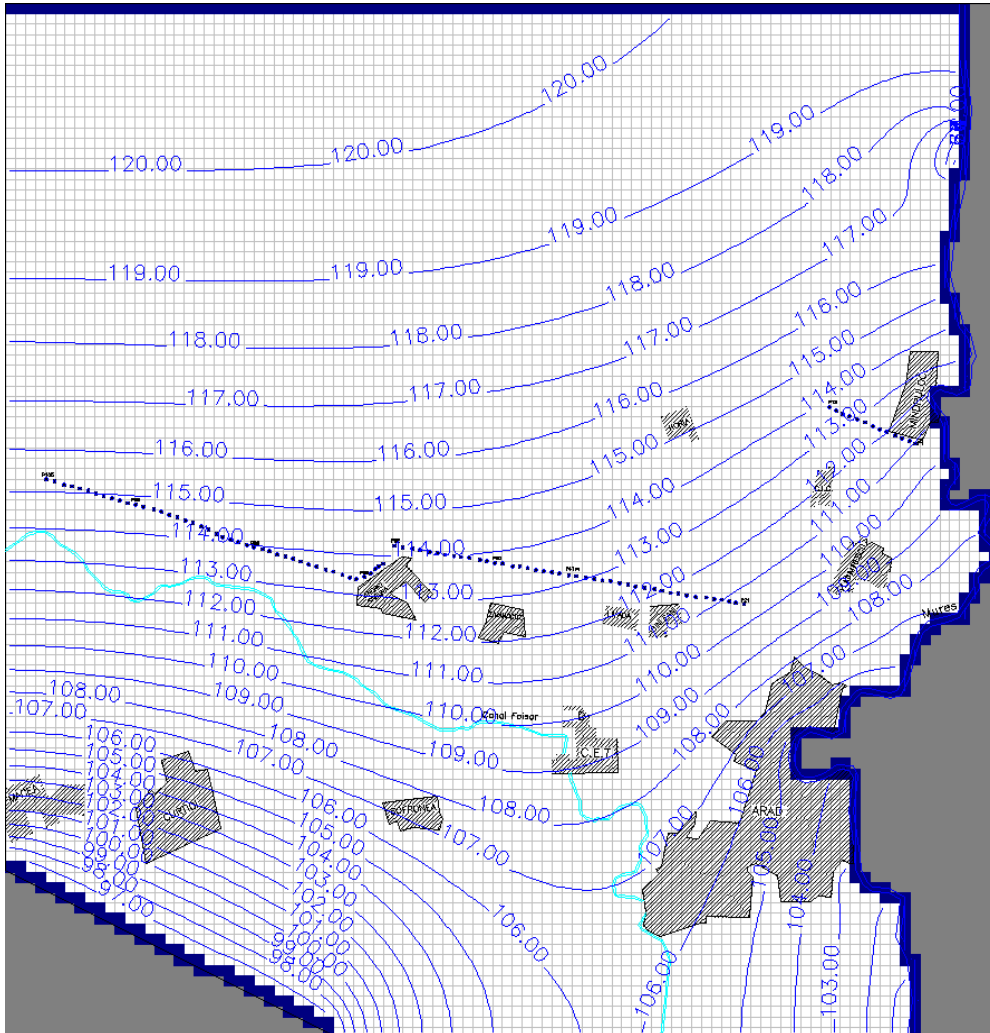
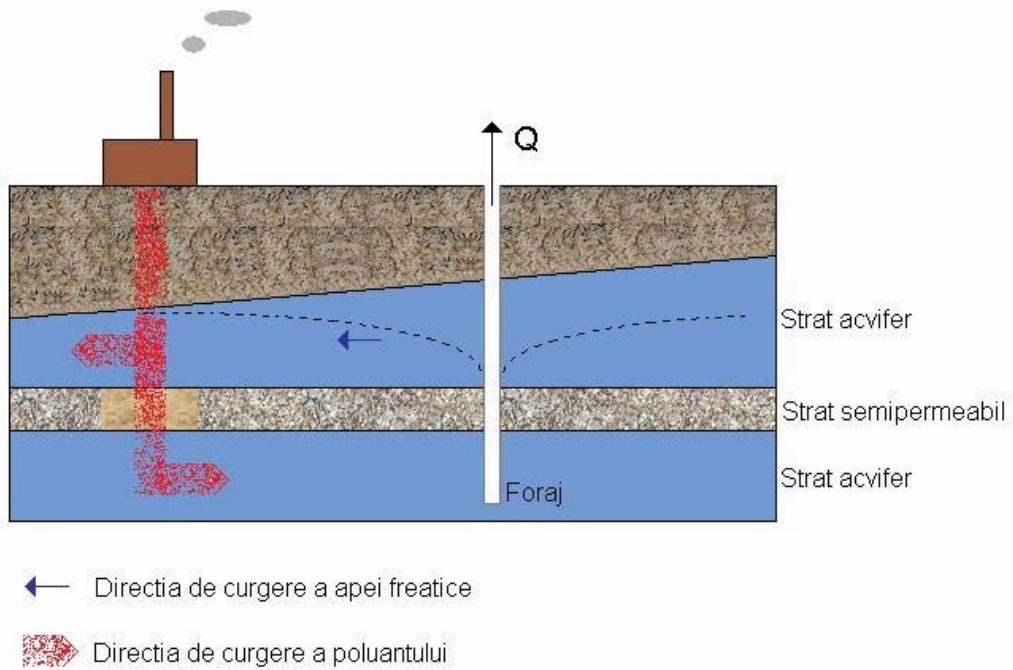


Fig 25. Explicitarea direcției de curgere a apei și a poluantului în cele două strate freatice



V.4.2. Rularea programului

Acviferul inferior:

La rularea programului de simulare pentru a putea reprezenta grafic concentrația în timp (fig. 27) au fost stabilite 3 puțuri de observație, care sunt amplasate în zona de poluare (fig. 26).

Fig 26. Alura zonei poluate

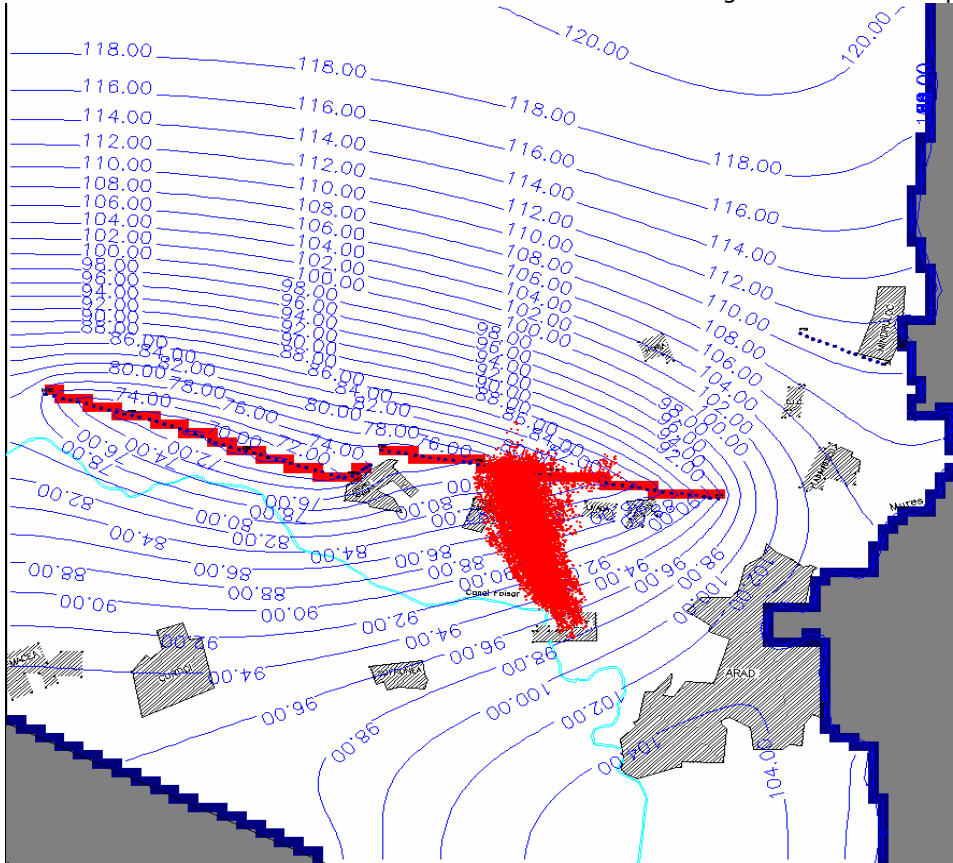
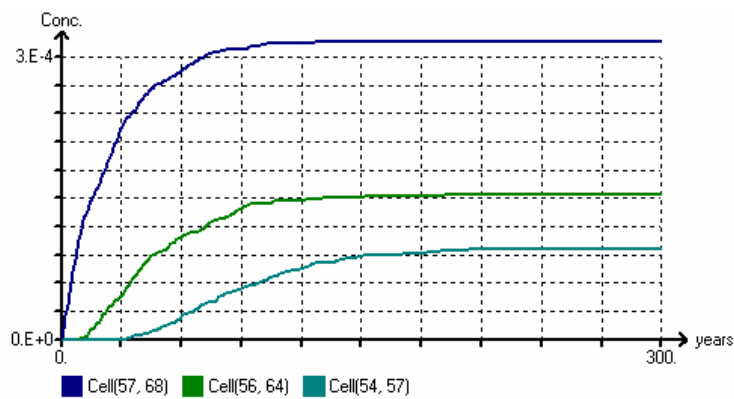


Fig. 27. Evolutia concentratiei în zona poluată



Acviferul superior:

La modelarea acviferului superior nu se ține cont de Frontul de Captare deoarece acesta se alimentează doar din acviferul inferior.

Fig. 28. Alura unei de poluare

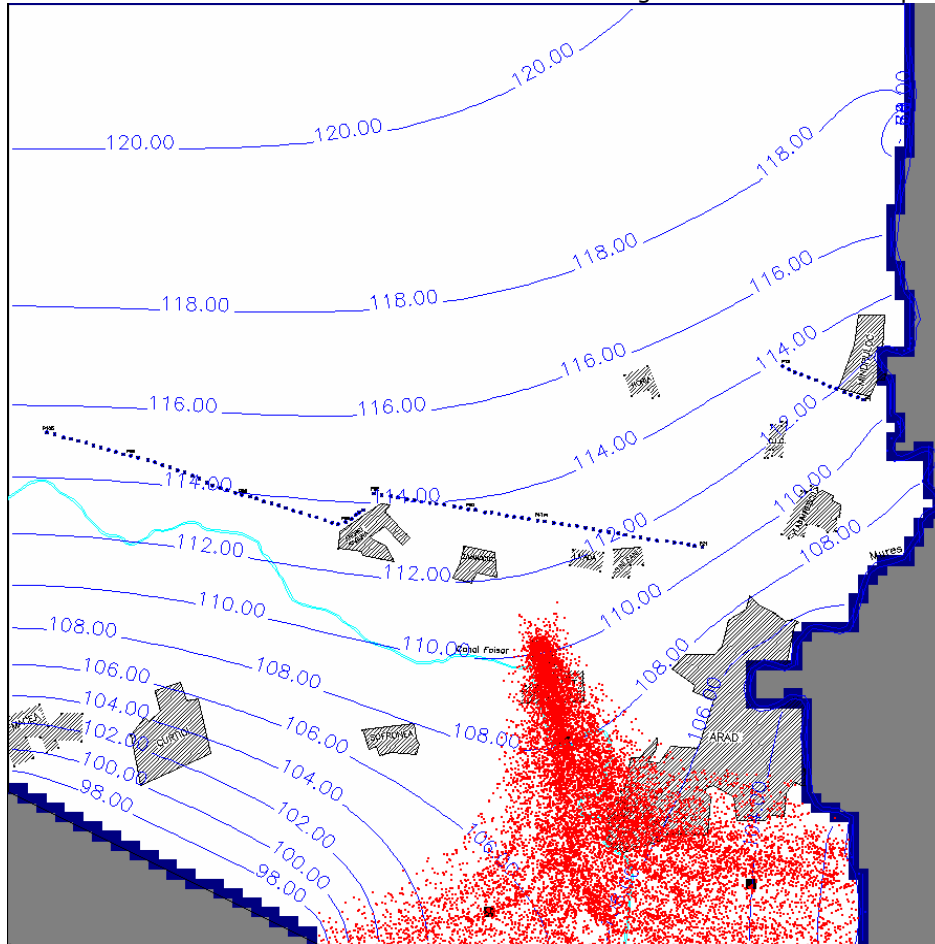
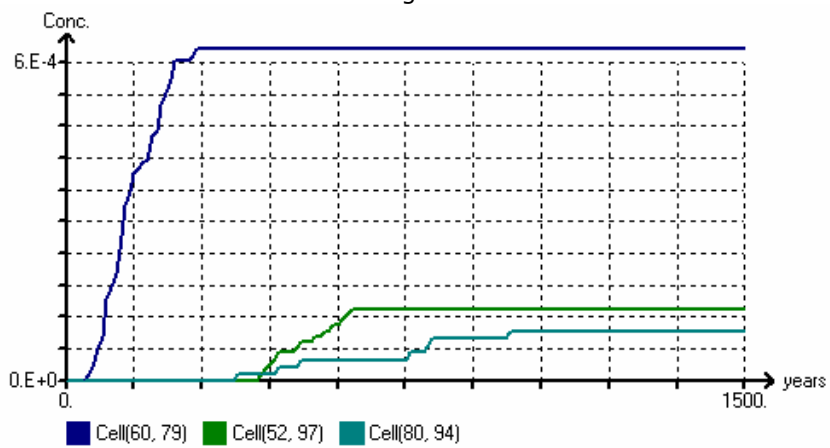


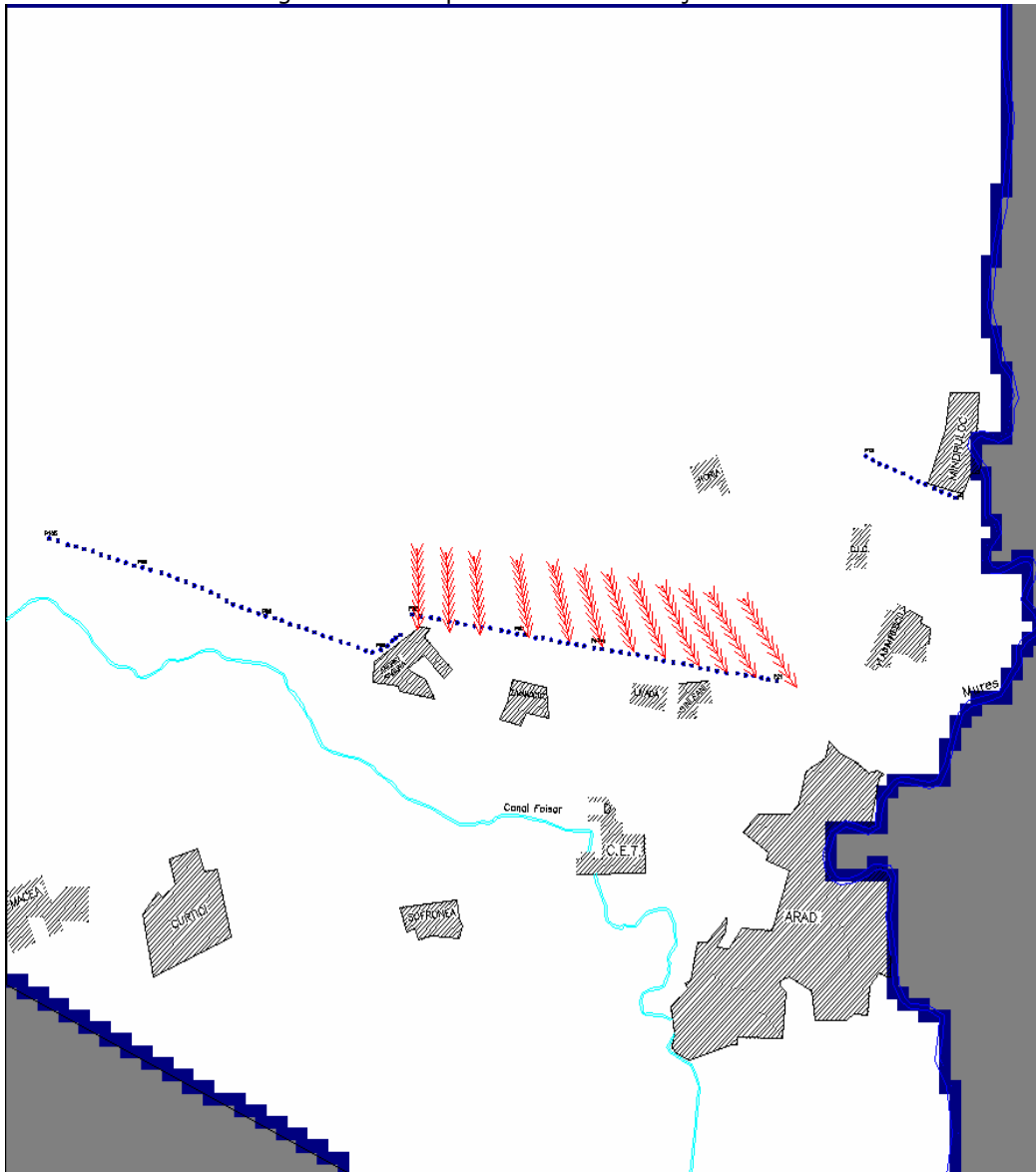
Fig.29 Evolucia concentratiei în zona poluată



După cum se constată din Fig. 28 unda de poluare transportată prin acvifer nu poate afecta Frontul de captare a municipiului Arad.

Având în vedere considerentelor climatice cum ar fii vântul care pe direcția Est antrenează pulberile din halda de zgură și cenușă alcătuite din cenuși zburătoare, hidrocarburi neare și din praf de cărbune, cu o viteză medie de 3 m/s.

Fig.30. Sensul poluării datorate acțiunii vântului.



V.4.3. Rezultatele finale și interpretarea lor

În urma rulării programului pentru acviferul inferior se constată că unda de poluare interceptează Frontul de captare a municipiului Arad într-o concentrație mică în 30 de ani. Concentrația maximă a poluantului ajunge în zona frontului de captare în 120 de ani.

Pulberi aeropurtate din zona haldei de zgură și cenușă se depun, în zona de influență a frontului de captare sau chiar în apropierea frontului, direct pe sol, datorită direcției și vitezei vântului, care ulterior pătrund în stratul freatic superior. Acest strat freatic superior poate comunica cu stratul freatic inferior astfel putând fi contaminată zona Frontului de captare. Datorită vitezei vântului 3 m/s, pulberile sedimentabile pot ajunge în zona frontului de captare în aproximativ 16 minute.

În apropierea frontului de captare se află drumul național Arad – Oradea care este foarte circulat. Având în vedere starea deplorabilă a carosabilului, accidentele rutiere sunt inevitabile. În aceste accidente pot fi antrenate autovehicule care transportă substanțe chimice periculoase, care datorită gestionării necorespunzătoare a situației pot pătrunde în pânza freatică, inițial în cea superioară, și apoi în cea inferioară. Totodată un pericol inerent îl reprezintă noxele de la eșapamentele mașinilor care au încărcături însemnate de Pb.

Datorită acestor aspecte se consideră imperios necesar a se realiza o monitorizare în timp real atât a Frontului de captare a municipiului Arad, cât și a forajelor de monitorizare și de interceptare a SC CET Arad SA.

VI. Managementul integrat cantitativ și calitativ al apei în bazinul hidrografic Mureș

VI.1. Aspecte generale de management al apei în România și în cadrul bazinului hidrografic Mureș

Principiile managementului integrat al resurselor de apă :

Printre problemele globale cu care se confruntă omenirea la începutul mileniului trei se află lipsa apei și degradarea calității apei. De asemenea, realizarea obiectivelor dezvoltării durabile depind într-o măsură foarte mare de managementul integrat al resurselor de apă. Apa fiind un factor esențial pentru existența vieții și pentru dezvoltarea societății umane. Pentru managementul integrat al resurselor de apă comunitatea internațională a recomandat guvernelor aplicarea următoarelor principii:

- **principiul bazinal** – resursele de apă se formează și se gospodăresc în bazine hidrografice. Apa dulce este o resursă vulnerabilă și limitată, indispensabilă vieții, mediului și dezvoltării societății. Gospodărirea rațională a resurselor de apă, cere o abordare globală care să îmbine probleme sociale și dezvoltarea economică, cu protecția ecosistemelor naturale. O gospodărire durabilă a resurselor de apă va integra utilizatorii de apă dintr-un bazin hidrografic;

- **principiul gospodăririi unitare cantitate-calitate** – cele două laturi ale gospodăririi apelor fiind în strânsă legătură, apare ca necesară o abordare unitară care să conducă la soluții tehnico-economice optime pentru ambele aspecte;

- **principiul solidarității** – planificarea și dezvoltarea resurselor de apă presupune colaborarea tuturor factorilor implicați în sectorul apelor: statul, comunitățile locale, utilizatorii, gospodăriile de ape și ONG-uri;

- **principiul "poluatorul plătește"** – toate cheltuielile legate de o poluare produsă diverșilor utilizatori de apă și mediu este suportată de cel care a produs poluarea;

- **principiul economic** – beneficiarul plătește – apa are o valoare economică în toate formele ei de utilizare și trebuie să fie recunoscută ca un bun economic. Eșecurile din trecut pentru recunoașterea valorii economice a apei, au condus la poluarea și la exploatarea nerațională a resurselor de apă.

Gospodărirea apei ca un bun economic, reprezintă o cale importantă în realizarea unei exploatare eficiente și echitabile și în conservarea și protecția resurselor de apă;

- **principiul accesului la apă** – în virtutea acestui principiu, este vital să recunoaștem că dreptul fundamental al ființei umane, este de a avea acces la apă curată și suficientă, la un preț adecvat.

