

Sistemul de Contabilitate pentru Producția Entropică Globală (SAGE-P): imaginea în oglindă a PIB

Anthony FRIEND

OIKO, Ottawa, Canada

International Society for Ecological Economics, filiala Canada

Pământul este unul dar lumea nu este. Noi depindem de o singură biosferă pentru a ne menține viețile. Dar fiecare comunitate umană, fiecare țară se străduiește să supraviețuiască și să prospere fără a privi câtuși de puțin la impactul asupra celorlalte. Unele consumă resursele Pământului într-o măsură care lasă puțin pentru generațiile viitoare. Altele, mai multe ca număr, consumă mult prea puțin și trăiesc cu spectrul foamei, sărăciei, bolii și morții timpurii (WCED, 1987, p. 27).

Abstract

This paper employs the concept of *entropy production* to integrate natural and economic production, consumption and capital accumulation. The System of National Accounts (SNA) is incomplete within the *range* of joint economic-environment production nor is it integratable system with respect to the larger-scale ecosystem production functions, (i.e., agriculture, forestry, fisheries etc.), (Friend, 2003, Bartelmus, 2004). The accounting identities of the SNA, in this sense, is a special case of a institutional economy, exemplified in a market-driven (demand) and a market-priced (supply) economy. Further exacerbated by collapsing the natural production cycles into the arbitrary Procrustean Bed of the Walrasian general equilibrium system, exemplified by GDP. The SNA, in context of incompleteness, is a sub-set of SAGE-P's boundary conditions of a continuous global production space, (Böhm Bawerk, 1891, Sraffa, 1960, Georgescu-Roegen, 1971). The accounts describe a mapping of the *natural production cycle*, referred to as the 'material cause,' onto a descriptive I/O model of the economy, referred to as the 'formal cause,' (Rosen, 1991). The accounting identities are subject to thermodynamic production boundaries enabling, *inter alia*, the supply-demand inequalities characterized as the *emergent properties of dissipative structures*, (Prigogine, 1997). Thus, allowing for the statistical analysis of economic performance in terms of a formalized system of causal entailments and recursive functions. In other words, SAGE-P provides a well-integrated conservation measure of the economy supported by the theoretical frameworks of Georgescu-Roegen's flow-fund model of the economic process, (see Appendix). The putative source SAGE-P is the classical 'provisioning economy' superimposed on the Aristotelian Oikonomia. The SNA, a child of the underutilized resource economies of the 1930s, served well the postwar years of economic policy aimed at stimulating growth in GDP. However, from about the 1970s onwards there is increasing evidence that the marginal benefit-cost of GDP growth, at least in high income societies, is fast approaching zero-sum, if not negative-sum, (Mill, 1985, Boulding, 1966, Mishan, 1967, Hueting, 1980). SAGE-P offers a use-value conservation accounting which, when applied to global limit functions, is a measure of the socially acceptable *rate of entropy production*, (Mayumi, 2001).

În studiu se folosește conceptul de producție entropică pentru a integra producția economică și naturală, consumul și acumularea de capital. Sistemul Conturilor Naționale (SNA) este incomplet în privința relației producție economică – mediu înconjurător și nu este nici un sistem integrabil în ceea ce privește funcțiile producției pe scară mai largă, de ecosistem (adică, agricultura, silvicultura, pescuitul etc; Friend, 2003; Bartelmus, 2004). În acest sens identitățile contabile ale SNA reprezintă un caz special al economiei instituționale, exemplificat printr-o economie condusă de piață (cererea) și evaluată de piață (oferta). Mai mult, exacerbă prin ajustarea ciclurilor de producție naturale pentru a se potrivi în Patul Procustian arbitrar al sistemului de echilibru walrasian, exemplificat prin PIB, SNA – în contextul caracterului său incomplet – este un sub-set de condiții de frontieră ale SAGE-P în spațiul producției globale continue (Böhm Bawerk, 1891; Sraffa 1960; Georgescu Roegen, 1971). Conturile descriu o cartografiere a ciclului de producție natural referitor atât la “cauza materială” printr-un model I/O (input-output) descriptiv al economiei, cât și la “cauza formală” (Rosen, 1991). Identitățile contabile sunt subiect al frontierelor producției termodinamice care permit, *inter alia*, inegalitățile ofertă-cerere caracterizate ca *proprietăți emergente ale structurilor disipative* (Prigogine, 1997). Astfel, permițând analiza statistică a performanței economice în termeni de sistem formalizat al determinărilor cauzale și funcțiilor recursive. Cu alte cuvinte, SAGE-P oferă o măsură de conservare foarte integrată a economiei, sprijinită pe cadrul teoretic al lui Georgescu Roegen privind modelul flux-fond al procesului economic (vezi Anexa). Sursa

propusă este *clasica economie de aprovizionare* mult bazată pe Oikonomia lui Aristotel. SNA, un copil al economiilor de resurse subutilizate din anii 1930, a servit bine în anii postbelici politica economică ce urmărea stimularea creșterii PIB. Totuși, din anii 1970 este tot mai evident faptul că ecartul beneficiu – cost marginal al creșterii PIB, cel puțin în societățile cu venit mare, se apropie rapid de cifra zero, dacă nu chiar de un număr negativ (Mill, 1985; Boulding, 1966; Mishan, 1967; Hueting, 1980). SAGE-P oferă o contabilizare/evaluare a conservării valorii de întrebuințare care, atunci când se aplică la funcțiile limită globale, reprezintă o măsură, acceptabilă social, a ratei producției entropice (Mayumi, 2001).

Prolog

Conceptul de producție entropică (*entropy production*), tema centrală a acestui studiu, se referă la imaginea în oglindă a oricărei economii materiale date. Entropia, atât în fizică, cât și în chimie, este o măsură exactă a ratei de disipare a căldurii într-un sistem termodinamic închis. Această precizare se pierde prin translatarea într-un sistem termodinamic deschis exemplificat de științele biologice și sociale (Mayumi și Gianpietro, 2005). Conceptul de entropie, ca metaforă, permite o identitate contabilă puternică a relației dintre ordinea structurală presupusă de matricea I/O a producției și rata ei de disipare (sau dezordine) presupusă de matricea I/O a consumului. Fondul sau provizia de energie-liberă (disponibilă) evocă identitatea contabilă necesară pentru a descrie funcția limită a economiei globale. SAGE-P este o elaborare a hărții sistemelor naturale pe harta sistemelor for-

male (date codificate) și *vice-versa* (date decodificate). Primele, dacă sunt bine formulate, descriu răspunsul ecosistemului la presiunile cauzate de om și, în cele din urmă, indică sănătatea și integritatea lor. Trei condiții de stare sunt reprezentate în SAGE-P: 1) rata producției entropice: $= 0$ (adică, fondul entropic jos se menține într-o stare stabilă de echilibru într-un interval de timp dat), 2) < 0 (adică, acumularea unui fond entropic jos într-un interval de timp dat) și 3) > 0 (adică lipsa acumulării unui fond entropic jos într-un interval de timp dat).

Ce este SAGE-P

SAGE-P cartografiază *sistemele naturale* (adică datele) pe baza *sistemelor formale ale determinărilor* (sau modelelor) *deductibile*, construite din *identități contabile* bine definite, care, corespunzător lui Rosen, reprezintă fundamentul proiectului științific: “... *știința, ca studiu al fenomenelor, și matematica se ocupă, pe căile lor diferite, de sistemele de determinare cauzală în lumea fenomenelor – știința și de determinare deductibilă – matematica*” (Rosen, 1991, p. 5)¹.

¹ Determinare: relația care se stabilește între premisa și concluzia unui argument valabil. Astfel, A determină pe B înseamnă că dacă A este adevărat, atunci și B trebuie să fie adevărat. În sistemele formale standard, așa cum prevăd calculele, determinarea este caracterizată ca implicație materială în contrast cu acele sisteme de logică modală care tratează determinarea ca implicații stricte/precise (Dictionary of Mathematics, editori J. Daintith și R. D. Nelson, Penguin Books, 1989). Observăm că *determinarea* cere o condiție suplimentară de implicație strictă, și anume, că relația B trebuie să fie

Formalismul lui Rosen se bazează pe o ramură a tipologiei, așa numită “teorie a categoriilor”². Un formalism corespunzător din punct de vedere ideal de identificare și organizare a datelor pentru modelarea unui sistem recursiv. Dacă prin dinamica neoclasică a echilibrului general se consideră “*economia drept fizică socială și fizica drept natură a economiei*”, după cum arată Mirowski, metoda Rosen permite ca formalismul economiei să fie descris în termenii unui sistem termodinamic complex departe de echilibru, traiectorii non-liniare (întreprinderi de sime-

logic determinată de A, referindu-se și la “relevanța” logicii folosite la lumea materială. Determinarea acționează astfel ca relație funcțională a cartografierii lui A în B (codificarea datelor din *sistemele naturale* în *sisteme formale*) și a cartografierii inverse a lui B în A (decodificarea datelor din *sistemele formale* în *sisteme naturale*).

² Categoria: o clasificare a seturilor în două tipuri: seturile sunt fie din prima categorie, fie din a doua categorie. Un set X este din prima categorie dacă X este o uniune contabilă de subseturi care nu sunt nicăieri compacte. Un exemplu este un set de numere raționale deoarece poate fi reprezentat ca o uniune contabilă de subseturi care nu sunt nicăieri compacte/dense. Toate seturile care nu sunt în prima categorie se află în cea de a doua categorie. (Dictionary of Mathematics, editori J. Daintith și R. D. Nelson, London, Penguin Books, 1989). Notăm că termenul *compact* se referă la difuziunea din jurul punctului care, ea însăși, este proprietate dominantă pentru *elementele* statisticii mediului (adică volum, suprafață, lungime) și se distinge de statistica economică (obiecte evaluate în bani) și de statistica socială (elemente ale populației – indivizi, menaje, comunități) care intră în prima categorie (adică uniune contabilă de subseturi).

trie) și, în plus, are capacitatea de a descrie, prin procese iterative, *proprietățile emergente ale structurilor disipative* (Georgescu-Roegen, 1971; Prigogine și Stengers, 1984; Holling, 1987; Mirowski, 1989; Mayumi, 2001; Mayumi și Gianpietro, 2005).

