

ANALIZA SISTEMELOR COMPONENTE ALE BIOSFEREI AFECTATE DE POLUARE LA FABRICAREA CIMENTULUI

ANALYSIS SYSTEM COMPONENTS OF BIOSPHERE AFFECTED BY POLLUTION TO CEMENT PRODUCTION

Cristina SESCU-GAL¹

¹ Universitatea Tehnică de Construcții, Bucuresti, Romania Facultatea de Utilaj Tehnologic
cristi.sescu@yahoo.com

Rezumat: *Lucrarea analizează modul prin care se realizează poluarea biosferei la fabricarea cimentului, aplicabil și pentru alte surse de poluare. Este bine de știut că un poluant emis în mediu înconjurător afectează toate sistemele, atât ca poluant independent cât și prin transformarea acestuia în urma interacțiunilor cu celelalte elemente din natură. De asemenea, prin cunoașterea modului prin care se realizează poluarea se pot adopta cele mai eficiente măsuri de reducere a efectelor emisiilor poluante.*

Cuvinte cheie: *biosferă, poluare, ciment, transformare, sisteme*

Abstract: *The paper examines way by which the biosphere pollution from cement, applicable for other sources of pollution. It is good to know that a pollutant emitted into the environment affects all systems, both independently and as a pollutant by turning it from interactions with other elements of nature. Also, by knowing the way by which the pollution can adopt the most effective measures to reduce the effects of harmful emissions.*

Keywords: *biosphere, pollution, cement, transformation, systems*

1. INTRODUCERE

Procesul de realizare a diversilor lanți utilizați în construcții, implică eliberarea de substanțe poluante în mediul înconjurător. În general, când vorbim de poluarea mediului ne referim în principal la poluarea atmosferei, aceasta fiind componenta poluată cea mai „vizibilă” a biosferei. Dar poluarea unui element din biosferă conduce nemijlocit și la degradarea celorlalte componente, acestea fiind în permanentă comunicare și interconectare. Multă vreme s-a considerat că solul, apa și aerul, componente fundamentale ale biosferei, pot prelua, absorbi și recicla produsele reziduale ale activității umane, respectiv că oceanul, atmosfera și solul pot fi considerate niște rezervoare receptoare cu capacitate nelimitată. S-a dovedit însă că, unele dintre produsele deversate în mediul înconjurător sunt toxice și rezistă la descompunerea naturală, altele, deși sunt dispersate în mediu în cantități sau diluție foarte mică, reușesc după un timp relativ scurt sau mai lung, să se reconcentreze în lanțurile trofice naturale, transformându-se în substanțe care contribuie la degradarea biosferei. Așa se întâmplă cu unele metale grele, pesticide și substanțe radioactive; efectul este ceea ce numim azi *poluare*.

Conform O.U.G. nr.195/2005 privind protecția mediului, „prin *mediu* înțelegem ansamblul condițiilor și elementelor naturale ale Terrei: apa, aerul, solul și subsolul, aspectele

caracteristică ale peisajului, toate straturile atmosferice, toate materiile organice și anorganice, precum și ființele vii, sistemele naturale în interacțiune cuprinzând elementele enumerate anterior, inclusiv unele valori materiale și spirituale, calitatea vieții și condițiile care pot influența bunăstarea și sănătatea omului”.

2. POLUAREA DIRECTĂ ȘI INDIRECTĂ A MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR

Emisiile provenite din fabricarea cimentului contribuie la poluarea mediului înconjurător în mod direct și indirect. Cele mai multe elemente nocive sunt eliberate în atmosferă și provin din procesele de ardere a materiilor prime. Totuși, alături de substanțele eliberate în atmosferă există și o poluare a apei și solului; toate sistemele biosferei sunt supuse atât poluării directe, prin eliberarea substanțelor nocive direct precum și unei poluări indirecte, realizate prin circulația materiei în natură.

2.1. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEME

În interiorul unui ecosistem, elementele componente sunt într-o mișcare continuă între subsistemele acestuia. Modul de funcționare a ecosistemelor este rezultatul organizării lor structurale, iar la nivelul acestora un rol hotărâtor în transferul de materie și energie în procesul de autoreglare. Circuitele biogeochimice însumează căile de circulație a elementelor în natură și în mod convențional sunt prezentate separat ca:

- circuitul apei în natură;
- circuitul elementelor chimice: azot, carbon fosfor, sulf, calciu, oxigen etc.

În realitate, elementele sunt interconectate și interdependente, realizând în ansamblu circuitul global al materiei în natură, aspect este redat schematic în figura 2.1.

