

# **EFICIENTA UTILIZARII GEOTEXTILELOR IN MECANISMELE DE TRANSFER A METALELOR GRELE ZN, CD SI PB PRIN PAMANTURI**

## **THE EFFICIENCY OF GEOTEXTILES USED IN TRANSFER MECHANISMS OF HEAVY METALS ZN, CD, AND PB THROUGH SOIL**

**drd. ing. Liliana TOMESCU, drd. ing. Ana Elisabeta DARABAN(OROS)  
Universitatea Tehnică de Construcții București - Facultatea de Hidrotehnică**

**REZUMAT.** Pentru a putea face fata la cresterea volumelor de ape pluviale, in prezent exista tehnici alternative pentru colectarea si gestionarea lor in bazine de infiltratie in loc de a fi tratate in statii de epurare. La constructia bazinelor de infiltratie sunt utilizate si geotextilele. Aceste geomateriale asigura modificari in comportamentul hidraulic si mecanic al sistemului pamant-geotextil.

Geotextilele pot avea un efect semnificativ in transferul metalelor grele (e.g. Pb, Cd, Zn, Cu etc.) deoarece ele modifica local caracteristicile curgerii apei, in special prin gradul de omogenitate. Aceasta determina astfel un contact mai eficace intre metale si pamant si permite o crestere a retinerii metalelor grele.

**ABSTRACT.** Today, in order to cope with the increasing volumes of storm waters, there are alternatives techniques to collect and manage them in infiltration basins instead of treating them in wastewater treatment plants. For the construction of these infiltration basins are used also the geotextiles. These geo-materials provide some changes in the hydraulic and mechanic behaviour of the soil - geotextile system.

Geotextiles may have a significant effect in the transfer of heavy metals (e.g. Pb, Cd, Zn, Cu) because they locally modify the flowing water characteristics, especially through the degree of homogenization. This fact determines a better contact between metals and soil and allows an enhanced retention of heavy metals.

### **1. Introducere**

In contextul dezvoltarii urbane din ultimii ani, in Romania exista o preocupare sustinuta pentru limitarea si reducerea poluarii terenurilor de fundare. In acest scop se prezinta pe baza unei sinteze bibliografice, solutii netraditionale care presupun utilizarea materialelor geosintetice.

Apele pluviale colectate de pe suprafetele urbane sunt incarcate cu diferiti contaminanti (anioni, cationi, metale grele, substante organice: hidrocarburi aromatice policiclice, etc.), acestea fiind slab acide [Valiron, Tabuchi, 1992]. Majoritatea metalelor (Pb, Cd, Zn, Cu etc.) provin din poluarea atmosferica, de pe trotuare, din circulatia autovehiculelor pe drumuri (combustibil, caroserii, cauciucuri). Aceste metale se regasesc sub forma dizolvata (cationi liberi sau complexi) sau sub forma libera (legati de particulele solide in suspensii), avand dimensiuni intre 30 $\mu$ m si 2000  $\mu$ m. Transferul metalelor grele sub forma dizolvata sau libera poate constitui un element major in contaminarea terenurilor de fundare si a apelor subterane.

Gestiunea apelor din precipitatii vizeaza diminuarea impactului acestora asupra receptorului natural prin colectarea si tratarea lor in statii de epurare. Avand in vedere cantitatile mari de ape

pluviale rezultate ca urmare a impermeabilizării suprafețelor în creștere din mediul urban, există preocuparea de a fi dezvoltate tehnici alternative (bazine de infiltrație, rigole drenante, drumuri permeabile) pentru a reduce impactul direct al acestor volume și pentru reținerea contaminanților pe care aceștia le transportă.