Identitățile de evaluare/contabile sunt determinate de a Doua Lege a termodinamicii și formalizate în coeficienții I/O din matricea tranzacției mediu-economie. Prin aceasta înseamnă că SNA agregă inegalitățile “*real-time*”, identificate unic cu o organizare socială dată a producției, cu o *rată a producției entropice*, asociată ei cu semn negativ³. Identificate drept restricții sunt approximate *funcțiile limită și de scală* cerute de modelul Ricardo-Malthus al descreșterii randamentelor factorilor de producție (Friend, 2000). Funcția limită în SAGE-P reprezintă “capacitatea de purtător” (*carrying capacity*) a ecosistemului global.

SAGE-P aplică modelul sursă-flux al lui G. R (vezi Anexa 1)⁴. *Elementele sursei* se compun din stocul fondului cu *entropie joasă*, iar *elementele fluxului* din rata consumării și reprovizionării fondului. Elementele fondului, componentele

sistemului, sunt definite prin condițiile lor de stare de frontieră și funcția lor la nivelul apropiat structurii sistemului. Elementele fluxului sunt definite prin componentele coeficienților I/O care conțin intrările de la cel mai de jos nivel și ieșirile de la cel mai înalt nivel al organizației. Această succesiune funcțională I/O definește transformarea *stocurilor cu entropie joasă în produse cu entropie înaltă* (adică definirea SAGE-P a funcției producției economice). Produsul economic în spațiul analitic, opus spațiului stoc material și de energie/flux, este scopul dat, funcția obiectiv. Acestea, în structura tradițională a ierarhiei aristotelice a cauzelor, pot fi considerate cauze *materiale, eficiente, formale și finale*.

Produsul consumat, fluxul de ieșiri, este o primă derivată formală a elementelor fondului (adică inversul totalului stocului). În spațiul analitic aceasta reprezintă fluxul continuu al *valorii de întrebuințare* (dezirabilă). Produsul economic este astfel definit prin fluxul imaterial, sau servicii, mergând de la *fond* la rata lui de consum. *Producția entropică* presupune un raport între rata consumului (numărător) și rata entropică (numitor) ale *elementelor fondului*. Astfel, *Producția* (P) reprovizionează iar consumul (C) epuizează elementele fondului. *Producția entropică* = 0 înseamnă că elementele fondului se află în starea de echilibru/stabilă (adică $P = C$); când $P < 0$ elementele de fond se acumulează (adică $P > C$); când $P > 0$ elementele fondului nu se acumulează (adică $P < C$). Astfel este descrisă economia de aprovizionare la stare de echilibru/stabilă (adică ciclul aprovizionare-consum al capitalului circulant într-un interval de timp). În economia fără echilibru (*non-equilibrium*

³ Expresia matematică a “simetriei reflectante” se bazează pe un sistem de coordonate unde fiecare punct este înlocuit printr-un alt punct simetric cu originea sistemului de coordonate.

⁴ “*Faptul semnificativ pentru economist este că noua știință a termodinamicii a început ca o fizică a valorii economice și, în esență, poate fi încă privită astfel. Legea Entropiei însăși apare ca cea mai economică dintre toate legile naturii. În știința primară a materiei natura neomecanică fundamentală a procesului economic se dezvoltă pe deplin*” (Georgescu Roegen, 1971 p. 3).

economy) identitățile contabile sunt mai bine exprimate ca sistem complex (adică, “algoritm” al proprietăților emergente ale structurilor disipative; Prigogine, 1997).

Elementele fluxului reprezintă prin coeficienții I/O părți componente, care intră și ies, ale ciclului de producție economică și ale ciclului de producție ecosistem mai mare. Vectorii producției sunt definiți prin condițiile de frontieră ale *elementelor fondului* descrise prin elementele fixe și circulante ale capitalului economic și natural. Setul de *Ecoproducte*, vectorul output al ecosistemului și setul de *econproducte*, vectorul output al sistemelor economice, combină acești doi vectori distincți pentru a produce o nouă clasă de produse, privite ca produse comune (*joint-products*) (vezi Figura 4). O distincție în plus se face între produsele fundamentale și produse ne-fundamentale, cel din urmă reprezentând produsul surplus și primul inputurile necesare pentru a menține stocurile în stare de echilibru/stabilă (Sraffa, 1960; Friend, 2004a). Vectorii outputului economic din economie, așa cum sunt definiți de Sistemul Conturilor Naționale (adică, cadrul instituțional al produsului național) s-au cartografiat într-un domeniu de sistem mai larg al SAGE-P (Figura 1). Sistemul mai larg este mai general decât subsistemele sale și devine mai deosebit, cerând o structură mai solidă pentru a descrie condițiile de stare.

Modelul G-R flux-fond și SAGE-P

Elementele fondului sunt construite din acumularea globală a stocurilor entropice joase caracterizate ca:

Tip 1: *stocul fix ciclic* compus din: 1) atmosfera și condițiile climatice; 2) hidrosfera și distribuția spațială a rezerve-

lor/izvoarelor de apă dulce și aria de răspândire, adică ecosistemele acvatice; 3) litosfera⁵ și distribuția spațială a locuințelor umane și resurselor biologice, adică ecosistemele terestre.

Tip 2: *stocul fix ne-ciclic* compus din minerale și combustibili fosili (adică resurse ale subsolului) și distribuția spațială a rezervelor (exploatabile);

Tip 3: *capitalul circulant* compus din active naturale, economice și sociale/culturale (adică obiecte contabile și ratele de re aprovizionare a lor).

Dacă sistemele circulante fixe sunt sisteme cu stare de echilibru/stabilă în timpul geologic, elementele fondului din sistemele circulante naturale sunt considerate sisteme evoluționiste pe linie biologică. Similar, elementele fondului care compun stocul economic și social/cultural cu entropie joasă reflectă timpul economic și social al traiectoriilor schimbării structurale și organizaționale. Într-adevăr, fiecare stoc bine definit are ciclurile lui caracteristice proprii pe termen lung (evoluție) și pe termen scurt (reproductiv). Cronologia pe termen scurt a obiectelor biologice este reprezentată prin *durata medie de viață* în *ciclul reproducere-mortalitate*, cea a obiectelor economice prin *durata medie* în *ciclul producție-consum* și cea a obiectelor sociale/culturale prin *durata medie a ciclurilor instituționale publice și private* (de exemplu, rapoarte anuale, cicluri de educație, analize de grup etc.). În timp ce cronologiile pe termen scurt sunt reprezentate prin serii statistice, procesele evoluționiste descriu determinarea interioară a structurilor elementului de fond însuși. Acestea din

⁵ Stabilirea ciclurilor se face în relație cu ciclurile geologice (adică teoria alunecării continentale și a plăcilor tectonice).

urmă sunt componentele sistemului – cutia neagră, altfel spus – care nu sunt determinate de alte structuri. Elementele structurale ale fondului cu entropie joasă se manifestă în acumularea istorică a ecosistemelor în starea prezentă, evoluția exosomatică umană dar accelerată în revoluția industrială, și geneza dezvoltării instituționale sociale.

Ciclul SAGE-P consum-reaprovizionare este desenat printr-o reprezentare

grafică cu trei coordonate spațiu-timp unde fiecare element al fondului descrie o traiectorie unică a ciclului de reproducție. În contrast, ciclul de producție în Sistemul Conturilor Naționale este descris printr-o reprezentare cu două dimensiuni (adică input-output) pliate într-un *produs anual*. Seriile de timp PIB sunt slab legate de conturile din bilanț privind acumularea de capital (economic) pentru ciclurile de producție (UN, 1968).

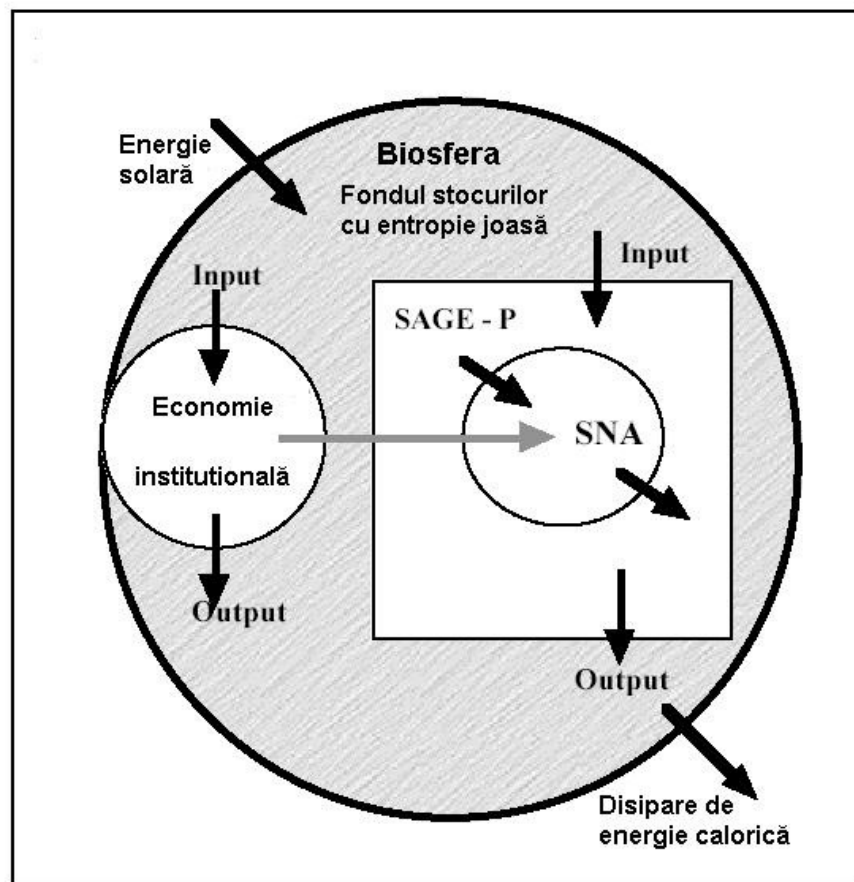
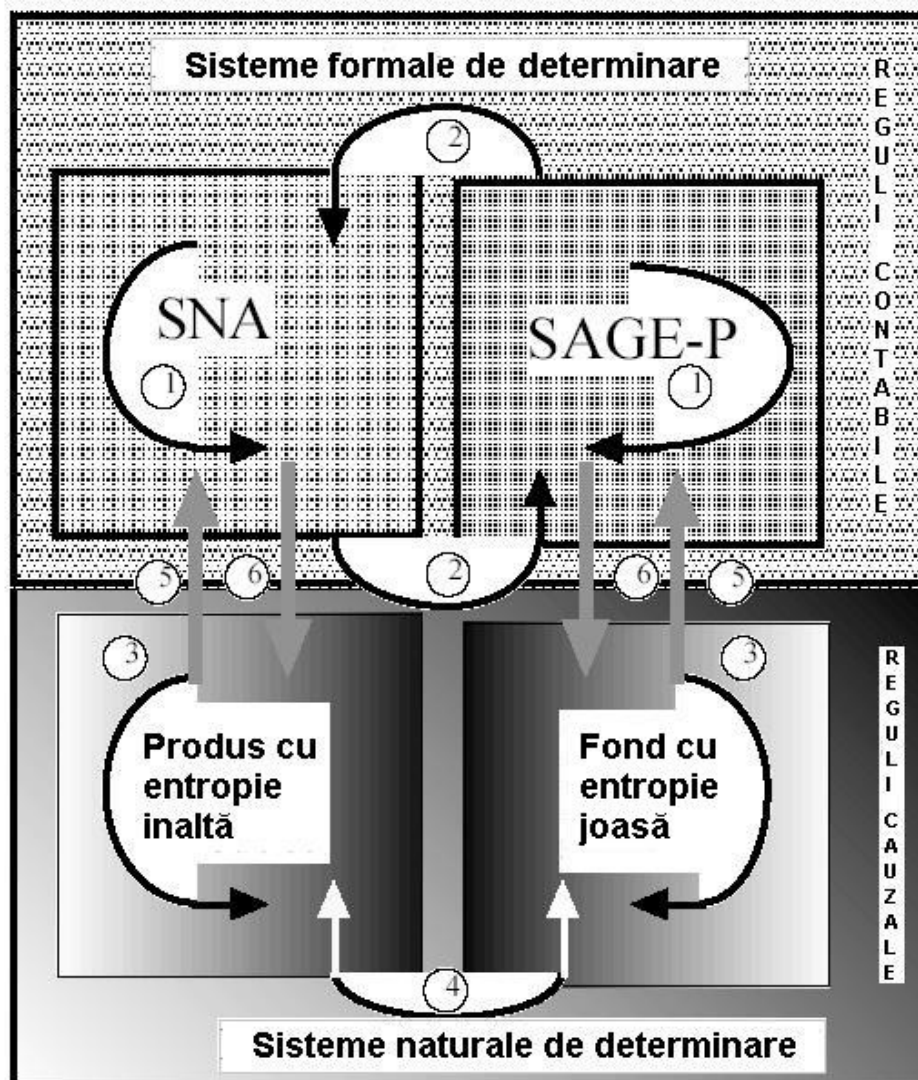


