

**UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOLOGIE**

**TEZA DE DOCTORAT**

**STABILIREA ZONELOR DE PROTECȚIE ALE PRINCIPALELOR CAPTĂRI CARE  
EXPLOATEAZĂ ACVIFERUL CANTONAT ÎN CALCARELE SARMAȚIENE DIN DOBROGEA  
DE SUD**

**Conducător științific: Prof. Dr. Ing. Florian ZAMFIRESCU**

**Doctorand: Irina – Rozica ION (MIRCEA)**

**2012**

# CUPRINS

## Introducere

### **Capitolul 1. Modelarea proceselor de curgere și transport pentru acviferele cu nivel liber. Problema inversă. Aplicare în cazul acviferului cu nivel liber cantonat în calcarele sarmațiene din Dobrogea de Sud..... 1**

1.	Modelarea proceselor de curgere și transport pentru acviferele cu nivel liber .....	1
1.1.	Ecuatiile de bază ale modelării .....	1
1.2.	Descrierea proceselor de curgere și transport în acviferele cu nivel liber .....	4
1.2.1.	Problema bidimensională .....	5
1.2.2.	Problema tridimensională .....	6
1.2.3.	Relația dintre condițiile inițiale ale masei de contaminant și poziția suprafeței libere .....	7
2.	Problema inversă .....	8
2.1.	Model spațial. Spațiu de date .....	9
2.2.	Problema inițială .....	10
2.3.	Măsurători și informații inițiale .....	12
2.4.	Rezolvarea problemei .....	14
2.5.	Analiza erorilor .....	17
2.6.	Problema inversă în hidrogeologie .....	17
3.	Aplicare în cazul acviferului cu nivel liber cantonat în calcarele sarmațiene din Dobrogea de Sud .....	19

### **Capitolul 2. Bazele fizico – matematice ale contactului apă dulce – apă sărată. Condiții de aplicare în cazul litoralului românesc ..... 21**

2.1.	Bazele fizico – matematice ale contactului apă dulce – apă sărată .....	21
2.1.1.	Interfața apă dulce – apă sărată (Ghyben - Herzberg) .....	22
2.1.2.	Abordarea bidimensională .....	23
2.1.2.1.	Modelul conceptual .....	23
2.1.3.	Efectul zonei de tranziție .....	31
2.1.3.1.	Modelul conceptual .....	31
2.1.4.	Strategia de rezolvare .....	34
2.2.	Condiții de aplicare în cazul litoralului românesc .....	38

### **Capitolul 3. Legislația europeană și din România aplicabilă pentru definirea zonelor de protecție ale captărilor de ape subterane. Particularități de aplicare în cazul sistemului acvifer din Dobrogea de Sud ..... 40**

3.1.	Legislația europeană - Directiva 2000 /60 / EC a Parlamentului și Consiliului Uniunii Europene .....	40
3.2.	<i>Legislația din România - Hotărârea nr. 930 din 11 august 2005 pentru aprobarea Normelor speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică aprobată de Guvernul României . Ordinul 1278/2011.....</i>	42
3.2.1.	Factorii ce reprezintă riscuri de poluare a apei potabile .....	43

3.2.2. Metode de dimensionare a zonelor de protecție .....	44
3.2.2.1. Determinarea capacității de purificare a apei în zona nesaturată .....	45
3.2.2.2. Dimensionarea zonelor de protecție sanitară în cazul acviferelor granulare .....	47
3.2.2.3. Dimensionarea zonelor de protecție sanitară în cazul acviferelor fisurale și/sau carstice .....	53
3.2.2.4. Alegerea metodei de dimensionare în funcție de tipul și dimensiunile captării .....	54
3.2.3. Măsuri cu privire la utilizarea suprafețelor incluse în zonele de protecție ....	54
3.2.4. Documentații tehnice privind instituirea zonelor de protecție .....	55
3.3. Particularități de aplicare a legislației privind zonele de protecție ale captărilor de ape subterane pentru cazul acviferului cu nivel liber din Dobrogea de Sud .....	56
<b>Capitolul 4. Condițiile geologice și structurale ale Dobrogei de Sud. Particularizare pentru zona Lacului Techirghiol .....</b>	<b>58</b>
4.1. Caracteristicile geologice și stratigrafice ale Dobrogei de Sud .....	58
4.1.1. Fundamentul cristalin .....	59
4.1.2. Cuvertura sedimentară .....	59
4.2. Caracteristicile tectonice și structurale ale Dobrogei de Sud .....	70
4.3. Condițiile geologice și structurale ale zonei Lacului Techirghiol .....	78
<b>Capitolul 5. Condițiile hidrodinamice și hidrochimice ale sistemului acvifer carstic din Dobrogea de Sud cu privire specială asupra bazinului hidrogeologic al Lacului Techirghiol.....</b>	<b>82</b>
5.1. Condițiile hidrogeologice ale Dobrogei de Sud .....	82
5.1.1. Prezentarea generală .....	82
5.1.1.1. Acviferul de adâncime ( Juristic superior – Cretacic inferior ) .....	83
5.1.1.2. Acviferul cu nivel liber ( Sarmațian ) .....	84
5.2. Condiții hidrodinamice ale sistemului acvifer carstic din Dobrogea de Sud .....	86
5.2.1. Acviferul Juristic superior – Cretacic inferior .....	86
5.2.2. Acviferul Sarmațian .....	87
5.3. Condiții hidrochimice ale sistemului acvifer carstic din Dobrogea de Sud .....	91
5.4. Condițiile hidrodinamice ale bazinului hidrogeologic al Lacului Techirghiol .....	97
<b>Capitolul 6. Stabilirea zonelor de protecție pentru captările Techirghiol, Biruința și Costinești .....</b>	<b>102</b>
6.1. Modelarea numerică a condițiilor hidrodinamice ale acviferului Sarmațian .....	103
6.1.1. Acviferul Sarmațian .....	103
6.1.2. Bazinul hidrogeologic al Lacului Techirghiol .....	108
6.2. Stabilirea zonelor de protecție pentru captările Techirghiol, Biruința și Costinești .....	117
6.3. Analiza intruziunii apei sărate în captările Techirghiol și Costinești .....	120
<b>Capitolul 7. Concluzii .....</b>	<b>122</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>132</b>
<b>Anexe .....</b>	<b>135</b>