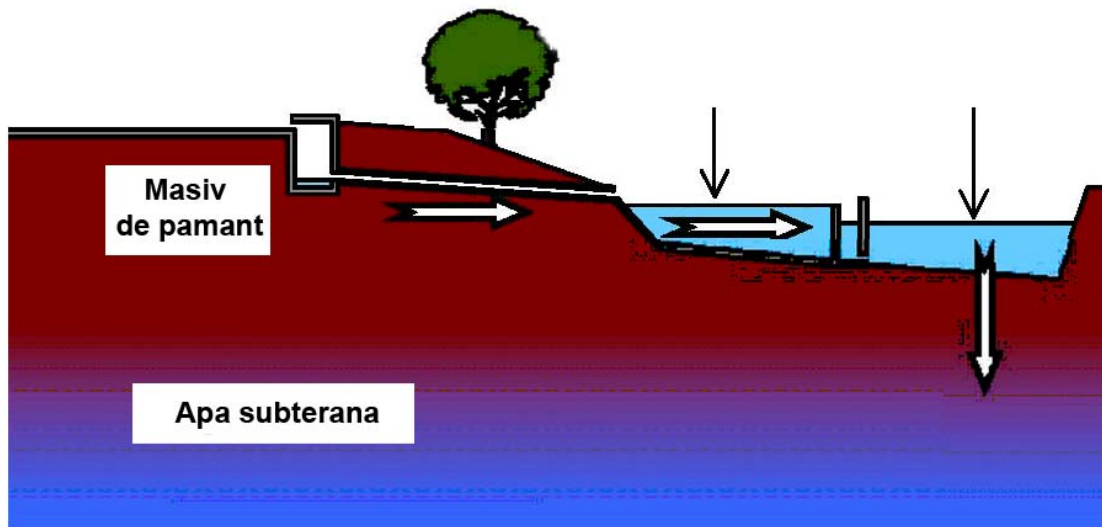


Figura 1: Bazin de infiltrație a apelor pluviale

## 2. Utilizarea geotextilelor în gestionarea apelor pluviale în zone urbane, prin raport cu terenul de fundare

Conceptia lucrărilor de infiltrație presupune în mod tradițional și utilizarea geotextilelor [Gazdaru, Manea, Batali, Feodorov, 1999]. Aceste materiale sintetice permit reținerea diferitelor materiale erodate prin drenarea și filtrarea apelor pluviale. Ele sunt utilizate datorită fiabilității ridicate privind caracteristicile mecanice și hidraulice și datorită eficienței economice în diferite cazuri [Kellner, Gazdaru, Feodorov, 1994].

Geotextilele sunt utilizate de asemenea la lucrări de drumuri pietruite care permit infiltrația directă a apelor pluviale, acestea sunt situate între pamant și sistemul rutier pentru a separa materialele granulometrice diferite și pentru a drena și filtra apele pluviale [Hogland et al. 1987, Legret et al., 1995].

În acest sens au fost inițiate studii experimentale [Lassabatere, 2002] pentru evidențierea rolului și prezentei geotextilelor, asupra curgerii apei și transferul metalelor grele Zn, Cd și Pb într-un pamant saturat, în regim de curgere permanent.

## 3. Caracteristici constitutive ale geotextilelor utilizate

Pentru urmărirea și studierea fenomenului de transfer a metalelor grele în sistemul pamant-geotextil este necesară caracterizarea acestor materiale, respectiv caracteristicile geotehnice, hidraulice și fizico-chimice ale acestora.

Geotextilele sunt materiale sintetice sub formă de pături (Fig. 2- Aspect macroscopic Lassabatere, 2002). Aceste materiale sunt obținute prin asamblarea elementelor constitutive, ce determină caracteristicile acestora. Elementele constitutive ale geotextilelor pot fi: fibre simple (geotextile monofilamente), fibre asamblate (geotextile polifilamente) sau sub formă de fasii. Polimerii din care sunt constituite aceste elemente sunt în principal: polipropilena, poliesterul, polietilena și poliamida (nylon) [Kellner, Gazdaru, Feodorov, 1994].

