

**Conferința Științifică Națională “Regionalizare și Politici Regionale”, Târgu-Jiu, 25-27 Octombrie 2013, România**  
**Regionalizare și Politici Regionale**  
**Coord: Dumitru-Catalin ROGOJANU**  
**ISBN: 978-973-166-373-9; e-ISBN: 978-973-166-477-4**

---

**Disparities And Trends In Regional  
Development: A Non-Linear Simulation  
Model**  
**[Disparități și tendințe în dezvoltarea  
regională: un model nelinear de  
simulare]**

---

**Lucian-Liviu ALBU**

**pp. 253-273**

©2014 The Authors & LUMEN Publishing House.

Selection, peer review and publishing under the responsibility of the conference organizers.

*How to cite:* Albu, L. L. (2014). Disparities And Trends In Regional Development: A Non-Linear Simulation Model [Disparități și tendințe în dezvoltarea regională: un model nelinear de simulare]. In Rogojanu, D. C. (coord.), Regionalizare și politici regionale (pp.253-273). Iasi, Romania: Editura LUMEN.

## Disparities and trends in regional development: a non-linear simulation model

### [Disparități și tendințe în dezvoltarea regională: un model nelinear de simulare]

Lucian-Liviu ALBU<sup>1</sup>

#### Abstract

*There are many debates in the literature on the estimation of the convergence trend . The authors use a variety of methods and indicators in this respect. In this study, taking into account one of the consequences of the standard convergence theory (which states simply that in the long run as income per capita increases its growth rate decreases) and using actual existing data, we are trying to estimate a theoretical (hypothetical) trend optimally with respect to certain rational criteria. Specifically, we impose to the simulation model, which is operating for each constituent entity of a group, the requirement that the total estimated revenue in the last year of a period to be equal to the total actual recorded income in that year or the total estimated income of the group for the whole considered period to be equal to the total actual income of the group for the same period. In this way, the simulation model used to estimate parameters will be subject to actual statistics. After the description of a non-linear theoretical model, we estimate its basic indicators by a recursive procedure, both in case of two groups of countries in EU and also in case of Romanian economy composed by eight regions. Then, study is focussing on the analyses of the gap between real convergence (divergence) and optimal trend of convergence.*

**Keywords:** *Non-linear simulation model, variation coefficient, recursive procedure, convergence, divergence;*

---

<sup>1</sup> Professor, Institute of Economic Forecasting, Bucharest, România, [ipe@ipe.ro](mailto:ipe@ipe.ro), 0040213188148

## 1. Introducere

În general, de altfel generos, scopul dezvoltării economice, al progresului economico-social în ultimă instanță, îl reprezintă reducerea disparităților între persoane în materie de venit. Prin extensie, acesta se traduce cel puțin la nivel teoretic printr-o tendință pe termen lung de apropiere a nivelului de dezvoltare între subdiviziunile administrative ale unei anumite regiuni, între regiunile unui stat, între statele aparținând unei uniuni sau grupări de țări (precum Uniunea Europeană) sau la modul global între statele lumii. De altfel, Uniunea Europeană are drept unul dintre pilonii săi de bază programul de convergență. Principalul factor pentru realizarea convergenței îl reprezintă creșterea economică. Există în ultima vreme o literatură bogată pe tema convergenței, unii autori subliniind importanța convergenței reale, alții argumentând că aceasta se poate realiza doar concomitent cu aceea nominală (care ar trebui să conducă la stabilitate).

