

## LUCRAREA NR. 5

### STABILIREA METODELOR DE DECONTAMINARE A APELOR SUBTERANE

#### 5.1. Evaluarea riscului poluării apelor subterane

În cazul zonelor saturate ale solurilor, evaluarea riscului poluării apelor subterane se realizează în trei **etape**:

**Etapa 1** constă în aplicarea unui model prin care se înmagazinează amestecarea apei subterane cu poluantul în apropierea sursei de emisie.

Această ipoteză constă în egalizarea concentrațiilor în poluanți ale apei la baza stratului de sol nesaturat cu cele de la sursa de emisie.

Se presupune că amestecarea poluant – apă se produce în pânza de apă freatică situată la maximum 0,25 m adâncime (Bârsan, E., 2001).

Concentrația apei subterane în poluant poate fi determinată direct prin prelevarea de probe de apă din zona de sol nesaturat cu apă la zona superficial (0,25 m adâncime).

**Etapa 2** constă în aplicarea unui model de amestecare poluant – apă în aval de sursa de emisie, în care în zona sub nivelul natural al terenului amestecarea poluant – apă se produce ca efect al dispersiei.

**Etapa 3** constituie o extensie a etapei 2. Concentrația inițială în contaminant la începutul acestei etape este egală cu concentrația de la finalul etapei precedente (Ianculescu, O, Ionescu, Gh., 2002).

#### 5.2. Modelul de amestecare poluant – apă în apropierea sursei de emisie

##### **Ipoteze:**

Se neglijează efectele sorbției, dispersiei, ale degradării poluantului și difuzia. Se presupune că pânza de apă freatică este omogenă și se deplasează cu viteză constantă.

Notății:

N – infiltrația netă, m/s;

A – aria contaminată, m<sup>2</sup>;

B – lățimea corpului de sol contaminat, m;

C<sub>0</sub> – concentrația solului la sursa de contaminare, mg/m<sup>3</sup>;

D<sub>m</sub> – grosimea stratului de sol contaminat, m;

$v_D$  – viteza curentului de apă subterană, m/s (Darcy);

$C_g$  – concentrația apei subterane în poluant, mg/m<sup>3</sup>;

$K$  – conductivitatea hidraulică, m/s;

$I$  – panta hidraulică, adimensional;

$v_p$  – viteza medie apă – sol pentru apa subterană, m/s.

Debitul de apă subterană care se infiltrează prin zona de sol contaminată este dat de relația:

$$Q_0 = N \times A$$

Debitul de poluant:

$$J_0 = C_0 Q_0 = C_0 \times N \times A$$

Fluxul / debitul de apă subterană prin suprafața contaminată corespunde apei subterane conținută într-un paralelipiped, având grosimea de 0,25 m și latura B (figura 5.1).

Debitul apei subterane care curge sub zona contaminată va fi:

$$Q_g = B \times 0,25 \times v_D = B \times 0,25 \times k \times i,$$

unde:

$$v_D = k \times i \text{ (Darcy).}$$

În aprecierea contaminării apelor subterane trebuie să se țină seama de poluarea naturală existentă. Debitul de contaminant natural este dat de relația:

$$J_g = Q_g C_g = C_g \times 0,25 \times k i B$$

Concentrația “de fond” în poluantul investigat se consideră neglijabilă.

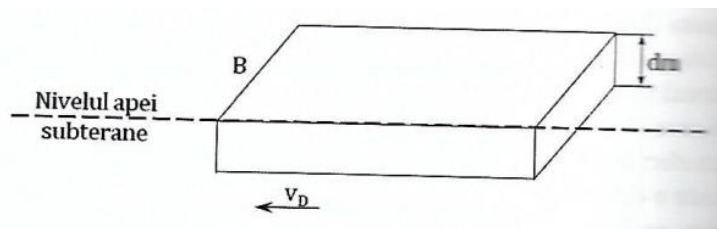


Figura 5.1. Schema de calcul al concentrației în poluant a apei subterane care curge în zona solului contaminat (Sursa: Lesnic M., Ivănescu Veronica, 2018)

Concentrația în poluant a apei subterane care curge sub aria contaminată se poate exprima ca suma debitelor de apă care percolează prin solul poluat și apele subterane curgătoare:

$$C_1 = J_0 / (Q_0 + Q_g) + J_g / (Q_0 + Q_g)$$

Înlocuind expresia  $J_g$  în relația de mai sus, se obține:

$$C_1 = AN C_0 + B \cdot 0,25 \cdot k_i C_g / (AN + B \cdot 0,25 \cdot k_i)$$

În expresia de mai sus se presupune constantă valoarea concentrației de la sursa  $C_0$ , în toată zona considerată sub observație.