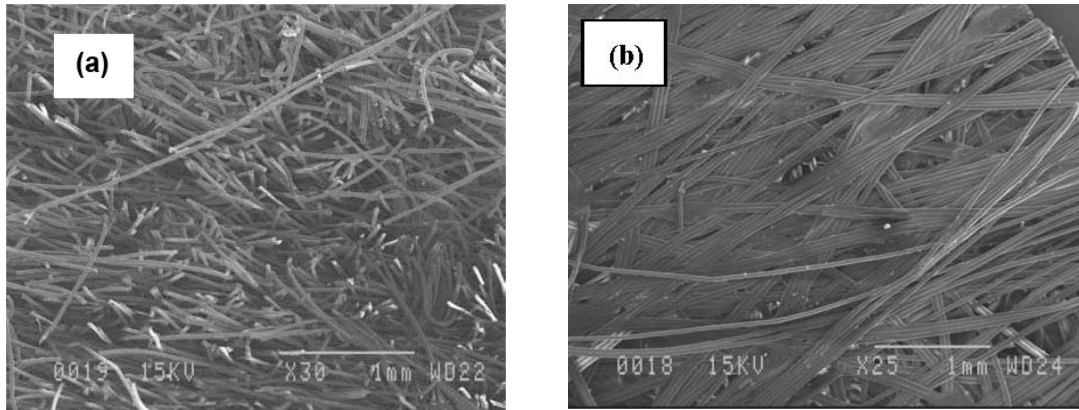


Figura 2: Aspect macroscopic: geotextil intertesut (a), geotextil netesut termosudat (b)

Asamblarea elementelor constitutive ale geosinteticelelor se poate realiza prin tesere (geotextile tesute), prin intertesere (geotextile intertesute) sau termosudare (geotextile netesute termosudate). Prin intertesere, stratul de geotextil este format cu ajutorul unor ace speciale ce asigura intrepatrunderea elementelor constitutive. Sudarea termica asigura coeziunea elementelor constitutive prin incalzire si presare pe stratul de geotextil.

Aceste materiale sunt caracterizate printr-o structura fibroasa. Porozitatea generala a geotextilelor este foarte importanta si comparabila sau superioara pamanturilor foarte poroase, (Tabel 1).

Tabel 1: Porozitatea si conductivitatea hidraulica la saturatie verticala si orizontala a geotextilelor ([1] Faure, 1988; [2]Koerner, 1990)

	<b>Tesute</b>	<b>Intertesute</b>	<b>Netesute termoaliate</b>
Porozitatea	40 [1]	70-90 [1]	70-90 [1]
$K_V$ (cm.s <sup>-1</sup> )		$8 \cdot 10^{-4} - 2,3 \cdot 10^{-2}$ [2]	
$K_H$ (cm.s <sup>-1</sup> )	$2 \cdot 10^{-4}$ [2]	$4 \cdot 10^{-2}$ [2]	$6 \cdot 10^{-4}$ [2]

Geotextilele termosudate prezinta o porozitate inferioara fata de alte geotextile datorita geometriei structurii porilor, fiind determinata de modul de asamblare a materialului (Fig. 3- Aspect microscopic) [Faure, 1998].

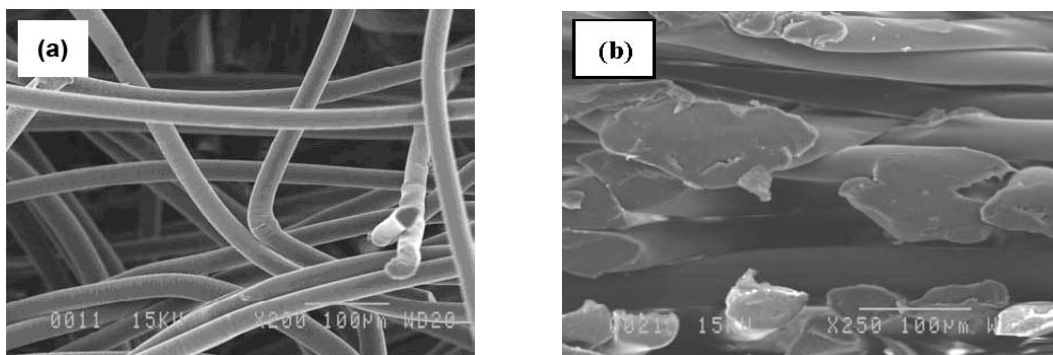


Figura 3: Aspect microscopic: geotextil intertesut (a), geotextil netesut termosudat (b)

Porozitatea mare le confera geotextilelor conductivitati hidraulice importante la saturatie si mai reduse in conditii uscate, conductivitati ce pot fi comparate cu conductivitatea hidraulica a pietrisului sau nisipului (Freeze et Cherry, 1979).