Aceste principii fundamentează conceptul de management integrat al resurselor de apă care îmbină problemele de utilizare a apei cu cele de protecție a ecosistemelor naturale prin integrarea la nivel bazinal a folosințelor de apă.

Conceptul de management integrat al resurselor de Apă:

Managementul integrat al resurselor de apă promovează dezvoltarea și coordonarea apei, a terenului și a resurselor acestora, în vederea optimizării, dezvoltării sociale și economice echilibrate fără compromiterea durabilității ecosistemelor. Politicile de dezvoltare nu pot fi eficiente fără a lua în considerare

resursele de apă. Conceptul de management integrat al resurselor de apă presupune, în contrast cu gospodărirea tradițională a resurselor de apă, o abordare integrată a acestora atât la nivel fizic și tehnic cât și la nivel de planificare și management. Nivelul de integrare este reprezentat de bazinul hidrografic, unitatea naturală de formare a resurselor de apă.

Cele mai importante aspecte ale dezvoltării sistemului resurselor de apă sunt următoarele:

- **durabilitatea aspectelor fizice** – ceea ce înseamnă menținerea circuitului natural al apei și a nutrienților;
- **durabilitatea mediului** – „toleranța zero” pentru poluarea care depășește capacitatea de autoepurare a mediului. Nu există efecte pe termen lung sau efecte ireversibile asupra mediului;
- **durabilitatea socială** – menținerea cerințelor de apă precum și a dorinței de a plăti serviciile de asigurare a resurselor de apă;
- **durabilitatea economică** – susținerea economică a măsurilor care asigură un standard ridicat de viață din punct de vedere al apelor pentru toți cetățenii;
- **durabilitatea instituțională** – menținerea capacității de a planifica, gestiona și opera sistemul resurselor de apă.

Gospodărirea durabilă a resurselor de apă are la bază managementul integrat al acestora care asigură ca serviciile realizate de sistemul resurselor de apă să satisfacă obiectivele prezente ale societății fără a compromite abilitatea sistemului de a satisface obiectivele generațiilor viitoare, în condițiile păstrării unui mediu curat.

Managementul integrat al resurselor de apă presupune:

1) Integrarea sistemului resurselor naturale de apă

Sistemului resurselor naturale de apă care este reprezentat de ciclul hidrologic și componentele sale: precipitații, evaporația, scurgerea de suprafață și scurgerea subterană. Menținerea bilanțului hidrologic și a raporturilor dintre componentele sale, are la bază legăturile biofizice dintre păduri, pământ și resursele de apă dintr-un bazin hidrografic, și este esențial pentru utilizarea durabilă a sistemului resurselor naturale de apă.

2) Integrarea infrastructurii de gospodărire a resurselor de apă în capitalul natural

Realizarea unei infrastructuri de gospodărire a apelor, „prietenosă” față de mediu care să asigure atât alimentarea optimă cu apă a folosințelor și reducerea riscului producerii de inundații cât și conservarea și creșterea biodiversității ecosistemelor acvatice.

3) Integrarea folosințelor de apă

Alimentarea cu apă a populației, industriei și agriculturii și conservarea ecosistemelor acvatice sunt abordate sectorial în mod tradițional. Majoritatea folosințelor de apă solicită resurse de apă în cantități din ce în ce mai mari și de calitate foarte bună. Rezolvarea ecuației resurse-cerințe de apă și protecția resurselor de apă necesită analiza folosințelor la nivel de bazin hidrografic.

Managementul resurselor de apă necesită implicarea tuturor părților interesate – publice și private – la toate nivelurile și la momentul potrivit. Deciziile și acțiunile în domeniul managementului integrat al resurselor de apă trebuie luate, de toți cei care pot fi afectați, la nivelul corespunzător cel mai adecvat (principiul subsidiarității).

4) Integrarea amonte – aval

Folosințele din amonte trebuie să recunoască drepturile folosințelor din aval privitoare la utilizarea resurselor de apă de bună calitate și în cantitate suficientă. Poluarea excesivă a resurselor de apă de către folosințele din aval. Toate acestea necesită dialog pentru a reconcilia necesitățile folosințelor din amonte și din aval.

5) Integrarea resurselor de apă în politicile de planificare

Apa este unul dintre elementele fundamentale ale vieții și în același timp un factor care condiționează dezvoltarea socială și economică, fiind adesea un factor limitativ. Societatea și economia se vor putea dezvolta numai în măsura în care se va dezvolta și gospodărirea apelor, această condiționare marcând rolul și importanța activității în contextul dezvoltării durabile.

Managementul integrat al resurselor de apă are la bază, în conformitate cu prevederile Directivei Cadru 2000/60 a Uniunii Europene, Planul de Management al bazinului hidrografic. Pe baza cunoașterii stării corpurilor de apă, acest Plan stabilește obiectivele țintă pe o durată de șase ani și propune la nivel de bazin hidrografic măsuri pentru atingerea stării bune a apelor în vederea utilizării durabile a acestora.

Planul de management al bazinului hidrografic reprezintă instrumentul pentru implementarea Directivei Cadru Apă, reglementat prin Articolul 13 și anexa VII și are drept scop gospodărirea echilibrată a resurselor de apă precum și protecția ecosistemelor acvatice, având ca obiectiv principal atingerea unei „stări bune” a apelor de suprafață și subterane. Articolul 14 al Directivei Cadru Apă 2000/60/EC, specifică faptul ca Statele Membre trebuie să informeze și să consulte publicul și utilizatorii, în special, cu privire la următoarele etape referitoare la:

- calendarul și programul de lucru pentru elaborarea planurilor de management pe bazin hidrografic și despre rolul consultării, până cel mai târziu în 2006;
- sinteza problemelor importante de gospodărire a apelor până la 22.12. 2007;

În cadrul acestui proces au fost identificate 4 categorii majore de probleme : poluarea cu substanțe organice, poluarea cu nutrienți, poluarea cu substanțe prioritare/ periculoase și alterările hidromorfologice, pentru care au fost concepute programe de măsuri specifice în vederea conformării cu obiectivele de mediu.

Problemele principale de gospodărire ale apelor din bazin au fost prezentate spre informare și consultare publicului, în cadrul întâlnirilor privind elaborarea Schemelor Directoare de Amenajare și Management al spațiului hidrografic Mureș:

- **elaborarea proiectului planului de management pe bazin hidrografic, până la 22.12.2008 și consultarea publicului timp de 6 luni în cursul anului 2009.**

Planul de management bazinal este în strânsă corelație cu dezvoltarea socio-economică și prezintă punctul de plecare pentru măsurile de management din toate ramurile economiei, măsurile de gospodărire a apelor la nivel bazinal și local și evidențiază factorii majori care influențează gospodărirea apei într-un bazin hidrografic. De asemenea, prin Planul de management se stabilesc deciziile necesare în economia apei și pentru dezvoltarea de obiective ce urmăresc o gospodărire durabilă, unitară, echilibrată și complexă a resurselor de apă.

Ca infrastructură de bază a economiei, managementul apelor trebuie să ofere soluții pentru asigurarea în prezent și în viitor a necesarului de apă al populației și economiei, pornind de la caracterul regenerabil dar limitativ al resurselor de apă dulce, precum și de la principiile gospodăririi unitare pe bazine hidrografice a resurselor de suprafață și subterane, atât din punct de

vedere cantitativ cât și calitativ.

Planul de management al bazinului hidrografic (PMBH) trebuie corelat cu planurile de amenajare ale bazinelor hidrografice (PABH) cât și cu programele de dezvoltare și etapizare.

În conformitate cu Legea Apelor 107/1996, completată și modificată cu Legea 310/2004 și Legea 112/2006 în conformitate cu Ordinul 913/2001, Administrația Națională „Apele Române” elaborează Schemele Directoare de Amenajare și Management ale Bazinelor Hidrografice care sunt formate din Planul de Management al Bazinului Hidrografic și Planul de Amenajare al Bazinului Hidrografic. Administrația Națională „Apele Române” a fost desemnată, împreună cu Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile, autoritate competentă pentru implementarea Directivei Cadru Apă în România. În acest scop, la nivelul Administrației Naționale „Apele Române” a fost creat Departamentul Planuri de Management ale Bazinelor Hidrografice, iar în cadrul Institutului Național de Hidrologie și Gospodăria Apelor, aparținând Administrației Naționale „Apele Române” s-a creat un compartiment pentru elaborarea Planurilor de Amenajare ale Bazinelor Hidrografice, componentă de gospodărire cantitativă a resurselor de apă din cadrul Schemelor Directoare. În acest context, la nivelul fiecărei Direcții de Apă s-a înființat un compartiment pentru elaborarea Planului de management bazinal, componentă de gospodărire calitativă a resurselor de apă și un colectiv interdisciplinar care să colaboreze cu Institutul Național de Hidrologie și Gospodăria Apelor la elaborarea Planurilor de Amenajare a bazinului hidrografic, componentă cantitativă de gospodărire a apelor din cadrul Schemelor Directoare. De asemenea, la nivelul fiecărui bazin hidrografic, potrivit legii 107/1996 – Legea Apelor art. 77, și HG 1212/29.11.2000, s-a înființat un Comitet de Bazin.

Obiectivele fundamentale care au stat la baza creării Comitetului de Bazin au fost colaborarea eficientă a organismelor teritoriale de gospodărire a apelor cu organele administrației publice locale, utilizatorii din bazinul respectiv, beneficiarii serviciilor de gospodărire a apelor și a organizațiilor neguvernamentale locale cu profil de protecție a mediului. Acest comitet își propune respectarea și aplicarea principiilor gospodăririi durabile a resurselor de apă și menținerea echilibrului între conservarea și dezvoltarea durabilă a resurselor de apă.

În conformitate cu prevederile Directivei Cadru a Apei, statele dunărene, printre care și România, trebuie să contribuie la elaborarea **Planului de Management al Districtului Hidrografic al Dunării**. În acest scop statele semnatare ale Convenției Internaționale pentru Protecția Fluviului Dunăre, au stabilit ca Planul de Management al Districtului Hidrografic al Dunării să fie format din trei părți:

Partea A: Planul general ce cuprinde problemele de importanță bazinală cu efecte transfrontaliere și se referă la:

- cursurile principale ale râurilor care au bazine hidrografice > 4000 km²;
- lacurile cu suprafețe > 100 km²;
- acvifere transfrontaliere cu suprafața > 4000 km²;
- Dunărea, Delta și ape costiere.

Partea B: - Planurile naționale de management ale țărilor dunărene.

- Planurile sub-bazinelor coordonate la nivel internațional (Tisa, Sava, Prut, Delta Dunării)

Partea C: Planurile de management la nivel de sub- bazine naționale (în cazul României - 11).

Partea A a Planului de Management al Districtului Hidrografic al Dunării – Raport 2004 a fost elaborată de Comisia Internațională pentru Protecția Fluviului Dunăre cu contribuția țărilor dunărene și aprobat de miniștrii mediului din țările dunărene reuniți în cadrul Conferinței Ministeriale care a avut loc la Viena pe data de 13.12.2004. Planul de Management al Districtului Hidrografic al Dunării este în curs de elaborare și va fi finalizat în cursul anului 2009, urmând aceeași modalitate de realizare și aprobare ca și Raportul 2004.

De asemenea România contribuie la elaborarea Planurilor de Management la nivel de subbazin, inclusiv **Planul de Management al bazinului hidrografic al râului Tisa** sub coordonarea Comisiei Internaționale pentru Protecția Fluviului Dunărea (ICPDR), ce cuprinde problemele de importanță bazinală cu efecte transfrontaliere, referindu-se la:

- cursurile principale ale râurilor care au bazine hidrografice > 1000 km²;
- lacurile cu suprafețe > 10 km²;
- acvifere transfrontaliere cu suprafața > 1000 km²;

Așa cum s-a precizat mai sus, există inițiative de realizare ale Planurilor de management la nivelul altor sub-bazine internaționale cum ar fi Prut și Delta Dunării împreună cu Republica Moldova și Ucraina, însă procesul de elaborare nu a început încă.

Partea B (națională) - în conformitate cu prevederile Legii Apelor 310/2004, Planul Național de Management al Apelor din România este format din 11 Planuri de Management Bazinale.

Datele și informațiile care au fost utilizate în elaborarea proiectului Planului de Management sunt date din anul 2007. În cazurile în care s-au utilizat date pe o perioadă mai îndelungată de timp, pentru analiza evoluției în timp a unor parametrii caracteristici, acest lucru este menționat specific în capitolul respectiv. Datele au fost furnizate în principal de Direcția Apelor Someș-Tisa, folosințele de apă, Direcțiile Județene pentru Agricultură și Dezvoltare Rurală, Filialele ROMSILVA din județele aparținând spațiului analizat, autoritățile locale și județene, Agențiile de Protecția Mediului, Administrațiile Regiunilor de Dezvoltare, Institutul Național de Statistică, etc. Pe măsură ce se vor finaliza studiile elaborate de către institutele de cercetare și universități privind sistemele de clasificare și evaluare globală a stării apelor de suprafață, conform prevederilor Directivei Cadru, pe baza elementelor biologice, chimice și hidromorfologice, precum și privind sistemele de clasificare și evaluare globală a potențialului ecologic al corpurilor de apă artificiale și puternic modificate, proiectul Planului de Management bazinal – varianta preliminară - va fi îmbunătățit. Îmbunătățirile/actualizările vor viza unele capitole, urmând ca acestea să fie integrate în proiectul Planului de Management bazinal și pus pe site-ul Direcțiilor de Ape și al Administrației Naționale „Apele Române” în vederea consultării publicului și în mod special a unităților implicate în procesul de implementare al Directivei Cadru, care vor trebui să ia măsuri, în conformitate cu legislația europeană, transpusă în legislația românească, pentru a se atinge „starea bună” a apelor, până în anul 2015.

VI.2. Sistemul informațional pentru managementul integrat al apei (stadiul actual, perspective și propuneri)

Pentru o prezentare cât mai realistă a stadiului actual al implementării sistemului informațional în cadrul bazinului hidrografic Mureș este necesară cunoașterea acestui bazin. Bazinul hidrografic Mureș este situat în partea centrală și de vest a României, o suprafață de 27890 kmp, cu o lungime a cursului principal de 761 km, fiind al treilea ca mărime și cel mai lung dintre râurile interioare. Lungimea totală a rețelei hidrografice codificate este de 10800 km, iar densitatea rețelei de 0,39 km/kmp.

Relieful prezintă o mare varietate de la câmpie la munți. Aproximativ 25% din suprafața bazinului revine munților, 55% dealurilor și podișurilor, 15% văilor și luncilor și 5% câmpiilor.

În cadrul bazinului hidrografic Mureș se desfășoară în prezent activitate hidrometrică pe 71 râuri, având o densitate medie a rețelei de 1 post la 260 kmp.

Activitatea de hidrologie și hidrogeologie are drept scop organizarea și efectuarea de observații și măsurători pentru cunoașterea resurselor de apă și a regimului acestora, întocmirea de studii, analize și prognoze la nivelul bazinului hidrografic.

Obiectivele principale ale acestei activități sunt:

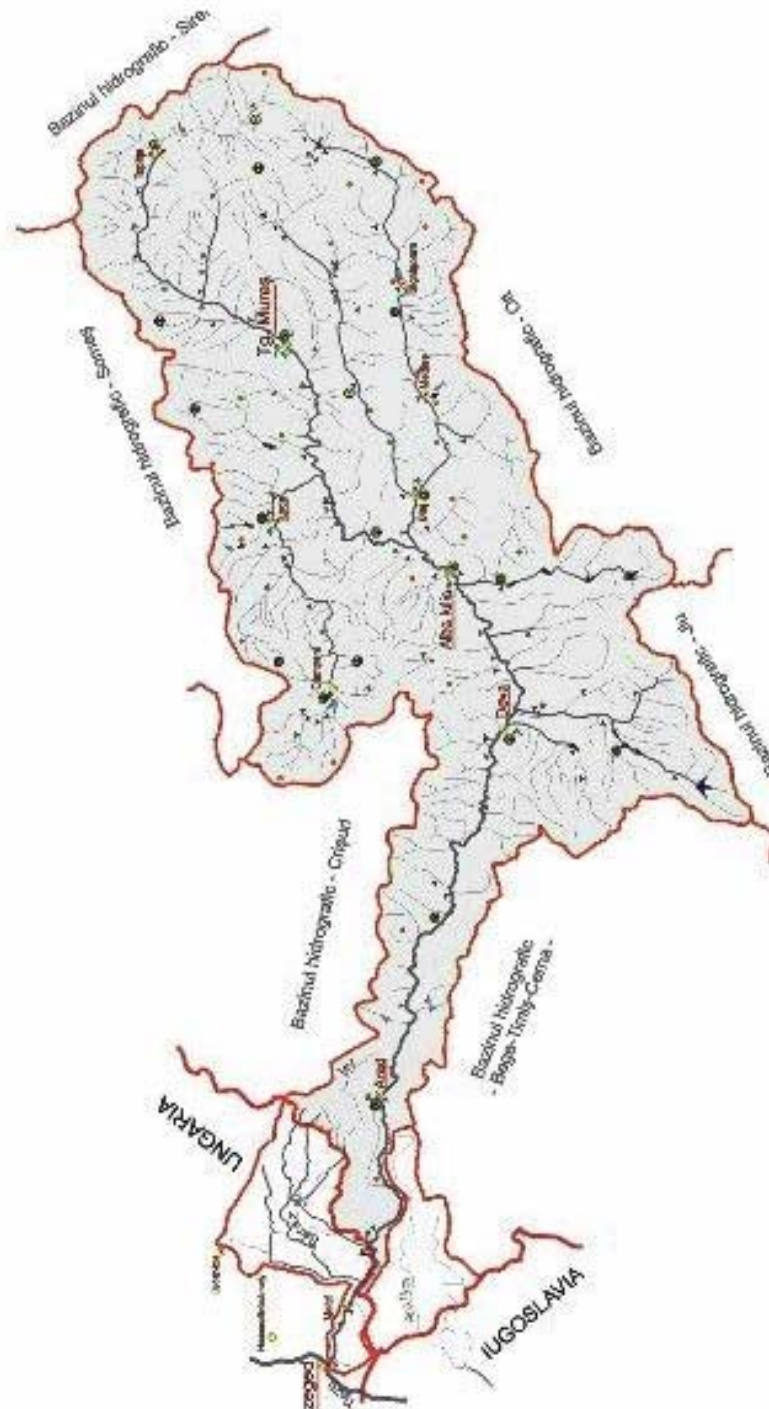
- ▶ efectuarea veghii hidrologice și hidrogeologice pentru cunoașterea permanentă în scopuri operaționale a stării și evoluției apelor
- ▶ avertizarea în legătură cu eventualitatea producerii, producerea și evoluția unor fenomene hidrometeorologice periculoase
- ▶ prelucrarea și stocarea datelor în vederea creării fondului național de date
- ▶ elaborarea și difuzarea prognozelor. Rețeaua hidrologică și hidrogeologică a fost formată în anul 2003 din 7 stații hidrologice și biroul hidrologic monitorizând activitatea de la:
 - ▶ 107 stații hidrometrice de bază din care 15 sunt automate, 4 stații aferente bazinelor reprezentative, 3 stații hidrometrice pe lacuri, 25 stații hidrometrice la folosințe cu măsurători sistematice, 73 secțiuni satelit, 39 izvoare, 7 stații evaporimetrice, 248 foraje hidrogeologice.

Fig. 31 . Stație hidrometrică



Datorită amplasării sale în interiorul Arcului Carpat, bazinul hidrografic al Mureșului este constituit dintr-un ansamblu fizico-geografic (Fig.32. cu numeroase caractere specifice, printre care cel mai important din punct de vedere hidrologic este climatul continental moderat, cu influențe mediteraneene în sectorul inferior al bazinului, distribuit zonal atât de la vest spre est cât și altitudinal. Ca aspect general trebuie relevat faptul ca cea mai mare parte a scurgerii medii lunare din timpul unui an se produce primăvara 45%, vara 27%, toamna 12%, iar iarna 16% din scurgerea anuală.

Fig. 32. Bazinul hidrografic Mures



Frecvența, durata și mărimea viiturilor reflectă fidel specificul climatului din cadrul sub bazinului hidrografic.

În ultimii ani cele mai remarcabile viituri s-au realizat după cum urmează:

▶ iarna viitura din decembrie 1995-ianuarie 1996

▶ vara viitura din iunie 1998 și august 2005

▶ primăvara viitura din aprilie 1999 și martie 2005

În ultimii ani s-a pus accentul pe modernizarea sistemului de măsurare și transmitere a datelor provenite de la stațiile hidrometrice, date care intră în fluxul informațional zilnic.

Perspectivile de modernizare a activității de gospodărire a apelor prin implementarea proiectelor: DESWAT și WATMAN:

În anul 2001 a fost lansat programul "DESWAT", având ca scop modernizarea sistemului informațional hidrologic și integrarea infrastructurii acestuia în cea a sistemului meteorologic modernizat prin proiectul "SIMIN". Acest proiect se constituie într-un plan pe termen lung, de îmbunătățire a sistemului hidrologic național pentru protecția împotriva inundațiilor și fenomenelor hidrometeorologice periculoase.

Acest proiect, deosebit de important pentru managementul inundațiilor și avertizarea în timp real, are ca principale obiective:

▶ utilizarea facilităților proiectului SIMIN (Sistem National Integrat Meteorologic);

▶ evaluarea pagubelor potențiale și a costurilor în cazul inundațiilor și, reducerea acestora;

▶ elaborarea de prognoze hidrologice de medie și lungă durată luând în considerare diverse scenarii de evoluție a situației meteorologice.

Proiectul DESWAT va integra sistemul de comunicații și radare din cadrul proiectului SIMIN (Sistemul National Integrat de Meteorologie).

Într-o primă etapă pentru B.H. Mureș proiectul "DESWAT" are ca obiectiv modernizarea sistemului informațional hidrologic, plecând de la colectarea datelor prin 78 stații automate pe râuri, 25 stații automate pluviometrice, 5 stații de calitate, continuând cu suportul de transmisie care va îngloba alături de sistemul clasic radio, cele GSM.