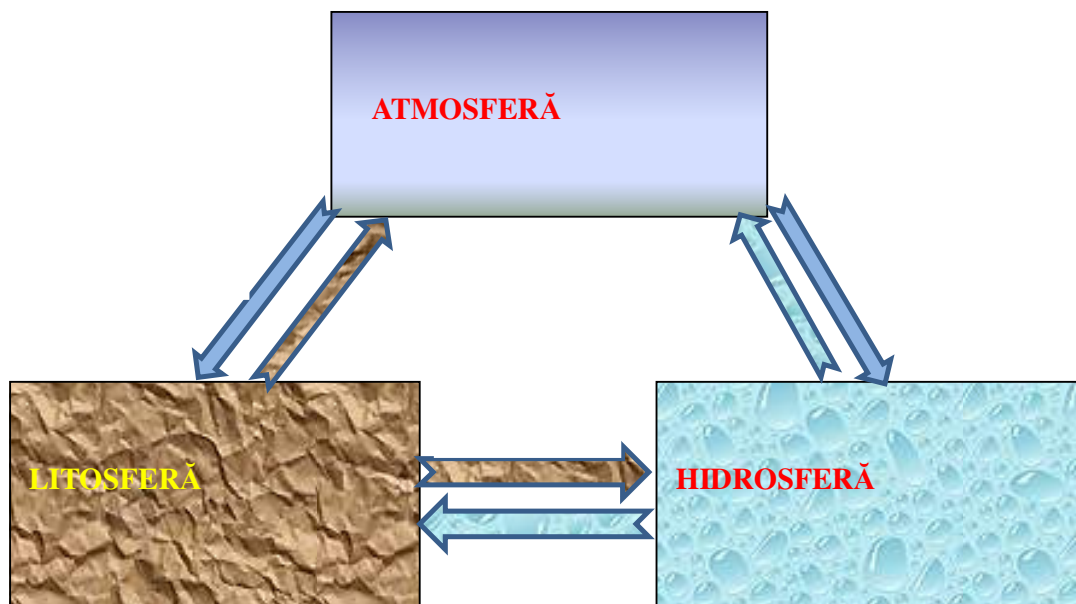


Figura 2.1. – Mecanismul de deplasare al elementelor în cadrul circuitelor în ecosisteme

În prezent în România, asemeni majorității statelor, problemele de protecție a mediului se pun cu acuitate, în special ca urmare a poluării locale întense precum și a existenței unei poluări transfrontaliere, care au condus în unele zone la dereglarea ecosistemelor și la deteriorarea calității mediului. Provocarea actuală este reprezentată de combinarea protecției mediului cu creșterea economică continuă într-un manieră care să fie sustenabilă.

2.2. MODURI DE POLUARE SPECIFICE FABRICILOR DE CIMENT

Modul de contaminare a mediului în procesul de fabricare a cimentului sunt sintetizate în figura 2.2. Sursele de emisii dintr-o fabrică de ciment sunt date de echipamentele tehnologice utilizate pe fluxul de fabricație și de materialele necesare: materiile prime, adaosuri și combustibili. Poluarea directă a atmosferei se realizează prin eliberarea emisiilor la coșurile de evacuare. Este cea mai importantă și mai vizibilă poluare. Poluarea directă a apelor și solului la fabricarea cimentului este minoră comparativ cu poluarea atmosferică.

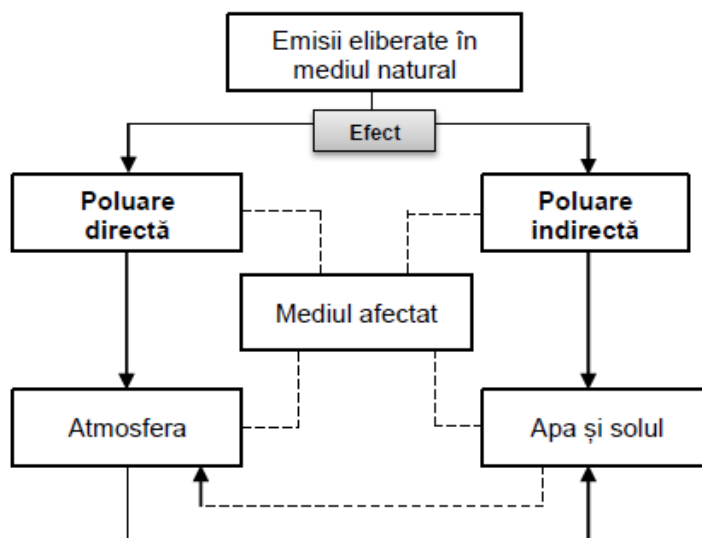


Figura 2.2. – Tipuri de poluare specifice fabricilor de ciment

Poluarea solului se realizează prin:

- exploatarea necorespunzătoare a materiilor prime (degradarea pedologică);
- deversarea pe sol a combustibililor și lubrifianților în cariere și la operațiile de transport;

Poluarea directă a apelor are loc prin utilizarea apei în procesul tehnologic. Astfel, cantitatea de apă necesară într-o fabrică de ciment care utilizează procedeul uscat are valori orientative (diferite, funcție de instalație) prezentate în tabelul 2.1.

Mecanismul prin care are loc poluarea directă și indirectă este următorul: la coșurile de evacuare a gazelor din cadrul fabricii se elimină în atmosferă emisii al căror conținut diferă funcție de echipamentul tehnologic aferent coșului: pulberi, NO_x, SO_x, CO, CO₂, TOC, dioxine și furani, HCl, HF, metale grele. La pătrunderea în atmosferă are loc dispersia norului de emisii, din care o parte ajung pe sol (pulberi) având loc poluarea acestuia precum și pe ochiuri de apă.

Tabelul 2.1.

Valori orientative ale necesarului de apă într-o fabrică de ciment (procedeu uscat)

Nr. crt.	Fabrica de ciment	Tip apă utilizată	Volum maxim zilnic [m ³ /zi]	Volum maxim pe secundă [l/s]	Capacitatea de producție autorizată a instalației
1.	Aleșd	Apă tehnologică	2967	34,34	4650 t clincher/zi
		Apă menajeră	520	6,0	
2.	Fieni	Apă tehnologică	12009*	139	1.650.000 t ciment/an
		Apă menajeră	860	10,0	
3.	Câmpulung	Apă tehnologică	2500*	28,93	4875 t clincher/zi
		Apă menajeră	650	7,52	
4.	Tașca	Apă tehnologică	3350	38,7	3.000.000 t ciment/an;
		Apă menajeră	11	0,12	

* valoarea minimă și maximă ale instalațiilor de fabricare a cimentului din România

Conform [1] termenul imisie definește transferul poluanților în atmosferă către un receptor, iar cantitatea de imisie ajunsă în hidrosferă și litosferă intră în circuitul natural al materiei în biosferă, figura 2.3.

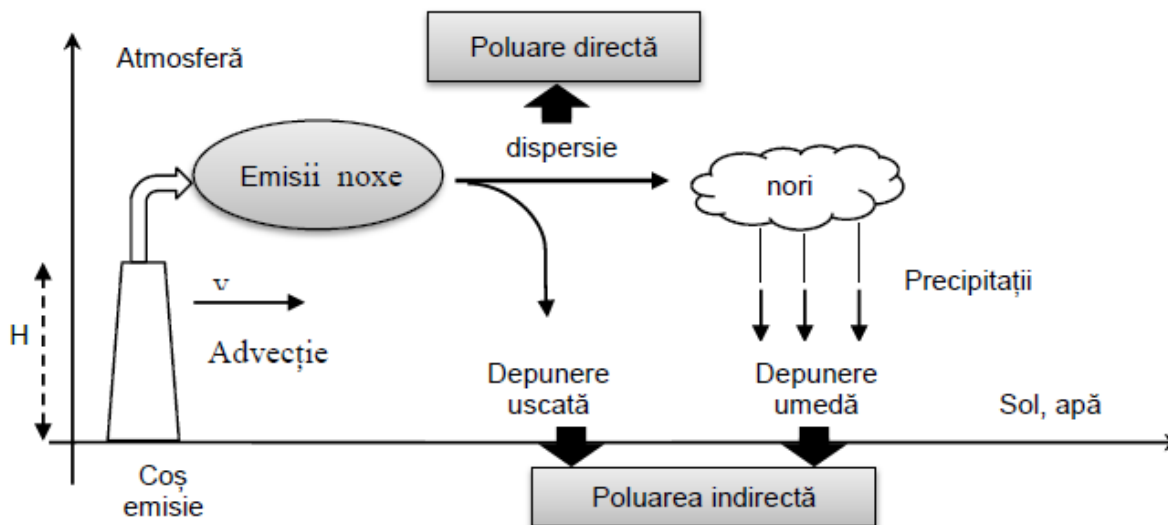


Figura 2.3. – Mecanismul poluării directe și indirecte

2.3. NOȚIUNI DE DISPERSIE A EMISIILOR ÎN ATMOSFERĂ

Dispersia atmosferică caracterizează evoluția, în timp și spațiu, a unui ansamblu de particule (aerosoli, gaze, pulberi) emise în atmosferă. În cazul degajării gazelor poluante la nivelul coșurilor de evacuare, trebuie determinată concentrația acceptabilă la nivelul solului, denumită imisie a poluanților. Factorii de care depinde modul de dispersie al unui nor emis dintr-o sursă fixă (coș) sunt:

- caracteristicile fizice ale sursei (viteza și temperatura gazelor, înălțimea coșului de emisie și diametrul acestuia, durata de emisie);
- caracteristicile chimice ale emisiei (concentrația norului poluant și compoziția chimică a acestuia);
- factori naturali: parametrii meteorologici: viteza și durata vântului, umezeala aerului, precipitațiile atmosferice, presiunea aerului; factori de relief: culoare de vale, zone depresionare, barierele orografice); prezența unor suprafețe împădurite capabile să rețină particule și să neutralizeze unele gaze.

Viteza vântului are un efect dublu în cazul dispersiei, și anume va determina timpul de transport de la sursă la receptor și va afecta diluarea norului poluator în direcția vântului. În general, concentrația aerului poluant pe direcția vântului este invers proporțională cu viteza vântului. Evaluarea modului de dispersie se face pe baza unor modele, iar în cazul emisiilor de la punct fix _ coșuri de evacuare- se utilizează modelul Gaussian cu care se determină proprietățile statistice (valori medii, frecvențe de depășire a normelor sanitare etc.) ale câmpului de concentrații. Concentrația de poluant după [2], se poate calcula cu relația (1) valabilă pentru anumite ipoteze de calcul:

$$\tilde{C}(x, y, z) = \int_0^t \int_0^\infty \frac{C(x, y, z, t-t')}{q} Q(t') dt' dt \quad (1)$$

unde: $C(x, y, z, t-t')/q$ - factorul de dispersie;

$\tilde{C}(x, y, z)$ - concentrația de poluant.

La eliberarea emisiilor în atmosferă, modul de dispersie a acestora depinde de înălțimea coșului, topografia zonei și starea vremii. În industria cimentului, coșurile de evacuare a emisiilor în atmosferă au înălțimi diferite, funcție de instalația tehnologică deservită, tehnologia aplicată și construcția efectivă. O analiză a înălțimii coșurilor de evacuare din fabricile de ciment din țara noastră este prezentată în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2.

Înălțimi ale coșurilor de evacuare				
Nr. crt.	Fabrica de ciment	Înălțimea H [m]	Diametrul D [m]	Instalația deservită
1.	Aleșd	$H_{\max} = 90$	$D_{\max} = 3,8$	Moara amestec brut + cuptor clincherizare
		$H_{\min} = 8^*$	$D_{\min} = 0,2$	Sistem transport intertehnologic
2.	Câmpulung	$H_{\max} = 140^*$	$D_{\max} = 4,4$	Moara amestec brut + cuptor clincherizare
		$H_{\min} < 10$	$D_{\min} = 0,24$	Sistem transport intertehnologic
3.	Medgidia	$H_{\max} = 55$	$D_{\max} = 2,28$	Moara amestec brut + cuptor clincherizare
		$H_{\min} = 10$	$D_{\min} = 1,0$	Sistem transport intertehnologic

* valoarea minimă și maximă ale instalațiilor de fabricare a cimentului din România

Coșul cu înălțimea cea mai mare se găsește la fabrica de ciment din Câmpulung și deservește instalația de clincherizare nou construită cu o capacitate de 4875 t clincher /zi.

Din tabel se observă că cele mai înalte coșuri sunt cele ale instalațiilor de clincherizare iar cele mai mici ale instalațiilor de transport intertehnologic. Acest aspect este în conformitate cu tipurile și nivelurile noxelor emise de echipamentele fabricilor de ciment.

Un nor de poluant emis de un coș de evacuare se ridică în raport cu punctul de emisie datorită a două efecte: unul mecanic determinat de impulsul jetului de poluant direcționat vertical și altul termic determinat de diferența de temperatură dintre norul de poluant mai cald (deci o densitate mai mică) și aerul ambiental, ceea ce conduce la apariția unei forțe ascensionale.