Capacitatea de filtrare a geotextilelor rezulta din natura materialului intretesut, in golurile caruia sunt retinute particulele. Dimensiunea minima a particulelor retinute este considerata ca deschiderea de filtrare a porilor ( $O_f$ ). Deschiderea de filtrare a majoritatii geotextilelor corespunde cu diametrul mediu al particulelor fine de nisip. Geotextilele retin prin filtrare si separare particulele de pamant de tip pietris, nisip, argila.

#### 4. Sistemul pamant-geotextil

Studiile experimentale realizate de L. Lassabatere [2002], privind transferul metalelor grele Zn, Cd si Pb printr-un sistem pamant-geotextil pun in evidenta modificarile mecanismelor curgerii apei subterane si transferul metalelor in matricea sistemului.

Sistemul pamant-geotextil cuprinde un ansamblu de doua materiale (unul natural si unul artificial), interactiunile intre acestea producand modificari privind caracteristicile ansamblului. Introducerea geotextilului in teren determina o discontinuitate structurala, in special la interfata pamant-geotextil, prin formarea unui strat cu caracteristici particulare. Stratul de pamant din apropierea geotextilului prezinta amonte o zona transformata in filtru natural din pietris, iar aval o zona din particule fine. Cele doua zone si geotextilul formeaza o zona centrala, astfel sistemul pamant-geotextil poate fi reprezentat astfel:

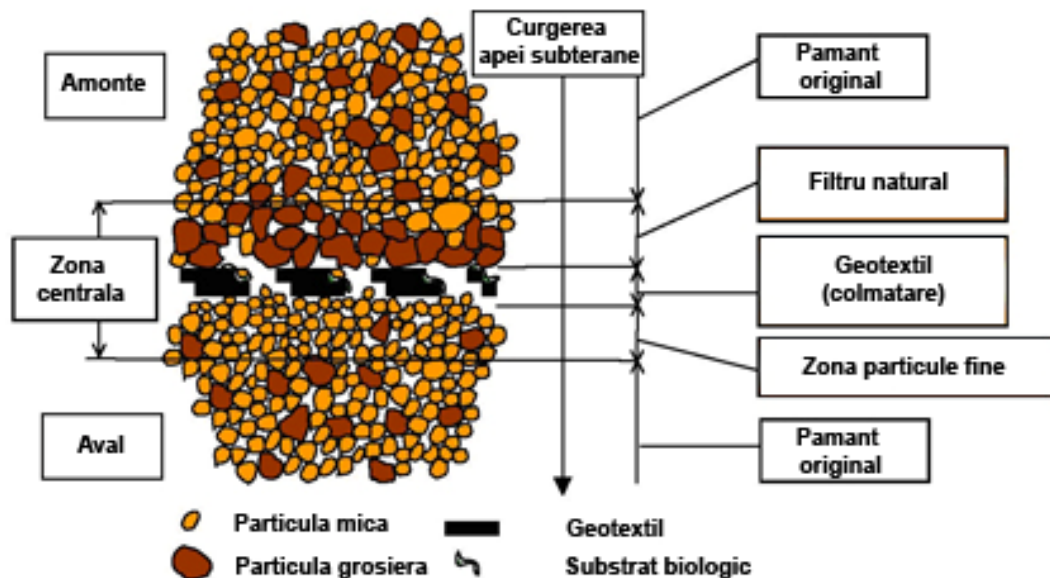


Figura 4: Schema unui sistem pamant-geotextil

Transferul metalelor grele este diferit in terenul natural fara geotextil, fata de sistemul pamant-geotextil. Modificarile caracteristicilor hidraulice, fizico-chimice si biologice difera in special la nivelul zonei centrale, unde apar modificari locale importante in mecanismele de transfer a metalelor grele. Aceste modificari locale la nivelul zonei centrale pot determina modificari in transferul metalelor din solutie in timpul curgerii si in zonele adiacente.