În perioada august-septembrie 2005 s-a efectuat o evaluare a condițiilor din teren, iar în anul 2006 s-a demarat implementarea acestui sistem în B.H. Mureș.

Procesarea primară a datelor va fi semiautomată, folosind programe de reprezentare spațială bazate pe un sistem informațional geografic (GIS).

Pachetul de programe de prognoză hidrologică va fi modernizat și lărgit, cuprinzând proceduri de elaborare a avertizărilor și prognozelor. Componentele principale ale sistemului propus sunt:

▶ stațiile automate dotate cu senzori de măsurare și sistemul de comunicații

▶ prelucrarea datelor de precipitații, programul de identificare a viiturilor rapide și de avertizare

▶ programul de informare/avertizare și sistemele de diseminare.

Fig. 33 Scopul și obiectivul proiectului DESWAT



- ▶ programul de modelare hidrologică

- ▶ programul de elaborare a hărților de inundații și de vizualizare a acestora

Nota de fundamentare pentru Proiectul WATMAN, cu finanțare USAID, USTDA, a cuprins primordial pagubele înregistrate în ultimele trei decenii, ca urmare a fenomenelor hidro-meteo periculoase. Între anii 1997-2002, valoarea totală a pagubelor produse de inundații a fost de aproximativ 609 554 000 de Euro, la care se adaugă dezastrele din acest an, evaluate la peste 1% din PIB.

Watman este un proiect prin care se va pune în aplicare strategia națională de managementul apelor în caz de dezastre elaborată de MMGA. Acest proiect va integra datele rezultate ale proiectelor SIMIN și DESWAT, în curs de implementare, creându-se posibilitatea realizării în final a Sistemului integrat informațional-decizional în caz de dezastre. Cele două proiecte, prin sistemele informaționale meteorologice și hidrologice modernizate vor furniza date și prognoze în timp real, care vor reprezenta datele de intrare pentru infrastructura proiectului WATMAN în vederea optimizării sistemului de management al apelor.

Prin intermediul proiectului WATMAN se vor putea realiza următoarele:

- ▶ Utilizarea optimă a resurselor de apă la nivel bazinal și național.

- ▶ Asigurarea/alocarea optimă a resurselor de apă la nivel bazinal și național din punct de vedere cantitativ și calitativ.

- ▶ Gestionarea optimă a infrastructurii de gospodărire a apelor în caz de dezastre.
- ▶ Optimizarea exploatării lucrărilor hidrotehnice.
- ▶ Armonizarea exploatării lucrărilor hidrotehnice și a resurselor de apă în conformitate cu Directiva Cadru a Uniunii Europene.
- ▶ Realizarea unui sistem de alarmare rapidă a populației în caz de dezastre.
- ▶ Reducerea pagubelor materiale și de viață umane în caz de dezastre.
- ▶ Evaluarea rapidă a pagubelor produse de dezastre.
- ▶ Îmbunătățirea relațiilor bilaterale ale României prin respectarea acordurilor bilaterale în domeniul apelor. [51]

Referitor la îmbunătățirea sistemelor de monitorizare a calității apelor s-a observat că este necesară o intervenție la nivel mondial și nu numai în țările aflate în tranziție. Există diferențe mari între țări privind performanțele acestor sisteme de monitorizare. De cele mai multe ori problemele au ca și cauză lipsa de resurse financiare și tehnice. De mulți ani în țările dezvoltate funcționează asemenea sisteme de monitorizare iar cantitatea de date achiziționate este enormă. Ceea ce s-a omis în multe cazuri este interpretarea continuă și în timp real a datelor astfel încât să fie posibilă transformarea acestora în informații utile care să conducă la diverse modificări având ca și scop ajustarea programelor de monitorizare în ceea ce privește performanța.

VII. Concluzii și contribuții personale

Cenușa rezultată în urma arderii lignitului poate conține nivele semnificativ ridicate de metale grele și poate produce o poluare de proporții mari a aerului, solului și apelor de suprafață și subterane. Halda de cenușă ce aparține centralei termice Arad se întinde pe o suprafață de 6 ha și ca atare impactul asupra mediului este major. Mostrele de apă prelevate din puțurile de control indică valori ce depășesc limitele maxime admisibile pentru pH, clor și sulfat. Centrala folosește metoda de depozitare udă. Apa de transport și cea de freatic indică valori mari pentru clor, sulfat și duritate. Valorile pentru metalele grele, obținute în urma analizelor de laborator, nu depășesc pentru moment limitele maxime admise. Forajele de control amplasate la nord, est și sud de halda de cenușă, au fost construite pentru a verifica dacă există scurgeri necontrolate de poluanți către est, unde se afla frontul de captare al apei potabile pentru municipiul Arad. Aceste foraje pot fi considerate ca fiind baza sistemului de monitorizare.

Metoda de depozitare a zgurei și cenușii din termocentrală în stare umedă nu este eficientă vara, când suprafața întregii halde se usucă și cenușa este antrenată de vânt. Pentru a împiedica acest lucru societatea udă halda cu apă dar din nefericire fără rezultate vizibile deoarece suprafața haldei este foarte mare și nu reușete să o acopere în întregime. Astfel, datorită direcției predominante a vântului către frontul de captare, este pus în pericol stratul acvifer din zona unde „aterizează” această cenușă. Fapt care reiese și din Fig. 19 și 30.

În cazul poluării apelor subterane din zona SC CET ARAD SA cu scurgeri de substanțe chimice periculoase din unitate, sau cu zgură și cenușă din haldă datorate unei fisurări ale stratului de argilă, se constată faptul că unda de poluare are direcția opusă frontului de captare (fig.28).

Pe parcursul documentării și studierii pentru prezenta lucrare se constată faptul că sistemul informațional este aproape inexistent, neexistând date esențiale și primare de cunoaștere a acviferului, atât la nivel național cât și la nivel local. Studiile de impact care au fost consultate nu conțin date suficiente pentru a putea iniția o bază de date referitoare la acviferul din zona municipiului Arad și a frontului de captare. Compania de Apă Arad sunt cei care gestionează întreg Frontul de Captare al municipiului Arad, dar nu sunt deținători ai informațiilor relevante pentru cunoașterea acviferului (spre ex, nu dețin un studiu hidrogeologic complet al zonei). Din nefericire pentru a putea implementa un sistem de monitorizare modern, este necesară realizarea unui sistem informațional.

Scopul implementării unui sistem de monitorizare al apei subterane în zona CET Arad și nu numai, este de a colecta și procesa datele ce reflectă calitatea apei în regiunile în care există posibilitatea contaminării. Protecția apelor subterane se bazează pe prevenție și stabilirea unor zone de protecție bine definite. Prevenția presupune efectuarea de măsurători periodice reprezentative pentru calitatea apei folosind limite maxime admise stabilite prin lege. Calitatea apei este una din îngrijorările majore în România deoarece degradarea este așa de severă în multe regiuni încât influențează direct sănătatea și creșterea economică. Este o problemă serioasă ce în final poate conduce la colapsul unui întreg ecosistem.

Realizarea unui sistem de monitorizare în timp real a apei subterane este oportună și pentru Frontul de Captare a municipiului Arad deoarece după cum s-a demonstrat mai sus, chiar dacă unda de poluare a unuia dintre cei mai mari poluatori din zonă prin acviferul superior are o direcție de curgere inversă, iar prin cel inferior, direct spre front, cenușa cu încărcătură mare de metale grele poate

ajunge în apa subterană datorită vântului. Un alt factor relevant este faptul că șoseaua națională Arad – Oradea se află la o distanță relativ mică de frontul de captare, fapt care datorită unor accidente rutiere în care sunt implicate transporturi de din zonă. Un alt factor important de luat în considerare este încărcătura cu Plumb datorată circulației autovehiculelor. Toți acești factori precum și condițiile climatice care au fost prezentate în capitolul II.5, pot periclita calitatea apelor subterane din zonă. Cunoscut este faptul că în anii secetoși, stratul superficial al solului se fisurează, fapt ce permite pătrunderea poluanților într-un strat inferior al solului, ușurând dispersia poluantului.

Problema management-ului calității apei în România este foarte complexă și necesită revizuirea mai multor probleme cheie precum cele de natură tehnică, instituțională și legală. Faptul că apa este direct legată de mediul înconjurător, că susține viața și dezvoltarea socio-economică este de necontestat. Din această cauză, persoanele implicate în management-ul acesteia trebuie să înțeleagă responsabilitatea și nivelul de implicare necesar pentru planificare și luarea corectă de decizii. Problema necesită o abordare multidisciplinară ce trebuie să țină cont și de avantajele oferite de noua tehnologie în domeniul monitorizării apei.

În prezent în România s-a înțeles importanța managementului corespunzător al tuturor apelor supratere și subterane, fapt pentru care s-a implementat Directiva-Cadru privind Apa, 2000/60/CE, transpusă în legislația națională prin Legea nr. 310/2004 pentru modificarea și completarea Legii apelor nr.107/1996. Din păcate apar probleme de natură tehnică și financiară care împiedică implementarea cât mai eficientă a unui sistem informațional și de management performant.

Cele 2 proiecte DESWAT și WATMAN care sunt în procedură de implementare dețin și un punct slab, și anume faptul că face foarte multe referiri la ape de suprafață și la subterane, nu.

Bibliografie

1. BARTHA I., JAVGUREANU V. – Hidraulică Vol.1, Ed. Tehnică, Chişineu, 1998
2. BARTHA I., JAVGUREANU V., MARCOV M. – Hidraulică vol. 1 și vol.2, Ed. Performantica, Iași 2004
3. BICA I. – Poluarea acviferelor. Tehnici de remediere, HGA, București 1998
4. BICA I.- Protecția mediului, Politici și instrumente, HGA, București 2002
5. BAKOȘ M. CRIȘAN M. - The effects of the climatic changes upon the quality of environment and life, XXIVth CONFERENCE OF THE DANUBIAN COUNTRIES, Bled Slovenia, Junie 2008
6. BEAR J. – Introduction to modeling of transport phenomena in porous media, Kluwer Academic Publishers, London 1991
7. BICA I. – Poluarea acviferelor, Ed HGA București
8. BRADEANU P. – Mecanica fluidelor, Editura Tehnică, București, 1998
9. Carabeț A., David I. – Study and modelling of the groundwater pollution in the areas neighbouring stock pits, Buletin Științific al U. Politehnica din Timișoara, Seria Hidrotehnică 1997
10. CARABEȚ A. – Protecția resurselor de apă subterană , Ed Mirton Timișoara 1999
11. CARABEȚ A. – Procese poluante în apele de suprafață și subterane, Ed Mirton Timișoara 2001
12. CARABEȚ A., MIREL I., PODE V., FLORESCU C., PODOLEANU C., CRIȘAN M. - Modelling of Depollution Process in an Aquifer through Injection and Extraction Wells and Treatment of Polluted Water at the Ground Surface, București Revista de Chimie Aprilie 2009
13. CLEPAN D. – Poluarea mediului, Altip, Alba Iulia, 1999
14. CREȚU I. – Hidraulică generală și subterană, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1971
15. CRIȘAN M., ROMVARI A. - Riscurile de modificare a calității apelor freatice la trecerea de la un șir de ani secetoși la anii ploioși, 2nd International Symposium „Preventing and Fighting Hydrological Disasters” Timișoara 2006
16. CRIȘAN M, BAKOȘ M. - Groundwater monitoring in the proximity of an ash storage pit, The third International Scientific Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, Ohrid Republic of Macedonia, Mai 2008 și XXIVth CONFERENCE OF THE DANUBIAN COUNTRIES, Bled Slovenia, Junie 2008
17. CRIȘAN M., PIȘLEAGĂ M. – Are we ready for a water quality management system?, Conferința Internațională MONITORIZAREA DEZASTRELOR ȘI POLUĂRII, Iași 2007
18. CRIȘAN M. – Managementul total al calității apelor, Workshop-ul Managementul Integrat al Apei ediția a -III-a, Ed. Orizonturi Universitare Timișoara 2007
19. CRIȘAN M., DAVID I. – The current status of groundwater monitoring and its future in Arad, INTERNATIONAL U.A.B. – B.E.N.A WORKSHOP “MANAGEMENT AND SUSTAINABLE PROTECTION OF ENVIRONMENT” ALBA IULIA, ROMANIA, 2009
20. David I. – Hidraulica, LITO IPTV, Timișoara 1990

21. DAVID I., ȘUMĂLAN I., CARABEȚ A., NITUȘCĂ A. – Transportul poluanților prin medii fluide, Lito, Timișoara 1996
22. DAVID I., ȘUMĂLAN I. – Metode numerice, Ed Mirton Timișoara, 1998
23. DAVID I. - Grunwasserhydraulik. Stroemungs und Transportvorgaenge. Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 1998
24. DAVID I. - Mathematisch-Numerische Modellierung technischer Systeme im Bauwesen. Cuvillier Verlag, Goettingen, 2005
25. Dessargues A. – Models Mathematique en hydrogeologie, Ed. Didactică și Pedagogică București 1995
26. Domenico P. A. – Physical and Chemical Hydrogeology, Hamilton Printing Company, New York 1990
27. DRAGOTĂ I. – Metode de calcul numeric, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1988
28. Dumescu F. – Particularitățile hidrogeologice ale conului aluvionar al Mureșului, Hidrotehnica nr. 10-12 / 1990
29. Frugină E. – Scurgerea subterană freatică în Câmpia de Vest, Hidrotehnica, nr. 7 / 1987
30. Gavriș G. – Chimia mediilor poluante, Ed. Universității din Oradea, 2003
31. Kinzelbach W. – Aquifer Simulation Model, ASM, Kasel, Stuttgart 1993
32. Mănescu S., Cucu M., Diaconescu M. L. – Chimia sanitară a mediului, Ed. Medicală, București 1994
33. MĂNESCU M., DIMACHE A. – Poluarea apelor subterane – Studii de caz, Ed Orizonturi Universitare Timișoara 2002
34. OROVEANU T. – Scurgerea fluidelor prin medii poroase neomogene, Ed. Academiei București, 1963
35. PIȘLEAGĂ M., CHEBUȚIU A., CRIȘAN M. – Modeling and Simulation of the Tehnical Systems, THE 32ND INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE "MODERN TECHNOLOGIES IN THE XXI CENTURY", București 2007
36. POPA R. – Modelarea calității apei, Ed HGA București
37. RĂUȚĂ C., CĂRSTEA S. – Prevenirea și combaterea poluării solului, Ed. Ceres, București, 1983
38. ROMAN P. – Introducerea în fizica poluării fluidelor, Ed. Științifică și enciclopedică, București 1980
39. Rusu C., Stegăroiu P. – Amenajarea bazinelor hidrografice ale României, Hidrotehnica nr. 5 / 1990
40. STĂNESCU A., CORBUȘ C. – Modelarea impactului schimbărilor climatice asupra resurselor de apă, ED HGA București
41. ȘCHIOPU D. – Ecologie și protecția mediului, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1997
42. ȘUMĂLAN I. – Consideration about the basic equations of solute transport in porous mediam, Buletinul Științific al Universității „Politehnica” Timișoara Tom42 (56)/1977
43. TROFIN E. – Hidraulică și Hidrologie, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1982
44. TROFIN E. – Hidraulică subterană și protecția calității apelor, Institutul de construcții, București, 1982
45. VARDUCA A. – Hidrochimie și poluarea chimică a apelor, Ed. HGA București 1998
46. VARDUCA A. – Monitoringul integrat al calității apelor, Ed. HGA București 199

47. VARDUCA A. – Protecția calității apelor, Ed. HGA București 2000
48. VASILIU D. – Sistemul informațional al mediului Vol II, Ed. Printech București 2000
49. WOLFGANG K. – Aquifer Simulation Model – ASM; Gesanthochschule Kassel, 1989
50. <http://www.epa.gov/emap/> - Environmental Monitoring and Assessment Program
51. Revista Hidrotehnica, București, Volumul 50, Nr. 2-3, 2009
52. Ordin 44/2004 al MAPM – regulamentul pentru realizarea monitoringului calității apelor pentru substanțe prioritare/prioritar periculoase
53. Planurile de management ale bazinelor hidrografice din România – Raport Național 2004
54. Manualul pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei – MMGA
55. <http://www.scdhec.net/water/html/monitoring.html>
56. <http://riley.nal.usda.gov/wqic/>
57. Bilanțurile de mediu I și II pentru Depozitul de Zgură și Cenușă de la SC CET Arad SA – CET lignit întocmite de SC ECOIND SA
58. Studiu hidrogeologic și Hidrochimic definitiv, aferent „parametrii de echipare, exploatare și întreținere în timp, a forajelor de control pentru acviferul de medie adâncime”, Vol. I și II, 1999
59. Evaluarea impactului activităților CET Lignit ARAD, întocmit de către ICPET ECO SA București, 2005
60. Studii hidrogeologice pentru unele puncte de lucru ale S.C. C.A.A. S.A., în conformitate cu obligațiile asumate prin contractul nr. 70 / 27.10.2006, întocmit de S.C. EXPERT-PROIECT GEO-HIDRO S.R.L, 2007
61. Studiarea pe model analog electric a problemei condițiilor hidraulice de exploatare a frontului nou de captare, a orașului Arad – etapa I realizat pe baza contractului de cercetare nr. 10138 / 1977
62. Anuar 2008 – întocmit de Agenția de Protecția Mediului Arad
63. Directiva cadru Apă 2000/60/EEC

Anexa 1: Analize chimice in foraje - Calciu

C.ALCIU	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
P1	166,3	328,6	348,7	404,8	432,8	432,8	336,6	332,1	372,7	360,7	400,8	388,8	375,1	400,8	
P2	232,5	164,3	192,4	352,7	404,8	456,9	340,62	356,1	35,7	420,8	352,7	308,6	336	408,8	
P3	233,46	212,4	220,4	396,8	400,8	396,8	368,7	360,74	440,88	460,9	420,84	392,8	390	408,8	452,9
P4	280,56	280,6	260,5	372,7	420,84	420,84	336,7	366,1	394,8	444,9	340,68	480,9	420,1	424,8	416,8
P5	260,9	48,1	256,7	400,8	368,7	436,87	576,7	376,75	388,78	400,8	336,7	360,7	380,7	420,84	
P6	248,5	200,4	228,5	340,7	260,5	340,68	377,5	380,9	388,78	404,8	344,68	354	380,8	408,8	
P7	280,6	268,5	336,6	420,8	448,9	359	420,8	370,1	348,8	448,9	420,84	492,9	408	380,8	400,8
P8	280,6	152,3	420,8	448,9	359	359	420,8	370,1	348,8	541,1	401,8	392,7	392,7	420,8	412,8
P9	289,9	264,5	416,8	262,5	416,8	416,8	372	353,1	408,8	488,9	416,8	529	404	388,8	416,8
P10	308,6	260,5	424,8			448,9	7		336,7	420,8	400,8	400,8	410	396,8	400,8
P11	60,1		48,1								404,8	340,7	380		
P12	124,2		380,7			521			340,7	400,8	404,8	388,8	404,8	424,8	408,8
P13	40,1	10,02	100,2	368,7	260,5	424,8			360,7	444,9	418,8	388,7	406	424,8	436,9
P14				384,8	292,6	533,1					404,8	392,7	400		
Puțuri piezometrice															
P1	78,15	54,1	66,6	84,17	80,16	88,2	60,12	68,14	60,12	64,12	52,1	64,12	60,12	54,1	61,1
P2						116,2						76,15	72,1	76,2	
P3															
P4	100,2	86,2	62,1	98,2	112,2	120,2	76,15	76,15	82,16	81,16	78,15	80,16	92,18	72,1	76,1
P5	130,3	144,3	72,14	120,24	116,2	148,3	100,2	80,16	96,19	72,14	94,18	116,23	108,2	77,15	84,2
P7	48,1	40,1	60,1	64,1	68,1	72,14	84,16	84,17	32	80,16	100,2	56,1	40,1	44,1	30,1
P8	28,1	32,1	280,5	272,5	316,6	244,5	228,45	252,5	132,2	250	70,14	116,2	112,2	102	76,1
P9	48,1	36,1	188,37	218,4	128,2	184,36	178,3	142,3	138,3	92,18	132	144,28	100,2	156,3	164,3
P10	24,1	20	40,1	15,03	26,1	15,03	18,03	18	16	12	48	10	9,61	6,01	20
P11	32,1	72,1	328,7	260,5	266,5	288,6	112,2	316,6	150,3	70,1	100,2	74,1	94,2	82,2	192,3
P12	72,1	68,1	60,1	80,16	80,16	84,2	88,47	84,2	80,16	60,1	72,14	56,11	68,14	64,1	144,3
P13	86,2	134,3	86,16	80,16	102,2	102,2	92,18	92,2	100,2	112,2	112,2	132,26	122,24	116,2	92,2
P14	4,4	20	160,3	104,2	112,2	132,2	80,16	60,1	178,36	236,4	58,1	260,5	144,29	21,6	22,1
P15	136,3	88,2	76,2	60,12	56,1	44,08	68,1	138,3	124,24	52,1	40,1	44	32,1	44,1	128,2
P16	136,3	76,2	46,1	138,3	120,2	144,28	136,2	104,2	134,3	140,3	144,3	112,2	48,1	138,3	136,2
P17	104,2	24	56,1	86,17	104,2	120,24	17,6	46,1	44,08	68,1	44,08	28,05	36,1	100,2	100,2
P18	40,1	36,1	88,3	148,3	160,3	168,3	162,3	94,2	72,14	64,1	160,3	148,2	148,3	156,3	150,3
Puțuri de control															
PC4	248,5														
PC5	300,6	126,21	216,4	216,4	180,36	192,4	116,2	121,2	112,2	100,2	102,4	108,2			
PC6	248,5														
PC7	52,1										118,4	228,4			
PC8	353														
PC9	124,25														

