A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

ANALIZA PRINCIPALELOR RESURSE ALE PĂMANTULUI PRIN PRIZMA CONCEPTULUI DE DEZVOLTARE DURABILĂ

Tudor Andrei RUSU

ANALYSIS OF THE MAIN RESOURCES OF THE EARTH THROUGH THE CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT ACKNOWLEDGES

The paper is reviewing data from specialized literature regarding intense anthropic systems. The development of urban-industrialized areas and impact on two of the basic natural resources: water and energy were analysed.

It discusses a modern concept of water footprint on finished products and changes in energy consumption by the global distribution of natural resources.

Cuvinte cheie: dezvoltare durabilă, resurse ale Pământului, ecosisteme, apa, energie

Keywords: sustainable development, Earth resources, ecosystems, water, energy

1. Introducere

În sistemele antropizate, relaţia dintre populaţia umană şi mediu, necondusă prin mecanisme de autoreglare şi nesubordonată legilor ecologice naturale s-a deteriorat progresiv până la apariţia crizelor ecologice la nivelul ecosferic.

Pe măsura creşterii consumului de resurse naturale a crescut şi cantitatea deşeurilor depozitate.

Folosirea resurselor materiale a evoluat odată cu progresul civilizaţiei. În decursul istoriei sale, omenirea a descoperit şi a exploatat noi depozite de resurse, dar prin tehnologii noi a folosit şi resurse neutilizabile. Amintim haldele enorme de cenuşă şi funingine din jurul oţelăriilor din vestul Europei, care iniţial au fost considerate neutilizabile şi toxice, iar mai târziu au devenit surse de materie primă pentru fabricarea îngrăşămintelor fosfatice. Un alt exemplu este cel al haldelor imense de săruri de potasiu provenite din sterilul minelor de sare, care au fost considerate inutilizabile foarte multă vreme şi considerate o adevărată calamitate prin ocuparea terenurilor limitrofe, devenind mai târziu foarte utile în industria chimică (Pawezig, 1973).

2. Tipuri de ecosisteme antropizate

Ecosfera se poate împărţi pe zone, ale căror arii şi amplasări să ţină seama de menţinerea echilibrului schimbărilor vitale de energie şi de substanţă (figura 1).

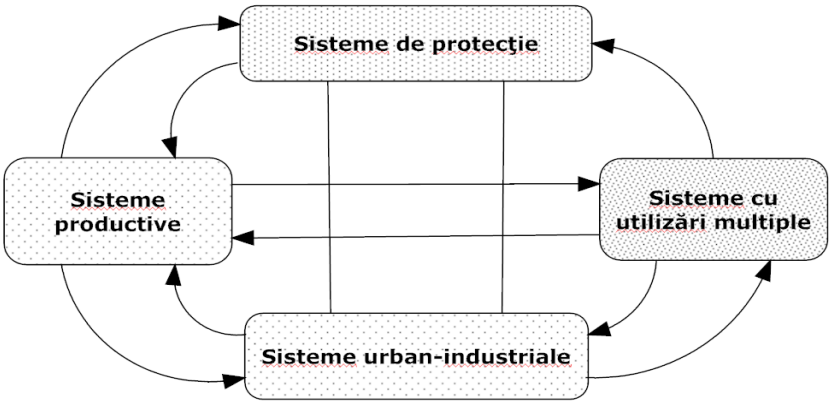

Fig. 1 Categorii de ecosisteme antropizate

3. Sisteme urban-industriale

Termenul de „locaţie” are nu numai înţelesul de poziţie geografică ci trebuie privit sub aspectul interacţiunilor cu celelalte componente ale sistemului.

Sub aspect ecologic o aşezare nu este numai o aglomerare de construcţii, instalaţii şi servicii; are un caracter de structură vie a cărui

esenţă constă în interacţiunile dintre societatea umană şi mediul construit.

Referitor la termenul de urbanizare intensivă, acesta apare ca un proces complex de dezvoltare a oraşelor în care se acţionează simultan asupra tuturor elementelor fundamentale, această noţiune se numeşte „echistică” şi se referă nu numai la „viitorul oraşelor” ci şi la „oraşele viitorului”.

Ritmul de creştere a populaţiei urbane este superior celui al populaţiei totale. Din anul 1950 până 2010, populaţia mondială a crescut de 2,73 ori, de la $2,5 \cdot 10^9$ locuitori la $6,9 \cdot 10^9$, iar populaţia aşezărilor urbane cu peste 750.000 locuitori, pentru aceeaşi perioadă de referinţă, s-a înmulţit de 4,7 ori (de la $310 \cdot 10^3$ locuitori la $1462,6 \cdot 10^3$).