Se consideră că teoria modernă a convergenței decurge din faimosul model Solow (Solow, 1956). Astfel, se demonstrează că, pe măsura ridicării nivelului de dezvoltare economică (exprimat sintetic prin venitul sau PIB-ul pe locuitor), există o tendință generală de convergență între țări și între regiuni. Pe termen lung, evidențele empirice par a confirma acest proces. Totuși, este clar că procesul de convergență nu este linear, având viteze diferite funcție de anumite condiții specifice, funcție de traversarea anumitor valori critice. În afară de venitul pe locuitor sau PIB-ul pe locuitor, chiar pe latura convergenței reale se folosește adesea un sistem de indicatori. Se face de asemenea distincție între convergența ca nivel și convergența ca ritm de creștere, iar tipurile de convergență pot fi  $\beta$ -convergență sau  $\sigma$ -convergență. Se folosesc pentru studierea convergenței diverși indicatori care reflectă decalajele sau gradul de concentrare în interiorul unui teritoriu sau grup de țări (dispersia, coeficientul Gini, coeficientul Herfindahl, indicele Theil etc.), se analizează convergența structurală, convergența seriilor de timp sau distribuțiile în dinamică etc. Depinzând de metodele și indicatorii folosiți, de perioadele considerate, rezultatele analizelor sunt uneori ambigue, de exemplu în cazul Uniunii Europene unele susținând existența convergenței, iar altele demonstrând un proces de divergență.

Din varietatea de moduri de abordare, în acest studiu ne propunem, pornind de la una dintre consecințele teoriei standard a convergenței (care afirmă simplu că, pe termen lung, pe măsură ce nivelul venitului pe locuitor sporește ritmul de creștere al acestuia se diminuează), să estimăm pe baza datelor reale un trend teoretic (ipotetic) optim în raport cu anumite criterii raționale din punct de vedere economic. Concret, vom impune modelului de simulare care operează pentru fiecare entitate constituentă a unui grup de țări (regiuni) cerința ca venitul total estimat în ultimul an al unei perioade pentru acel grup să fie egal cu cel efectiv înregistrat în acel an sau condiția ca venitul total estimat al grupului pentru întreaga perioadă considerată să fie egal cu cel real raportat. În acest fel, modelul teoretic

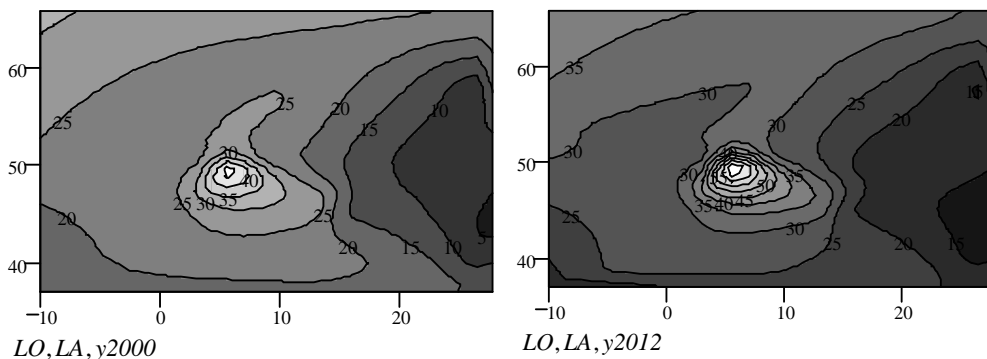
folosit pentru estimare va avea valorile calculate ale parametrilor condiționate de datele statistice reale.

## 2. Evidențe empirice în spațiul european și în România

Pornind de la teoria conform căreia pe termen mediu și lung ar trebui să se manifeste o tendință de diminuare a decalajelor între țări și regiuni, ceea ce presupune ritmuri mai înalte de creștere în țările (regiunile) cu un nivel inițial de dezvoltare mai redus, ne propunem testarea, pe baza datelor empirice referitoare la dinamica PIB-ului pe locuitor, a existenței unui trend de convergență.

În perioada 2000-2012 în Uniunea Europeană s-au produs unele schimbări în distribuția spațială a PIB-ului în raport cu nivelul acestuia pe locuitor,  $y$ , exprimat în euro PPS (Purchasing Power Standard), așa cum se observă din reprezentările grafice în figura 1 (unde  $LO$  este longitudinea, iar  $LA$  latitudinea). Pentru realizarea celor două hărți stilizate ale UE am utilizat coordonatele geografice corespunzătoare fiecărei țări din UE (excluzând însă cele două state insulare, Cipru și Malta, pe de-o parte, și Luxemburgul, datorită nivelului foarte ridicat față de media europeană, pe de altă parte). De asemenea, am păstrat aceeași proporție între longitudine și latitudine ca în harta geografică reală.