CALCIU		2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
Pușuni de interceptare																
P11		460,9	432,9	460,9	476,9	464,9	344,7	468,9	501	468,99		481	513	505	565	513
P12		456,9	402,8	480,9	476,9	418,9	340,7	457,8	396,8	432,8		485	501	497	553,1	541,1
P13		454,9	454,9	472,9	488,9	480,9	360,7	476,9	489	436,9		469	533	513	509	501
P14		460,9	400,8	480,9	472,9	468,9	384,8	493	328,6	432,9		489	505	505		
P15		484,9	440,9	440,9												
P16		480,9	460,9	428,9	464,9	460,9	517	304,6	460,9		472,9	513	495	513	561,1	496,9
P17		428,8	440,9	448,9	418,9	470,1	497	460,9	462	452,9		464,9	513	501	428,8	
P18		468,9	468,9	428,9	404,8	444,8	492,9	428,9	423	456,9		484,9	529	449	521	432,9
P19		460,9	420,8	424,8	484,2	412,8	420,8	496,9	440,9	464,9		472,9	489	501	457	501
P110		464,9	420,8	452,9	474,2	444,9	480	492,9	440,9	448,9		457	472,9	505	513	541,1
P111		440,9														
P112		404		488,9	480,9	529	495	440,9	468,9		449		521	501	569,2	440,9
P113		424,8		480,9	476,9	484,9	490									
P114																
Pușuni piezometrice																
P1		58,1		54,1	54,1	72,1	68,2	68,1	72,1	80,2		72,1	84,2	80,2	72,1	88,2
P2		76,15		84,2	74,1				76,1	80,2		80,2	104,2	88,2	64,1	88,2
P3		64,1		48,1	64,1	38,2	52,1	80,2	96,2	76,2		64,2	80,2	64,1	68,1	72,1
P4		92,18		94,18	122,2	100,2	96,2	100,2	108,2	108,2		84,2	58,1	108,2	120,2	98,2
P5		128,25		100,3	150,3	132,2	112,2	94,2	104,2	124,2		112,2	130,7	160,3	144,3	176,4
P7		62,1		38,1	15,1	32,1	24,1	16	84,2	32,1		20,4	16	28,1	24,1	12
P8		72,1		44,1	32,1	32,1	32,1	56,1	32,1	32,1		24,1	24	32,1	24	16
P9		168,3		118	280,4	168,4	110,2	96,2	200,1	180,4		164,3	168,3	88,2	244,5	200,4
P10		24		20	1,26	2,8	6	3,6	1,8	2,4		3,3	16	12	2,4	8
P11		340		128,2	342,7	288,6	120,2	92,2	26,1	48		36,1	24	36,1	40,1	36,1
P12		140,28		136,2	184,4	180,4	172,3	152,3	212,4	208,4		188,4	172,3	196,4	180,4	168,3
P13		120,2		108,2	110,2	128,2	100,2	104,2	100,2	108,2		96,2	112,2	88,1	88,2	112,2
P14		14		4	2,85	16	40,1	18,1	68,1	72,1		88,2	10	28,1	32,1	40,1
P15		100,2		96,2	35,1	24	48,1	44,1	48,1	44,1		52,1	88,2	52,1	52,1	60,1
P16		96,2		144,2	130,2	120,2	132,4	86,2	84,2	80,2		136,3	128,2	118,2	112,2	120,2
P17		56,1		52,1	48	136,2	132,3	40,1	72,1	68,1		72,1	84,2	68,1	60,1	48,1
P18		132,3		32,1	84,2	120,2	120,2	56,1	96,2	140,3		64,1	128,2	148,3	140,3	152,3
Pușuni de control																
PC4					120,2											
PC5					112,2											
PC6					344,7											
PC7					40,1				24			505	581,2	617	590	545,1
PC8					240,5											
PC9					50,1				28,1							545,1

Anexa 2: Analize chimice in foraje - Magneziu

	2000 (I)	2000 (III)	2000 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Puncte de interceptie														
P1	145,8	170,2	92,3	87,5	106,9	89,9	87,1	89,95	75,36	51,5	65,6	53,9	26,74	
P2	65,6	89,9	89,9	87,2	89,9	85,1	65,8	82,69	63,2	77,8	47,7	48,2	53,46	
P3	77,7	77,8	70,5	72,9	85,1	60,78	63,1	70,49	41,32	36,46	63,2	61,2	47,4	38,9
P4	53,48	229,9	29,17	85,1	53,46	68,09	63,5	81,4	31,6	72,93	68,1	31,2	34	55,9
P5	48,62	46,8	55,9	63,2	55,89	73,9	71,6		55,9	80,2	85,1	85,1	46,17	
P6	80,19	80,2	63,2	104,5	67	65,6	64,98	59,56		60,77	82,65	74,4	55,9	41,3
P7	104,5	82,65	106,96	55,1	53,75				29,2	57,1	53,48	51,6	55,9	69,6
P8	72,9	139,7	97,24	45	70,47	26,7	61,1	60,8	34,1	72,92	61,4	61,4	43,7	68
P9	55,9	58,3	80,2	60,8	55,9	41,3	60,5	92,37	70,5	60,75	36,46	52,8	55,9	72,9
P10	48,6	60,77	82,6		60,7			89,9	48,6	60,8	53,48	46,3	48,6	60,8
P11	29,2		35,2							63,2	91,6	64,8		
P12	41,3		97,2		24,3			89,9	63,2	65,64	68	57,1	51	58,3
P13	19,4	8,5	27,9	55,1	53,48			64,8	41,3	58,3	62,7	48	41,37	68,1
P14			65,6	64,4	60,8					63,21	67,7	60		
Puncte piezometrice														
P1	35,23	44,9	32,8	41,32	37,68	34	46,19	41,3	31,61	26,76	26,73	46,18	47,69	35,2
P2					29,4							46,18	36,45	41,3
P3							42,54	42,56	44,36	42,52	46,18	34	47,4	40,1
P4	42,52	21,3	35,2	41,3	46,1	23,1	30,99	30,9	25,5	37,68	55,91	48,6	32,2	32,2
P5	49,8	13,4	23,1	48,6	51,1	41,34	41,3	40,1	41,4	40,1	51,5	60,75	92,4	44,9
P7	31,6	36,5	36,4	29,17	24,3	29,17	46,17	40,1	26,73	36,46	34	29,2	30	31,6
P8	26,7	13,4	43,7	72,9	46,1	82,3	104,49	89,9	77,8	69,28	87,5	65,7	66,9	85,1
P9	30,4	37,7	40,1	55,9	43,7	51,1	68	60,7	46,19	75,36	60,77	68,1	51,6	82,6
P10	21,9	7,3	17	27,33	25,75	12,95	23,09	27,9	8,5	6,07	17	3,76	3,6	9,7
P11	26,8	77,8	10,9	83	85,1	97,3	63,18	97,2	31,6	89,9	32,8	76,6	74,3	89,9
P12	43,7	85,1	24,3	32,8	34,6	29,17	36,45	38,9	34	48,6	41,34	23,04	41,3	51,1
P13	44,9	27,9	26,74	34,1	25,5	29,16	34	37,66	65,6	48,64	37,68	36,5	72,9	46,2
P14	27	5,5	48,6	38,9	65,6	34	31,6	51	87,5	40,1	128,84	38,8	5,6	23,1
P15	31,6	36,5	17	37,4	10,9	17	7,3	24,3	24,3	10,98	8,5	36,46	7,3	21,9
P16	29,2	14,6	10,9	27,3	12,15	14,54	24,3	43	27,9	18,2	35,2	12,2	24,3	26,7
P17	46,2	31,6	12,1	14,1	43,7	20,65	17,5	9,7	31,99	19,4	6,07	25,5	6,1	20,6
P18	36,5	26,7	55,9	34,6	45,7	38,8	46,2	25,5	9,73	19,4	14,6	29,1	46,2	57,1
Puncte de control														
PC4	124													
PC5	48,6	113,7	78,9	65,6	51,1	41,3	41,3	40,8	34,1	51,1	60,77	36,46		
PC6	38,9													
PC7	23,1									41,32	53,48			
PC8	51,1													
PC9	10,99													

	2004		2004		2005		2005		2006		2006		2007		2007	
	(II)	(III)	(IV)	(I)	(II)	(III)	(I)	(II)	(I)	(II)	(III)	(IV)	(I)	(II)	(III)	(IV)
Puțuri de interceptie																
P1	76,3	46,2	53,4		34	46,2	46,2	36,5	55,9	55,9	53,5	31,6	29,4			
P2	72,9	57,1	34	63,2	36,5	24,3	58,3	70,5	26,7	26,7	41,3	58,3				
P3	69,2	69,2	41,3	48,6	45,2	36,5	94,8	41,3	36,5	65,6	63,2	31,6	43,7			
P4	75,3	37,68	24,3	55,9	53,5	27,8	65,6	43,7	48,6	60,7	82,7	38,9	24,3			
P5	85,1		34								70,5					
P6	75,3	51,1	46,2	60,8	26,7	26,7	63,2	53,5	41,3	48,6	59,5	72,9	29,2	51,1		
P7	63,2	48,6	35,2	92,4	24,3	34	65,6	58,8	70,5	43,7	77,8	41,3	58,4			
P8	68,1	51,1	46,2	72,9	26,7	46,2	63,2	51,6	60,8	51,1	55,9	63,2	53,5	53,5		
P9	60,8	53,5	41,3	55,2	41,3	63,2	65,6	27,9	65,6	55,9	63,2	55,9	48,6	60,8		
P10	63,2	53,5	36,4	56,4	26,7	43,2	41,3	48,6	58,4	36,5	92,4	82,7	72,9	60,8		
P11	70,5															
P12	75,8	38,8	43,8		63,2	34	34,5	38,9	63,2	87,5	60,8	63,2	58,3			
P13	70,5	53,7	34	60,7	31,6	44,4										
P14																
Puțuri piezometrice																
P1		34,9	35,3	40,1	36,5	46,2	41,3	38,9	36,5	38,9	34	43,8	48,6	41,3	41,3	
P2	38,9	37,7	36	53,5			26,7	38,9	53,4	36,5	46,2	36,5	48,6	48,6		
P3	42,5	42,5	46,2	48,6	29,2	46,2	41,3	43,8	41,4	38,9	43,8	42,5	41,3	41,3	48,6	
P4	40,1	44,9	41,34	46,1	60,7	24,3	34	36,5	24,3	40,1	40,1	35,2	38,9	43,7		
P5	58,3	46,2	41,34	65,6	65,6	65,6	47,4	40,1	47,4	43,7	48,6	48,6	53,5	37,4	34	
P7	39,5	35,2	35,2	28,5	46,2	34	14,6	51,1	31,5	17	34	24,3	19,4	19,4	26,8	
P8	87,5	77,8	85,1	82,7	80,2	44,9	52,2	55,8	58,3	31,6	48,6	48,6	48,6	49,8	53,5	
P9	68,6	48	63,2	53,5	51,1	36,5	33,4	38,9	48,6	26,7	48,6	46,2	26,7	53,5	53,5	
P10	2,4	4,9	17	0,55	0,9	7,3	1,45	0,7	1,64	24,6	4,9	0,72	7,1	3,7		
P11	91,2	87,5	55,9	111,8	99,7	116,7	70,5	64,4	75	75,3	81,4	60,9	68,1	71,7	72,9	
P12	53,5	46,2	63,2	52,2	72,9	65,6	53,5	60,8	60,7	55,9	63,2	60,7	53,5	63,6		
P13	51,5	42,2	32,8	40,9	72,9	30,4	64,5	31,6	34,3	51	31,6	29,2	24,3	26,7	41,3	
P14	13,37	0,97	10,9	2,04	12,1	4,9	6,1	31,6	34	14,6	3,65	21,9	17	32,8	19,4	
P15	26,7	31,2	18,1	7,9	10,9	14,6	8,5	7,3	4,7	9,7	23,8	7,3	9,7	26,8	12,1	
P16	29,2	30,1	16,8	26,7	19,4	24	18,2	48,6	46,2	14,6	19,4	15,2	9,7	19,4	23,1	
P17	17	24,3	17	6,1	7,3	24,3	17	11,5	21,3	25,1	19,4	12,1	38,9	23,1	24,3	
P18	55,9	14,6	21,8	26,7	12	26,7	29,2	37,7	24,3	35,2	34	31,6	37,7	34	46,2	
Puțuri de control																
PC4				37,7												
PC5				36,5												
PC6				14,5												
PC7				31,6			17								34,1	
PC8				29,2												
PC9				20,7			19,4									

Anexa 3: Analize chimice in foraje - Cloruri

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)		
Puțuri de intercepție														
P11	421,9	198,5	297,8	340,3	347,4	404,1	340,3	345,1	262,3	212,7	241,1	223,3	221,3	251,6
P12	425,4	212,7		290,7	347,4	397,1	340,3	340,3	269,4	248,1	248,15	226,8	230,4	272,1
P13	495	283,6	283,6	375,8	340,3	340,3	276,5	278,5	255,24	226,9	248,2	226,9	230,4	272,9
P14	397	301,3	297,8	333,2		365,1	262,3	282,3	237,5	248,15	241,1	234,2	269,4	226,6
P15	361,6	104,6	304,9	283,6	315,9	368,7	269,4	265,4	233,9	241,1	230,4	237,5	237,5	272,9
P16	368,7	269,4	234	319,1		248,15	248,1	245,1	248,1	258,8	198,5	241	276,5	248,2
P17	336,8	326,1		326,1	226,9	280			223,3	269,4	248,1	241,1	276,5	226,9
P18	375,8	164,8		184,3	253,2	188,1	255,2	265,1	255,2	315,5	244,6	252,2	272,9	297,8
P19	271,2	265,9		191,1	234	170,2	248,15	261,1	272,96	290,7	265,8	252,2	241,1	242,8
P110	386,4	333,2		177,2		226,8			255,2	248,1	252,2	234	241	276,5
P111	304,9		272,9						258,8	230,4	248,1			
P112	141,8			219,8		205,6			251,7	230,4	262,3	226,9	241	283,6
P113	248,1	255,2	241,1	233,9	236,4	248,1			265,8	269,4	269,4	248,1	248,1	269,4
P114				202,1	255,1	159,6			262,3	269,4	269,4	251,7		
Puțuri piezometrice														
P1	31,9	28,4	24,1	42,54	38,99	35,45	70,9	55,1	28,36	47,9	24,81	28,36	17,72	24,8
P2						35,45						35,45	28,36	39
P3								28,36	28,36	31,9	31,9	28,36	30,1	28,4
P4	70,9	79,8	21,3	67,36	70,8	86,8	24,8	38,99	38,9	28,36	49,6	70,9	77,9	37,2
P5	88,6	116,4	49,6	95,7	77,99	106,4	63,8	67,35	70,9	70,2	81,5	88,6	99,3	212,7
P7	38	49,6	56,7	46,1	46,1	63,8	77,9	88,6	74,45	85,1	102,8	102,8	85,1	113,4
P8	63,8	42,5	166,6	230,4	168,7	194,9	219,8	184,3	155,9	191,4	187,9	177,2	191,4	162,9
P9	99,3	128	145,3	176,5	140,6	124,1	131,6	140	145,4	141,8	194,9	177,2	178,5	241
P10	49,6	74,4	24,8	35,45	35,45	31,9	60,26	63,8	60,3	70,9	28,36	21,2	21,27	31,9
P11	56,7	60,3	184,3	209,1	24,81	244,6	241,1	241,1	226,8	226,9	219,8	187,8	191,4	212,7
P12	24,8	24,8	56,7	81,5	85,1	113,4	113,4	102,8	102,8	95,7	92,17	80,4	92,17	106,3
P13	40,8	88,6	77,9	70,9	70,9	49,6	63,81	70,9	77,9	102,8	113,4	102,8	113,4	127,6
P14	191,4	164,8	450,2	347,4	432,5	503,3	436	319	499,6	985	230,4	957,1	869	312
P15	99,3	102,8	113,4	127,6	106,1	63,8	92,17	277	241,1	28,36	62	62,1	63,28	44,3
P16	92,2	17,7	5,3	15,96	30,1	17,7	21,2	53,2	30,1	24,8	56,7	56,7	42,5	23
P17	63,8	28,4	10,6	14,18	21,27	38,99	8,5	12,4	14,8	14,2	10,63	17,7	17,7	40,8
P18	31,9	14,2	42,5	49,6	49,6	78,9	63,18	42,5	21,3	28,4	42,54	49,6	115,4	127,6
Puțuri de control														
PC4	269,4													
PC5	368,7	302,4	304,9	276,1	306,1	326,1	368,7	362,68	347,4	368,7	358	319,1		
PC6	283,9													
PC7	233,9													
PC8	390													
PC9	267,9													

	2004 (I)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
Puțuri de interceptare															
P1	288.6	272.9	326.1			226.9	276.5	283.6	311.9		345.5	389.6	368.7	354.5	354.5
P2	308.4	258.8	319.1	306.2	326.1	228.1	297.8	233.9	319.1			375.7		354.5	361.6
P3	311.9	311.9	319.1	311.9	319.1	228.3	290.7	283.6	312	297.8		381.9	358.1	362	354.5
P4	283.6	276.5	311.9	311.9	319.1	235.2	269.4	226.9	319.1	312	354.5	393.4	368.7	368.7	354.5
P5	301.3		304.9										361.6		
P6	237.7	266.6	308.4		321.9	276.5	248.2	226.8	319.5	315.5	368.7	390	354.5	382.9	354.5
P7	283.6	255.2	311.9		375.8	269.4	319.1	269.4	340.3	326.1	365.1		354.5	375.7	428.2
P8	280.1	280.6	312	336.7		269.4	283.6	283.6	340.3	311.9	354.5	375.8	347.4	379.3	425.4
P9	283.6	280.1	304.9	311.9	319	283.6	283.6	269.4	340.3	319	354.5	389.9	375.7	382.9	400.6
P10	287.1	280.1	311.9	304.8	318	340.3	322.6	262.3	340.3	326	368.7	326.1	368.7	354.5	400.6
P11	283.6														
P12		269.4	319	304.9		368.7	327.9	248.1	347.4	319		340.3	375.7	382.9	397
P13		276.5	280	326.1	297.8	315.5	333.2								
P14															
Puțuri piezometrice															
P1		19.5	21.27	17	15.6		20.6		29.8						
P2	28.4	28.4	35.4	30.5			22.7	28.4	35.4	42.5	37.2	35.4	28.4	28.4	35.54
P3	31.9	28.4	26.6	30.5	26.9		24.1	28.4	42.5	49.6	35.5	42.5	77.9	63.8	49.6
P4	67.35	51.4	63.8	67.4	69.4		42.5	34	35.4	42.5	35.5	42.5	42.5	42.5	38.9
P5	113.4	88.6	65.6	99.3	91.4		46.1	52.5	63.8	60.3	56.7	81.5	79.8	78	60.3
P6	81.5	81.5	63.8	85.8	79.6		92.2	65.2	92.2	99.3	106.3	127.6	122.3	120.1	127.6
P7							28.4	99.2	99.3	70.9	70.9	70.9	92.2	70.9	70.9
P8	152.4	205.6	187.8	174.4	191.4		147.1	163.1	155.9	70.5	106.4	163.1	141.8	120.5	148.9
P9	248.2	280.76	255.2	298.5	255.2		159.5	290.7	312	283.6	397	42.5	333.2	304.9	365.1
P10	56.7	148.9	63.8	71.6	133.3		46	53.9	53.1	77.9	106.4	99.3	80	63.8	70.9
P11	35.45	38.9	46.1	19.8	16.3		46	191.4	17.7	21.3	28.4	28.4	31.9	30.1	49.36
P12	184.3	180.8	180.7	229	226.9		233.9	283.6	241.1	203.6	226.9	249.6	226.9	241.1	248.1
P13	99.3	77.1	70.9	59.6	29.4		68.3	70.9	77.9	70.9	85	49.6	58.5	85.1	88.6
P14	177.3	134.7	95.7	119.8	106.4		74.4	319	290.7	153.9	131.2	184.3	113.4	276.5	184.3
P15	95.7	92.2	76.2	56.7	42.5		38.9	27.8	28.3	49.6	69.1	36.9	70.9	56.7	60.3
P16	49.6	38.9	46.1	91.8	39.7		49.7	26.9	29.8	67.3	42.5	23	28.4	28.3	28.4
P17	17.7	35.5	24.8	95	43.6		42.3	24.8	26.6	21.2	42.5	31.9	34.5	74.4	113.4
P18	609.7	116.9	124.2	106.4	51.7		85.1	46.8	35.4	95.7	56.7	51.4	42.5	56.7	74.4
Puțuri de control															
PC4				258.8											
PC5				361.6											
PC6				290.7											
PC7				205.6						304.9				354.5	368.7
PC8				283.6											
PC9				255.2											