Procesele in formarea sistemului pamant-geotextil contribuie la cresterea reactiunii in zona centrala, geotextilul va fi colmatat prin depunerea pe fibrele materialului a unor particule de argila sau nisip foarte fin. Aceste particule au o suprafata specifica importanta prezentand o reactie crescuta la contactul cu metalele grele.

Geotextilele pot influenta transferul metalelor grele in trei moduri diferite, prin:

- *modificarea curgerii:* pot modifica curgerea in teren, astfel modifica si transportul apei subterane, mecanismele de retentie si transportul particular;

- *modificari ale conditiilor fizico-chimice si biologice*: prin precipitari de oxizi de magneziu si de fier sau depuneri de particule fine geotextilele pot afecta mecanismele de retinere in interiorul geotextilului si in aval de acesta;
- *modificari ale filtrarii particulare*: geotextilele pot filtra si reduce transportul particular al metalelor.

## 5. Materiale si metode

Au fost initiate studii experimentale pe un pamant extras dintr-un depozit fluvio-glaciar din est de Lyon. Pamantul este caracterizat printr-o structura grosiera-nisipoasa (40% pietris), cu o granulometrie eterogena ce determina curgerea eterogena a apei. A fost aleasa fractiunea 0-1 cm din acest depozit pentru a constitui pamantul supus incercarilor. Curba granulometrica a pamantului este relevanta privind eterogenitatea granulometrica (Fig 4).

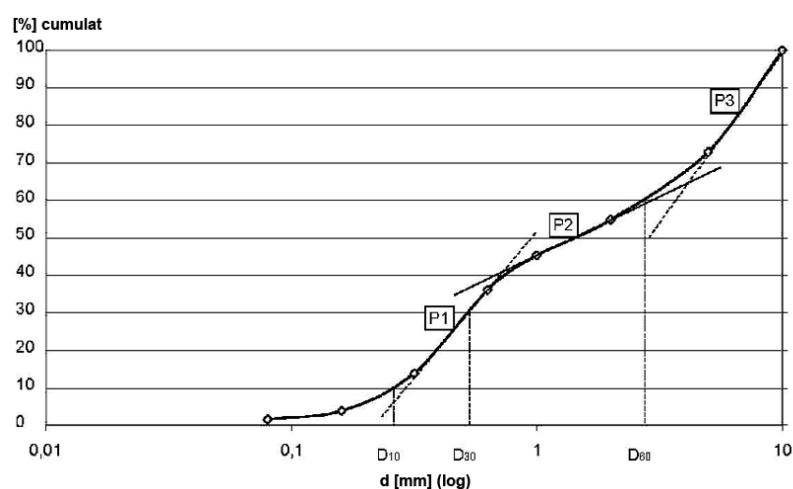


Figura 5: Curba granulometrica a pamantului analizat

Analiza mineralogica realizata prin spectrometrie de difractie X a pus in evidenta prezenta urmatoarelor cristale minerale: cuarț (54%), calcit (11%), ilit (4%), anortit (4%) si clinoclor (2%), [Carpay, 2000]. Acest pamant este caracterizat printr-o cantitate importanta de carbonati, ceea ce ii confera un pH ridicat, determinand un pamant bazic carbonatat si slab incarcat cu materii organice. Acesta ii determina o capacitate scazuta de schimb cationic.

Au fost studiate trei tipuri de geotextile din polipropilena: geotextil intertesut cu fibre scurte (GC), geotextil intertesut cu fibre lungi (G) si geotextil termoaliat (GT), avand urmatoarele caracteristici structurale si hidraulice.