Se constată, pentru perioada analizată, că în vreme ce în anul 2000 sub un PIB pe locuitor de 15 mii euro se plasau nouă țări (Bulgaria, Cehia, Estonia, Letonia, Lituania, Polonia, România, Slovacia și Ungaria), în anul 2012 sub acest nivel mai existau doar trei țări (Bulgaria, Letonia și România). De altfel, la nivelul UE, între 2000 și 2012, s-a înregistrat un proces de convergență, demonstrat de scăderea coeficientului de variație,  $\uparrow$ , de la 26,2% la 18,1%. De asemenea, s-a înregistrat o reducere semnificativă a valorii indicatorilor de convergență, ceea ce semnifică o accentuare a concentrării în UE. Astfel, între 2000 și 2012, valoarea coeficientului de variație s-a redus cu 8,1 puncte procentuale (de la 26,2% la a 18,1%), ceea ce semnifică un proces semnificativ de convergență în materie de PIB pe locuitor.



**Figura 1.** Distribuția în UE a PIB-ului pe locuitor în anii 2000 și 2012.

*Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT*

În studiile privind convergența, se utilizează uneori pentru Uniunea Europeană separarea țărilor (excluzându-se cele două state insulare, Cipru și Malta) în două mari grupe: țările vechi în UE, membre înainte de valul de aderare din 2004-2007, așa-numitul grup UE15 (Anglia, Austria, Belgia, Danemarca, Germania, Grecia, Finlanda, Franța, Irlanda, Italia, Luxemburg, Olanda, Portugalia, Spania și Suedia) și respectiv țările foste comuniste din centrul și estul Europei, așa-numitul grup UE10 (Bulgaria, Cehia, Estonia, Letonia, Lituania, Polonia, România, Slovacia, Slovenia și Ungaria).

Pentru a compara din punctul de vedere al convergenței cele două grupe de țări, este necesară estimarea gradului de concentrare în interiorul grupelor. Dinamica gradului de concentrare este o măsură a convergenței (când valoarea scade) sau a divergenței (când valoarea crește). Drept indicator al concentrării am folosit coeficientul de variație, ale cărui valori estimate perioada 2000-2012 la nivelul UE27, precum și în cazul celor două grupe țări, UE10 și UE15, sunt prezentate în tabelul 1. Se observă o tendință semnificativă de convergență în interiorul grupului de țări UE10 și una de divergență în interiorul grupului UE15.

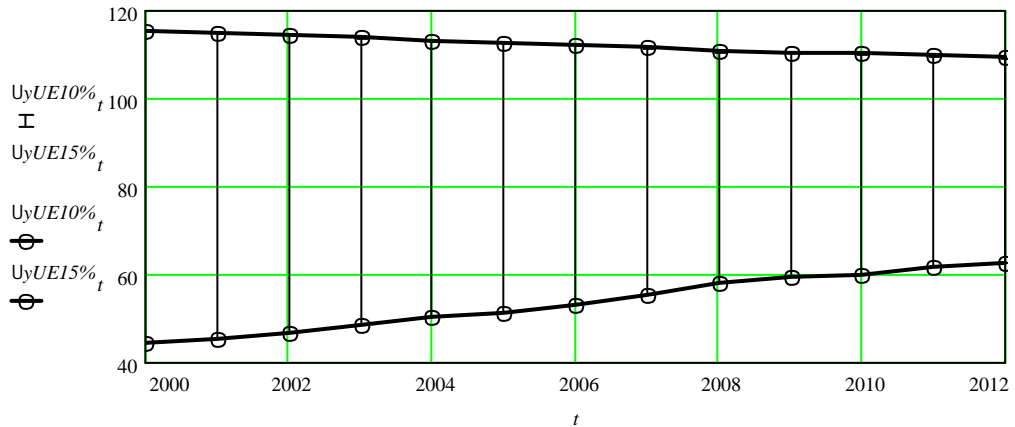
**Tabelul 1.** Valorile coeficientului de variație și ale PIB-ului pe locuitor în UE, 2000-2012