Anexa 4: Analize chimice in foraje - Silice

	2000 (I)	2000 (III)	2000 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2001 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Puțuri de interceptaj														
P11	3,17	8,7	4	22,5	24,75	22,5	21,5	18,4	20,3	9,45	22,8	11,5	7,4	
P12	45	4,49	4,5	5	24,1	26,2	18,2	17,1	18,9	6,5	11,1	9,8	8,8	
P13	12	9,5	0,5	3	18,9	18,7	23	22	19,5	16	19,8	15	9,3	10,4
P14	20,7	12	5,5	4	23	24,3	22,1	20,2	15,7	23,55	14	11	12,4	15,9
P15	8,6	4,22	3,5	6,8	21,7	26,25	21,5	20,5	20,4	22,15	11,4	11	9,6	
P16	2,34	3,1	0,6	18	19,4	22,6	21	21,55	22,75	9,65	9,2	8,3	17,5	
P17	3,5	2,24	2,5	22,5	24,3	19,7	19,6	14,1	19,7	21,15	14,1	8,2	17,2	
P18	10,5	7,8	24,8	22,6	23,4	12	11	20,8	16,8	23,2	10,25	10,1	10,7	20
P19	21,4	265,9	25,4	21	17,5	11,4	11,2	20,45	14,1	17,9	17,15	12,1	0,7	19,6
P110	23,5	333,2	23	23,5	23,5	19,3	19,3	18,7	19,85	21,95	7,8	5,25	13,5	
P111	3,2		0,8						21,25	11,6	10,1			
P112	20,5		24,8	24,5		20,1	18,35	19,4	18,7	18,2	20	15	10,1	13,1
P113	3,2	255,2	1,7	21	22,8	22,25	19,9	18,7	18,7	22	17,5	15,1	10,3	10,3
P114			23,4	21,4	31,6						11,6	10,1		
Puțuri piezometrice														
P1	20,38	14,8	21	22	21	24,3	22,8	19,2	18,8	22,4	14,7	14,7	22,9	24,7
P2					24,45						21,85	22,9	4,2	
P3						20,75	20,8	18	18	20	18,8	19,5	20,1	18
P4	20,56	15,6	21,5	22	21	21,8	25,2	23,5	23,3	26,2	24,4	27,3	26,1	26,1
P5	22,5	20	19,5	26	8	27,6	25	18,8	20,1	25,9	17,4	27	1,9	21,2
P7	10,6	10,2	16,5	22	12,7	17,3	18,2	15,8	18	14,6	12,6	2,5	6,7	3,6
P8	3,5	5,68	26	27	8,8	18,8	16	17	24,7	1,1	2,2	5,4	1,8	1,9
P9	4,49	5,64	24	6	4,1	15,8	14,6	12,3	1,5	2,4	6	4,8	1,4	4,2
P10	12,4	34	3,2	2,8	14,8	11,5	8,75	7,2	7,7	22,8	20,3	23,35	19,5	23,2
P11	7,8	5,5	7,5	6,4	25	24,1	2	25,9	4,8	11,4	1,6	4,1	2,5	5,1
P12	34,2	13,9	3,2	3	3,9	2,5	7,1	4,2	3,45	18,6	3,7	2,65	21,1	4
P13	22,4	15	20,8	17,2	24,8	20,3	16,9	16,3	23,8	20,3	16	17,2	8,9	16,6
P14	15,2	18,3	20,1	24	13,5	20	33,4	27	24	89,9	90	33	40	24,2
P15	22,4	21,9	25,2	7,5	18,4	43,7	29	31,7	30	27,4	16,1	24,9	32,5	17,7
P16	23,4	26,3	26	5,2	23,9	30,5	30	26,6	29	31,6	29,1	28,6	30,5	20,9
P17	9,6	12,7	25	5	22	31,5	12,6	18	16,7	16,3	10,25	11,4	26	24,8
P18	10,5	31,7	21,2	6	28,7	31,5	25,9	29,6	25	31	30	17,15	32,7	24,8
Puțuri de control														
PC4	22,4													
PC5	16,8	302,4	4	0,5	3,1	2,6	12,8	13,1	6,1	4,9	1,65			
PC6	5,2													
PC7	4,9								3,25					
PC8	7,2													
PC9	2,23													

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)	
Puțuri de interceptție																
P1	14,7	29,3	14,3				7,6	13,5	13,1	17,1		19,2	17	13,8	12,5	12,6
P2	15,1	21,7	15,3	9,6	10	4,2	14,3	14,4	17,8			12,3		6,6		9
P3	17,6	17,6	14,8	10,3	9,2	4,2	14,5	15,6	17,3	15,1	13,3	14,3	18,9	12,7	18,9	18,9
P4	14,6	21	17,9	9	11,2	6,2	13,8	13,4	17,4	16,2	20,4	15	18,9	17,8	14,9	
P5	17,7		18										19,9			
P6	17,3	21,3	19,6		103	20,8	19,3	15,5	14,8	15,1	19,9	15,4	19,5	17,2	20,3	
P7	19,6	22,2	18,4		17,6	20,4	5,6	16,6	20,7	19,6	13,6		13,6	12,5	6,2	
P8	20,5	22,1	17,8		22,1	17,8	19,6	21	24,4	18,9	16,8	18,1	17,6	19,1	6,8	
P9	18,9	21,2	19,6	16,4	20	18,9	20,1	19,3	21,4	20,2	22,5	17,2	14,8	16,2	3,2	
P10	19,3	21,2	18,9	18,2	16,8	20,1	19,2	19,8	27	13,7	13,3	19,8	12,4	14,8	3,5	
P11	16,3															
P12		219	17,6		17,6	20,9	18,6	16,8	26,5	21		14,9	16,2	18,4	0,62	
P13	17,9	22,7	19,4	11	19,4	15,5										
P14																
Puțuri piezometrice																
P1		22,7	21	19,1	21,8	17,6	19,3	16,3	21,3	21,4	22,9	23,3	26,5	24,1	20,3	
P2	19,3	20,6	20,4	21,5	18,4	14,8	18,1	19,7	20,6	21,3	19,1	24,6	28,9	32,6	24,5	
P3	14,7	18	17,3	17,6	18,4	17,4	18,3	24,7	19,9	19,9	17,5	17,4	17,5	16,5	15,4	
P4	22,5	25,2	22,2	23,9	24,6	24,9	24,3	24,7	24,9	24,3	15,6	20,4	24,1	17,2	20,8	
P5	19,8	23,8	24,5	24,2	21	25	18,4	25,5	25	18	15,1	20,7	23,8	22,1	20,4	
P7	4,8	5,5	4,8	4,1	5,2	3,6	11,5	5,7	5,1	3,4	3,7	2,7	3,5	2,65	3,6	
P8	1,65	1,8	2,4	2,4	3,8	0,7	1,8	3,3	1,6	2	2,1	1,75	0,9	2,5	2,8	
P9	2,8	0	10,8	3,3	5,2	7,4	5,8	0,9	0,7	0,8	0,7	24,6	10,2	12,5	1,2	
P10	26,1	30,4	46,6	49	37,6	21,8	34,5	63,5	56	67,2	58,2	37,6	30	38,4	2,3	
P11	8,8	5,1	4,4	7,4	9,3	21,9	2,6	1,7	2	2,7	1,75	3,7	4,6	3,8	4,1	
P12	4,3	3,3	4,6	4,4	4,3	3,1	3,5	2,6	3	3,7	2,2	1,65	1,9	2,5	1,8	
P13	13,7	19,4	15,1	15,5	14,2	3,8	16,8	22,4	16,2	19,1	17,2	16,1	18,4	16,6	6,8	
P14	10,1	103	6,5	8,8	9,1	6,3	14,5	12,7	11,8	11,4	10,1	20,7	12,5	15,7	18,8	
P15	29,2	25,6	17	23,8	15,5	14,1	15,3	24,4	23,8	21,4	20,3	23,8	26,5	25,2	18,4	
P16	21,7	22	25,9	29,3	24,2	20,9	18,8	25,9	24,4	25,4	24,8	26,1	28,7	24,9	25,6	
P17	15,6	15,1	13,6	19,1	18,1	18,9	14,9	17,1	22,2	17,8	16,5	20,1	3,2	16,2	10,2	
P18	25,7	26,1	35,3	20,5	22,3	12	20,4	28,8	28,1	13,6	25,7	24,1	24,9	27,4	24,6	
Puțuri de control																
PC4				1,4												
PC5				1,6												
PC6				2,2												
PC7				2,1				7,2		14,5	6,9	12,8	11,2	7,3	9,5	
PC8				3,8												
PC9				2				6,1								

Anexa 5: Analize chimice in foraje - Amoniu:

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Pușun de intercepție															
P11	0,3	0,75	1,13	1,13	1,9	0,95	1,4	1,5	0,38	0,4	1,43	1,31	1,2	4,1	
P12	2,37	0,73	1,13	0,54	1,3	1,41	1,11	0,9	0,06	1,2	2,44	1,25	0,9	0,8	
P13	1,66	0,12	0,12	1,22	3,1	1,7	1,63	1	2,1	1,5	1,45	1,56	1,4	1,02	0,3
P14	1,4	1,26	1,56	1,27	1,38	3,8	1,1	4,5	1,2	1,52	1,99	1,5	1,5	1,6	0,3
P15	0,96	0,6	1,81	0,46	1,1	1,45	1,17	0,96	0,9	1,73	1,14	0,9	0,1	0,1	
P16	0,34	0,97	0,56	0,37	1,17	1,36	1,2	1,08	1,2	0,24	2,28	1,1	0,89	2,2	
P17	0,88	0,41	0,56	0,56	0,98	1,24		1,2	0,18	1,2	2,28	1,9	1	3,8	
P18	1,38	1,14	2,06	0,9	0,9	1,12	2,04	1,8	1,33	1,23	1,25	1,41	1,3	0,9	0,07
P19	0,82	1,2	1,33	1,11	1,11	1,41	1,54	1,2	3,25	1,2	0,16	1,43	1,3	1,4	0,1
P110	0,75	2,22	1,18	1,18		0,83		1	0,06	1	0,36	1,32	1,1	1,7	3,9
P111	1,19										0,35	0,71	0,5		
P112	0,7		1,19	0,17	1,18	0,6		0,06	0,06	1,3	0,18	1,36	1,1	0,98	3,8
P113	0,5	1,34	0,25	0,4	1,27	0,44		2,5	2,5	2,3	0,11	2,6	1,1	0,86	0,9
P114									0,33	2,3	0,33	2,3	1,2		
Pușun piezometric															
P1	0,26	0,38	0,48	0,06	0	0,98	0,38	0,2	0,26	0,14	0,3	1,25	1,25	1,8	0,17
P2						0,36		0,34	0,36	0,4	0,36	1	0,81	1,6	0,17
P3								0,53	0,53	0,5	0	2	0,99	0,3	0,11
P4	0,31	0,06	0,66	0,3	0,33	0,24	0,33	0,53	0,53	0,5	0,6	0,6	0,72	3,2	0,22
P5	0,63	0,05	0,3	0,5	0,72	0,4	0,18	0,8	0,63	0,7	0,6	0,6	0,72	0,2	0,23
P7	0,76	0,34	0,1	0,13	0,25	0,3	0,48	0,88	0,52	0,3	0,1	0,1	0,72	0,2	0,23
P8	0,32	0,02	0,6	1,5	0,56	1,31	0,97	0,4	0,45	0,5	0	3,4	2,8	2,6	0,8
P9	0,7	0,13	0,18	0,3	1,02	0,53	0,28	0,14	0,7	0,67	0,49	3,6	1,27	1,5	3,8
P10	0,7	1	0,1	0,24	0,68	0,26	0,65	0,6	0,03	0,1	0	0,04	0,8	0,17	0,3
P11	0,8	3,1	1,1	0,7	0,05	1,6	3,6	0,97	0,57	0,6	1,92	0,04	3,2	5,7	1,8
P12	0	0,12	3,2	0,37	4,27	0,68	0,33	0,7	0,78	0,7	0,34	0,04	0,18	0,5	0,4
P13	0,34	15	0,69	0,69	0,1	2,5	1,01	0,7	3,1	3,7	0,41	0	0,08	0,18	0,1
P14	0,41	0,54	20,1	1,41	2	5,2	1,5	0,7	3,1	12	1,23	15,5	49	0,36	0,06
P15	0,71	0,09	25,2	0,29	0,02	0,28	0,38	2,4	0,11	0,19	0,06	0,05	0,94	0,06	0,02
P16	0,3	0,86	26	0,06	0,06	0,27	0,1	0,9	0,11	0,12	0,1	0,1	0,1	0,14	0,04
P17	0	0,03	25	0,06	0	0,14	0,64	0,3	0,14	0,2	0	0	0,18	0,12	0
P18	0,38	0	21,2	0,15	0,1	0,2	0,29	0,1	0,3	0,1	0,41	0,3	0,69	0,53	0
Pușun de control															
PC4	1,9														
PC5	0,4	0,35	0,8	5,95	0,8	0,5	1,45	0,45	0,74	1,4	1,61	5,65			
PC6	1,97														
PC7	17,2										3,6	0,65			
PC8	1,23														
PC9	2,9														

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
Puțuri de interceptie															
P11	1,4	1,42	1,4	1,4		1,5	2,1	0,3	0,3		4,6	1,9	1,9	2	2
P12	2,2	1,47	1,4	1,85	1,3	1	1,2	0,47	0,8			2,2		2	2,2
P13	2	2	2,4	1,7	1,2	2,6	2,7	0,9	0,88	0,9	1,3	2,7	0,26	0,86	1,6
P14	0,7	1,7	1,3	1,1	1,6	2,7	3,6	0,36	0,8	0,7	1,9	0,94	1,9	0,88	1,1
P15	2,1		1,3										0,3		
P16	2,5	1,5	1,4			3,8	1,5	0,8	0,2	1	0,9	1,1	1,2	1,1	0,53
P17	1,9	1,5	1,26		4,8	2,5	0,27	0,8	0,34	2,7	0,8		0,8	0,8	1
P18	1,1	1,3	1,4		3,8	1,6	0,39	2,1	0,7	3,2	1,2	1,45	1,8	1,6	0,43
P19	0,5	1,1	1,1	0,4	3,3	1,7	1,2	1,4	2,4	1,7	1,1	1,65	1,64	1,7	0
P10	1,7	1	1,35	0,4	4,2	1,6	0,98	1,9	4,7	1,6	0,7	0,19	0,46	0,5	0,43
P11	1,8														
P12		1,6	1,8		1,8	2,4	1,1	0,6	4,3	3,1		1,12	1,5	1,8	1,2
P13	1,9	1,7	2	1,5	2	1,8									
P14															
Puțuri piezometrice															
P1		0,02	0,17	0,4	0,13	0,2	0,13	0,44	0,1	0,4	0,8	0,46	0,5	0,1	0,16
P2	0,6	0,01	0	0,6				0,4	0,7	0,44	0,15	0,2	0,3	0,16	0,2
P3	0,6	0,03	0,46	2,18	0,58	0,2	0,07	0	0	0	0,2	0	0,2	0,1	0,6
P4	0,6	0,02	0,33	0,4	0,39	0,38	0,1	0	0	0	0	0,29	0,2	0,1	0,1
P5	1,2	0,8	0,25	0,07	0,25	0,3	0,5	0,1	0,2	0,1	0,2	0,12	0,3	0,26	0,38
P7	0,8	0,56	0,06	0	0,3	0,57	0,2	0,16	0,3	0,2	0	0,07	0,3	0,02	0,12
P8	1,3	1,46	1,2	0,08	0,36	2	0,6	0,18	0,1	0,75	0,32	0	0	0,28	0
P9	0,9	2,3	2,6	2,1	1	1,1	0,3	2,2	3,2	4,1	2,3	0,2	3,5	3,2	4
P10	0,7	1,9	0,32	0,2	1	0,1	0,2	0,1	0,06	0,16	0,1	0,05	0,9	0	0
P11	1,7	2,1	2,8	0,34	2,7	0,4	0,68	0,1	0,1	0,53	0,4	0,15	0,28	0,12	0,76
P12	1,6	0,3	1,9	4,5	2,6	3,5	1,5	0,8	0,6	0,7	0,5	0	0	1,7	2,8
P13	1	0,19	0	0,1	0,5	5,4	0,8	0,1	0	0,38	0,4	0,29	0,2	0,11	0,16
P14	0,5	0,16	0,12	0,01	0,18	0,38	2,9	0,07	0	0,04	0,25	0,05	0,1	0,56	0,28
P15	0,6	0,12	0	0,02	1,1	0,2	0	0	0	0,12	0,4	0,15	0,2	0,36	0,1
P16	0,6	0,34	0,05	0,02	0,5	0,1	0,2	0,18	0,1	0,23	0,07	0	0,6	0	0,05
P17	0,08	1,55	0,12	0,03	0,2	0,6	0,1	0,17	0,2	0,19	0,4	0	0,5	0,3	0,16
P18	0,08	1,55	0,15	0,36	0,9	1,1	0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,23	0,1	0,12	0,08
Puțuri de control															
PC4															
PCS															
PC5															
PC6															
PC7								24,5		1,4	1,1	0,7	0,5	0,84	1,2
PC8															
PC9								26,5							

Anexa 6 Analize chimice in foraje - Sulfati

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Pupui de intercepție														
P1	458,7	806,9	858,2	911,9	965,1	883,8	865,1	949,4	999	899	946	941	926	
P2	552,4	672,5	764,4	908,5	910	883,8	864,4	827,1	802	1058	887	778	826	1047
P3	480,1	557,2	696	857,1	877,5	960,1	870,1	860	1133,5	1087	889	937	984	1046
P4	547,5	720,5	598,9	971	833,1	839,5	849,5	1047,6	862	853	1239	946	970	1057
P5	580,2	294,1	758,5	955	727	927	965	970	999	874	1051	1042	1046	
P6	624,4	624	790	885	864,6	926,2	930,1	972,1	999	945	1047	984	1018	1057
P7	756,7	747	859,8	698,4	610,9				999	950	1158	1004	1003	1075
P8	674,4	604,2	1167,2	970	917,4	902,2	925,1	931	1086	1009	952	960	985	1100
P9	665,6	684,4	1104,7	698	1038	864	878,1	1080,7	1181	965	1182	1004	1004	1123
P10	689,9	624,4	1175,6		990,6			854,9	951	949	951	970	999	1068
P11	163,8		296,8							958	947	960		
P12	236,5		1070,3		1048,1			850,2	989	960	972	984	1051	1075
P13	176,8	96,1	471,4	920	638,9	992		859,8	970	955	933	950	1015	1143
P14	1326		995	678	1326				946	946	937	960		
Pupui piezometrică														
P1	48,03	64,4	34,4	74,4	73,97	78,8	69,17	48	41,3	29,77	76,8	69,1	36,5	86,4
P2										41,5	105,7	87,4	107,5	
P3								57,6	57,6	73,9	122,6	68,2	96,1	100,9
P4	115,3	104,9	32,7	110,5	144,7	153,8	56,57	68,4	58,6	110,6	214,2	134,4	81,6	100,1
P5	148,9	194,7	54,8	190,1	192,1	219,8	125,8	111,4	119,9	127,8	134,2	202,1	259,2	55,7
P7	67,2	62,4	43,1	68,2	58,6	60,7	102,7	136,4	76,85	104,7	124,9	106,8	63,4	83,5
P8	19,7	45,1	350,5	513,5	543,1	491,1	503,2	470,7	396	490	209,4	365	292,8	293
P9	59,6	34,6	285,6	372,5	264,1	321,1	383,1	388	320	188,1	313,4	360,2	302,4	470,7
P10	100,9	57,6	36,5	36	67,2	37,6	31,1	74,9	36,2	48	38,45	53,8	60,8	28,8
P11	43,3	282,5	393,4	493	517,2	597	195	528,4	184,9	154,5	261,7	30,4	275	55,7
P12	88,4	110,5	112,9	204	189,6	162	204,6	178,7	165,2	182,5	104,7	96,6	124,3	168
P13		196,9	151,4	72	83,57	103,2	98,1	106,8	116,4	172,9	146,1	158,5	154	194
P14	41,3	72,6	78,2	52,8	97	252,1	148,9	177	175,3	56,6	48	41,9	76,8	132,6
P15	118,5	129,7	51	28,6	33,6	24,8	49,9	76,8	63	27,8	19,2	57,6	19,7	49,9
P16	124,9	38,4	34,6	116,8	120,1	139,1	107,5	121	128,7	136,4	120,1	141	52,8	150,4
P17	88,8	52,8	34,9	93,6	106,6	122,9	30,7	59,5	55,7	58,6	14,4	56	45,2	93,9
P18	72	79,2	122,9	126,3	147	124,8	169,1	51,9	49,9	45,3	152,7	151,7	197,9	260,3
Pupui de control														
PC4	624													
PC5	596	768,5	931	664,1	423	374	185,1	180,2	139,3	141,2	198,9	168		
PC6	504													
PC7	82,1										198,8	672		
PC8	770,9													
PC9	197,4													

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
uri de receptie															
	1119	965	985			800	970	1135	1042			1090	1056	1086	1086
	1100	961	980	1175	1010	806	999	917	1066			1066		1056	1111
	1066	1066	985	1085	1030	868	1129	1334	962	985,6		1105	1113	1208	1205
	1109	889	970	1052	1075	877	1100	725	951	1024		983	1067	1152	1096
	1181		893										1132		1052,7
	1152	1066	898			961	1052	699	1037	1002	1013	1018	1153	1138	1115
	1018	1042	970	1104	973	984	1134	1017	963	894			1138	1052	1037,5
	1071	1057	968	960	848	1018	1052	903	934	961	1114	1114	1105	1111	1025,2
	1080	999	946	1085	890	897	1110	1010	884	1028	975	1060	1009	1114	1064
	1082	999	941	1075	960	980	994	1057	951	961	884	1182	1181	1248	1071,1
1	1066														
2	989	1032		1033	1095	975	899	935	937			1163	1056	1277	112,6
3	1046	931	985	1175	985	1052									
4															
uri comerciale															
	41,8	52,8		60,5	54,8	67,2	21	52,8	49	57,8	29,4	45,1	96,1	101,8	105,7
	60,5	64,1	67,3	98,5			59,9	39,4	39,4	59,9	37,5	72	52,8	103,7	124,8
	98,9	42,3	52	96,1	35,8	40,1	42,3	77,8	70,1	34,6	31,7	47,7	96,7	65,3	96,1
	106,6	107,5	122	175,8	160,4	94,6	89,3	135,4	140	52,8	75,5	127,8	147,9	133,5	132,6
	232,9	196,8	124,9	275,8	233	196,8	107,6	152,7	189	163,3	150,8	208,4	201	239,4	288,1
	96,1	86,4	67,2	39,4	93,6	41,3	31,1	147,9	65,3	26,6	31,7	22,1	17,4	22	86,4
	325,4	160,9	163,2	163,2	136,9	98,2	102,8	71,8	84,1	29,1	24	38,4	26,9	36,5	48
	427,2	196,4	351,5	412,8	341,1	172,3	173,9	336,2	295,4	179,6	91,3	72	331	336,2	300,6
	14,4	84,1	52,8	139,3	177,1	70,1	44,2	116,2	94,1	105,6	60,5	67,2	98,5	77,6	98,5
	884,5	634	374,4	1052,6	886	648	365	68,2	20,5	176,6	61,5	47,5	91	65,3	33,1
	284,3	288	320,8	338,6	384	297,6	244,9	409	403,2	398,4	326,6	380	336,2	341	220,8
	139,7	160,9	120,4	106,8	45,2	90,2	107,6	116,2	120,1	110,4	38,9	52,8	54,8	67,2	100,4
	142,2	49,9	18,5	78,8	115,7	57,6	136	47	74,5	220,9	38,4	49,9	18,2	11,5	206,4
	146,9	227,5	114,3	35,5	35,5	43,2	45,2	66,3	41,3	39,4	102,9	35,5	71,7	122,9	65,3
	142,2	171,8	52,8	97,9	64,4	67,2	48	143,1	94,1	71,2	96,1	50,9	32,7	72,4	122,6
	91,3	75,3	78,8	42,2	30,2	25,9	54,8	66,2	106,6	31,7	19,2	37,5	32,7	97	129,2
	149,9	50,9	62,4	96,1	54,7	62,4	93,2	141,7	144,1	98,9	96,1	155,6	147,9	230	190,2
uri de control															
1				223,4											
2				153,7											
3				740											
4				105,6			39,4			1144		1345	1296	1105	1310,7
5				565,9											
6				117,7			77,8								