Figura 1: Economie → SNA → SAGE-P



Sistem de Interferență Formală

- 1 determinare internă (interferențială)
- 2 determinare exterioară (reprezentarea sistemelor formale)
- 6 decodificarea datelor din sistemele formale în sistemele naturale

Sistem de Cauze Naturale

- 3 determinare internă (cauzală)
- 4 determinare exterioară (reprezentarea sistemelor naturale)
- 5 codificarea datelor din sistemele naturale în sistemele formale

Sursa: adaptat după Rosen (1991).

Figura 2: Reprezentarea grafică a sistemelor naturale pe baza sistemelor formale (codificare) și a sistemelor formale pe baza sistemelor naturale (decodificare)

În timp ce aceste din urmă conturi oferă o formalizare utilă pentru luarea de decizii economice referitoare la un fond economic strict definit *al drepturilor de proprietate în timp-instituțional*, ele reprezintă într-adevăr un Pat Procustian pentru o cartografiere generalizată a activităților economice pe baza funcțiilor de producție ecosistem în *timp-natural* (UN, 1993; UN, 2000). Cu alte cuvinte, călcăiul lui Ahile al SNA este nonintegrarea lui în formalismul proceselor naturale⁶.

SAGE-P: un cadru de integrare pentru organizarea datelor statistice sociale, economice și despre mediul înconjurător

SNA este un sistem integrat al conturilor economice din matricele Stone I/O ale producției, consumului, acumulării și comerțului cu restul lumii (UN, 1968). Similar, SAGE-P construiește conturi din aceste patru componente fundamentale ale unei economii, dar ele diferă în ceea ce privește elementele lor (adică datele), funcțiile lor (adică conservarea) și condițiile de frontieră (adică produsele). Metoda de evaluare a producției este decisivă, în timp ce SNA folosește *valoarea de schimb* ca numerar fundamental al contri-

buțiilor *valorilor de întrebuințare* necesare echivalente (de exemplu, valoarea deciziei pentru locuințele ocupate de proprietar), SAGE-P folosește fluxul de *valori de întrebuințare* din stocul de fond cu entropie joasă care urmează să fie maximizat (Friend, 2004). Diferența fundamentală între metode, SNA și SAGE-P, este că, în timp ce ultima evaluează produsul la costul reprovizionării (sau ofertei) în spațiu/timp, prima evaluează o funcție a cererii bazată pe “înclinația/dispoziția de a plăti” la un anumit moment.

Figura 2 reprezintă SAGE-P ca o cartografiere a sistemelor naturale (determinări cauzale) pe baza sistemelor formale (determinări interferențiale) și invers (adică traiectoria prevăzută a condițiilor-stare ale sistemului natural în viitor). Ea înfățișează harta sistemelor formale pe baza sistemelor formale (săgeata 2), a sistemelor naturale pe baza sistemelor naturale (săgeata 4) și codificarea (săgeata 5) și decodificarea (săgeata 6) între sistemele naturale și formale. Este important să notăm că, în timp ce SAGE-P codifică/decodifică *stocul* fondului cu entropie joasă (adică cantități/calități), SNA codifică/decodifică *fluxul* de bunuri și servicii produse în economie, PIB. Modelarea relației producției entropice a economiei este arătată prin săgeata (4); schimbarea matricei I/O de la fondul cu entropie joasă la produse cu entropie înaltă (consum) și invers, reprovizionarea fondului (producției). Determinarea interioară este descrisă prin elementele structurale ale sistemului: săgeata (1) privind structura contabilă formală și săgeata (2) privind structura cauzală.

Sistemul de determinare este redus la setul lui Stone al celor patru matrice I/O fundamentale de transformare, compus din *elemente* individuale (adică unități de

⁶ Integrarea mediu-economie în SNA este compatibilă numai ca soluție de piață la alocarea resurselor sărace la funcțiile limită – taxe pigoviene, permise la poluare, compensare credite/debite de carbon etc). “Tragedia tuturor” se bazează într-adevăr pe încrederea că soluțiile prin preț ale pieței (și substituirea tehnologică) se dezvoltă pe deplin mai degrabă în sistemul integrat al conturilor economie-mediu decât în “faptele științifice”.

date), parametri relaționali (adică funcții de determinare) și *sisteme* (adică componente compuse ale elementelor structurale ale sistemului). În timp ce *determinările interne* sunt realmente “cutiile negre”, *determinările externe* definesc condițiile de frontieră (adică flux de intrare/influx – flux de ieșire/outflux) care leagă părțile componente la sistemul mai larg.

Fragmentarea datelor din științele naturale și sociale duce în general la o corelație slabă între lumea fenomenelor și lumea formală. Parțial, această dificultate crește, deoarece categoriile SNA se referă în mare parte la “obiecte” definite instituțional, precum “proprietatea” resurselor naturale, mărfuri agricole produse pentru piață, oferta de lemn luat din păduri etc. În schimb, SAGE-P privește obiectele definite instituțional, în granițe naționale pentru moment, ca pe un strat social așezat peste baza de date de scară mai largă a lumii fenomenelor. Pentru moment, urmează numai la acest nivel să se definească *funcțiile limită* globale.

Rosen, introducând ierarhia aristotelică a cauzei-efect în funcții recursive (adică, *cauze materiale, eficiente, formale și finale*) rezolvă de fapt dicotomia dintre *sistemul natural* și “stratul” de *sistem formal* cum este reprezentat, de exemplu, în SNA. Astfel, în timp ce cauza materială (Legile Naturii) și cauza eficientă (mijloacele instrumentale) intră direct în analiza sistemelor naturale (adică, determinarea internă), cauza formală/cauza finală presupune intenția și, de aici, poate fi definită numai la nivelul structurii sistemului formal.

De fapt, și pentru scopurile noastre, acestea reprezintă instrumente de politică care definesc identitățile contabile (ca opuse celor fizice). Intenția, un concept metafizic, poate, cu toate acestea, să tra-

ducă evaluarea fizică în termenii unui mecanism *feed-back* al stării și să schimbe starea sistemelor naturale.

Contabilizarea producției entropice

Producția entropică poate fi privită ca un etalon monetar de contabilizare/evaluare, fiind numitorul comun al ciclului producție/consum. Etalon monetar extins la stocuri în sens de bani, atât ca potențial (adică, putere de cumpărare) cât și ca stoc (adică, rezervă de avuție). Într-adevăr, aceasta este semnificația termenului *stocuri cu entropie joasă*. Pentru scopuri analitice evaluarea *producției entropice* reprezintă o proprietate (o determinare) măsurabilă a sistemelor naturale subiect al Celei de-a Doua Legi a termodinamicii. SAGE-P oferă un cadru analitic de două dimensiuni, spațiu-timp, în care producția entropică are deopotrivă o identitate de spațiu cât și una de timp. În SNA, dimensiunea spațială a ciclului producție-consum este numai implicită. Pe câtă vreme SAGE-P codifică spațiul natural, SNA codifică spațiul instituțional (adică granițe administrative) în conturi formale. SAGE-P este sistemul mai larg.

Sistemul mai larg este mai larg pentru că reprezintă ciclul complet de producție, SNA pune capăt ciclului la punctul schimbului producător-consumator (adică, la punctul de echilibru în care oferta = cererea). SNA este, de asemenea, încă și mai arbitrar, deoarece ciclul de producție începe și sfârșește în anul calendaristic. SAGE-P presupune un ciclu continuu de flux – fond de materii și energie, descris prin procesele de transformare a sistemului global al capitalului fix și circulant.

Ciclul de producție are două fețe. Una

este descrisă ca un flux material continuu de consum-reaprovizionare al stocului de capital circulant (adică “economia de aprovizionare” a lui Adam Smith)⁷. Cealaltă față este un cont monetar anual al produsului național (adică SNA). Rădăcinile acestei realități a procesului economic pot fi găsite în distincția pe care o face Aristotel între *chrematistică* (arta de a face bani) și *oikonomie* (arta economiei casnice). Aristotel explorează în *Politica* diferența între achiziția de avuție materială, în cele din urmă prosperitatea națiunii și achiziția de bani de dragul lor înșiși (Aristotel, 1967). Facerea de bani din bani prin intermediul *dobânzii* (plată pentru folosirea unui obiect imaterial), al *speculei* (crearea de avuție din nenorocul altor oameni) și al *profiturilor căzute din cer* (câștiguri din împrejurări accidentale) era considerată de filozofii greci nu numai imorală dar și *nenaturală*. Aceste două

fațete ale economiei nu ar putea fi niciodată reconciliate de către scriitorii de teorie economică și, astfel, se oscilează între cicluri producție/consum în valoare monetară sau în valoare de întrebuințare, depinzând de contextul analitic. Sistemul mai larg permite un subsistem de valoare monetară (adică reprezentarea grafică a producției entropiei pe baza parametrilor SNA).