4. Resurse naturale fundamentale

Apariţia de noi industrii, cu noi tehnologii a condus la „explozia” cantitativă şi sortimentală de materiale, care micşorează ciclul de viaţă al celor existente cu urmări diferite în special creşterea volumului deşeurilor şi diminuării resurselor naturale.

4.1. Apa

Apa ca resursă fundamentală poate fi analizată din mai multe puncte de vedere.

Apa ca „lichid biologic”.

Pentru om, fiecare kilogram de ţesut viu are nevoie de o cantitate de zece ori mai mare de apă. În procesul de fotosinteză, la nivelul întregului glob, necesarul de apă este de $65 \cdot 10^{10}$ m^3/an, care prin intermediul clorofilei se integrează în biomasa vegetală. Dacă această cantitate uriaşă de apă nu ar fi restituită permanent rezervorului planetar, prin catabolism şi prin mineralizarea organismelor moarte, apa nu ar ajunge fotosintezei decât cel mult $2 \cdot 10^6$ ani. Sărurile minerale solubile în apă ajung în celulele vegetale şi apoi în cele animale pentru a menţine nivelul „hidric” al corpului animalelor.

Consumul total de apă dulce, la nivel mondial, din râuri, lacuri şi bazine subterane este evaluat la $2200 \cdot 10^9$ m^3/an (FAO, 2010), din care:

- pentru agricultură $2625,6 \cdot 10^9$ m^3/an (69,3 %);
- pentru industrie $771,3 \cdot 10^9$ m^3/an (20,4 %);
- pentru nevoi menajere $391 \cdot 10^9$ m^3/an (10,3 %).

Raportat la întreaga populaţie a planetei, consumul mediu de apă dulce, pe cap de locuitor şi an este:

$$\frac{3788{,}2 \cdot 10^9\ m^3/an}{6{,}74 \cdot 10^9\ loc} = 561{,}9\ m^3/an/loc = 1539{,}5\ l/loc/zi$$

Consumul variază în timp şi nu este repartizat uniform pe glob. Cantitatea consumată în 1960 era de 7 ori mai mare decât în 1900, iar în anii următori creşte aproximativ de 12 ori (Oprea, 1975). În ţările dezvoltate din punct de vedere economic şi cultural, consumul de apă se dublează la fiecare 12-15 ani (Bonnefares, 1976), până la nivelul anilor 1980.

Cantităţile de apă consumate în realizarea unor produse, pe tot fluxul tehnologic, până la forma lor finită, sunt diferite, în funcţie de natura lor şi de tehnologiile adoptate. Acest consum este cunoscut şi sub denumirea de amprentă de apă (water footprint), un concept ce stârneşte un mare interes în prezent, mergând până la elaborarea unor standarde de calcul, după modelul amprentei de CO_2.

Cunoscând că disponibilul total de apă dulce al planetei este de ordinul 20.000 km^3, iar sporul anual al consumului este foarte important, rezultă că omenirea va trebui să găsească soluţii pentru obţinerea apei dulci şi din alte surse decât cele naturale. Se remarcă efortul pentru perfecţionarea tehnologiilor de demineralizare (desalinizare) ale apelor oceanice.

4.2. Energia

Fiecare etapă din ciclul de viaţă al unui material la care se ajunge printr-o transformare, comportă un consum diferenţiat de energie în funcţie de natura materialului, gradul de prelucrare şi de tehnologia adoptată. Ansamblul materialelor şi energiei poate fi considerat ca „hardware” al civilizaţiei tehnice umane, al cărei „software” ar fi concepţia de bază a tehnologiei utilizate.

Materiile prime şi energia sunt obţinute din resursele naturale. După producerea valorilor de întrebuinţare (obiectelor) şi consumul acestora, se elimină deşeuri şi o cantitate de energie sub formă de căldură. Resursele naturale şi energia nu sunt inepuizabile iar spaţiul de depozitare al deşeurilor nu este nelimitat, deci procesele economice nu se pot desfăşura în flux continuu. Între fluxul de energie şi cel al substanţei există o deosebire; în timp ce energia este transformabilă dintr-o formă în alta (potenţială, cinetică, termică, chimică etc.) dar

niciodată readusă de la o formă inferioară la alta superioară, ci numai degradată în căldura care se pierde în afara sistemului, substanţa poate fi refolosită prin reciclare.

Nu toată cantitatea de substanţă care este eliminată ca deşeuri trebuie depozitată în ecosferă ci din contră, o cantitate mai mare din aceasta poate fi refolosită, economisind resurse naturale.