Emisiile la coșurile de evacuare la fabricarea cimentului se identifică cu surse continue de emisie a căror ecuație completă a modelului gaussian de dispersie, figura 2.3., considerând rata de emisie $Q(t') = Q$ independentă în timp este dată de relația (2) [2]:

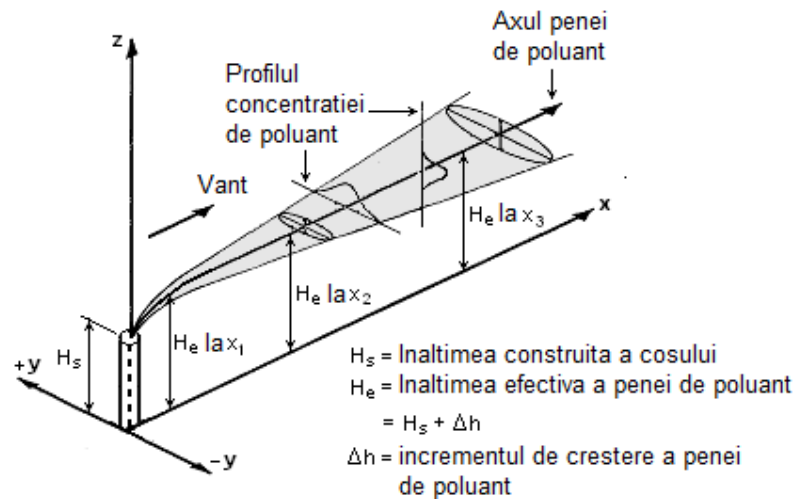


Figura 2.3. - Coordonatele sistemului pentru dispersia Gaussiană orizontală și verticală

$$\tilde{C}(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (2)$$

în care s-a ținut cont de relația (3):

$$\int_0^t \int_0^x \delta\left(\frac{x}{u} - (t-t')\right) dt' dt = 1 \quad (3)$$

Emisia la nivelul solului, unde $z = 0$, conform [3] este (4):

$$\tilde{C}(x, y) = \frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right)\right] \quad (4)$$

Cea mai mare concentrație care apare la nivelul solului este situată pe centrul penei, conform relației (5.), unde $z = 0$ și $y = 0$:

$$\tilde{C}(x) = \frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (5)$$

Pentru viteze ale vântului reduse ($< 1\text{m/s}$) sau nule (calm atmosferic) modelul gaussian nu este recomandat să fie aplicat datorită faptului că difuzia de-a lungul direcției vântului devine importantă.

3. ORIGINEA EMISIILOR ÎN ATMOSFERĂ LA FABRICAREA CIMENTULUI

Emisiile coșurilor de evacuare ale instalațiilor din fabrica de ciment au origini de proveniență diferite. Sursele principale de emisii în atmosferă la fabricarea cimentului sunt prezentate schematic în figura 3.1., unde:

E_1 – emisii secundare în atmosferă, care nu provin din instalațiile propriu-zise de fabricare; sunt provenite din procesele de exploatare a materiilor prime în cariere, emisii la producerea energiei electrice și cele provenite din exploatarea combustibililor solizi;

E_2 – emisii principale în atmosferă provenite din procese tehnologice din interiorul fabricilor de ciment;

E_3 – emisii principale în atmosferă provenite din procese tehnologice și de ardere a combustibililor.