Anexa 7: Analize chimice in foraje - Conductivitate

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Pușuri de intercepție															
P1	2688	2130	2460	2800	2740	2842	2750	2575	2320	2552	2697	2670	2736	2736	
P2	2240	2010	2410	2800	2576	2784	2690	2464	2436	2697	2680	2780	2780		
P3	2010	1568	2800	2850	2950	2610	2900	2563	2320	2697	2680	2736	2912		
P4	2128	2352	2240	2670	2352	2435	2410	2890	2436	3045	2774	2922	2922		
P5	2240	1165	2352	2464	2464	2580	2300	2581	2204	2523	2650	2790	2790		
P6	2142	2016	1905	2576	2350	2494	2510	2784	2761	2670	2797	2964	2964		
P7	2906	2240	2464	2200	1900			2668	2784	2871	2690	2790	2952		
P8	2352	1792	2240	2910	2240	2204	2310	2795	2552	2670	2784	2680	2706	3006	
P9	1792	212,8	2464	2240	2453	2080	2120	2610	2378	2784	2854	2790	2820	3006	
P10	2906	1904	2352	2352	2576			2784	2610	2738	2523	2670	2840	2912	
P11	1478		1322						2807	2531	2650				
P12	1344		2170		2240			2786	2320	2760	2731	2660	2770	2964	
P13	1321	1288	2240	2130	2590			1552	2552	2807	2697	2710	2810	2964	
P14			2408	2352	2665				2842	2610	2670				
Pușuri piezometrice															
P1	773	537	784	795	840	870	930	728	847	777	870	757	750	842	
P2					890						957	826	896		
P3							870	870	859	893	940	887	897	853	
P4	896	874	694	790	1030	673	789	789	684	940	1200	1175	790	884	
P5	1014	1150	695	968	1142	835	930	963	905	1055	1218	1305	1208	1268	
P7	762	528	783	784	616	870	1040	754	974	1067	914	870	912	780	
P8	560	582	1570	1904	1624	1658	1972	1970	1288	1705	1218	1479	1479	1254	1300
P9	605	515	1344	1456	1236	1280	1280	1220	1021	1322	1566	1392	1444	1600	
P10	1904	930	504	460	403	626	672,8	603	684	731	1044	870	890	1456	
P11	694	1064	1590	1624	1905	1078	2200	1176	1299	1334	1479	1522	1210	1612	
P12	493	538	650	762	833	928	905	812	673	870	780	740	800	1144	
P13		896	1030	840	952	930	930	997	1067	986	1331	1218	1353	1279	
P14	1232	968	1400	1322	1590	1568	1531	1320	4234	998	3306	2635	1330	1144	
P15	894	884	760	762	773	560	603	1280	1288	464	603	740	652	470	645
P16	1064	538	324,8	773	627	884	802	835	530	855	930	879	904	880	832
P17	784	414	358	650	700	795	125	313	452,4	522	313	417	247	756	790
P18	605	347	862	1008	1176	1100	810	515	510	1020	905	1349	1254	3557	
Pușuri de control															
PC4	2128														
PC5	2352	2330	2240	2688	1740	1740	1720	1740	1415	1682	1740				
PC6	1904														
PC7	1254														
PC8	2632														
PC9	1434														
										1988	2044				

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
Puțuri de interceptie															
P1	2912	2964	2704			2392	2912	2808	2288		3016	3068	2912	3016	2704
P2	2756	3068	2652	2693	2808	2184	2704	2548	2600			3120		3120	2860
P3	2912	2704	2704	2860	2860	2496	2808	2860	2852	3120	2888	3224	2818	3120	2704
P4	2860	3068	2704	2704	2808	2527	2600	2392	2642	3016	2308	3172	2912	3078	2705
P5	2808		2710										2808		
P6	2860	3016	2787		2818	2800	2964	2184	2704	3130	2912	3182	2184	2912	2891
P7	2808	3068	2710		2600	2695	2902	2891	2803	3130	2319	2600	2600	2912	2860
P8	2912	3120	2776		2600	2604	2860	2787	2704	3120	2860	3068	2704	2912	2922
P9	2808	3016	2808	2392	2800	2808	3016	2808	2704	2912	2912	3224	3016	3120	2860
P10	2860	3016	2704	2288	2620	2919	2808	2756	2724	2860	2340	3120	3016	3245	2860
P11	2808														
P12		3120	2710		2806	2912	2818	2590	2756	3120		3224	3120	3274	2704
P13	2860	3016	2808	2704	2700	3016									
P14															
Puțuri piezometrice															
P1		820	780	707	725	624	728	800	832	738	780	823	780	884	863
P2	842	915	832	852				830	852	850	967	1144	811	1144	1092
P3	832	967	853	842	746	728	811	936	863	780	863	884	738	832	811
P4	967	977	946	977	915	635	832	915	936	780	749	967	1019	946	842
P5	1170	1248	967	1154	882	998	853	946	1123	1060	1154	1456	1227	1331	1144
P7	832	915	707	624	670	515	510	957	811	697	832	780	645	645	728
P8	1170	1248	1040	988	936	728	915	926	863	541	645	853	832	666	780
P9	1560	915	1456	1518	1404	1144	930	1506	1456	1196	1466	1144	2080	2080	1664
P10	1456	2600	1560	1060	1212	1120	1217	1196	1180	1460	1965	1820	1851	1456	1380
P11	1976	1612	1040	1986	1872	1237	1019	832	233	853	894	780	863	853	832
P12	1227	1373	1144	1298	1040	1120	1071	1665	1476	1435	1560	1456	1664	1664	1248
P13	1248	130	1133	977	718	852	988	967	1040	1092	1030	926	905	1040	1019
P14	1019	946	821	996	1352	894	1800	1560	1570	1144	884	1352	1165	1331	1071
P15	603	1148	904	426	884	478	541	390	364	437	655	416	811	780	603
P16	655	1400	811	946	832	828	884	811	770	749	863	790	748	749	728
P17	500	572	520	957	811	852	593	489	770	562	780	603	780	936	905
P18	2808	884	1060	1112	996	780	915	1070	1019	895	1019	1060	1040	1123	1010
Puțuri de control															
PC4				1313											
PC5				1352											
PC6				1976											
PC7				1020				1196				2964	2850	3536	3016
PC8				1872											
PC9				1060				1144							

Anexa 8: Analize chimice in foraje - pH

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Pupuri de intercepție	7,4													
P1	7,5	7,4	7,4	7,3	7,4	7,4	7,4	8,2	7,7	7,3	7,1	7,1	7,1	7
P2	6,5	8	7	7,4	7,2	7,5	7,5	7,5	7,9	7,4	7,1	7,1	7,1	7,1
P3	6,7	7,9	7,6	7,4	7,7	7,3	7,3	8,3	7,9	7,6	7,1	7,1	7,1	7,4
P4	6,9	7,7	7,1	7,3	7,5	7,4	7,4	7,9	7,6	7,4	6,9	7	7	7,3
P5	6,9	8	7,1	7,5	7,1	7,4	7,4	8	8	7,6	7,5	7,2	7,1	7,1
P6	6,8	7,9	7,5	7,7	7,7	7,5	7,5	8	7,9	7,6	7,1	7,1	7,1	7,6
P7	6,9	7,8	7,7	7,2	7,5	7,5	7,5	8	7,9	7,5	7,1	7,1	7,1	7,7
P8	7,2	8,5	7,7	7,7	7,7	6,7	6,9	8	7,7	7,5	7,1	7,1	7,1	7,8
P9	7,4	7,2	7,7	7,1	7,7	6,8	6,9	8,3	7,3	7,4	7	7	7	7,5
P10	7,7	7,4	7,2	7,7	7,5	7,4	7,4	7,4	7,6	7,4	7,1	7,1	7,3	7,6
P11	7,4	7,4	7,7	7,5	7,5	7,5	7,5	7,4	7,6	7,6	7,1	7,1	7,3	7,6
P12	7,4	7,4	7,6	7,9	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,5	7,2	6,9	7,3	7,7
P13	7,2	8,1	7,6	7,6	7,1	7,4	7,4	8,2	7,6	7,4	7,1	7,1	7,1	7,6
P14	8,1	7,6	7,6	7,5	7,1	7,5	7,5	7,3	7,6	7,3	7,3	7,1	7,1	7,4
Pupuri piezometrice														
P1	7,5	8,2	7,4	7,2	7,5	7,4	7,3	7,5	7,8	8	6,5	7,4	7,1	7,2
P2														7,4
P3														7,9
P4	7,6	7,9	7,3	7,1	7,3	7,4	7,4	7,9	7,8	7,5	7,2	6,9	7,3	7,7
P5	7,6	7,8	7,6	7,3	7,2	7,3	7,2	7,9	7,7	7,4	7,2	7,4	7,3	7,7
P6	7,9	8	7,6	7,4	7,2	7,5	7,5	7,8	8,1	7,7	8,5	7,7	7,3	8,7
P7	8,1	8	7,4	7,1	7,9	7,4	7,3	7,6	7,2	7,4	7,5	7,4	7,1	7,4
P8	7,3	8,7	6,9	6,8	7	6,9	6,7	7,3	6,9	7,7	6,5	7	7,4	6,5
P9	8,4	9,1	8	8,3	8,4	8,4	8,7	8,8	8,8	7,8	8,1	8,1	9,1	9,5
P10	8,4	7,5	7,1	7	7,1	7,2	7,7	7,4	7,6	7,4	7	7	7	8,1
P11	8,1	8,1	7,5	7,5	7,1	7	7,6	7,8	7,2	7,1	7,7	7,4	7	6,5
P12	7,4	7,4	7,3	7,2	7,3	7,4	7,2	7,7	6,8	7,6	7,1	6,9	7,5	7,8
P13	9,1	9,9	5,8	4,7	4,1	4,1	4,1	4	3,4	3,2	3,7	3,2	5,1	6,5
P14	7,16	8	7,3	7,5	7,4	7,5	7,3	7,8	7,7	7,5	8,3	7,3	7,4	7,7
P15	7,6	8,1	7,4	7,3	7,6	7,2	7,3	7,7	7,4	7,5	7,7	7,6	7,2	7,6
P16	7,8	8,8	7,3	7,5	7,7	7,3	8,2	7,8	7,8	7,5	7,4	7,4	7,4	7,9
P17	7,9	8,2	7,2	7,3	7,6	7,2	7,4	7,8	8	7,8	7,7	7,5	7	7,7
PC4	7,6													
PC5	7,7	7,5	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	6,3	7,4	6,6	6,9			
PC6	7,2													
PC7	8,1													
PC8	7,1													
PC9	7,2													

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
Pufun de interceptie															
P1	7,4	8	7,1		7,2		6,9	7,4	7,3		7,2	6,7	7,1	6,8	6,5
P2	7,8	7,9	7,2	7,1	7,3	7,4	7,5	7,5	7,4			6,9		6,8	6,6
P3	7,7	7,7	7,3	7,1	7,2	7,3	7,2	7,4	7,2	7		7,2	7,2	6,9	6,5
P4	7,6	7,6	7,3	7,3	7,3	7,2	7,3	7,6	7,2	7,2		7,4	7,5	7,2	6,9
P5	7,9	7,9	7,4		7,3	7,1	7,4	7,6	7,4	7,2		7	7,6	7,3	7,2
P6	7,9	7,8	7,4		7,5	7,1	7,4	7,6	7,4	7,2		7	7,6	6,8	7,1
P7	7,9	7,9	7,5		7,2	7,7	7,2	7,6	7,1	7,2	7,1	7,1	7,2	7,2	7,1
P8	7,8	7,6	7,3	7,6	7,4	7,1	7,3	7,4	7,3	7,4	7,2	7	7,6	7,2	7,2
P9	7,7	7,6	7,4	7,6	7,5	7,1	7,2	7,6	7,3	7,3		7	7,5	7,2	7,2
P10	7,7	7,5	7,2		7	7,2	7,4	7,8	7,2	7,3			7,3	7,2	7,2
P11	7,6	7,2	7	7,2	7	7,2									
P12	7,6	7,2	7	7,2	7	7,2									
P13	7,6	7,2	7	7,2	7	7,2									
P14	7,6	7,2	7	7,2	7	7,2									
Pufun piezometrice															
P1	7,8	7,2	7,2	7,4	7,4		7,4	7,3	7,3			7,7	7,2	7,2	7,3
P2	7,6	7,7	7,4					7,5	7,3			7,2	7,1	7,3	7,4
P3	8,1	7,7	7,7	7,5	7,6	7,9	7,5	7,3	7,8	8		7,9	7,8	7,9	7,9
P4	8	7,6	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,4	7,3	8		7,9	7,4	7,3	7,6
P5	7,8	7,3	7	7	7,2	7,5	7,5	7,2	7,1	7,5		7,6	7	7,2	7,4
P6	7,7	8	8,4	8,1	8,1	8,1	9,1	7,4	7,7	8,8		8,8	8,3	8,3	8,9
P7	8,1	8,1	7,4	7,9	7,3	7,3	7,6	7,3	7,8	9,1		8,9	7,5	8,3	8,5
P8	8,1	8,1	7,4	7,9	7,3	7,3	7,6	7,3	7,8	9,1		8,9	7,5	8,3	8,5
P9	5,3	5,2	6	5,5	7,4	7,4	7,4	6,7	6,6	6,8		6,8	7,1	6,6	6,7
P10	9,4	9,7	9,3	9,5	9,2	9,4	9,1	9,2	9,1	9,2		9,2	9,1	9,1	8,7
P11	7,7	7,1	7,3	7,5	6,8	7,6	7,5	8,1	7,4	7,7		7,5	7,8	7,8	7,3
P12	7,9	7,5	7,4	7,7	6,7	7	7,4	6,9	7	6,8		6,7	7,1	7,5	7,1
P13	7,6	7,6	7,4	7,6	7,1	6,8	7,5	7,6	7,5	7,2		7,6	7,4	7,2	7,4
P14	8,4	8,6	9,1	9,4	9,2	8,9	9,1	8,1	8	8		8,8	8,4	8,3	7,8
P15	8,5	8	7,6	8,1	8,4	8,2	7,7	8	7,8	7,8		7,9	7,7	7,8	7,7
P16	7,9	7,5	7,3	7,3	7,6	7,6	7,6	7,5	7,4	8		7,2	7,5	7,2	7,6
P17	8,4	8,1	7,9	7,4	7,7	7,2	7,8	7,8	7,6	7,8		7,8	7,6	7,5	7,4
P18	8,3	8,1	7,7	7,6	7,1	7,8	7,7	7,4	7,3	7,8		7,2	7,2	7,5	7,3
P19	8,3	8,1	7,7	7,6	7,1	7,8	7,7	7,4	7,3	7,8		7,2	7,2	7,5	7,3
PC4															
PC5															
PC6															
PC7															
PC8															
PC9															

Anexa 9: Analize chimice in foraje - Azotați

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Puțuri de interceptie															
P11	0	0,23	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,16	0,1	0,02	0,08	0,06	0,14	
P12	2,1	0	0	0	0,27	0,2	0,27	0,2	0,05	0	0,02	0,04	0,2	0,3	
P13	0,3	0,09	0	0	0,68	0,29	0,2	0,27	0,2	0	0,17	0,08	0,05	0,1	0,08
P14	0,24	0,29	0,5	0	0,02	0,1	0,1	0,8	0	0	0,26	0,23	0,2	0,23	0,02
P15	0,23	0,16	0,2	0,3	0,1	0,04	0	0,1	0	0	0	0,11	0,1	0,14	
P16	0,23	0,23	0,3	0,3	0,05	0	0,24	0	0,24	0	0,32	0,29	0,2	0,1	0,04
P17	0,03	0,1	0	0	0,04	0	0	0	0,1	0,1	0,37	0,36	0,3	0,12	0,07
P18	0,32	0,14	0	0	0	0	0,2	0,1	0,3	0,2	0,17	0,3	0,2	0,07	0,05
P19	0,06	0,08	0	0	0,1	0,2	0,1	0,24	0,24	0	0,34	0,32	0,3	0,16	0,07
P110	0,03	0,23	0	0	0,63	0	0	0	0	0	0,16	0,2	0,1	0,23	0,07
P111	2,1	0,09	0								0,23	0	0,1		
P112	0,2		0,1			0			0	0	0,23	0,12	0,1	0,1	0,07
P113	0,1		0,1		0	0,5		0,26	0,1	0,14	0,14	0,14	0,1	0,11	0,11
P114			0,1		0	1,9				0,16	0,16	0,1	0,1		
Puțuri piezometrice															
P1	0,09	0,09	0,09	0,34	0,36	1,18	0,17	0,32	0,3	0,05	0,08	0,08	0,07	0,16	0,17
P2					1,08								0,05	0,7	0,08
P3							0,16	0,11	0	0,11	0,05	0,08	0,08	0,08	0,26
P4	0,11	0,23	0,2	0,3	0,46	0	0,32	0,18	0,18	0	0	0,02	0,05	0,02	0,18
P5	0,18	0,09	0,27	0,09	0,27	0,36	0,47	0	0	0	0	0	0,26	0,07	0,46
P7	0,16	0,03	0,16	0,3	0,46	0	0,67	0,56	0	0,4	0,6	0,5	0,27	0,06	0,23
P8	0,23	0,16	0,4	0,6	0,72	0	0,1	0	0,05	0	0,07	0	0,16	0,2	0,27
P9	0,09	0	1	0,77	0,47	1,26	0	0,17	0	0	0,44	0	0,36	0,16	0,44
P10	0,46	2,6	0,3	0,16	0,43	0,02	0	0	0	0	0,77	0,5	0,83	0,23	1,1
P11	0	0,16	0	0,56	0,9	0,48	0	0,6	0,76	0	0,14	0,1	0,26	0,1	0,67
P12	0,16	0,09	0,1	0,9	0,26	0,1	0	0	0,5	0,1	0,18	0	0	0,46	0,07
P13	0,4	0,1	0,23	0,46	0	0,1	0,1	0,27	0,1	0,24	0	0	0,59	0,46	0,23
P14	0,46	2,1	0,48	0,9	2,8	0,9	1,2	1,5	0	1,3	0,74	0,12	1,49	0,32	0,14
P15	0,3	0,59	1,16	1,71	0,43	2,87	3,12	1,6	0	0,4	3,5	0,3	0,44	0,44	0,07
P16	0,6	0,1	1,16	0,46	11,1	5,3	9	0,29	5,36	12,1	0,56	3,9	2,6	0,08	
P17	0,23	0,16	3,2	15,4	3,28	5,5	0	1,1	2	0,6	1,27	0,3	0,54	0,56	0,2
P18	1,2	1,2	15	15,3	24	29,7	19,4	1,9	0,5	2,3	1,18	1,1	0,32	1,86	6,5
Puțuri de control															
PC4	0,1														
PC5	0,16	0,56	0,12	0,1	0,1	0,16	0,1	0,4	0	0,57	0,46				
PC6	0,6														
PC7	5,4									0,32	0,29				
PC8	0,08														
PC9	2,47														