Încercarea economistului de a face să converge valori duale, cea mai faimoasă încercare fiind *mâna invizibilă* a lui Adam Smith, presupunea existența unor condiții nereale ale unei piețe perfect competitive, printre care se includ informația completă și opțiunile naționale ale consumatorului. Un punct slab, printre multe altele, este afirmarea că modelul de echilibru general, prețuri marginale date, duc la alocarea optimă a resurselor sărace. Aceasta este tot una cu a spune că oferta = cererea în orice moment. Bunul simț ne spune că se consumă timp pentru a produce, se consumă timp pentru a consuma și că mișcările unei economii sunt descrise prin funcții recursive ale ofertei și cererii aflate în dezechilibru constant.

Astfel, ciclul de producție, care este adevărat și pentru ciclurile reproductive ale ecosistemelor, poate fi reprezentat ca un proces interactiv de producție entropică într-un interval de timp (adică, o funcție de timp continuu a reaprovizionării cu stocuri la rata consumului lor). Acest fel de model de capital reproductiv, *deși* numai pentru funcția de producție, a fost propus de Școala Austriacă, prin anii 1880, ca o contra-descriere a economiei prin condițiile neoclasice ale stării de echilibru arbitrate de prețurile marginale (Böhm Bawerk, 1981; Malte și Proops, 1999). Sraffa a cerut ca evaluarea marginală să rămână în mintea economiștilor, în timp ce instrumentul euristic util pen-

⁷ A menține și a spori stocul care poate fi rezervat consumului imediat este singurul scop, atât în privința capitalului fix cât și a celui circulant. Acest stoc este cel ce hrănește, îmbracă și adăpostește oamenii. Bogația sau sărăcia lor depinde de ofertele abundente sau sărace pe care cele două tipuri de capital pot să le ofere stocului rezervat consumului imediat. Astfel, o mare parte din capitalul circulant este extrasă continuu din el cu scopul de a fi plasat în celelalte două domenii ale stocului general al societății; trebuie în schimb să se ceară oferte continue fără de care această parte va înceta să existe. Aceste oferte provin în principal din trei surse, produsele pământului, minelor și pescuitului. Acestea reprezintă oferte continue de provizii și materiale din care, apoi, o parte este prelucrată în produsul finit și o parte servește pentru înlocuirea proviziilor și materialelor, munca continuând fără a apela la capitalul circulant (Smith, 1994, p. 307).

tru a preda “*economics*”-ul să se asemece puțin cu lumea afacerilor și a finanțelor (Sraffa, 1926). Keynes susținea că teoria “societății competitive” este un “caz special” căci: *nu se întâmplă să fie aceea a societății economice în care noi trăim astăzi, cu rezultatul că predarea ei (a unei asemenea teorii, n.n.) este amăgitoare și dezastruoasă dacă încercăm s-o aplicăm la faptele reale* (Keynes, 1960, p.3).

Contabilizarea proceselor materiale

Sectoarele SNA – primar, secundar și terțiar, în timp ce sunt un anacronism al economiei pre-postindustriale, ele nu rezonază nici cu categoriile funcționale și organizaționale ale SAGE-P. Astfel, vectorul output al *sectorului primar* (agricultură, silvicultură, pescuit) este definit ca un produs comun economic-mediu. Vectorul output al *sectorului secundar* (bunuri industriale) este definit ca masa materială din bilanț a produselor finite + reziduuri. Vectorul output al *sectorului terțiar* (produse intangibile) este o anomalie în măsura în care reprezintă fluxurile de valori imateriale ale economiei. Aceasta este posibil pentru produsul evaluat în bani din SNA la categoria de “dispoziție/inclinație de a plăti” pentru obiecte abstracte⁸. Excepție reprezintă

fluxurile de servicii care corespund cu ratele măsurabile de consum de obiecte materiale, în principal activități de transport și de distribuție.

Dacă serviciile sunt necesare pentru a menține ordinea și structura într-o economie, elementele de flux nu pot fi codificate direct din procesele fizice. Oricum, aceasta este posibil într-o versiune dezvoltată a SAGE-P cartografiind schimbarea stării capitalului social/cultural în conturi formale ale *producției entropice*. Simon Kuznets a susținut mult această cale când a făcut observația că organizarea socială a producției este o determinantă a capitalului social mai degrabă decât a celui economic: “*Venitul național este o măsură a outputului net în cadrul social dat, nu ceea ce ar putea fi în absența ipotetică a lui. Menținerea și modificarea acestui cadru nu poate constitui în sine parte a produsului final al activității economice. S-ar putea, dacă se doarește, să se considere cadrul social ca un fel de capital de bază, dar nu în sensul strict de capital economic a cărui creștere și a cărui descreștere poate, și de la*

nici un subiect permanent sau o marfă vandabilă după ce a terminat munca, pentru care ar putea fi obținută o cantitate egală de muncă. Suveranul de exemplu, ofițerii, fie din justiție sau armată, care servesc sub el, întreaga armată și marină sunt lucrători neproductivi.

... În aceeași clasă trebuie să fie așezate și unele din cele mai importante și mai serioase, dar și unele din cele mai frivole profesii: clerici, juriști, medici, oameni de literă de toate genurile, actori, bufoni, muziceni, cântăreți de operă, dansatori etc. ca și declinațiile actorului, discursurile oratorilor sau sunetele muzicanților, toate muncile lor pier în același moment al producerii lor” (Smith, 1994, p. 361).

⁸ În tradiția clasică “serviciile” erau considerate neproductive, consumate în momentul în care sunt produse și, astfel, adăugate sau scăzute din avuție. Asta trebuie să fi spus Adam Smith:

“*Munca unora din cele mai respectabile clase ale societății, ca și cea a servitorilor, este neproductivă, nu produce valoare și nu se stabilește sau nu se concretizează în*

sine, să intre în evaluarea economică – fluxul de servicii către indivizi din economie este un flux de bunuri economice produse și asigurate în condiții de pace internă, securitate externă și protecție legală a drepturilor specifice și nu se poate include asemenea condiții în servicii... Există un oarecare sens în aprecierea că protecția vieții și a celor ce trăiesc este un serviciu economic către indivizi – dar este de fapt o precondiție a unui asemenea serviciu și nu serviciul în sine (Kuznets, 1952, p. 193-194).

Atunci cum este reprezentat “sectorul terțiar” din SNA în structura de evaluare a SAGE-P? În primul rând, așa cum Kuznets a lăsat să se înțeleagă, ar trebui să se facă o distincție între fluxurile de servicii de la stocul disponibil pentru consum și determinarea internă necesară pentru a menține structura sistemului însuși. *Outputul* care intră ca *input* în însuși ciclul producție/consum. Acesta este determinarea internă a fondului social-cultural întruchipat în educația, pregătirea, îndemânările și talentele populației – cu alte cuvinte know-how trecut de la o generație la cea următoare. Astfel, ea este o determinare exterioară care emană din “funcția de serviciu” a sectorului terțiar care este reprezentat pe SAGE-P. Oferirea de servicii de turism, de exemplu, este o activitate economică dependentă în întregime de proprietățile *fondului cu entropie joasă* a capitalului natural și social precum peisajul, clima, artefacte istorice și obiceiuri (conservate) sociale ș.a.m.d. În timp ce mult din această activitate este *in-situ*, activitatea de deplasare, tot ce presupune sistemul turismului determină un mare consum material și de energie care poate fi măsurat direct ca *producție entropică*.

Figura 3 arată condițiile de frontieră

I/O ale contabilizării formale a *producției entropice* din SNA la sistemul mai larg (mai generalizat) SAGE-P. Aceasta se vede atât direct, ca input (reaprovizionare) și output (consum) de ecoproduse/econproduse în fondul cu entropie joasă, cât și indirect, prin matricea de difuziune redefinită ca *funcția producției entropice*. Observăm relația I/O directă privitoare la comerțul internațional și fond. Cu cât mai mult această funcție este tratată în SAGE-P ca o funcție globală a *producției entropice*, cu atât în SNA ea rămâne un subset al fondului, limitat de granițele naționale.

Figura 3 reprezintă condițiile de frontieră I/O ale conturilor fundamentale din SNA cu privire la fluxuri: (I) producție, (II) consum și (III) comerț cu restul lumii. Aceste elemente de flux bine definite ale funcției de producție ajung în elementele de stoc (IV) ale matricei acumulării de capital și, prin definiție, aprovizionează din nou stocul de *fond cu entropie joasă*. Această relație I/O este reversul funcției economice a consumului, care reprezintă rata consumului de fond determinat de ciclul producție-consum al SNA. Observăm că *ciclul producției entropice* este incomplet în măsura în care conturile fluxului materiale-energie se încheie cu “produsul final”. Cu alte cuvinte, ciclul de disipare materiale-energie al stocului de capital *via* funcția de consum este exclus din conturi, deși valoare/monetară este atribuită deprecierii capitalului. SAGE-P descrie ciclul complet producție-consum de la copilărie la maturitate.