## *Mulțumiri*

*Doresc să-i mulțumesc în mod deosebit domnului Prof. Dr. Ing. Florian Zamfirescu, conducătorul științific al acestei lucrări, pentru încrederea pe care mi-a acordat-o încă de la început, pentru profesionalismul cu care m-a orientat pe acest drum și pentru sprijinul acordat pe întreaga desfășurare a activității doctorale.*

*Respectuoase mulțumiri domnului Prof. Dr. Ing. Alexandru Danchiv pentru permanenta îndrumare științifică însoțită de o deosebită amabilitate și răbdare și pentru ajutorul acordat la fundamentarea cunostințelor mele în domeniul modelării matematice.*

*Mulțumesc distinșilor referenți din cadrul Comisiei de Doctorat – domnului Prof. Dr. Ing. Eugeniu Marchidanu și domnului Geolog Dr. Cercetător Principal I Augustin Țenu pentru recomandările utile și aprecierile favorabile asupra conținutului acestei lucrări.*

*Mulțumesc cu căldură doamnei Conf. Dr. Georgeta Mihnea și doamnei Conf. Dr. Ing. Mihaela Stănciuc pentru încurajările permanente acordate pe parcursul urmării Școlii Doctorale și de asemenea pentru că au contribuit la formarea mea profesională.*

*Sincere mulțumiri domnului Lector Dr. Ing. Iulian Popa și tuturor colegilor din cadrul Departamentului de Inginerie Geologică pentru sprijinul profesional și moral acordat în această perioadă.*

*De asemenea doresc să-i mulțumesc colegei mele Dr. Ing. Lăcrămioara Coarnă pentru ajutorul moral și profesional pe care mi l-a oferit de-a lungul acestor ani.*

*Doresc să adresez mulțumiri și celor care m-au sprijinit moral : mamei mele, soțului meu și fetiței mele care mi-au fost alături întotdeauna.*

# INTRODUCERE

România, ca stat membru al Uniunii Europene are drept atribuții principale cunoașterea, utilizarea rațională, protecția resurselor de apă, și de asemenea organizarea activităților specifice de apărare împotriva inundațiilor și supravegherea calității resurselor de apă subterană prin măsuri de prevenire și de combatere în caz de poluări accidentale.

În Dobrogea de Sud există un acvifer carstic, cu nivel liber, alimentat în principal prin infiltrare, de la suprafață., astfel încât poate fi cu ușurință afectat de pătrunderea substanțelor poluante folosite în agricultură. În urma analizelor chimice efectuate asupra acviferului cu nivel liber al Dobrogei de Sud s-a ajuns la concluzia că apa are încă o calitate foarte bună. S-au descoperit numai câteva puncte de contaminare datorate practicării agriculturii și activităților domestice.

Toate captările de ape subterane din Dobrogea de Sud trebuie protejate împotriva poluării prin instituirea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică, pentru a asigura astfel o bună valorificare a resurselor de ape subterane. Cea mai precisă metodă de determinare a zonelor de protecție o reprezintă modelarea matematică.

Pentru a menține calitatea apei subterane, trebuie de asemenea să se înțeleagă legătura dintre cantitatea de apă care poate fi exploatată și prezența și deplasarea penei de apă sărată pe litoralul Mării Negre și pe malul Lacului Techirghiol. Intruziunea apei marine pare a fi principala cauză a conținutului crescut de cloruri în apele subterane, în special în acviferul Sarmațian. Acesta este cazul forajelor de la Costinești. Altă cauză ar putea fi infiltrarea apei din Lacul Techirghiol, cum ar fi cazul forajelor de la Techirghiol.