În cazul în care se execută foraje peste 0,25 m adâncime concentrația în poluant a apei se calculează cu ajutorul relației:

$$C_1 = C_{1\text{măsurat}} \cdot l / 0,25$$

unde:

$C_{1\text{măsurat}}$  este concentrația determinată prin analize de laborator, în  $\text{mg/m}^3$ , iar „ $l$ ” este lungimea efectivă a filtrului puțului forat în metri.

### 5.3. Modelul de amestecare poluant - apă în aval de sursa de emisie

Apa existentă în sol se presupune că are aceeași concentrație cu apa din locul sursei de emisie. În consecință, se presupune că amestecarea se desfășoară în apa subterană cu nivelul situat la cel mult 0,25 m adâncime.

Concentrația apei în contaminantul respectiv se calculează pentru un punct situat la 100 m distanță față de sursa de poluare. Toate valorile concentrațiilor în punctele situate pe această distanță trebuie să fie mai mici decât valoarea maximă admisibilă (Cojocaru Paula, 2018).

#### ***Ipoteze:***

Se presupun aceleași condiții de amestecare a poluantului cu apa ca în cazul modelului de studio în apropierea sursei de emisie.

Se neglijează fenomenele de sorbție, degradare a poluantului sau difuziei.

Pânza de apă freatică se presupune că este omogenă și izotropă (modelul unui mono-strat).

Se mai presupune că viteza curentului subteran este constantă.

#### **Viteza curentului subteran ( $v_p$ )**

Viteza medie a apei subterane atunci când se evaluează distanțele punctelor în care concentrația apei într-un anumit poluant trebuie să fie inferioară limitei maxime admisibile se definește cu ajutorul relației:

$$V_p = k i p_e$$

unde:

k este conductivitatea hidraulică, m/s;

i – panta hidraulică;

p<sub>e</sub> – porozitatea efectivă a solului (Tabelul 5.1)

**Tabelul 5.1 Valorile conductivităților hidraulice (m/s) și a porozităților efective ale solurilor, „p<sub>e</sub>”**

Tipul de sol	Conductivitatea hidraulică, k (m/s)	Porozitatea efectivă, „p <sub>e</sub> ”
<b>ORIZONTAL;</b>		
Argilă (aproape de suprafața solului)	10 <sup>-8</sup> - 10 <sup>-6</sup>	0,01 - 0,2
Argilă situată la adâncime	10 <sup>-8</sup> - 10 <sup>-2</sup>	0,01 - 0,2
Aluviuni	10 <sup>-5</sup> – 5 · 10 <sup>-5</sup>	0,01 - 0,3
Nisip fin	10 <sup>-5</sup> – 5 · 10 <sup>-5</sup>	0,1 - 0,3
Nisip grosier	2 · 10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-3</sup>	0,15 - 0,3
Pietriș	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-2</sup>	0,2 - 0,35
Calcar	10 <sup>-7</sup> – 10 <sup>-5</sup>	0,1 - 0,4
Rocă fisurată dezintegrată	10 <sup>-8</sup> - 10 <sup>-4</sup>	0,01 - 0,24
<b>VERTICAL</b>		
Argilă marnoasă – 1- 1,5 m sub nivelul terenului	1,3 · 10 <sup>-5</sup>	0,01 - 0,2
Idem, 2- 2,5 m sub nivelul terenului	4,2 · 10 <sup>-6</sup>	0,01 - 0,2
Idem, 4- 4,5 m sub nivelul terenului	2,5 · 10 <sup>-7</sup>	0,01 - 0,2

**Adâncimea pe care se face amestecarea poluant – apă subterană (d<sub>m</sub>):**

$$d_m = 6\sqrt{(D_{t,v} t)}$$

unde:

D<sub>t,v</sub> este coeficientul de dispersie vertical, m<sup>2</sup>/s;

t este timpul de transport al apei subterane;

În anumite condiții, D<sub>t,v</sub>=1/900 D<sub>L</sub>, unde D<sub>L</sub> este coeficientul de dispersie longitudinal.

Cu D<sub>L</sub> = α<sub>L</sub> v<sub>p</sub>, rezultă:

$$d_m = 6 \sqrt{(2/900 \cdot D_L t)} = \sqrt{(72/900 \cdot \alpha_L v_p t)}$$

unde:

$\alpha_L$  este dispersivitatea longitudinal, m;

$v_p$  este viteza apei subterane, m/s;

t – timpul, s;

Durata transportului poluantului este, deseori, sub un an, iar acest lucru este valabil pentru viteze ale apei subterane msi mici de 100 m/an (Cojocaru Paula, 2018).

### **Calculul concentrației apei subterane într-un anumit poluant**

Relația de calcul este asemănătoare primei etape a evaluării riscului:

$$C_2 = (AN C_0 + B d_{mki} C_g) / (AN + B d_{mki}), \text{ pentru } A \ll B d_{mki}$$