Sintaxa și identitățile de contabilizare de la flux la stoc

Structura sintaxei SNA se bazează pe identitățile de evaluare Keynesiană: ve-

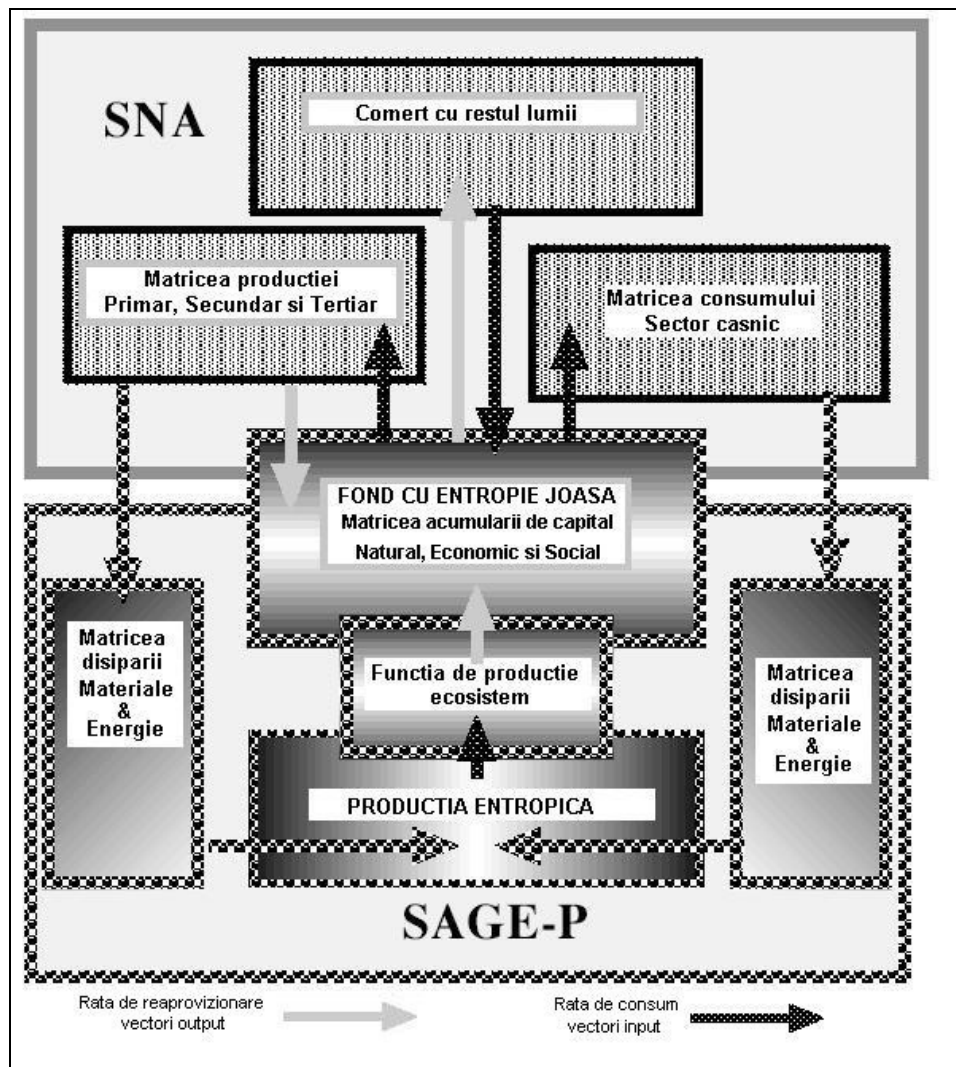


Figura 3: Contabilizarea Stocurilor și Fluxurilor: Producție, Consum și Comerț cu restul lumii și Producția entropică

nitul agregat (Y), consumul (C), economiile (S) și investițiile (I) (adică, $Y = C + S$, $S = I$; UN, 1968). În timp ce identitatea deține adevărul în virtutea adevărului sintactic, măsura reală Y (adică datele) deține adevărul numai în virtutea definiției

ei lui (adică semantic "adevăr"), Y , nefiind un obiect măsurabil ca oamenii sau mesele, este dependent de definirea unei funcții complexe determinate de un flux de obiect-serviciu abstract izvorât din stocuri. Y în SAGE-P este o funcție

recursivă a unui sistem analitic complex care poate fi *maximizat*, *minimizat* sau păstrat în *stare stabilă/de echilibru*.

Conform definiției SNA pentru Y , acesta este o sumă reprezentând un set liniar de “câștiguri” obținute prin utilizarea *factorilor proprii de producție* (adică, valoarea adăugată). Aceste rezultate sunt, în schimb, valori-monetare ale lui Y compuse din i) angajare, ii) auto-angajare, iii) profituri comerciale brute ale companiilor, iv) excedentul comercial brut din utilitățile publice și v) venitul net adus de proprietățile din străinătate. Y la *costul factorilor* se obține prin scăderea *consumului de capital*. În SNA, valoarea netă a lui Y este determinată de, și astfel limitată la, definiția instituțională a determinării legale a proprietății, excluzând toate activitățile (economice) care se află în afara acestui cadru rigid instituțional, precum “comerțul de droguri”⁹.

Ne permitem să observăm aici o sintaxă incompletă în structura de contabilizare a SNA, atât timp cât costul instituțional al controlului (adică, de eliminare a activității) crește *rata producției entropice* în sistemul economic, fără contra partea ei în “econprodus” – bunuri și servicii finale incluse în produsul național. Caracterul incomplet sintactic al SNA se extinde la toate proprietățile care produc Y , referitoare la stocuri de capital fără valoare-

monetară, precum degradarea funcțiilor ecosistemului necultivat și externalitățile producției care afectează sănătatea și bunăstarea oamenilor incluși în capitalul social/cultural.

Y este exprimat în SNA ca o derivată de prim ordin a indicatorului de măsură a volumului fluxului, astfel $Y = PIB$. În schimb, Y în SAGE-P este un indicator de măsurare a fluxului de valori de întreținere ale unei *funcții de consum* extins, definit ca o derivată de prim ordin a stocului fondului cu entropie scăzută. În SAGE-P, *productivitatea* este un indicator de măsurare a *consumului* produsului pe unitate de volum/timp (adică, durabilitate). În SNA se reține conceptul neoclasic de *productivitate* ca produs național pe unitate timp/volum (adică, viteză). Y ca măsură de viteză se corelează pozitiv cu ritmul de creștere a *producției de entropie* și Y ca măsură a durabilității se corelează negativ¹⁰. O condiție *sine qua non* a dezvoltării sustenabile este să se decupleze Y de măsurarea în volum (materială) a economiei (adică dematerializarea produsului național). Ideea că Y este un flux de la stocuri își are originea în analiza lui Irving Fisher referitoare la natura capitalului și a venitului: “*Venitul reprezintă un flux dintr-o anumită perioadă și nu un fond dintr-un anumit moment precum capitalul, ... constând în servicii abstracte și nu în avuție concretă precum capitalul. Venitul adus de orice unealtă*

⁹ Există o anume relaxare a acestei rigidități în revizuirea SNA din 1993 cu scopul de a adapta valorile activelor neproduse care pot fi depreciate din cauza degradării mediului, unor supra-recolte, pierderi catastrofice etc (UN, 1993). Ar trebui precizat faptul că economia invizibilă și/ori informală care cade în afara cadrului instituțional formal este recunoscută în SNA ca o contribuție la Y evaluat monetar a echivalenței lui.

¹⁰ Simetria valorii de piață între venit și producția entropică trebuie să fie spartă, dacă nu există nici o speranță de a scăpa de “capcana entropică”. Aceasta este ceva analog cu “capcana lichidității” a lui Keynes, exceptând faptul că aceasta determină o subfolosire permanentă de resurse umane, în timp ce capcana entropică privește exact condiția de situație inversă.

este astfel fluxul de servicii adus de acea unealtă. Venitul unei comunități este fluxul total de servicii de la toate uneltele ei. Venitul unui individ este fluxul de servicii obținute de el din proprietatea lui” (Fisher, 1965, p. 102).

Venitul național maxim al lui Kenneth Boulding traduce conceptul de flux de servicii al Y prin recomandarea unei politici de reducere a ratei producției entropice în indicatorul de măsurare materială a PIB: *Eu susțin că există stoc de capital care ne oferă satisfacție nu din ceea ce se adaugă la el (producție) sau din ceea ce se sustrage din el (consum): că departe de a fi în primul rând un deziderat, consumul este o proprietate deplorabilă a stocului de capital care cere activități la fel de deplorabile de producție: și că obiectivul politicii economice nu ar trebui să fie maximizarea consumului sau a producției ci mai degrabă minimizarea, adică să se permită să ne menținem stocul nostru de capital cu un consum mic și o producție posibilă. Nu creșterea consumului și a producției este cea care ne face bogați ci creșterea capitalului și orice invenție care ne permit să ne bucurăm de stocul de capital dat, iar un volum mai mic de consum pentru producție, rezultat sau venit valorează mult mai mult* (Boulding, 1949).

Sintaxa producției entropice

Venitul este derivat din conceptul de surplus de produs într-o economie, care de fapt este ceea ce rămâne după ce costul producției (adică input) este scăzut din valoarea outputului. Prin definiție, un sistem în stare de echilibru/stabilă nu produce nici un surplus. Astfel, o economie de subzistență reprezintă un model în

care salariile sunt exact suficiente pentru a menține reproducția stabilă a forței de muncă iar profiturile sunt reduse la zero ($\text{capital/output} = 0$). Produsul necesar pentru a menține stocul forței de muncă (populația) și capitalul economic (mașina) într-un sistem de reproducție stabil/în echilibru provine dintr-un surplus de producție de capital natural (adică, energie liberă de la soare). Acest concept primitiv de “surplus” de la pământ, demonstrat faimos în “Tabloul Economic” al Fiziocraților, a fost mai târziu modificat de Adam Smith pentru a include surplusul creat prin munca din industrie: *“Materialele întregii avuții își au originea în adâncurile pământului; dar numai cu ajutorul muncii pot constitui ele cu adevărat avuție. Pământul furnizează mijloacele avuției dar avuția nu poate în nici un fel exista fără industrie și muncă care modifică, împarte, leagă și combină producția variată a solului astfel încât ea să ajungă și să se potrivească consumului uman”* (Garnier, p.xxxvii).

În timp ce venitul reprezentat ca funcție inversă a surplusului de producție entropică ar putea să încurce contabilii ce folosesc SNA, există totuși o identitate de contabilizare bine specificată rezultată din formalismul modelului GR flux-fond. Alfred Marshall, marele exponent al modelului echilibru neoclasic, a simțit intuitiv că dinamica “produsului surplus” dintr-o economie este explicată mai bine nu prin modelul matematic al producției ci prin cel biologic: *“Mecca economistului se află în biologia economică mai degrabă decât în dinamica economică. Dar concepțiile biologice sunt mai complexe decât acelea ale mecanicii; o parte din Fundamente trebuie să acorde un loc relativ mare analogiilor mecanice; și utilizarea frecventă a termenului “echilibru”*

care arată ceva de analogie statică” (Marshall, 1947, p. 14).