Tabel 2: Caracteristicile structurale si hidraulice a geotextilelor G, GC si GT

Tipul de geotextil/parametru	G	GC	GT
Lungimea fibrelor	m	cm	m
Densitate $\rho_g$ (g/cm <sup>3</sup> )	0,91	0,91	0,91
Grosime $T_g$ (mm)	5,8	5	0,75
Masa specifica $m_s$ (g/cm <sup>2</sup> )	720	620	220
Deschiderea echivalenta de filtrare ( $\mu$ m)	50	55	80
Porozitatea (%)	86,5	86,5	67,8
Conductivitatea hidraulica la saturatie $K_s$ (m.s <sup>-1</sup> )	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$

În ceea ce privește rezultatele privind rata de retenție a metalelor în sistemul pământ-geotextil pot fi luate în considerare geotextilul interțesut cu fibre lungi G și geotextilul termosudat (GT), pentru geotextilul GC rezultatele de retenție a metalelor nu sunt concludente.

Parametrii care pot fi luați în considerare pentru explicarea influenței geotextilelor asupra transferului de metale sunt gradul de saturare și tipul geotextilului.

Gradul de saturare a geotextilului este un parametru important, în funcție de acesta apar modificări asupra transferului metalelor în sistemul pământ-geotextil [Lassabatere, 2002].

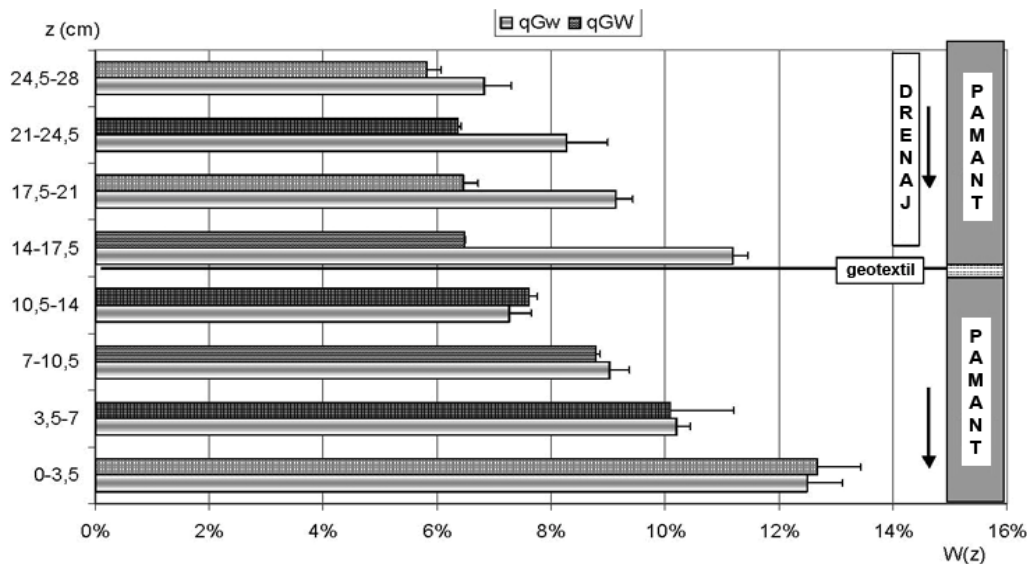


Figura 6: Retenția apei în diferite nivele ale coloanei din sistemele pământ-geotextil sec ( $q_{Gw}$ ) și un sistem pământ-geotextil saturat ( $q_{GW}$ ) după drenare

Conductivitatea hidraulică a sistemului pământ-geotextil uscat ( $K=1,60 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ ) este inferioară față de conductivitatea pământului (simplu) ( $K=4,99 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ ), iar conductivitatea sistemului pământ-geotextil saturat ( $K=3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ ) este mult mai ridicată decât cea a pământului simplu și prin urmare a sistemului pământ-geotextil uscat.

Ca urmare reținerea metalelor în sistemul pământ-geotextil uscat este favorizată în zona centrală față de sistemul pământ-geotextil saturat.

## 6. Modificarea transferului metalelor prin stratul de pământ sub influența geotextilelor

Geotextilele nu modifică natura mecanismelor de reținere, ele joacă un rol important în eficacitatea acestora. Comportamentul geochemic al metalelor în pământ este independent de prezența geotextilelor și are un comportament particular. Plumbul este mai reactiv și este reținut prioritar față de celelalte două metale (Zn, Cd). Zincul și cadmiul sunt întotdeauna asociate atât la nivelul reținutiei, cât și în soluția evacuată.