În decursul unui secol, sporurile consumului de energie sunt evidente (tabelul 1 - Consumul energetic în decursul unui secol).

Se remarcă intensificarea consumului energetic în special în ultimii 40 de ani. Consumul energetic în tone pe cap de locuitor a crescut în ultimii 150 de ani de aproximativ 11 ori.

Tabelul 1

Anii	**Populația [10^9]**	**Consum energetic**	
		[10^9 toe]	**[toe/loc]**
1860	1,340	0,2	0,149
1900	1,650	1,0	0,605
1940	2,216	2,0	0,905
1950	2,486	3,0	1,210
1970	3,687	4,970	1,348
1990	5,279	8,094	1,533
2008	6,697	11,294	1,687

O statistică recentă a consumurilor de energie după tipul acestora, exprimate în 10^6 tone, evidențiază o creștere de 3,3 ori a producției de energie din surse neconvenționale (Tabelul 2 - Distribuția producției de energie pe tipuri de surse și consum (IEA, 2009)).

Tabelul 2

SURSĂ/ CONSUM	**Cărbune**	**Petrol**	**Produse petroliere**	**Gaze naturale**	**Nuclear**	**Hidro**	**Combustibili regenerabili și deșeuri**	**Altele***	**Total**
Producție	3208,54	4000,95		2498,03	709,14	264,74	1175,12	83,01	11939,53
Importuri	589,63	2350,05	972,51	757,55			5,58	53,27	4728,59
Exporturi	-602,67	-2217,49	-1024,66	-742,66			-4,65	-53,35	-4645,48
Schimburi pe bursă	-9,18	-1,54	10,07	6,94			0,34		6,64
Total 1	**3186,32**	**4131,97**	**-42,08**	**2519,87**	**709,14**	**264,74**	**1176,39**	**82,93**	**12029,27**
Transferuri		-146,65	166,61						19,96

SURSĂ/ CONSUM	Cărbune	Petrol	Produse petroliere	Gaze naturale	Nuclear	Hidro	Combustibili regenerabili și deșeuri	Altele*	Total
Eroare statistică	12,77	-7,61	-12,31	13,83			-0,25	0,57	7,00
Electrocentrale	-1883,67	-27,11	-216,90	-609,03	-702,82	-264,74	-48,34	1470,39	-2282,22
Cogenerare	-183,29	-0,05	-25,86	-295,88	-6,32		-28,29	322,70	-216,98
Termocentrale	-99,95	-0,71	-12,28	-87,43			-7,34	167,93	-39,78
Centrale pe gaz	-14,39		-3,07	10,87					-6,59
Rafinării		-3959,95	3913,99	-0,57					-46,53
Prelucrare cărbune	-195,02	0,02	-3,07	-0,17			-0,00		-198,24
Lichefiere	-18,23	8,26		-5,74					-15,71
Alte prelucrări	0,01	29,15	-30,10	-1,93			-52,09		-54,96
Utilizare în proces	-73,18	-9,38	-216,91	-220,56			-10,85	-177,67	-708,54
Pierderi în distribuție	-2,66	-3,91	-0,32	-27,06			-0,24	-166,43	-200,62
Total 2	**728,71**	**14,05**	**3517,69**	**1296,19**			**1029,00**	**1700,41**	**8286,07**
Industrie	583,23	4,68	319,36	461,34			188,78	717,32	2274,72
Transport	3,53	0,01	2160,94	74,77			34,15	23,34	2296,73
Alte sectoare	110,21	0,22	453,44	614,99			806,06	959,75	2944,68
Utilizări neenergetice	31,75	9,15	583,95	145,09			0,01		769,94

* include energie eoliană, geotermală, solară, a mareelor etc.

4.2.1. Energia combustibililor fosili

Combustibilii fosili s-au format în urma unor procese complexe cu implicarea a numeroşi factori cum ar fi felul depunerilor vegetale, modul de acumulare, condiţiile de temperatură şi presiune ale depozitelor subterane etc.

Formarea cărbunilor are la bază transformarea masei vegetale prin procese biochimice şi geochimice; la ţiţei şi gazele naturale, procesul este amplificat de acumularea, degradarea şi distilarea unor lipide de natură vegetală şi animală, care apoi au trecut prin procese de saponificare.

Rezervele principalilor combustibili fosili s-au repartizat neuniform pe Terra.

De asemenea, zonele intens consumatoare de combustibili nu sunt în acelaşi timp mari deţinătoare de rezerve de combustibili fosili

(tabelul 3 - Repartiţia rezervelor de combustibili fosili pe glob (BP Statistical Review of World Energy 2009)).