Conceptul de surplus economic, așa cum l-a prevăzut Marshall, nu a venit de la înțelegerea procesului economic ca un model de mașină, ci de la înțelegerea modului în care natura creează “surplus” în procesul biologic de reproducție, metabolism – anabolism și catabolism. Modelul, desigur, este acela al funcției de producție ecosistem ca sistem complex în stare de echilibru/stabilă. Producția primară este produsul surplus al economiei Naturii de care o viață mai bună este o funcție dependentă (Worster, 1994). Marele fizician Erwin Schrodinger, descoperitorul mecanicii valurilor în fizica cuantică, a explorat problema a ceea ce distinge viața de celelalte lucruri din univers. În faimosul său eseu, publicat în 1944, rădăcinile producției entropice ca surplus economic este explicat în felul următor: *“Un organism viu își crește continuu entropia sau, cum se mai poate spune, produce entropie pozitivă și astfel tinde să-și apropie starea periculoasă de entropia maximă care este moartea. El poate numai să se țină departe de ea, adică să trăiască printr-o continuă reținere de la entropia negativă a mediului înconjurător, care este uneori foarte pozitivă, cum vom vedea imediat. Un organism se hrănește cu ceea ce este entropie negativă. Or, pentru a face asta mai puțin paradoxal, lucrul esențial în metabolism este ca organismul să reușească să se elibereze de întreaga entropie, dar aceasta nu poate să o facă când este viu”* (Schrodinger, 1965).

Entropia (S) este un formalism pentru a descrie o proprietate de stare a sistemului când acesta trece printr-o schimbare ireversibilă care este măsurată printr-o sumă egală cu energia absorbită de sistem

(dq) împărțită la temperatura termodinamică (T); adică, $dS=dq/T$. Este important să observăm că entropia depinde numai de condițiile de stare a sistemului și nu de istoria lui (adică de drumul parcurs prin care această stare a fost atinsă). În SAGE-P condiția stării inițiale a sistemului primește o valoare arbitrară de 0 producție entropică, care este și ciclul de re aprovizionare producție-consum în starea de echilibru/stabilă. În conturile de bilanț, producției entropice i se dă un semn pozitiv, semnificând o reducere în stocurile cu entropie joasă (dezacumulare de capital), iar acumulării (adică neg-entropiei) i se dă un semn negativ. Expresia algebrică este cea a măsurii de volum a producției (flux) în timpul integral.

Neg-entropia în “lumea-mașină” este descrisă ca o cantitate bine definită a “energiei libere” disponibile pentru muncă și/sau căldură. Energia liberă în “lumea vie” este un set complex interdependent de factori indicat printr-un flux continuu I/O de energie disponibilă nu numai pentru a menține integritatea și starea de sănătate prezentă a sistemelor vii (de exemplu, economia) ci și toate traiectoriile viitoare ale *elementelor de fond*. Fluxul-fond GR este un formalism pentru a descrie ciclul de producție al sistemului natural în termenii unui *proces* de funcții recursive de adaptare și evoluție. Sintaxa producției entropice, ca realmente o metaforă în științele sociale, aplică o măsură generală pentru sisteme la procese ireversibile. SAGE-P reduce această măsură a “ireversibilității” la patru conturi fundamentale descrise și definite de matricea I/O SNA al lui Stone pentru producție, consum, acumulare și comerț cu restul lumii. SAGE-P, altfel decât SNA, extinde operatorul produselor carteziene (adică, coeficienții) de la derivata de ordinul întâi

la derivata de ordinul doi a măsurii volumului *stocurilor cu entropie joasă*; acestea din urmă descriu funcțiile recursive care, în anumite condiții, exprimă discontinuitatea (sau schimbarea fazei) proprietăților emergente ale structurilor disipative departe de echilibru (Prigogine și Stenger, 1984; Prigogine, 1997)¹¹.

Se susține că această abordare nu face numai o integrare puternică a matricelor tranzacțiilor mediu înconjurător-economie, dar susține și definirea *identităților de contabilizare* a funcției globale limită, așa numitele *inegalități* care lipsesc la operatorii evaluați în monedă din sistemul (Walrasian) al echilibrului general (Gowdy și Erickson, 2005). Componenta care lipsește din modelul neoclasic nu este nimic altceva decât capacitatea de a reprezenta derivata de prim ordin în derivate de ordinul doi, derivate ale *structurilor de entropie joasă*. Cu alte cuvinte, necesitatea de a include în cauza reală sistemele formale este descrisă în funcția de producție. Este evocată *mâna invizibilă* care îndeplinește funcția operatorului (adică regulile concurenței) care în mod misterios alocă resursele sărace în condiții de stare optime. Adam Smith se pare că a aplicat această metaforă mai mult ca un “paradox” moral, pentru a reconcilia interesul propriu al producătorului individual (fixarea prețurilor) cu interesele generale ale consumatorului (con competiția prețurilor), decât ca un operator generali-

zat al evaluării prețului marginal care presupune stări de echilibru al cererii-ofertei la un moment. Schrodinger rezolvă paradoxul mâinii invizibile dând “producției” un semn negativ în procesul termodinamic; operatorul pentru crearea ordinii din haos: *De aceea expresia stângace de entropie “negativă” poate fi înlocuită cu o alta mai bună: entropia, luată cu semn negativ este ea însăși o măsură a ordinii. Astfel, instrumentul prin care un organism își menține propria staționare la un nivel cât se poate de înalt de ordine (= nivel foarte jos de entropie) constă într-adevăr în hrănirea continuă a ordinii din mediul lui înconjurător... Într-adevăr, în cazul animalelor aflate în stadiu mai înalt de dezvoltare, noi cunoaștem felul de ordine în care ele hrănesc destul de bine, și anume, starea extrem de bine ordonată a materiei în componente organice mai mult sau mai puțin complicate, care le servesc ca hrană. După utilizarea ei, ele o returnează într-o formă foarte mult degradată – nu în întregime degradată, oricum, pentru ca plantele să poată încă să se folosească de ea. (Acestea, desigur, au cea mai puternică ofertă de “entropie negativă” în lumina soarelui)* (Schrodinger, 1965).

SAGE-P folosește *producția entropică* ca operator pentru a desființa o funcție extinsă a consumului de produse economice și ecologice¹². În măsura în care este

¹¹ Prigogine precizează că în condiția de “îndepărtare de la echilibru”, legea entropiei, alături de alte Legi ale Naturii, *nu* ar trebui considerate ca anticipatori determiniști ai traiectoriilor din domeniul dinamicii clasice, ci ca funcții de probabilitate cu constrângeri foarte specifice, sau limite, care proiectează multiple traiectorii ale tuturor *lumilor posibile*.

¹² Metoda Rees-Wackernagel, “urmă ecologică”, este în mod similar o deconstrucție prin cartografierea funcției de consum, dar ca și SNA, este limitată la derivata de ordinul unu (cauza eficientă) descrisă prin cartografierea funcției de consum pe suprafața pământului necesar pentru reprovizionarea stocului de produse cu entropie joasă (Wackernagel și Rees, 1996). SAGE-P, prin aplicarea derivatelor de ordinul doi

proporțional cu PIB, un model de consum diferit cultural schimbă gradul de proporționalitate a conturilor de producție entropică la scară macro. Într-adevăr, este un fel de disipare a *entropiei surplus* (dimensiune calitativă) care este determinată cultural – un obicei de frugalitate, înclinație de a plăti pentru restaurarea ecosistemului – și, mai presus de toate social și istoric, genează a valorilor conservatoare. John Mill, în eseu său despre Starea Staționară a dat această explicație: *“nu este nici o satisfacție în a contempla lumea și a privi nimicul rămas pentru activitatea spontană a naturii: fiecare petec de pământ atras în cultură, care este capabil să sporească alimentele pentru ființele umane; fiecare devastare a florilor sau pășunilor naturale arate; toate cuadrupele sau păsările care nu sunt domesticate pentru folosul omului ci exterminate ca rivale ale lui privind hrana, orice arbust sau copac scos din rădăcini și locul rămas unde un tufiș sau o floare sălbatică ar fi putut să crească fără să fie smulse ca o buruiănă în numele agriculturii îmbunătățite. Dacă pământul trebuie să piardă acea mare parte din minunăția care-i este proprie pentru lucruri care cresc nelimitat avuția, și populația va distruge o parte din el cu scopul de a-l face capabil să susțină o populație mai mare, dar nu mai bună sau mai fericită. Eu sper sincer de dragul prosperității că ei vor fi mulțumiți că se află în stare de staționare mult înainte de a fi nevoiți să se plângă de ea”* (Mill, 1985, p. 116).

Formalismul sustenabilității, definit prin funcții limită în sens absolut, este în

(cauza formală) și de ordinul trei (cauza finală) permite cartografierea dinamică și, dacă e formulată spațial, specific așezării, a urmei ecologice.

final un factor determinat cultural reducibil în ultimă instanță la o anumită *rată acceptabilă social de producție entropică* (Mayumi; 2001; Friend. 2004). Și, dincolo de nevoile fundamentale, care în sine reprezintă o derivată de factori culturali (de exemplu, ratele pentru mașină în plățile de asigurare în America de Nord), măsura pentru sustenabilitate este relația între energia liberă (adică fond cu entropie joasă) și modul în care noi dispunem de surplus de entropie (adică generarea unor reziduuri de aruncat) în orice economie bine definită. Într-adevăr, aplicarea celei de-a Doua Legi a termodinamicii pentru un sistem viu, ne arată: *“Energia este necesară pentru a înlocui nu numai energia mecanică a eforturilor corpului nostru ci și energia calorică pe care noi în mod continuu o răspândim în mediu. Și faptul că noi emitem energie calorică nu este accidental ci esențial. Pentru aceasta există un mod precis în care noi dispunem de surplusul de entropie pe care îl producem continuu în viața noastră fizică”* (Schrodinger, 1965).