Cantitatea de metale reținute în interiorul geotextilelor este neglijabilă în raport cu cantitatea de metale reținute în stratul de pământ. Geotextilele nu prezintă o reactivitate particulară în contact cu metalele, reacțiile chimice dintre metale și fibrele de polipropilenă sunt neglijabile.

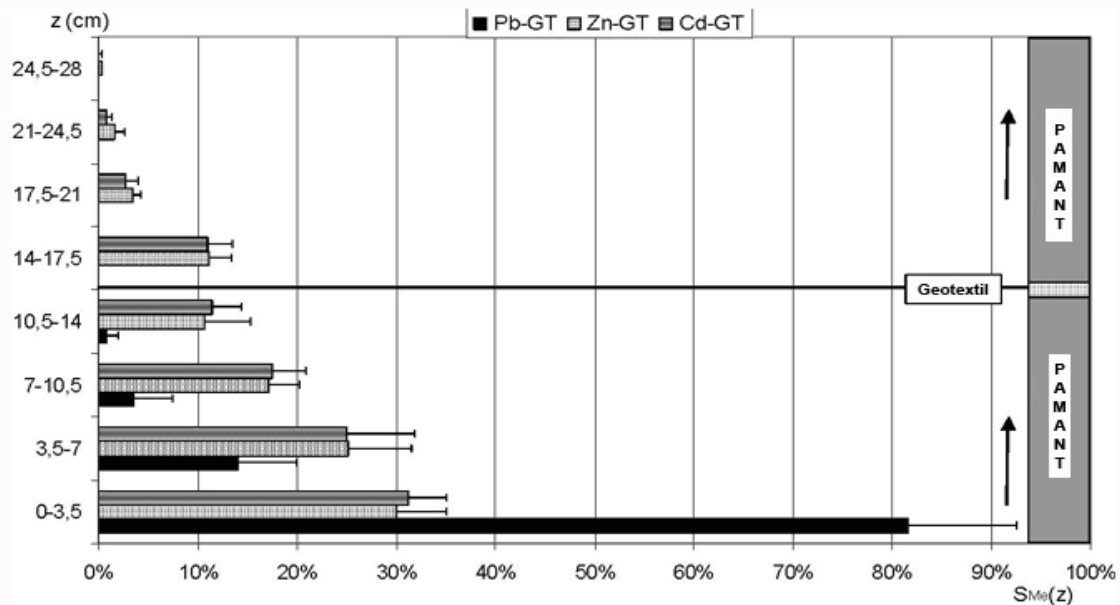


Figura 7: Retinerea Zn, Cd et Pb in sistemul pamant-geotextil GT

Mecanismele responsabile de retinerea metalelor in pamant sunt de aceeași natură ca și cele în sistemul pamant-geotextil. Reactivitatea metalelor în pamant rezultă în mod evident datorită prezentei granulelor de calcit. Zincul și cadmiul sunt întotdeauna asociate acestor granule, plumbul se asociază sub formă de carbonat. Granulele de calcit induc adsorbția metalelor și precipitarea lor sub formă de carbonați și hidroxizi.

Solubilitatea scăzută a carbonatilor și hidroxycarbonatilor de Pb explică reactivitatea puternică și retenția sa în pamant în comparație cu celelalte metale. Formarea unei faze comune Zn-Cd implică cele două metale în procese similare ca proporții, ceea ce explică similitudinea concentrațiilor de Zn și Cd la evacuare. Se poate considera că accesul metalelor la granulele de calcit prezente în pamant reprezintă un factor determinat în retinerea acestora în interiorul stratului de pamant.

Geotextilele nu par a modifica în mod direct natura mecanismelor de retenție a metalelor, ele pot regla accesul metalelor la granulele de calcit. Accesul acestora la granule este direct condiționat în timpul transportului soluției prin intermediul curgerii.

Scopul determinarilor este de a explica asocierea între accesibilitatea metalelor la granulele de calcit și transferul celor trei metale în trei sisteme diferite: pamant simplu, pamant-geotextil din fibre ascuțite uscat și pamant-geotextil termosudat uscat.