Ținând cont de aceste rezultate, problema intruziunii apei sărate trebuie considerată ca fiind foarte importantă.

În lucrarea de față sunt analizate aceste două probleme prezente în Dobrogea de Sud, și anume - stabilirea zonelor de protecție ale principalelor captări care exploatează acviferul Sarmațian, cu nivel liber, folosind modelarea matematică, și intruziunea apei sărate în aceste captări.

Lucrarea de față este alcătuită din 7 capitole, astfel:

- *Capitolul 1 – Modelare proceselor de curgere și transport pentru acviferele cu nivel liber. Problema inversă. Aplicare în cazul acviferului cu nivel liber cantonat în calcarele sarmațiene din Dobrogea de Sud.*

În acest capitol sunt prezentate principiile fizice care stau la baza modelării matematice precum și ecuațiile care descriu curgerea apelor subterane și transportul de contaminanți prin medii poroase, permeabile. În cazul acviferelor cu nivel liber, o problemă importantă o

constituie modificarea poziției suprafeței libere. Pentru diminuarea erorilor datorate acestor probleme se propune utilizarea unei metode de calcul precise, elaborată în acest scop.

Aplicarea în cazul acviferului cu nivel liber cantonat în calcarele sarmațiene din Dobrogea de Sud se realizează prin intermediul utilizării programului FeFlow.

- *Capitolul 2 – Bazele fizico-matematice ale contactului de limita apă dulce – apă sărată. Condiții de aplicare în cazul litoralului românesc.*

Capitolul 2 prezintă conceptele fizico – matematice care stau la baza modelării deplasării penei de apă sărată în acviferele litorale.

Problema intruziunii apei sărate în acviferele de coastă poate fi analizată tridimensional, pe baza metodei elementului finit, prin transpunerea în două ecuații cu derivate parțiale. Prima ecuație descrie curgerea fluidului, iar cea de a doua ecuație descrie transportul de sare dizolvată.

Cum acviferul cu nivel liber cantonat în calcarele sarmațiene din Dobrogea de Sud este în contact direct cu Marea Neagră, se impune analiza intruziunii apei sărate în captările litorale care îl exploatează.

- *Capitolul 3 - Legislația europeană și din România aplicabilă pentru definirea zonelor de protecție ale captărilor de ape subterane. Particularități de aplicare în cazul sistemului acvifer din Dobrogea de Sud.*

În acest capitol sunt expuse normele privind stabilirea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică stabilite prin Hotărârea nr. 930 din 11 august 2005. Prin urmare, sunt prezentate metodele de dimensionare a zonelor de protecție conform cu tipul acviferului exploatat și condițiile impuse în cadrul acestora în scopul prevenirii pericolului de alterare a calității surselor de apă subterană.

- *Capitolul 4 – Condițiile geologice și structurale ale Dobrogei de Sud. Particularizare pentru zona Lacului Techirghiol.*

În capitolul 4 sunt prezentate condițiile geologice și structurale ale Dobrogei de Sud, cu o descriere detaliată a zonei Lacului Techirghiol.

- *Capitolul 5 – Condițiile hidrodinamice și hidrochimice ale sistemului acvifer carstic din Dobrogea de Sud cu privire specială asupra bazinului hidrogeologic al Lacului Techirghiol*

Condițiile hidrodinamice și hidrochimice ale sistemului acvifer carstic din Dobrogea de Sud sunt descrise în Capitolul 5. Cunoașterea evoluției în timp a sarcinii piezometrice a acviferelor în raport cu modificarea condițiilor de alimentare prin infiltrare, precum și variația indicatorilor chimici ai apei exploatate prin captări, sunt necesare în vederea stabilirii unui regim de exploatare eficient și a menținerii calității apei subterane.

- *Capitolul 6 – Stabilirea zonelor de protecție pentru captările Techirghiol, Biruința și Costinești*

Capitolul 6 prezintă strategia de realizare a modelelor numerice construite pentru condițiile hidrodinamice ale acviferului Sarmațian, valorile parametrilor obținute în urma calibrării precum și rezultatele modelării: zonele de protecție determinate pentru captările Techirghiol, Biruința și Costinești, și analiza intruziunii apei sărate în captările Techirghiol și Costinești, pentru diferite condiții de exploatare.

- *Capitolul 7 – Concluzii*

Capitolul 7 cuprinde concluziile care se desprind din cele șase capitole anterioare.

Această lucrare, prin conținutul său și prin rezultatele obținute, poate fi folosită pentru delimitarea zonelor de protecție ale captărilor Techirghiol, Biruința și Costinești, și de asemenea pentru protejarea acestor captări de pătrunderea apei sărate prin stabilirea unui regim de exploatare optim.