Construirea produselor comune în SAGE-P

În analiza economică, produsul material este mai larg decât problema definirii condițiilor de frontieră care disting un produs de cel următor. De exemplu, scaunele de lemn și scaunele de plastic, amândouă vor fi clasificate în același set în termeni de funcție a lor, dar în seturi diferite în termeni de atribute. Serviciile, prin definiție, nu au deloc atribute fizice și ele există astfel în forma lor funcțională. Economia însăși poate fi descrisă ca fluxuri de produse comune, de consum material și energie și de servicii. SAGE-P

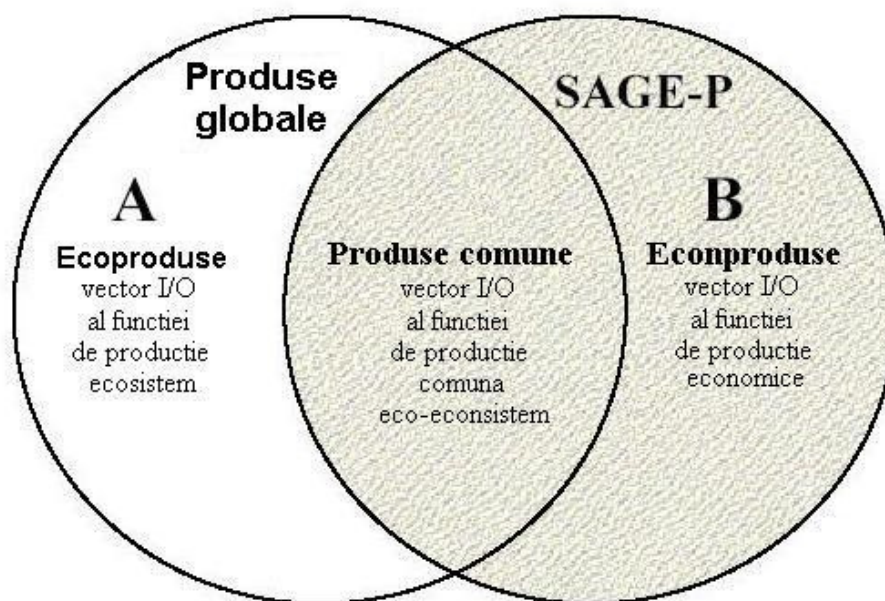


Figura 4: Intersectarea produsului comun mediu-economic: $A \cap B$

transformă produsul material (adică consumul de stocuri cu entropie joasă) în fluxuri de servicii: prezentarea domeniului material în șirul de servicii. Astfel, PIB la costul factorilor (domeniul) a fost transformat la rata lui de producție entropică (șir) într-un flux de servicii. Observăm că Produsul Național este un produs comun, complex, compus din material real și o parte imaginară nematerială. Aceasta din urmă reprezintă valoarea (beneficiul) derivată din rata de consum (și reaprovisionare) a stocurilor cu entropie joasă.

SAGE-P prezintă o metodologie precisă pentru a construi matricele de tranzație mediu-economic compuse din elemente de produse-comune, distincte ca influx și outflux la intersectarea frontierelor produselor (Baumgärtner ș. a,

2001). Aceste conturi sunt construite prin intersectarea a două seturi de date, unul constituind econprodusele (economia) și celălalt ecoprodusele (ecosistemul) unde intersecția formează domeniul de produs comun (vezi Figura 4). Produsele comune păstrează determinările interne (adică regulile de producție) ale funcției de producție ecosistem-economice. În felul acesta, identitățile de contabilizare interne rămân intacte în reprezentarea stocurilor cu entropie joasă în produse (economice) cu entropie înaltă. Datele (adică cauza materială) constituie *domeniul* (adică sistemul natural), codificat în categorii contabile de *șir* (adică sistem formal), scris ca $f: X \rightarrow Y$ (vezi Figura 5). Săgeata reprezintă coeficienții de codificare/decodificare care desemnează elementele din X în

elementele lui Y . X reprezintă ceea ce se observă, date statistice, economice, sociale privind mediul înconjurător într-un domeniu spațial – temporal și Y categoriile de contabilizare a producției entropice la nivelul global/național/local al analizei.

Combinarea prezintă un produs compozit aparținând spațiului produsului unei economii în sistem formal și decodificat într-un spațiu analitic al *sistemului natu-*

ral. În Figura 4 se arată economia de spațiu a produsului (B) și intersecția produselor Comune globale (A): $A \cap B$. Aici vom observa că A reprezintă toate funcțiile inclusiv producția ecosistem și astfel este spațiul analitic pentru determinarea funcțiilor globale limită. Aceasta, ca în *Millennium Ecosystem assessment Project* a importat în SAGE-P mărimea unui spațiu de produs economic (WRI, 2005).

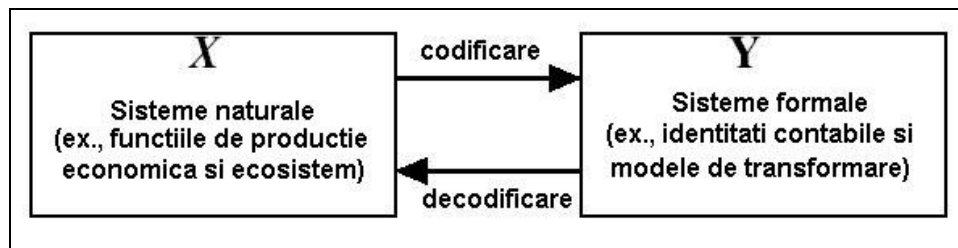


Figura 5: Reprezentarea grafică a Sistemelor Naturale în Sisteme Formale (codificare) și a Sistemelor Formale în Sisteme Naturale (decodificare)

$A \cap B$ reprezintă materiile prime, materialele, energia (pentru producție) ale unei economii. Ce reprezintă atunci produsul economic $B' = B - A \cap B$? Produsele comune excluse, sau produsul economic pur astfel definit ca produs nematerial, așa-numitul sector terțiar al economiei. Categoriile de contabilizare ale SAGE-P definesc funcțiile și acestea, în schimb pot fi împărțite la acelea în care fluxurile material energetice sunt proporționale volumului activității, ca transporturi, întreținerea construcțiilor producătoare de chirie, restaurante și turism ș.a.m.d.¹³ și la

acelea în care nu există nici o legătură directă măsurabilă. Astfel, B reprezintă economia dematerializată. Cu alte cuvinte produsele care există pe hârtie, în baza de date a computerului, în mijloacele de comunicare sau pentru plăți pentru consultație verbală. În SNA, această categorie include, *inter alia*, inputul material energetic dar se decuplează de la creșterea în volum a serviciului. Într-adevăr, folosirea metodei de contabilizare SNA, dematerializarea economiei, reprezentată prin sectorul terțiar, presupune o excludere a

tural – orașe istorice și cutume sociale (păstrate). Despărțirea oamenilor de acești “factori de atracție” reprezintă o funcție *feed-back* pozitivă a produsului cu entropie înaltă al economiilor moderne, de exemplu eliberarea stresului dezvoltat în populație.

¹³ Turismul este un exemplu de produs cu entropie înaltă (serviciu) dependent în întregime de proprietățile stocului cu entropie joasă de capital natural, precum peisajul și condițiile climaterice, capitalul social/cul-

volumului output-ului, care acum depășește în multe țări valoarea adăugată combinată a sectorului primar și a celui secundar din economie, în unele cazuri fiind mai mult decât două treimi din PIB.

Produsul comun presupune desenarea funcției de producție ecosistem pe output-ul sectorului primar. În esență, funcția recursivă spațiu-timp ce modelează producția primară reprezintă “cauza materială” determinată de dinamica sistemului formal. Produsul comun în sectorul secundar și cel terțiar (material) este reprezentat de inputuri indirecte (influxuri de resurse) și outputuri directe (dispunerea de reziduuri de aruncat). Diagramele care rezultă, spre deosebire de corespondența sectorului primar unu la unu între vectorii input și output, descriu corespondența dintre multe la unu (sursa resurselor naturale) și unu la multe (difuzarea reziduurilor nefolositoare).

Concluzia

SAGE-P oferă un cadru integral pentru cartografierea relațională a cauzelor materiale ale *condițiilor de stare a ecosistemului* (statistica mediului înconjurător) pe fondul cauzelor eficiente ale *condițiilor de stare a ecosistemului* (statistica economică). Cu alte cuvinte, baza de date a activităților umane se așează pe baza de date referitoare la capitalul natural fix și circulant restrâns prin funcții limită. Precursorul cartografierii raționale mediu-economie este *Sistemul Statistic de răspuns al mediului înconjurător la stress* (*Stress-response environmental statistical system* – STRESS) compus din măsurile de volum ale activităților umane (indicatori care provoacă stresul), măsurile de volum ale poverii poluării și schimbării

utilizării pământului (indicatori de stres) și măsuri asociate de volum ale schimbării ecosistemului ca stare (indicatori de răspuns) (Rapport și Friend 1979; Friend și Rapport, 1991). Spațiul analitic al STRESS, ca și cel al SAGE-P permite o cartografiere inversă a efectului (politica) asupra cauzei (sănătatea și integritatea funcțiilor ecosistemului). Dacă SAGE-P s-a aplicat cu succes la starea referitoare la ecosistem, el are o determinare formală insuficientă privind activitățile economice pentru a se integra pe deplin cu SNA (EC, 1985, Rapport și Singh, 2005). Într-adevăr, este eșecul politicii de a specifica funcțiile limită pentru creșterea economică¹⁴.

Puterea de modelare a SAGE-P se bazează pe cartografierea într-un spațiu comun a sistemului natural X (*cauza materială*) codificată la sistemul formal Y (*cauza eficientă*): $f:X \rightarrow Y$. Aceasta poate fi extinsă în spațiul analitic al cartografierii funcționale a *cauzei eficiente* Y (mijloace esențiale de producție) la *cauza formală* Y' (structuri de organizare și instituționale dintr-o economie): $f:Y \rightarrow Y'$ și, în plus, extinsă la cartografierea *cauzei formale* Y' pe *cauzele formale* Y'' (funcția obiectiv a unei economii): $f:Y' \rightarrow Y''$. Algoritmul SAGE-P reprezintă funcțiile recursive la niveluri structurale diferite ale unei economii care permit, *inter alia*, cartografierea funcțională *inversă* de genul: $f:Y'' \rightarrow Y' \rightarrow Y \rightarrow X$. Spațiul analitic al SAGE-P de seturi de echivalență permite pentru Y'' (obiectiv de politică) să fie reprezentat grafic direct pe cauza materială:

¹⁴ Acordul Kyoto este primul caz de specificare a funcției globale limită, deși restrânsă la capacitatea atmosferei de a absorbi GHG. Poate un crainic al viitorului va pune de acord pe cei ce folosesc în comun hidrosfera și litosfera.

$f:Y''\rightarrow X$. În timp ce acesta nu schimbă secvența de timp a *cauzei* $\rightarrow$ *efect* cartografierea lui $Y''\rightarrow X$ demonstrează *efectul* de politică privind gradul de deviere a oricărei traiectorii normale prevăzute a *cauzei materiale*.