Rezultatele încercărilor efectuate în cele trei sisteme determină influența geotextilelor asupra următorilor parametri:

- gradul de saturatie al geotextilelor: geotextilul din fibre ascuțite G saturat are influența scăzută în transferul și retinerea metalelor, în schimb geotextilul G uscat induce o reducere semnificativă în eliminarea metalului, astfel acesta este reținut în zona centrală din apropierea geotextilului;
- tipul de geotextil: geotextilul termoaliat GT permite o reducere a metalelor la evacuare mai eficientă decât geotextilul din fibre ascuțite G, aceasta în condiții similare uscate și la aceeași viteză a curgerii;
- configurația sistemului pamant-geotextil: introducerea a două geotextile permite indiferent de geotextil ales retinerea aproape completă a metalelor.

## 7. Concluzii

Efectul geotextilelor asupra transferului metalelor în sistemul pamant-geotextil poate fi explicat prin influența acestora asupra curgerii apei. Pamantul prezintă o activitate suficientă în reținerea metalelor, introducerea geotextilelor uscate modifică doar curgerea și astfel este optimizată reținerea metalelor la nivelul pamantului.

Sistemul pamant-geotextil este un sistem stratificat, iar curgerea printr-un mediu stratificat are valori relative ale conductivității hidraulice între diferitele straturi. Influența geotextilului asupra curgerii depinde de valoarea relativă a conductivității hidraulice a geotextilului față de cea a pamantului. În cazul geotextilelor saturate conductivitatea hidraulică a geotextilului este egală sau superioară cu cea a pamantului, geotextilul nu are nici o influență asupra omogenității curgerii. În cazul geotextilelor monofilamentare și a celor termosudate uscate, conductivitatea hidraulică este mai scăzută decât cea a pamantului, astfel prezintă geotextilul în stratul de pamant constituie o barieră mai puțin conductivă. Această barieră transferă fluxul apei din macropori spre micropori și prin urmare reține metalele.

Diferența comportamentului hidraulic între cele două geotextile (G și GT) rezidă din diferențele structurale ale acestora. Geotextilul termosudat (GT) prezintă pori de dimensiuni mai mici, astfel porozitatea acestor geotextile determină comportamentul hidraulic slab al acestora și reținea mai mare a metalelor.

Geotextilele pot avea un efect semnificativ în transferul metalelor grele deoarece ele modifică caracteristicile curgerii apei, în special gradul de omogenitate. Aceasta determină astfel un contact mai eficient între metale și pamant, ce permite o creștere a reținerii metalelor grele.

## Bibliografie

1. **Carpayé D.** Contamination des eaux naturelles et des sols. Analyse des polluants majeurs. DEA Sciences et stratégies analytiques. Université Claude Bernard – Lyon 1, **2000**,
2. **Gazdaru A., Manea S., Feodorov V., Batali L.** – Geosinteticele în construcții, Proprietăți, utilizări, elemente de calcul, București **1999**;
3. **Faure Y.H.** Approche structurale du comportement filtrant drainant des géotextiles. Thèse de mécanique : Université Joseph Fourier-Institut national polytechnique de Grenoble, **1988**
4. **Freeze R.A., Cherry J.A.** Groundwater. Englewood Cliffs : Prentice Hall, **1979**
5. **Hogland W., Niemczynowicz J., Wahlman T.** The unit superstructure during the construction period, the Science of the Total Environment, **1987**, vol. 59,
6. **Kellner L., Gazdaru A., Feodorov V.** – Geosinteticele în construcții, vol I, București, **1994**;
7. **Koerner, R.M.** Designing with geosynthetics. 2<sup>nd</sup> Ed. Englewood Cliffs : Prentice Hall, **1990**
8. **Lassabatere L.**- Modification du transfert de trois métaux lourds (Zn, Pb et Cd) dans un sol issu d'un dépôt fluvio-glaciaire carbonaté par l'introduction de géotextiles, **2002**;
9. **Valiron F., Tabuchi J.P.** Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie: Etat de l'Art. Paris : Tec et Doc Lavoisier, **1992**