Tabelul 3

REGIUNE		Gaze naturale		Petrol		Cărbune	
		10^{12} m^3	**%**	**10^9 t**	**%**	**10^9 t**	**%**
1	America Centrala și de Sud	8,06	4,30	27,13	14,92	15	1,82
2	America de Nord	9,16	4,89	10,00	5,50	246.1	29,79
3	Africa	14,76	7,87	17,42	9,58	32	3,87
4	Asia și Australia	16,24	8,66	5,76	3,17	259,3	31,39
5	Europa (inclusiv Federaţia Rusă)	63,09	33,65	18,67	10,27	272,2	32,95
6	Orientul Mijlociu	76,18	40,63	102,87	56,57	1,4	0,17
	Total	187,49	100	181,84	100	826	100

Din analiza acestor tabele se constată că resursele cele mai mari de gaze naturale şi cărbune se găsesc în Orientul Mijlociu, iar cele de cărbune în Europa (inclusiv Federaţia Rusă).

4.2.2. Energia hidraulică

Se încadrează în sursele de energie solară, fiind generate de acţiunile concomitente ale radiaţiilor solare şi ale forţelor gravitaţionale. O evaluare a potenţialului teoretic liniar, la nivel mondial se prezintă în tabelul 4 (Potențialul teoretic liniar global pentru producerea de energie pe cale hidraulică).

Tabelul 4

Regiunea	Aria	Potențial teoretic liniar		
	10^6 km^2	**10^3 MW**	**%**	**kW/Km^2**
America Centrală și de Sud	18,2	620	16	29,8
America de Nord	20,4	700	18,5	34,3
Africa	30,4	720	19	23,7
Asia	44,7	1330	35	22,4
Australia	7,6	170	4,5	24,5
Europa	9,8	240	6,5	-
Regiuni polare	12,4	20	0,5	

4.2.3. Energia eoliană

Datorită deplasărilor maselor de aer atmosferic provocate de diferenţele de presiune din diferite zone ale globului, se apreciază că energia eoliană a globului, captabilă cu actuala tehnologie, ar fi de aproximativ $72 \cdot 10^6$ MW [1]. Capacitățile instalate la sfârșitul anului 2009 pe regiuni ale globului, indică că la ora actuală există instalați un total general de 160.000 MW.

4.2.4. Energia geotermală

Este rezultată din diferența de temperatură a straturilor scoarței terestre, știut fiind că la fiecare 30 m adâncime temperatura crește cu 1 ^{0}C (treapta geotermică).

Fluxul total de căldură din interiorul globului terestru la suprafața solului și pe fundul oceanelor este evaluat la $1{,}25 \cdot 10^{-6}$ cal/cm^2/s, ceea ce pentru întreaga suprafață a globului de $5{,}1 \cdot 10^{18}$ cm^2 conduce la valoarea de $2 \cdot 10^{20}$ cal/an = $2{,}35 \cdot 10^{14}$ kWh/an.

Energia aburului captat din forajele adânci și din apele termale ale globului ar putea fi considerată $2{,}5 \cdot 10^8$ MW·an = $8 \cdot 10^{22}$ J până la 3000 m adâncime și de $1{,}25 \cdot 10^9$ MW·an = $4 \cdot 10^{22}$ J până la 10.000 m. Admițând un randament de 25 % în conversia energiei termice în electricitate, capacitatea de producție pentru o utilizare de numai 1 % a apelor termale în producția de energie s-ar ridica la $3{,}1 \cdot 10^6$ MW·an, ceea ce indică posibilitatea economisirii unei cantități de $2{,}55 \cdot 10^9$ t echivalent petrol, realizat prin valorificarea acestei surse de energie (White, 1968).

4.2.5. Energia nucleară

Se produce prin folosirea materiilor fisionabile sau prin fuziunea izotopilor de H, He, N sau C.

Dacă arderea a 1 kg de cărbuni produce o cantitate de căldură cuprinsă între $2 \cdot 10^6$ și $8 \cdot 10^6$ calorii, în funcție de capacitatea calorică, prin fisiunea a numai 1 g de U^{235} într-un reactor nuclear se obțin $2 \cdot 10^{10}$ calorii. Comparând cu petrolul, rezultă că 1 g U^{235} este echivalent (energetic) cu 2250 t petrol.

Ponderea energiei nucleare a crescut, astfel că în 1978 existau 227 centrale nucleare în 21 de țări, având o capacitate totală de 110.000 MW și asigurând 5,8 % din energia electrică mondială, în prezent capacitatea instalată a ajuns la ~390.000 MW, reprezentând aproximativ 15 % din energia electrică mondială.