Anii	Coeficientul de variație (%)			PIB-ul pe locuitor (mii euro)		
	UE27	UE10	UE15	UE27	UE10	UE15
2000	26,208	25,582	6,655	19,356	8,606	22,351
2001	25,458	23,963	6,377	20,072	9,122	23,103
2002	24,208	23,202	6,855	20,736	9,696	23,774
2003	22,970	21,106	6,441	21,032	10,243	23,951
2004	22,179	19,809	7,071	22,001	11,102	24,931
2005	21,622	19,478	7,353	22,855	11,784	25,807
2006	20,831	18,528	6,842	24,053	12,764	27,042
2007	19,774	16,915	6,611	25,393	14,114	28,355
2008	18,506	14,766	6,350	25,426	14,787	28,198
2009	17,680	15,091	6,255	23,878	14,238	26,379
2010	18,135	15,451	8,032	24,875	14,895	27,457
2011	17,998	14,443	8,727	25,544	15,772	28,062
2012	18,062	13,938	9,188	25,487	15,958	27,914

*Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT*

De asemenea, în figura 2 este redată dinamica abaterilor față de media UE27 în cazul celor grupe de țări ( $U_{jUE10\%}$  și  $U_{jUE15\%}$  sunt abaterile procentuale de la media europeană în cele două grupe de țări). Se remarcă discrepanța între cele două grupe de țări în privința nivelului pe locuitor al PIB-ului în anul 2000, nivelul acestui indicator reprezentând pentru UE10 doar 44,5% din nivelul mediu pe ansamblul

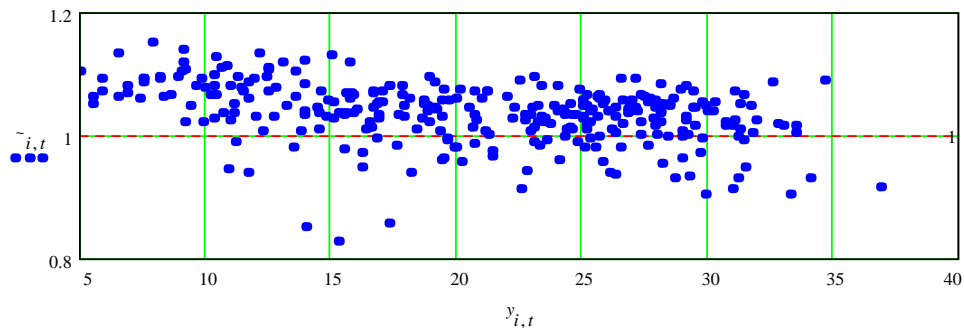
UE, comparativ cu 115,5% pentru UE15. A urmat însă un proces semnificativ de convergență între cele două grupe de țări, astfel că la nivelul anului 2012 PIB-ul pe locuitor în UE10 a ajuns să reprezinte 62,6% din media pe ansamblul UE, față de 109,5% în cazul UE15.



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT

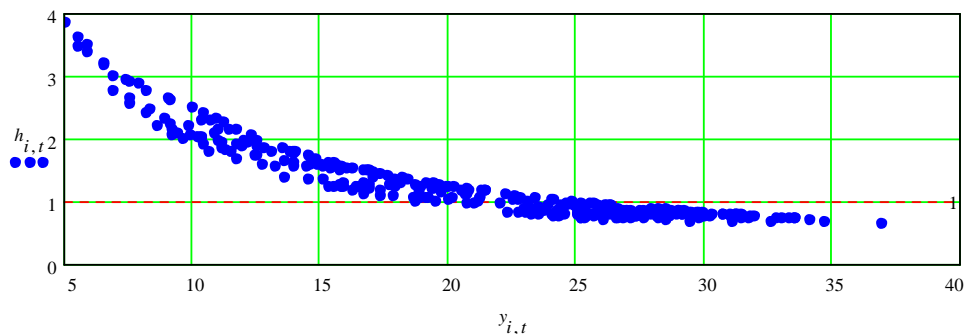
**Figura 2.** Dinamica PIB-ului pe locuitor în UE10 și UE15 (procente față de media UE), 2000-2012