Cartografierea *producției entropice* pe economie reprezintă într-adevăr sisteme complexe de modelare a transformării spațiu-timp a *stocurilor cu entropie joasă* în *produse cu entropie înaltă*. SAGE-P constituie astfel un proiect de cercetare pe termen lung care explorează teritoriul nou al contabilizării termodinamice non-echilibru. De fapt, dezvoltarea conturilor din spațiul analitic termodinamic închis al SNA la “economia de aprovizionare a economiștilor clasici s-a bazat pe

economics-ul conservării” al economiștilor ecologiști. Modelul GR flux-fond este convenabil transformat în *producție entropică* contabilizând bilanțul stocurilor cu entropie joasă (adică ciclul rata de consum – reprovizionare într-un interval de timp bine determinat). Astfel, timpul este o proprietate cauzală internă a funcțiilor de producție, consum și acumulare ale unei economii – abordare ocolită de Școala Austriacă a teoriei producției (Böhm Bawerk, 1881; Malte și Proops, 1999). Prin internalizarea timpului în funcția producție/consum, performanța economică se schimbă de la o măsură de viteză la o măsură de durabilitate a productivității – marcă specifică a unui sistem economic sustenabil.

Bibliografie

- Aristotel. ‘The Politics’, (trad. T. A. Sinclair), Harmondsworth, Penguin Books, 1967.
- Bartelmus, P., *SEEA revision; accounting for sustainability?*, paper presented at the Symposium on SEEA, “The 8th Biennial Scientific Conference of the International Society for Ecological Economics”, Montreal, 11-14 July, 2004 (manuscript).
- Baumgärtner, S.; Dyckhoff, H.; Faber, M.; Proops, J. și Schiller, J., *The concept of joint production and ecological economics*, ‘Ecological Economics’, vol.36, nr.3, 2001.
- Böhm-Bawerk von, E., ‘The Positive Theory of Capital’, London, Macmillan, 1891.
- Boulding, K. E., *Income or Wealth*, ‘Review of Economic Studies’, vol.17, 1949.
- Boulding, K. E., *The Economics of the Coming Spaceship Earth*, Jarret (ed.), ‘Environmental Quality in a Growing Economy’, Baltimore, John Hopkins Press, 1966.
- Environment Canada, *State of the Environment Report for Canada*, Cat # EN 21-54/1986, Rapport, D. J., and Bird, P. M. Ottawa, Supply and Services Canada, 1986.
- Fisher, I., ‘The Nature of Capital and Income’, New York, Macmillan, 1906.
- Fisher, I., *The Nature of Capital and Income*, ‘Reprints of Economic Classics’, New York, Augustus M. Kelley Publishers, 1965.
- Friend, A. M. și Rapport, D. J., *Evolution of macro-information systems for sustainable development*, ‘Ecological Economics’, nr.3, 1991.
- Friend, A. M., *Roots of Green Accounting*

- in the Classical and Neoclassical Schools*, Simon, Proops (ed.), 'Greening the Accounts, Cheltenham, UK, Edward Elgar, 2000.
- Friend, A. M., *The Application of Ecological Economics to SEEA: "Entropy Production" & Ecosystem-Economy Transaction Accounts*, paper presented at RSEE'2003, Lake Baikal, Russia, August 18-23, 2003.
- Friend, A. M., "Book Review", Mayumi, Kozo *The Origins of Ecological Economics, the Bioeconomics of Georgescu-Roegen*, 'Review of Radical Economics', nr.36, 2004.
- Friend, A. M., *Valuation of the Physical Stock-Flow Accounts through Means of Ecopricing: Sraffa Ecosystem Valuation Method, SEVM*, Discussion Paper for the Symposium on SEEA, "The 8th Biennial Scientific Conference of the International Society for Ecological Economics", Montreal, 11-14 July 2004 (manuscript), 2004a.
- Garnier, M., *Doctrine of Smith, Compared with that of the French Economists*, introduce la ediția din 1809 a lucrării 'Wealth of Nations', Vol. I, Edinburgh, Mundell, Doig, and Stevenson, 1809.
- Georgescu-Roegen, N., 'The Entropy Law and the Economic Process', Boston, Harvard University Press, 1971.
- Gowdy, J. și Erickson, J., *Ecological Economics at the Crossroads*, 'Ecological Economics', nr.53, 2005.
- Holling, C. S., *Simplifying the Complex; The Paradigms of Ecological Function and Structure*, 'European Journal of Operational Research', nr. 30, 1987.
- Hueting, R., 'New Scarcity and Economic Growth', (trad. Preston, T.), Amsterdam, North Holland, 1980.
- Keynes, J. M., 'The General Theory of Employment, Interest and Money', London, Macmillan, 1960.
- Kuznets, S., *Government Product and National Income*, 'Income and Wealth', Series I, Cambridge, Bowes and Bowes, 1952.
- Malte, F.; Proops, J.; Speck, S.; Jöst, F., 'Capital and Time in Ecological Economics: Neo-Austrian Modeling', Cheltenham, UK. Elgar Press, 1999.
- Marshall, A., 'Principles of Economics', 8th. edition, London, Macmillan, 1947.
- Mayumi, K., 'The Origins of Ecological Economics: The Bioeconomics of Georgescu-Roegen', London-New York, Routledge, 2001.
- Mayumi, K. și Giampietro, M., 'Entropy in Ecological Economics', Chapter 5, book in preparation (private communication), 2005.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J. și Behrens, W. W., 'The Limits to Growth', Club of Rome, New York, 1972.
- Mill, J. S., *Of the Stationary State*, 'Principles of Political Economy', London, Penguin, 1985.
- Mirowski, P., 'More Heat than Light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics', Cambridge, Cambridge University Press, 1989.
- Mishan, E. J., 'The Cost of Economic Growth', New York, Frederick A. Praeger, 1967.
- Prigogine, I. și Stengers, I., 'Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature', New York, Bantam Books, 1984.
- Prigogine, I., 'The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature', New York, Free Press, 1997.
- Rapport, D. și Friend, A., *Towards a Comprehensive Framework for Envi-*

- ronmental Statistics: A Stress Response Approach*, cat #11-510, Ottawa, Statistics Canada, 1979.
- Rapport, D. și Singh, A., *An EcoHealth-based Framework for State of Environment Reporting*, 'Environmental Indicators', 2005, forthcoming
- Rosen, R., 'Life Itself: A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life', New York, Columbia Press, 1991.
- Schrödinger, E., 'What is Life & Mind and Matter', London, Cambridge University Press, 1965.
- Smith, A., 'An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations', New York, The Modern Library, 1994.
- Sraffa, P., *The Laws of Returns Under Competitive Conditions*, 'Economic Journal', nr.144, vol.XXXVI, 1926.
- Sraffa, P., 'Production of Commodities by Means of Commodities', Cambridge, Cambridge University Press, 1960.
- UN, *A System of National Accounts*, 'Studies in Methods', Series F, no. 2, rev. 3, New York, UN Publications, 1968
- UN, *System of National Accounts*, 1993 Revisions, New York, United Nations Press, 1993.
- UN, <http://unstats.un.org/environment/SEEA2003.htm>, 2003
- Wackernagel, M. și Rees, W., 'Our Ecological Footprint; Reducing Human Impact on the Earth', Gabriola Island, B.C., New Society Publisher, 1996
- WCED, 'Our Common Future', Oxford, Oxford University Press, 1987.
- Worster, D., 'Nature's Economy: A History of Ecological Ideas', Cambridge, Cambridge University Press, 1994, second edition.
- WRI., 'Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis', Washington, D. C., Island Press, 2005.

Modelul GR Flux – Fond

Factorii de producție sunt împărțiți în două categorii: *elementele de fond*, care reprezintă *agenții* procesului și *elementele de flux* care sunt elementele *folosite* sau *asupra cărora se acționează*. Fiecare element de flux este reprezentat printr-o coordonată $E_i(t)$. Elementul de fond intră și rămâne în proces cu eficiența intactă. În mod specific, noi putem reprezenta participarea unui fond C_α printr-o singură funcție $S_\alpha(t)$ indicând suma serviciilor lui C_α în timpul t . $0 \leq t \leq T$

Prezentarea analitică a Procesului poate fi astfel scrisă:

$$[E_i^T(t); S_\alpha^T(t);]$$

i reprezintă input sau output și α reprezintă deopotrivă inputuri și outputuri.

Coordonatele analitice ale procesului parțial. În analiză trebuie să se renunțe la ideea de a include în descrierea procesului a ceea ce se întâmplă în interiorul sau exteriorul lui, problema asociată cu ceea ce se întâmplă cu un proces care se reduce la înregistrarea numai a ceea ce intersectează frontiera. Putem să ne referim la orice element de la intersectarea frontierei dintre mediul înconjurător și proces ca la *input* și la orice element al intersectării în direcție opusă ca la *output*.

În acest moment, analiza trebuie să facă pași suplimentari eroici ținând la depărtarea de calitatea dialectică. Calități discret distincte sunt încă admise în pictură atâta timp cât numărul lor este finit și fiecare este măsurabil cardinal. Dacă notăm elementele care pot intersecta frontiera unui proces dat prin $C_1, C_2, C_3, \dots, C_m$ descrierea analitică este *completă* dacă pentru *orice* C_i am determinat două funcții non-descrescătoare, $F_i(t)$ și $G_i(t)$, prima arătând inputul cumulativ, a doua outputul lui C_i la timpul (t) . Natural, aceste funcții trebuie definite pentru durată întreagă a procesului, care poate fi întotdeauna reprezentată printr-un interval închis de timp precum $[0, T]$. Problema dacă acest model analitic este operațional în afara operațiunilor hârtie-creion nu poate fi rezolvată fără o examinare a naturii elementelor găsite de obicei în procesele reale. O asemenea examinare relevă că există numeroase elemente pentru care fiecare $F_i(t)$ sau $G_i(t)$ este în mod identic nul pe întreaga durată a procesului. Energia solară este un exemplu tipic pentru că este unicul input pentru orice proces terestru. Materiale variate obișnuit denumite ca “reziduuri” sunt exemple clare de elemente care sunt numai outputuri. În toate aceste cazuri, noi putem să simplificăm imaginea analitică prin reprezentarea fiecărui element printr-o coordonată unică.

$$E_i(t) = G_i(t) - F_i(t)$$

Pentru un element de output $E_i(t) = G_i(t) \geq 0$, pentru un element de input $E_i(t) = -F_i(t) \leq 0$. Semnul $E_i(t)$ este suficient pentru a spune care este în fapt cazul (Georgescu-Roegen, 1971, p. 215).

Georgescu-Roegen distinge în plus $E_i(t)$ care sunt elementele (fundamentale) necesare pentru a menține ciclul de producție în stare – stabilă / de echilibru (de exemplu semințe → recoltă) și $E_i(t)$ care sunt elementele (nefundamentale) care sunt surplus disponibil pentru consum.