Producerea energiei pe cale termonucleară prezintă un interes deosebit. Folosirea unui metru cub de apă conduce la producerea a $2{,}2 \cdot 10^6$ kWh. Producția mondială de energie a marcat salturi deosebit de mari în ultimele decenii. Astfel producția de energie electrică în anii 1950, 1960 și 1970 a înregistrat $145 \cdot 10^3$, $2300 \cdot 10^3$ și respectiv $5 \cdot 10^6$ GWh/an, puterea instalată în centrale crescând cu $534 \cdot 10^3$ MW între 1950-1960 și cu $1090 \cdot 10^3$ MW între 1960-1970 (Nestor, 1971 și Reinberg, 1977).

Producția de energie electrică între anii 2000 și 2010 a crescut de la 15 la 23·106 GWh/an.

5. Concluzii

■ Sistemele urban-industriale, parte integrantă a ecosferei exercită presiuni majore asupra resurselor naturale fundamentale.

■ Tendințele pregnante de acaparare și epuizare a resurselor terestre conduc la apariția primelor semne ale “crizei ecologice” cu accente asupra diminuării și degradării ireversibile a resurselor naturale.

■ În actuala conjunctură, conceptul de Dezvoltare Durabilă devine un concept imperativ. Asigurarea condițiilor normale pentru dezvoltarea generațiilor viitoare este strict legata de modul în care actuala generație ştie să-şi gestioneze resursele naturale şi să se preocupe de protecția mediului înconjurător.

BIBLIOGRAFIE

[1] Archer, C.L., Jacobson, M.Z., *Evaluation of global wind power,* J. Geophys. Res., 2005.

[2] * * * BP Statistical Review of World Energy June 2009, www.bp.com.

[3] Bonnefares, E., *Omul sau natura*, Editura Politică, București,1976.

[4] * * * GWEC Global Wind Energy Council, 2009, Global Wind 2009 Report.

[5] Iancu, A., *Creșterea economică și resursele naturale*, Editura Politică, București, 1976.

[6] * * * International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2009, www.iea.org.

[7] Meyer, F., *L’homme et l’evolution,* Editura Universitaires, Paris, 1972.

[8] Nestor, L., Brana, V., *Zestrea minerală a lumii,* Editura Științifică, București, 1971.

[9] Oprea, C.V., Nestor, L., *Echilibre și dezechilibre în biosferă,* Editura Facla, București, 1975.
[10] Pawezig, G., *Limites de a croissance ou la croissance des limites,* Le Monde Scientifique, nr. 3, 1973.
[11] Soran, V., *Probleme actuale ale ecologiei,* Editura Politică, Bucureşti, 1977.
[12] Reinberg, A., *Des rythmes biologiques à la chronologie,* Editura Gauthier-Willars, Paris, 1977.
[13] Trebici, V.L., *Populaţia mondială,* Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1974.
[14] * * * United Nations, *Department of Economic and Social Affairs,* Population Division (2010). World Urbanization Prospects: The 2009 Revision.
[15] * * * Water Footprint Network, 2010 Report.
[16] White, P.E., *Geothermal Energy*, US Geological Survey, Washington, 1965.
[17] World Water *Assessment Programme,* UN World Water Development Report 3: Water in a Changing World, UNESCO and London, Earthscan, 2009.
[18] Bejan, M., Rusu, T., Bălan, Ioana, *Prezentul și viitorul energiei, Partea I, Energii regenerabile. Efectul de seră. Dezvoltarea durabilă*. Buletinul AGIR ISSN-1.1224-7928, Tehnologii avansate și materiale noi, An XV, nr. 4/oct.-dec.2010, pag. 1-7.
[19] Bejan, M., Rusu, T., Bălan, Ioana, *Prezentul și viitorul energiei, Partea II, Energii regenerabile. Perspective tehnologice*. Buletinul AGIR ISSN-1.1224-7928, Tehnologii avansate și materiale noi, An XV, nr. 4/oct.-dec.2010, pag. 8-20.
[20] Bejan, M., Rusu, T., Bălan, Ioana, *Energia valurilor*. Buletinul AGIR ISSN-1.1224-7928, Tehnologii avansate și materiale noi, An XV, nr. 4/oct.-dec.2010, pag. 1-10.
[21] Bejan, M., *Managementul deșeurilor radioactive*. Standardizarea, nr. 11/noiembrie 2012, Asociația de Standardizare din România – ASRO, ISSN 1220-2061, pag 2-11.

Asist.Dr.Ing Tudor Andrei RUSU
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: andreyyro@yahoo.com