Pentru perioada 2000-2012, conform graficului din figura 3, se constată în cazul Uniunii Europene o corelație negativă semnificativă între PIB-ul pe locuitor (în mii euro PPS),  $y$ , și indicele anual de creștere a PIB-ului (calculat pe baza exprimării tot în euro PPS a PIB-ului),  $\tilde{y}$  (valoarea coeficientului de corelație este de -0,219 în cazul UE27 și respectiv -0,373 în cazul UE26, reprezentând UE fără Luxemburg). De asemenea, evident, există o foarte puternică corelație negativă între PIB-ul pe locuitor și raportul dintre media UE a PIB-ului pe locuitor și nivelul individual din fiecare țară al acestuia,  $b$  (valoarea coeficientului de corelație este de -0,785 în cazul UE27 și respectiv -0,896 în cazul UE26), așa cum demonstrează graficul din figura 4.



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT

**Figura 3.** Corelația PIB pe locuitor - indice anual de creștere a PIB în UE26, 2000-2012



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT

**Figura 4.** Corelația PIB pe locuitor - raportul  $h$  în UE26, 2000-2012

Pentru cazul UE27, valorile coeficientului de corelație între  $y$  și  $\sim$  și respectiv între  $h$  și  $\sim$ , în perioada 2000-2012 sunt redade în tabelul 2 (pentru  $y$  și  $h$  datele se referă la anii din perioada 2000-2011, iar pentru  $\sim$  acestea semnifică indicii de creștere pentru anii din perioada 2001-2012, față de anul precedent,  $\sim$  fiind egal cu raportul dintre PIB-ul realizat în doi ani consecutivi,  $Y_t / Y_{t-1}$ ). Semnele așteptate, conform “teoriei convergenței” sunt minus în cazul primei corelații și respectiv plus în cazul celei de a doua corelații. Se observă că începând cu 2008, odată cu demararea crizei, corelațiile menționate au semne care se abat de la teorie (pentru anii 2009 și 2011, în cazul primei corelații, și pentru anii 2009/2008, 2010/2009 și 2012/2011, în cazul celei de a doua).

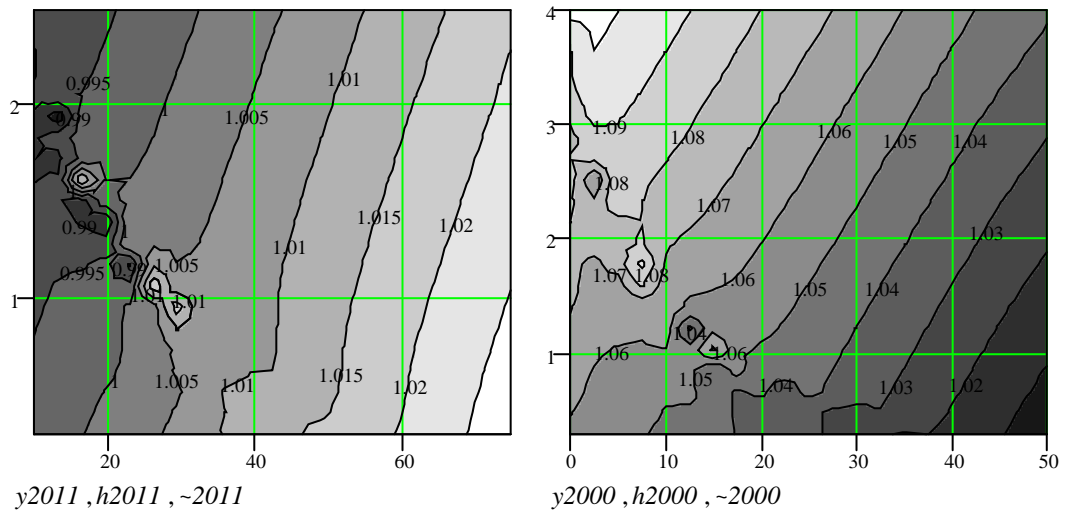
**Tabelul 2.** Valorile coeficienților de corelație (în %) în cazul UE, în perioada 2000-2012