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
Punct de interceptie															
P11	0,08	0,07	0,6			0,56	0,27	0,2	0,3	0,3	0,3	0,12	0,14	0,24	0,12
P12	0,08	0,6	0,5	0,26	0,3	0,6	0,1	1,6	0,5			0,23		0,1	0
P13	0,23	0,2	0,6	0,22	0,3	0,47	0,2	0,2	0,4	0,36	0,3	0,32	0	0	0,2
P14	0,24	0,9	0,3	0,23	0,2	0,8	0,16	2,9	0,4	0,9	0,9	0,16	0,26	0,16	0
P15	0,2		0,7									0,08			
P16	0,18	0,8	0,8		0,36	0,7	0,02	0,8	0,67	0,77	0,46	0,44	0	0,1	0
P17	0,19	1	0,9		0,56	1	0,29	1,3	0,86	0,8	0,77	0	0	0	0
P18	0,11	0,1	0,57		0,43	0,5	0,16	0,4	0,6	0,46	0,97	0,54	0	0	0
P19	0,12	0,14	0,66	0,26	0,7	0,6	0,9	0,2	0,4	0,9	0,74	0,47	0,24	0,3	0,2
P10	0,14	0,1	0,6	0,23	0,6	0,4	0,47	0,4	0,6	0,9	0,83	0,34	0,31	0,38	0,29
P11	0,14														
P12	0,18	0,7	0,4		0,4	0,4	0,36	1,2	0,9	0,4		0,54	0,36	0,58	0,5
P13	0,18	0,5	0,44	0,07	0,4	0,4									
P14															
Punct piezometric															
P1	0	0,18	0,14		0,13	0,15	0,04	0	0,9	0,05	0,13	0,2	0,32	0,46	0,29
P2	0,11	0	0,1	0,27				0,1	0,3	0,3	0,26	0,29	0,4	0,58	0,5
P3	0,21	0	0,17	0,3	0,3	0,37	0	0	0	0	0,26	0,3	0,36	0,03	0,2
P4	0,19	0	0,74	0,14	0,37	0,1	0,05	0	0	0	0,1	0,16	0,26	0,16	0,29
P5	0,12	0,1	0,74	0	0,2	0,36	0,5	0,4	0,3	0,27	1,3	0,9	0,4	0,38	0,36
P7	0,46	0	0,77	0,05	0,16	0,2	0,07	0,1	0,4	0,2	0,9	0,59	0,48	0,05	0,18
P8	0,18	0,1	0,9	0,04	0,32	0,9	0,4	0,3	0,4	0,3	0,44	0,48	0,46	0,38	0,32
P9	0,24	0,05	1,69	0,47	0,26	0,38	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,29	3,6	3,6	1,5
P10	1,17	2,2	1,07	1,23	1,8	0,2	0,2	3,5	4,5	1,46	2,7	0,99	0,88	0,1	1,48
P11	1,5	0,12	1,4	0,14	0,9	1	0,4	0,1	0,4	0,9	0,6	0,98	0,78	0,8	0,64
P12	0,7	0,2	0,86	0,08	0,38	1,01	1,5	0,2	0,6	0,9	0,7	0,68	0,6	0,64	0,99
P13	0,1	0	0	0,1	0,17	0,1	6,7	0,1	0,5	0,46	0,5	0,56	0,04	0,17	0,23
P14	0,14	0,02	0,08	0,14	0,54	0,4	0,26	0,1	0,6	0,48	0,23	0,06	0,1	0,1	0,1
P15	0,12	0,05	0,27	0,09	2	0,48	0	1,32	0,5	0,5	0,6	0,48	0,78	0,54	0,11
P16	0,44	0,1	7,9	3,1	0,2	0,6	1,46	7,6	6,1	5,7	0,99	5,36	0,3	0,04	0,14
P17	0,09	0,46	1,9	0,4	2,1	0,35	0,1	0,2	0,7	0,5	0,36	1,6	1,2	0,16	0,59
P18	1,67	0,5	2,6	0,59	0,24	0,3	4,4	4,9	4,5	4,3	3,7	3	2,4	4	3,3
Punct de control															
PC4				0,43											
PC5				0											
PC6				0,16											
PC7				0,3				0,34		1,26	0,9	0,43	0,2	0,4	0,24
PC8				0,05											
PC9				0,59											

Anexa 10: Analize chimice in foraje - Sodiu

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (II)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (II)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (II)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)
Pufuri de interceptie															
P1	98,8	103,5	98,2	98,2	78,2	78,5	119,6	119,6	57,5	102,1	78,2	96,9	101,2	134,6	
P2	172,5	119,6	181,7	89,2	75,9	78,1	115	116	59,8	105,8	78,2	101,2	101,2	134,6	
P3	127,6	89,7	151,8	94,3	75,7	112,1	98,9	95,1	108,1	105,8	77,1	96,9	101,2	134,6	124,2
P4	117,3	94,3	155,2	89,7	93,8	93,8	101,2	101,2	101,2	101,2	78,2	89,7	101,2	134,6	124,2
P5	144,9	115	172,5	98,2	62,1	145,1	98,9	97	105,8	105,8	78,2	96,9	101,2	134,6	
P6	131,1	108,1	162,2	82,8		94,5	101,2	98,9	101,2	101,2	78,2	96,9	101,2	134,6	121,9
P7	121,9	115	78,2	78,2	55,7	85			85,1	85,1	78,2	88,6	101,2	134,6	121,9
P8	144,9	87,4	52,9	62,1	62,1	59,1	75,9	82,1	89,7	85,1	75,9	94,3	101,2	138	121,9
P9	151,8	108,1	62,1	62,1	57,5	52,1	77,1	75,1	101,2	80,5	78,1	88,6	101,2	138	121,9
P10	158,7	98,2	71,3			55,2			57,5	94,3	78,2	96,6	101,2	138	124,2
P11	151,8		209,3								78,2	94,3	101,2		
P12	85,1		69			52,1			62,1	82	78,2	89,7	101,2	138	124,2
P13	200,1	181,7	223,5	64,4	75,9	75,9			89,7	89,7	78,2	89,7	96,6	138	121,9
P14			64,4	64,4		62,1					78,2	94,3	96,6		
Pufuri piezometrice															
P1	41,6	43,7	30,7	47,5	50,6	57	47,8	68,1	58,4	64,4	57,5	39,79	43,7	64,4	57,5
P2						50,1						41,6	47,8	44,7	
P3								43,7	43,7	34,7	37,95	33,8	41,6	52,9	44,7
P4	34,7	36,4	27,6	37,9	36,4	33,1	31,7	28,75	28,75	30,1	28,75	27,6	31,7	50,4	34,7
P5	36,3	41,8	36,3	59,8	39,8	33,1	30,9	37,95	32,7	34,1	29,44	26,9	33,1	34,7	50,1
P7	75,9	50,1	49,8	50,6	47,8	32,2	49	59,8	59,8	57,5	50,37	59,8	59,8	80,5	70,1
P8	64,4	52,9	25,1	34,7	33,7	28,7	28,2	28,7	30,1	30,9	27,14	25,6	34,7	39,8	33,9
P9	27,6	30,1	18,3	26,2	36,34	23	23,46	25,1	20,9	20	21,85	23,9	33,1	50,6	45,8
P10	98	198	28,8	43,7	53,1	54,1	71,3	89,7	89,7	87,4	50,14	148,2	198,7	318,5	228
P11	50,6	25,3	17,4	29,8	35,7	26,3	25,1	21,8	26,2	20,9	20,98	23	34,7	34,7	50,4
P12	18,3	23,1	11,5	36,34	38,2	28,7	29,4	30,1	28,75	29,4	23,92	30,8	31,7	34,7	33,01
P13		119,6	43,7	59,8	64,4	58,2	52,9	50,6	52,9	50,8	48,3	63,2	71,3	85,1	87,4
P14	250,7	250,7	59,8	75,9	200,1	172,5	108,1	144,9	165,6	161	47,8	71,3	52,9	230	156,2
P15	37,9	84,3	60,9	50,6	52,9	37,9	41,6	66,7	62,5	20	45,77	64,4	62,1	38,8	39,8
P16	59,8	43,7	16,6	15,3	30,1	28,1	16,65	23,9	20	13,84	15,2	39,8	103,5	23,9	23
P17	39,8	42,8	10,5	10	14,5	28,75	16,1	5,77	6,62	7,3	3,63	5,5	4,57	26,9	18,6
P18	36,9	39,1	20,98	23	26,2	29,1	24,5	28,7	21,85	13,8	14,5	15	29,9	50,6	398,9
Pufuri de control															
PC4	78,2														
PC5	131,1	144,9	250,7	131,1	103,5	103,5	117,3	112,3	89,7	103,5	88,95	103,9			
PC6	92														
PC7	85,1										69	96,9			
PC8	124,2														
PC9	96,6														

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
Punți de interceptie															
P1	98,9	96,6	103,5			89,7	78,2	94,3	119,6		78,2	119,6	121,9	131,1	155,2
P2	98,9	4,3	103,5	127,6	111,5	89,7	85,1	82,8	108,1			119,6	144,9	151,8	151,8
P3	98,9	98,9	103,5	124,2	108,1	87,4	78,2	89,7	103,5	75,9	82,8	117,3	119,6	141,4	151,8
P4	98,9	98,9	103,5	124,2	111,5	92	78,2	77,1	105,8	77,1	71,3	119,6	119,6	144,4	151,8
P5	98,9		98,9										120		
P6	98,9	94,3	98,9	119,6		96,6	82,8	73,6	119,6	77,1	77,1	101,2	115	119,6	151,8
P7	98,9	103,5	103,5	121,9		92	80,5	87,4	119,6	70,1	73,6	122	122	131,1	181,7
P8	101,2	96,6	98,9	119,6		92	80,5	94,3	115	51,7	69	115	117	131,1	181,7
P9	101,2	96,6	98,9	124,2	119,6	92	80,5	88,6	111,5	70,1	69	108	117	138	181,7
P10	98,9	103,5	103,5	124,2	121,9	101,2	82,8	89,7	115	57,5	70,2	85,1	117,3	131,1	181,7
P11	96,6														
P12		96,6	103,5	103,5		101,2	78,2	78,2	111,5	52,9		85,1	104	124,2	165,6
P13	96,6	103,5	103,5	124,2	105,8	101,2									
P14															
Punți piezometrice															
P1		55,2	47,8	52,9	29,4	17,4	23,9	37,9	50,1	39,8	30,9	29,4	37,9	50,1	59,8
P2	40,7	50,1	48,9	64,4			39,8	39,8	41,6	45,8	35,5	47,8	62,1	75,9	82,8
P3	41,8	50,6	48,3	57,5	34,7	32,4	28,7	42,7	50,1	41,6	34,7	37,9	50,6	52,9	62,1
P4	31,8	38,9	43,7	37,9	25,6	15,9	26,2	28,7	31,7	28,8	20,9	21,8	29,4	36,3	39,7
P5	47,8	40,7	41,6	39,8	27,6	17,4	23	28,7	36,3	33,1	23,9	24,5	30,1	34,7	41,6
P7	51,3	64,4	59,8	62,1	40,7	31,7	36,3	40,7	57,5	62,4	41,6	45,8	59,8	59,8	78,2
P8	34,7	35,5	34,5	38,9	27,6	14,5	23	41,6	29,8	30,1	20	28,7	29,4	36,3	50,6
P9	47,8	42,7	47,8	55,2	31,3	15,1	17,4	47,8	42,7	30,1	19,6	47,8	39,8	39,8	59,8
P10	216,2	430,1	241,5	230	286	301,3	239,2	262,2	250,7	331,2	301,3	287,5	350	230	350
P11	50,1	50,3	55,2	50,1	43,7	43,7	27,6	31,7	40,7	45,7	31,8	37,9	41,4	50,6	69
P12	33,1	29,4	34,7	30,1	34,5	21,8	20,5	30,1	32,4	33,1	23	29,4	23,3	43,7	50,6
P13	75,9	70,2	87,4	71,3	24,5	52,9	50,6	46,8	50,6	59,8	42,7	31,7	57,5	55,5	69
P14	190,8	151,8	150	209,3	230	103,5	288	155,2	138	144,9	115	117,3	43,8	121,9	218,5
P15	32,2	38,9	59,8	50,4	87,4	26,2	36,4	18,3	21,8	23,9	18,3	23,9	78,2	71,3	71,3
P16	57,5	20	36,8	58,6	26,2	16,6	64,4	14,5	15,9	19,6	15,9	10	10,5	14,2	25,1
P17	28,8	20,9	28,7	50,6	25,1	5,2	19,1	15,8	31,7	27,6	26,9	14,8	32,4	52,9	96,6
P18	333,5	75,9	89,7	88,5	15,9	50,4	34,7	31,7	27,6	50,6	20,9	21,9	21,9	60,9	46
Punți de control															
PC4				66,7											
PC5				124,2											
PC6				119,6											
PC7				101,2				103,5			64,4	119,6		122	119,6
PC8				127,6											
PC9				119,6											

Anexa 11: Analize chimice in foraje - Duritate totală

	2000 (I)	2000 (III)	2001 (I)	2001 (III)	2001 (IV)	2002 (I)	2002 (III)	2002 (IV)	2003 (I)	2003 (III)	2003 (IV)	2004 (I)	
Puțuri de intercepție													
P11	56,84	49,84		70	76,72	85,12	67,76	66,82	67,76	69,44	65,1	62,16	72,2
P12	47,6	43,68	47,6	71,68	76,72	84,56	67,2	65,2	68,32	73,36	67,2	54,32	69,44
P13	50,4	47,6	47,04	73,92	72,8	75,04	65,52	65,2	71,84	73,9	67,2	69,44	68,04
P14	51,52	61,6	43,1	71,68	71,12	62,72	66,2	66,2	73,92	69,44	64,4	82,88	66,08
P15	47,6	11,76	48,72	70,56	64,4	71,68	70,56	69,5	68,88	65,52	70	69,44	71,1
P16	53,2	46,48	46,48	71,68		63,84	67,76	68,5	68,04	70,96	67,2	66,92	66,08
P17	63,28	56,56		71,68	50	51,5			69,4	71,96	81,2	69,2	66,08
P18	56	33,88		81,2	73,9	65,52	64,96	66,1	67,76	83,44	72,8	68,6	68,9
P19	52,6	50,66		76,72	50,68	71,13	61,6	63,5	78,4	84,56	72,24	82,32	68,9
P10	54,3	10,4		78,4		76,7			67,76	70	68,32	68,32	66,64
P11	15,12		14,84							71,12	68,04	68,32	
P12	26,88			75,6	78,4				68,32	70,56	70	71,12	70,6
P13	10,1	3,46	20,44	68,32	50,4	71,68			65,6	71,68	71,96	68,3	67,8
P14				68,88	55,72	88,84					71,12	70	70
Puțuri piezometrice													
P1	19,04	17,9	17,86	21,28	19,88	20,16	19,04	19,04	15,68	15,12	13,44	19,6	19,04
P2						23,6			21,28	21,56	20,72	21,84	20,72
P3									21,28	17,78	17,78	21,84	20,72
P4	23,8	21,8	16,8	21,84	25,62	27,44	15,96	17,78	17,78	15,96	21,84	29,12	26,32
P5	29,68	32,8	15,4	28	27,4	32,48	23,52	20,7	22,68	22,4	24,64	29,4	33,32
P7	14	14	16,8	15,68	15,12	16,8	22,4	21	10,64	19,6	21,84	15,12	12,32
P8	10,08	8,96	44,2	54,88	54,8	53,2	56	56	36,4	52,92	25,76	36,4	30,8
P9	13,7	13,4	35,56	43,4	28	37,52	40,06	33,9	33,1	23,52	35,84	34,16	29,7
P10	8,4	4,48	9,52	8,4	8,96	5,04	6,16	8,9	4,2	3,08	10,64	2,24	2,18
P11	10,64	28	48,4	55,72	56,8	62,72	30,24	66,6	32,5	33,6	34,7	35,84	30,8
P12	20,16	14,56	14	18,76	19,04	18,48	20,7	20,7	19	19,6	19,6	13,16	16,8
P13	21,55	25,2	17,92	19,04	19,04	20,16	19,6	20,7	22,68	30,8	26,9	27,16	25,48
P14	1,23	4,08	33,6	23,5	24,64	33,6	19,04	15,68	36,68	53,2	17,36	66,08	29,12
P15	26,32	20,72	14,56	12,32	10,36	10,08	11,2	24,9	22,96	9,8	7,56	7,28	6,16
P16	25,76	14	8,96	25,62	22,4	23,5	24,6	22,4	25,2	25,2	24,36	23,8	9,52
P17	25,2	10,64	10,64	16,6	19,6	21,56	3,64	8,68	13,44	14	7,56	9,8	6,44
P18	13,44	11,2	25,2	28,7	29,1	32,48	33,33	19,04	12,32	13,44	25,76	27,4	31,36
Puțuri de control													
PC4	57,12												
PC5	53,2	56	48,44	45,36	36,96	36,4	25,76	26,5	23,52	25,76	23,12	23,52	
PC6	43,7										27,4	44,24	
PC7	12,6												
PC8	60,48												
PC9	19,88												

	2004 (II)	2004 (III)	2004 (IV)	2005 (I)	2005 (II)	2005 (III)	2005 (IV)	2006 (I)	2006 (II)	2006 (III)	2006 (IV)	2007 (I)	2007 (II)	2007 (III)	2007 (IV)
P11															
P12	81,76	71,12	76,7	56	76,16	80,6	73,9	80,1	84,56	82,8	86,2	76,16	86,2	86,2	76,16
P13	80,6	69,44	75,04	53,2	77,28	68,3	76,7		79,52	79,52	79,52	76,16	79,52	79,52	76,16
P14	79,5	79,5	75,6	58,8	88,48	80,6	70,56	74,48	76,2	85,12	84	84,56	84	84,56	85,68
P16	81,76	64,68	72,8	78,96	77,94	60,2	84	58,2	70,56	79,52	79,5	81,84	90,72	80,8	75,6
P17	87,3		69,44										88,48		
P18	84,6	76,2	70,56	78,96	77,28	70,6	77,28	57,1	76,7	75,6	82,9	82,88	88,48	85,12	81,2
P19	74,48	72,8	70,84	84	71,4	77,3	79,5	78,4	79,5	75,1			89,6	79,52	73,36
P110	81,2	77,88	70,56	73,36	68,3	79,5	74,5	71,1	77,8	79,5	86,8	82,88	82,88	85,12	72,8
P111	78,4	71,2	68,88	80,64	67,2	73,36	84,56	73,9	71,4	81,2	81,2	84,56	76,82	81,2	72,8
P112	79,5	71,2	71,68	79,5	70	77,28	77	76,2	73,9	77,3	74,5	91,84	90,72	92,4	73,36
P113	77,94														
P114		73,36	77,28	77,28	88,48	77	69,6	74,5	77,28			92,96	84	94,1	75,04
Puțuri piezometrice P1	75,6	68,3	75,04	80,6	75,04	78,96									
P2															
P3		15,96	15,68	16,8	18,48	20,16	19,04	19,04	19,6	19,04	19,6	21,28	21,28	21,84	20,72
P4	19,6	17,84	20,16	22,68	20,16	17,96	20,72	23,52	20,16	17,92	21,28	18,76	19,04	19,6	24
P5	18,76	16,24	17,35	20,16	19,04	17,96	20,72	23,52	20,16	17,92	21,28	18,76	19,04	19,6	19,6
P7	22,12	21	22,68	27,72	28	19,04	21,84	23,52	23,5	17,36	17,36	24,36	24,92	22,68	22,4
P8	31,36	26,88	23,52	36,12	33,6	30,8	24,08	23,8	28,3	25,76	29,12	33,6	32,48	34,72	34,72
P9	17,92	13,44	12,32	8,68	15,12	11,2	5,6	23,52	11,76	6,72	10,08	10,08	7,84	6,16	11,2
P10	30,24	20,08	25,2	23,52	22,9	14,84	19,88	17,36	17,9	10,64	14,56	15,68	14,56	13,72	15,66
P11	38,64	27,44	39,2	41,44	38,08	23,8	21,14	36,96	36,4	29,12	34,72	22,96	40,32	40,3	39,65
P12	4,48	3,08	6,72	0,3	0,6	2,52	1,68	0,62	0,5	0,84	5,6	2,8	0,5	2,82	1,68
P13	68,8	40,32	30,8	73,64	63,28	43,68	29,1	18,48	24,1	22,48	22,12	19,04	21,28	21,56	21,84
P14	31,92	30,8	33,6	37,8	42	39,2	33,6	44,8	43,1	40,3	36,96	42	39,2	35,84	32,48
P15	28,56	24,64	21,84	24,64	24,08	21	29,4	21,28	22,96	25,2	22,96	19,04	17,92	21,84	24,64
P16	5,04	0,9	3,08	0,86	4,48	6,72	3,92	16,8	17,9	15,68	2,24	8,96	8,4	13,16	10,36
P17	20,16	25,76	17,64	6,72	5,88	10,08	8,12	8,4	7,3	9,52	16,24	8,96	9,52	14,56	9,24
P18	20,16	26,88	17,9	24,36	21,28	24,2	16,24	22,96	21,8	22,4	22,4	20	17,92	21,28	22,68
Puțuri de control	11,76	12,88	10,64	20,4	20,16	12,6	14	12,18	18,9	13,44	16,24	12,32	17,36	13,72	13,32
PC4	31,36	7,84	16,8	22,96	19,6	14	20,16	28,28	25,2	17,1	25,76	28	28,28	29,1	30,24
PC5															
PC6				25,48											
PC7				24,08											
PC8				51,52											
PC9				12,8				7,28		79,52	90,7	96,32	93,8	81,2	84
				40,3											
				13,16				8,4							

Anexa 12: Analize chimice in foraje

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 1/2008

NR. 1 / 2008 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA

INDICI		LOC PRELEVARE PROBE										
DENUMIRE	SIMBOL	U/M	Pi1	Pi2	Pi3	Pi4	Pi6	Pi7				
Alcalinitate p	p	mmval/l	0	0	0	0	0	0				
Alcalinitate m	m	mmval/l	0,78	0,84	0,92	0,8	0,88	0,61				
Duritate totala	dt	d	84	77,84	80,64	80,8	78,4	88,88				
Duritate temp	ntp	d	2,18	2,35	2,57	2,24	2,46	1,71				
Duritate perm.	ntp	d	81,82	75,49	78,1	78,56	75,94	81,17				
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	521	513	505	505	501	521				
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	46,2	26,8	43,8	41,3	36,5	43,7				
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	354,5	368,7	340,3	365,1	354,5	350,9				
Silice	SiO ₂	mg/l	14,1	15,2	15,7	14,9	15,5	11,9				
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	1,8	1,9	2	0,5	2	2,1				
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	1,5	1	1,3	5,1	9,5	4,1				
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg / l	1242	1103	1178	1114	1162	1191				
Conductiv. el.		μs / cm	3110	2985	3016	3016	3120	2918				
pH	pH	-	7,5	7,4	7,3	7,1	7,6	7,3				
Azotati	NO ₃ ⁻	mg / l	0,11	0	0	0	0	0,17				
Sodiu	Na ⁺	mg / l	155,2	155,2	155,2	138	141,4	131,1				

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

NR. 1/2008 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA
ANALIZE APE TRIM 1/2008