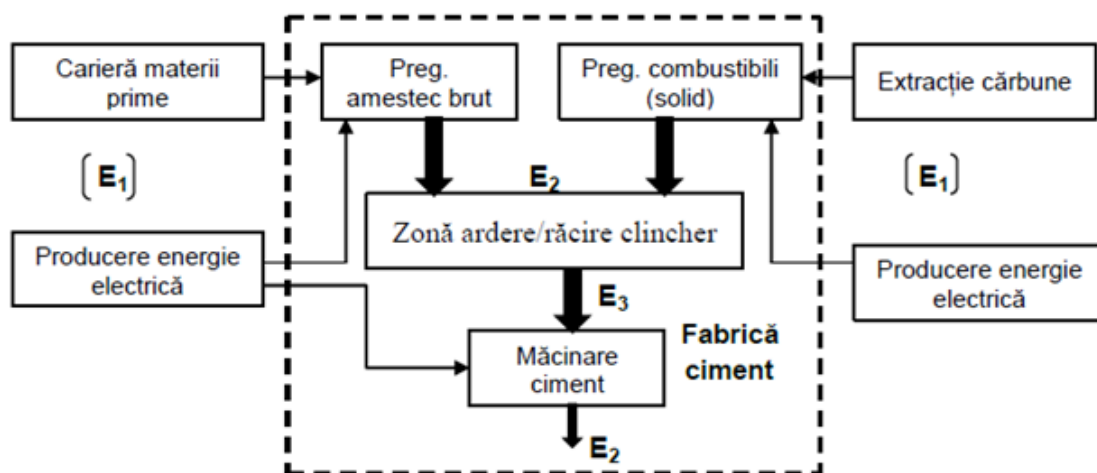


Figura 3.1. – Schema originii emisiilor în atmosferă la fabricarea cimentului

Tipurile de emisii funcție de originea lor în procesul de fabricare a cimentului sunt prezentate în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3.

Tipuri de emisii funcție de proveniență la fabricarea cimentului

Tipul emisiei	Proces tehnologic	Sursa de poluare	Poluant
E ₁ - emisii secundare în atmosferă	Extragerea materiilor prime, combustibili solizi	Forare găuri de sondă	zgomot, praf, vibrații;
		Derocare prin explozie	zgomot, praf, vibrații;
		Excavare	zgomot, praf, vibrații;
		Transport	zgomot, praf, vibrații;
	Producere energie electrică (<i>alta decât energia verde</i>)	Dependentă de modul de obținere a energiei electrice	Pulberi, ; SO ₂ , NO _x , CO ₂ , CO, VOC, PCDD/PCDF, particule metale grele
E ₂ - emisii principale în atmosferă provenite din procese tehnologice	Concasare materii prime	Concasor	zgomot, pulberi;
	Stocare materii prime	Silozuri, depozite	pulberi;
	Măcinare făină	Moară	zgomot, pulberi;
	Stocare făină, omogenizare	Silozuri	pulberi;
	Transport clincher	Transportoare	zgomot, pulberi;
	Depozitare clincher	Silozuri	pulberi;
	Măcinare ciment	Moară	zgomot, pulberi;
	Stocare ciment	Silozuri, depozite	pulberi;
	Expediție ciment	Instalații de încărcare vrac (buncăr, elevator, benzi transportoare)	pulberi;
		Instalații de însăcuire	pulberi;
	Depozitare combustibili	Silozuri, halde	pulberi;
	Măcinare combustibil	Concasoare	zgomot, pulberi
		Moară	zgomot, pulberi, particule metale grele;
	Stocare materiale de adaos	Depozite, silozuri	pulberi;
E ₃ - emisii principale în atmosferă din procese tehnologice și de ardere	Fabricare clincher/ardere combustibil	Cuptoare	zgomot, pulberi; SO ₂ , NO _x , CO ₂ , CO, VOC, PCDD/PCDF, particule metale grele, vibrații;
		Răcitoare	zgomot, pulberi, particule metale grele;

7. CONCLUZII

Coordonata ecologică a tuturor preocupărilor naționale și internaționale trebuie să abordeze procesul creșterii economice prin prisma necesității prevenirii dezechilibrelor ecologice, a menținerii unui echilibru dinamic în cadrul fiecărui ecosistem și pe ansamblul biosferei, în condițiile asigurării compatibilității mediului creat de om cu mediul natural. Deoarece orice cțiune asupra unui sistem din mediul înconjurător se reflectă în mod inevitabil și asupra celorlalte, amplificate sau nu, se impune ca nicio activitate economică să nu fie concepută, cu atât mai mult desfășurată, fără luarea în considerare a ecologicului, în măsura în care mediul natural contribuie la procesul creșterii economice. Și aceasta deoarece la crearea bunăstării, a bogăției, contribuie deopotrivă capitalul creat de om (capitalul fizic), capitalul uman alături de cel natural.

BIBLIOGRAFIE

- [1] <http://ro.wikipedia.org/wiki/>;
- [2] **G. Cuculeanu** - *Gaussian approach of the atmospheric pollutant diffusion*, [http://www.ase.ro/simpozion/2009/full_papers/.../31_Cuculeanu-ro.pdf.], accesat ianuarie 2015;
- [3] **G. Cuculeanu** - *Abordarea lagrangiană a difuziei poluanților în atmosferă*, [<http://www.management.ase.ro/reveconomia/2007-1/5.pdf>.], accesat ianuarie 2015;
- [4] **C. Sescu-Gal** - *Contribuții la îmbunătățirea managementului de mediu al echipamentelor și proceselor tehnologice din fabricile de ciment*, Universitatea Tehnică de Construcții București, Teză doctorat 2015.