DENUMIRE	SIMBOL	U/M	LOC PRELEVARE PROBE												
			Pi8	Pi9	Pi10	Pi12	Pi13	PC7							
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcalinitate m	m	mval/l	0,7	0,66	0,62	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Duritate totala	dt	d	84	84	90,72	81,76	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Duritate temp	dtp	d	1,96	1,84	1,74	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,57
Duritate perm.	dtpp	d	82,04	82,16	88,98	79,9	82,1	82,1	82,1	82,1	82,1	82,1	82,1	82,1	74,59
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	553	561	569	537,1	557	557	557	557	557	557	557	557	501
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	29,2	24,3	48,6	29,2	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	354,5	354,5	368,7	340,3	354,5	354,5	354,5	354,5	354,5	354,5	354,5	354,5	326,1
Silice	SiO ₂	mg/l	24,8	24,6	22,1	11,4	25,9	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	1,9	1,9	1,9	0,47	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Substante org	SO	mg KMnO ₄ /l	4,7	8,2	5,7	8,8	5,1	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg/l	1210	1181	1296	1181	1220	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080
Conductiv. el.	σ	μs/cm	2912	3068	3016	3016	2912	2860	2860	2860	2860	2860	2860	2860	2860
pH	pH	-	6,8	7	7	7,3	6,9	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Azotati	NO ₃ ⁻	mg/l	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sodiu	Na ⁺	mg/l	148,3	144,9	131,1	131,1	151,8	124,2	124,2	124,2	124,2	124,2	124,2	124,2	124,2

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

NR. 3/ 2008 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA
ANALIZE APE TRIM 2 / 2008

DENUMIRE	SIMBOL	U/M	LOC PRELEVARE PROBE						
			Pi8	Pi9	Pi10	Pi12	PC7		
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0	0	0	
Alcalinitate m	m	mval/l	0,82	0,8	0,87	2,36	0,2	0,2	
Duritate totala	dt	d	75,6	72,24	70	75,6	75,6	75,6	
Duritate temp	dtp	d	2,24	2,24	2,24	4,72	0,56	0,56	
Duritate perm.	dtp	d	73,36	70	67,76	70,88	75,04	75,04	
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	472,9	450,9	440,9	452,9	493	493	
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	41,3	40,1	36,5	53,4	29,2	29,2	
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	315,5	312	308,4	326,1	319	319	
Silice	SiO ₂	mg/l	20,4	15,9	15,6	17,3	1,35	1,35	
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	0,85	0,96	1,3	1,2	2,6	2,6	
Substante org	SO ₄ ²⁻	mg/l	6,3	3,8	3,9	4,4	7,2	7,2	
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg/l	1128	1085	1033	1066	1160	1160	
Conductiv. el.	μs/cm	μs/cm	3099	3224	3214	2912	3276	3276	
pH	pH	-	7,6	7,6	7,6	7,2	7,6	7,6	
Azotati	NO ₃ ⁻	mg/l	0	0,2	0,2	0	0	0	
Sodiu	Na ⁺	mg/l	151,8	155,2	148,3	158,7	144,9	144,9	

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

NR. 6 / 2008 PUTURI PIEZOMETRICE DIN INCINTA CET LIGNIT
ANALIZE APE TRIM 3/2008

DENUMIRE	INDICI		U/M	LOC PRELEVARE PROBE						
	SIMBOL			P1	P2	P3	P4	P5	P7	
Alcalinitate p	P		mval/l	0	0	0	0	0	0	0
Alcalinitate m	m		mval/l	5,16	5,7	6,6	5,48	0,28	3,52	
Duritate totala	dt		d	21,84	17,36	20,72	22,4	40	12,32	
Duritate temp	dtp		d	14,45	15,96	18,48	15,36	0,78	9,85	
Duritate perm.	dtp		d	7,39	1,4	1,24	7,06	39,3	2,47	
Calciu	Ca ²⁺		mg/l	76,2	74	78,15	92,2	240,5	56,1	
Magneziu	Mg ²⁺		mg/l	48,6	30,1	42,5	41,3	27,9	19,5	
Cloruri	Cl ⁻		mg/l	35,45	35,5	35,45	92,2	177,5	70,9	
Silice	SiO ₂		mg/l	21	12,1	17,1	12,6	1,3	22,9	
Amoniu	NH ₄ ⁺		mg/l	0,1	0	0	0	0,06	0	
Substante org	SO		mg KMnO ₄ /l	5,37	5,1	9,8	5,6	4,5	4,6	
Sulfati	SO ₄ ²⁻		mg/l	152,3	96,1	97,5	65,3	405	78,3	
Conductiv. el.			μs/cm	941	980	988	780	1976	801	
pH			-	7,3	7,6	7,7	7,4	6,6	7,8	
Azotati	NO ₃ ⁻		mg/l	0,04	0,05	0	0	0,11	0,18	
Sodiu	Na ⁺		mg/l	44,7	62,1	52,9	33,1	37,1	58,6	

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 3/2008
NR. 6 / 2008 PUTURI PIEZOMETRICE DIN INCINTA CET LIGNIT

DENUMIRE	SIMBOL	U/M	LOC PRELEVARE PROBE									
			P8	P9	P10	P11	P12	P13				
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0	
Alcalinitate m	m	mval/l	2,6	0,1	5,4	8,4	3,4	6,12	6,12	6,12	6,12	
Duritate totala	dt	d	13,44	49,28	10,08	26,9	29,68	21,84	21,84	21,84	21,84	
Duritate temp	dtp	d	7,28	0,28	3,66	23,52	9,52	17,14	17,14	17,14	17,14	
Duritate perm.	dtp	d	6,16	49	6,42	3,38	20,16	4,7	4,7	4,7	4,7	
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	24,1	289,6	32,1	32,1	96,2	98,2	98,2	98,2	98,2	
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	43,8	41,3	24,3	97,3	70,5	35,2	35,2	35,2	35,2	
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	99,3	439,6	42,5	56,7	170,2	38,9	38,9	38,9	38,9	
Silice	SiO ₂	mg/l	4,7	4,1	34,5	5,9	4,1	5,8	5,8	5,8	5,8	
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	0,2	1,2	0	0	0,09	0,36	0,36	0,36	0,36	
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	7,9	14,1	5,7	7,2	3,8	8,8	8,8	8,8	8,8	
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg/l	48	342,2	69,1	79,7	187,8	138,8	138,8	138,8	138,8	
Conductiv. el.	∫	∫ / s / cm	759	2704	1460	1144	1352	1061	1061	1061	1061	
pH	pH	-	7,9	6	8,4	7,6	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	
Azotati	NO ₃ ⁻	mg/l	0	5,6	0,27	0,36	0,43	0,05	0,05	0,05	0,05	
Sodiu	Na ⁺	mg/l	35,5	43,7	105,8	50,1	40,7	57,5	57,5	57,5	57,5	

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA



SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 3/2008
NR. 5/ 2008 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA

DENUMIRE	INDICI		U/M	LOC PRELEVARE PROBE						
	SIMBOL			Pi1	Pi2	Pi3	Pi4	Pi6	Pi7	
Alcalinitate p	p		mval/l	0	0	0	0	0	0	0
Alcalinitate m	m		mval/l	0,84	0,76	0,84	0,88	0,88	0,88	0,8
Duritate totala	dt		d	67,7	62,16	67,2	70	72,8	72,8	63,28
Duritate temp	dtp		d	2,35	2,13	2,35	2,46	2,46	2,46	2,24
Duritate perm.	dtp		d	65,35	60	64,85	67,54	70,3	70,3	61
Calciu	Ca ²⁺		mg/l	413	392,8	420,8	432,8	436,8	436,8	401
Magneziu	Mg ²⁺		mg/l	43,8	31,6	36,5	41,3	51,1	51,1	31,6
Cloruri	Cl ⁻		mg/l	269,4	272,9	297,8	304,8	319,1	319,1	276,5
Silice	SiO ₂		mg/l	12,1	11	18,2	16,2	18,6	18,6	12,1
Amoniu	NH ₄ ⁺		mg/l	1,57	0,42	1,6	1,8	1,9	1,9	0,06
Substante org	SO		mg KMnO ₄ / l	4,7	4,7	5,1	5,4	6	6	4,7
Sulfati	SO ₄ ²⁻		mg/l	1027	915	989	1008	1057	1057	939
Conductiv. el.			μs/cm	3016	3006	2912	2964	2912	2912	3016
pH	pH		-	7,4	7,6	7,4	7,2	7,4	7,4	7,6
Azotati	NO ₃ ⁻		mg/l	0,17	0,38	0,1	0	0,11	0,11	0,26
Sodiu	Na ⁺		mg/l	121,9	124,2	134,5	131,1	144,9	144,9	131,1

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

NR. 5/2008 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA
ANALIZE APE TRIM 3/2008

DENUMIRE	INDICI SIMBOL	U/M	LOC PRELEVARE PROBE						
			Pi8	Pi10	Pi12	Pi13	PC7		
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0	0	0	
Alcalinitate m	m	mval/l	1,28	1,36	1,44	1,52	0,36		
Duritate totala	dt	d	76,72	88,48	90,7	91,8	80,64		
Duritate temp.	ntp	d	3,58	3,8	4,03	4,26	1		
Duritate perm.	ntp	d	73,14	84,7	86,6	87,5	79,64		
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	456,9	488,9	513	521	525,1		
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	55,9	87,5	82,7	87,5	31,59		
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	333,2	411,2	382,8	375,8	319,1		
Silice	SiO ₂	mg/l	15,5	16,2	22,4	18,6	7,7		
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	1,2	1,38	1,12	0,9	1,2		
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	3,8	5,7	5,1	4,7	3,4		
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg / l	1090	1210	1296	1307	1263		
Conductiv. el.		μs / cm	3380	3006	3300	3250	3536		
pH		-	7,6	7,6	7,5	7,3	7,3		
Azotati	NO ₃ ⁻	mg / l	0,13	0	0	0,3	0,04		
Sodiu	Na ⁺	mg / l	144,9	148,3	144,9	144,9	162,1		

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 3/2008
NR. 6 / 2008 PUTURI PIEZOMETRICE DIN INCINTA CET LIGNIT

DENUMIRE	SIMBOL	U/M	LOC PRELEVARE PROBE								
			P14	P15	P16	P17	P18				
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0	0	0	0		
Alcalinitate m	m	mval/l	1,8	2,52	5,08	1,4	6,4				
Duritate totala	dt	d	12,36	10,08	19,32	4,93	26,9				
Duritate temp	dtp	d	5,04	7,06	14,22	3,92	17,92				
Duritate perm.	dtp	d	7,32	3,02	5,1	1,01	8,98				
Calciu	Ca ²⁺	mg / l	28,1	32,1	104,2	20	112,2				
Magneziu	Mg ²⁺	mg / l	36,5	24,3	20,6	9,2	48,6				
Cloruri	Cl ⁻	mg / l	180,8	56,7	17,7	10,6	63,8				
Silice	SiO ₂	mg / l	7,9	20,8	3,8	12,1	24,8				
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg / l	0,18	0,18	0	0	0				
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	6	5,1	3,5	4,1	5,7				
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg / l	124,8	101,8	79,7	42,7	230				
Conductiv. el.		μs / cm	1144	624	822	811	1196				
pH		-	7,8	7,6	7,2	7,6	7,7				
Azotati	NO ₃ ⁻	mg / l	0	2,1	0,64	0,2	0,3				
Sodiu	Na ⁺	mg / l	119,6	64,4	18,3	11,5	73,6				

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
 CET-LIGNIT
 Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 4/2008
 NR. 7 / 2008 PUTURI PIEZOMETRICE DIN INCINTA CET LIGNIT

INDICI		LOC PRELEVARE PROBE						
DENUMIRE	SIMBOL	U/M	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0,08	0	0	0	
Alcalinitate m	m	mval/l	2	1,6	5,2	1,8	5,8	
Duritate totala	dt	d	8,96	3,64	16,8	5,04	23,52	
Duritate temp.	ntp	d	5,6	2,38	14,56	5,04	16,24	
Duritate perm.	ntp	d	3,36	1,26	2,24	0	7,28	
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	21	19,2	88,2	20	120,2	
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	24,3	4,1	19,45	9,7	29,2	
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	194,9	42,5	21,3	11,7	35,45	
Silice	SiO ₂	mg/l	5,9	19,2	22,1	8,3	27	
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	0	0,29	0,36	0,22	0	
Substante org	SO	mg KMnO ₄ /l	7,6	5,7	6	4,1	9,8	
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg/l	97,5	37,9	57,2	20,1	162,8	
Conductiv. el.	f	μs/cm	1019	447	645	270	884	
pH	pH	-	8,1	8,3	7,6	8	7,4	
Azotati	NO ₃ ⁻	mg/l	0,07	0	5,8	0,56	16,6	
Sodiu	Na ⁺	mg/l	138	44,6	18,2	20	50,1	

Sef laborator chimic
 ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 4/2008
NR. 8 / 2008 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA

INDICI			LOC PRELEVARE PROBE						
DENUMIRE	SIMBOL	U/M	Pi 1	Pi 3	Pi 4	Pi 5	Pi 6	Pi 7	
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0	0	0	
Alcalinitate m	m	mval/l	0,7	0,76	0,76	1,1	1,14	1,26	
Duritate totala	dt	d	78,96	75,04	72,8	80,08	8,52	82,8	
Duritate temp	dtp	d	1,96	2,13	2,1	3,08	3,2	3,52	
Duritate perm.	dtp	d	77	72,91	70,7	77	81,9	79,36	
Calciu	Ca ²⁺	mg / l	460,9	472,9	476,9	481	561,1	521,6	
Magneziu	Mg ²⁺	mg / l	63,2	38,9	26,7	55,9	29,2	43,7	
Cloruri	Cl ⁻	mg / l	354,5	333,2	319,1	361,6	361,6	361,6	
Silice	SiO ₂	mg / l	12,8	12,1	15,2	20,4	17,2	19,1	
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg / l	1,8	1,1	1,6	0,56	1,1	0,8	
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	6,3	5,7	5,1	5,7	5,7	6,3	
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg / l	1086	1059	1023	1050	1138	1111	
Conductiv. el.		μs / cm	2600	2683	2704	2600	2496	2600	
pH	pH	-	7	7,3	7,2	7	7	6,9	
Azotati	NO ₃ ⁻	mg / l	0,12	0	0	0	0	0	
Sodiu	Na ⁺	mg / l	119,6	119,6	115	119,6	115	115	

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 4/2008
NR. 8 / 2008 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA

DENUMIRE	INDICI		LOC PRELEVARE PROBE						
	SIMBOL	U/M	Pi 8	Pi 10	Pi 12	PC 7			
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0			
Alcalinitate m	m	mval/l	0,7	2,16	2,2	0,48			
Duritate totala	dt	d	84	86,24	76,72	76,72			
Duritate temp	ntp	d	1,9	6,05	6,16	1,34			
Duritate perm.	ntp	d	82	80,19	70,56	75,38			
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	553,1	489	481	509			
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	29,2	77,8	41,3	24,3			
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	345,5	418,3	411,2	326,1			
Silice	SiO ₂	mg/l	24,6	11,9	20,2	14,7			
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	1,8	1,05	1,06	1,1			
Substante org	SO	mg KMnO ₄ /l	5,7	7,6	6	3,8			
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg/l	1120	1027	881	1003			
Conductiv. el.		μs/cm	2704	3006	2808	2870			
pH	pH	-	7,1	7,1	7,2	7,1			
Azotati	NO ₃ ⁻	mg/l	0	0	0	0,78			
Sodiu	Na ⁺	mg/l	115	103,5	119,6	71,3			

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA



SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

NR. 2 / 2009 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA
ANALIZE APE TRIM 1/2009

DENUMIRE	SIMBOL	U/M	LOC PRELEVARE PROBE										
			Pi 1	Pi 4	Pi 5	Pi 6	Pi 7	Pi 8					
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alcalinitate m	m	mval/l	0,6	0,7	0,64	2,04	1,92	2,04	1,92	2,04	2,04	2,04	
Duritate totala	dt	d	71,12	72,8	73,36	78,96	76,72	78,96	76,72	73,92	73,92	73,92	
Duritate temp	dtp	d	1,68	1,96	1,79	5,71	5,38	5,71	5,38	5,71	5,71	5,71	
Duritate perm.	dtp	d	69,44	70,84	71,57	73,25	71,34	73,25	71,34	68,21	68,21	68,21	
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	473	440,9	481	403,6	472,9	412,8	46,17	70,4	70,4	70,4	
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	22,6	48,6	26,7	98	46,17	70,4	46,17	70,4	70,4	70,4	
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	340,3	368,7	326,1	283,6	280,1	276,5	280,1	276,5	276,5	276,5	
Silice	SiO ₂	mg/l	14,1	21,2	13,5	15,6	11,9	8,4	11,9	8,4	8,4	8,4	
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	0,14	1,7	0,3	1,7	0,36	0	0,36	0	0	0	
Substante org	SO	mg KMnO ₄ /l	6,6	5,1	7,3	6,3	6,9	4,4	6,9	4,4	4,4	4,4	
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg/l	1004	980	1085	1107	1076	989	1076	989	989	989	
Conductiv. el.	σ	μs/cm	3016	2912	3099	2694	2964	2806	2964	2806	2806	2806	
pH	pH	-	7,6	7,1	6,9	7,4	7,4	7,3	7,4	7,3	7,3	7,3	
Azotati	NO ₃ ⁻	mg/l	0,56	0,14	0,36	0	0,1	0,23	0,1	0,23	0,23	0,23	
Sodiu	Na ⁺	mg/l	131,1	127,6	131,1	108,1	115	111,5	115	111,5	111,5	111,5	

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

ANALIZE APE TRIM 1/2009
NR. 2 / 2009 PUTURI DE INTERCEPTIE SI CONTROL DE LA DEPOZITUL DE ZGURA SI CENUSA

DENUMIRE	INDICI		LOC PRELEVARE PROBE						
	SIMBOL	U/M	Pi 10	Pi 12	Pi 13	PC7			
Alcalinitate p	p	mval/l	0	0	0	0			
Alcalinitate m	m	mval/l	2,8	0,76	0,72	0,4			
Duritate totala	dt	d	92,4	73,92	85,12	70,56			
Duritate temp	ntp	d	7,84	2,13	2,01	1,1			
Duritate perm.	ntp	d	84,56	71,79	83,11	69,44			
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	561,1	402,8	460,9	460,9			
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	60,8	76,57	89,9	26,7			
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	389,9	308,4	375,8	308,4			
Silice	SiO ₂	mg/l	16,8	14,1	19,6	11,9			
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	1,9	2	0,86	1,1			
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	4,4	7,3	4,7	3,8			
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg / l	1240	1060	1200	1025			
Conductiv. el.		μs / cm	3328	2808	3120	2694			
pH	pH	-	7,3	7,3	7,3	7,3			
Azotati	NO ₃ ⁻	mg / l	0,38	0,11	0,4	0,56			
Sodiu	Na ⁺	mg / l	138	115	134,6	119,6			

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

NR. 1/2009 PUTURI PIEZOMETRICE DIN INCINTA CET LIGNIT
ANALIZE APE TRIM 1/2009

INDICI			LOC PRELEVARE PROBE											
DENUMIRE	SIMBOL	U/M	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13						
Alcalinitate p	p	mval/l	0,08	0	1,48	0	0	0						
Alcalinitate m	m	mval/l	2	0,08	9,6	7,21	0,44	6,6						
Duritate totala	dt	°d	14,14	56,56	0,84	19,04	32,48	15,68						
Duritate temp	dtp	°d	5,6	0,22	0,54	17,5	1,23	9,52						
Duritate perm.	dtp	°d	8,54	56,34	0,3	1,54	31,25	6,16						
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	24,1	240,5	4,4	44,1	120,2	76,1						
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	46,8	97,2	0,97	55,9	68,1	21,9						
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	138,8	439,6	134,7	42,5	276,5	21,3						
Silice	SiO ₂	mg/l	0,9	1,7	8,9	4,3	2,2	20,1						
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	0	2,2	0	0,8	2,2	0,62						
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	1,4	8,5	9,2	9,5	9,5	9,5						
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg/l	29,8	432,3	81,7	17,3	244,9	52,8						
Conductiv. el.	f	μs / cm	707	1976	2080	884	1664	832						
pH	pH	-	8,26	6	8,9	7,9	7,2	7,7						
Azotati	NO ₃ ⁻	mg/l	0	1,3	0,1	0,69	0,9	0,8						
Sodiu	Na ⁺	mg/l	30,1	44,3	339,2	44,8	50,1	52,9						

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA

SC CET ARAD SA
CET-LIGNIT
Laborator chimic

NR. 1/2009 PUTURI PIEZOMETRICE DIN INCINTA CET LIGNIT
ANALIZE APE TRIM 1/2009

DENUMIRE	INDICI		LOC PRELEVARE PROBE														
	SIMBOL	U/M	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18										
Alcalinitate p	p	mval/l	0,4	0,1	0	0,32	0										
Alcalinitate m	m	mval/l	2,68	2,86	5,32	2,12	4,76										
Duritate totala	dt	°d	3,36	6,72	22,4	6,72	21,84										
Duritate temp	dtp	°d	0,42	1,82	14,9	6,45	13,32										
Duritate perm.	dtpp	°d	2,94	4,98	7,5	0,27	8,5										
Calciu	Ca ²⁺	mg/l	12	40,1	108,2	28,1	104,2										
Magneziu	Mg ²⁺	mg/l	7,3	4,9	31,6	12,5	31,6										
Cloruri	Cl ⁻	mg/l	180,8	42,5	28,4	10,6	53,2										
Silice	SiO ₂	mg/l	5,7	21,2	5,8	9,2	9,5										
Amoniu	NH ₄ ⁺	mg/l	0,67	0,06	0,24	0,4	0,4										
Substante org	SO	mg KMnO ₄ / l	6,9	7,6	4,6	4,7	4,4										
Sulfati	SO ₄ ²⁻	mg / l	28,8	11,3	398	380	153,6										
Conductiv. el.		μs / cm	1092	728	884	988	364										
pH			8,8	8,4	7,6	8,7	7,4										
Azotati	NO ₃ ⁻	mg / l	0,03	0,53	0	0,78	0										
Sodiu	Na ⁺	mg / l	165,6	42,8	151,8	182,6	39,8										

Sef laborator chimic
ing. DINES MELANIA