Anii	Corelația dintre $y$ și $\sim$ (în %)	Corelația dintre $h$ și $\sim$ (în %)
2000(1)	-59,260	57,960
2001(2)	-36,991	50,573
2002(3)	-42,979	61,938
2003(4)	-25,714	52,680
2004(5)	-41,193	55,971
2005(6)	-7,955	48,177
2006(7)	-34,473	60,232
2007(8)	-34,356	58,920
2008(9)	-3,845	-4,798
2009(10)	30,160	-17,510
2010(11)	-9,378	37,439
2011(12)	29,595	-26,959

Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT

Considerăm utilă de asemenea reprezentarea grafică a corelației dintre cele trei variabile folosite de regulă în analiza procesului de convergență, anume dintre  $y$ ,  $h$  și  $\sim$ , care este redată, pentru anii 2000 și 20011, în figura 5. În cazul primului grafic, reprezentând un proces tipic de convergență, se observă că indici de creștere ai PIB-ului mai ridicați corespund unor valori mai scăzute ale PIB-ului pe locuitor,  $y$ , și unor valori mai ridicate ale lui  $h$ , ceea ce semnifică o creștere mai accentuată în cazul țărilor mai slab dezvoltate din UE. Cel de-al doilea grafic însă reprezintă un proces tipic de divergență, indici mai înalți de creștere corespunzând unor valori mai ridicate ale PIB-ului pe locuitor și unor valori scăzute ale lui  $h$ , ceea ce semnifică o creștere mai accentuată în cazul țărilor mai dezvoltate din UE. De asemenea, aplicând aceeași metodologie în cazul UE10 și UE15, am obținut o serie de rezultate, pe care însă nu le prezentăm în studiul de față, dar care, pe ansamblul perioadei analizate sunt în concordanță cu cele obținute pe baza datelor din tabelul 1, anume: un proces de convergență în interiorul grupului de țări mai slab dezvoltate din UE și unul de divergență în interiorul grupului țărilor avansate.

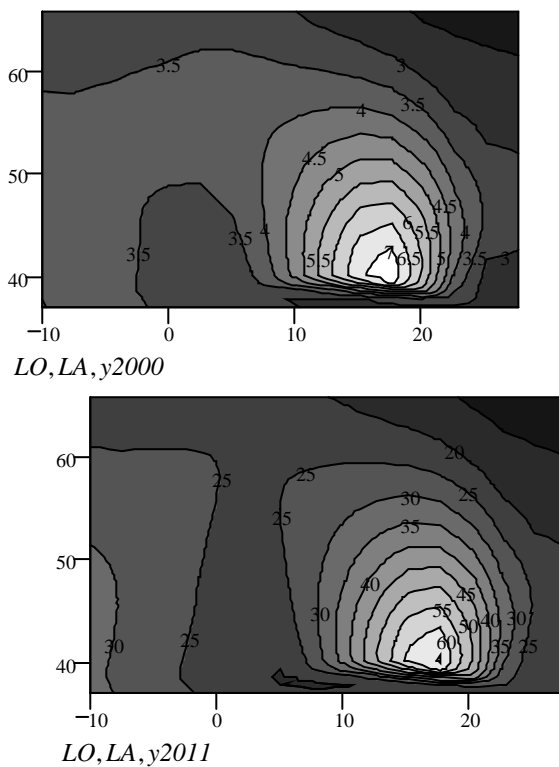
În cazul României, în perioada 2000-2011 s-au înregistrat o serie de schimbări în distribuția spațială pe regiuni a PIB-ului pe locuitor,  $y$ , exprimat în mii lei prețuri curente, așa cum rezultă din reprezentările grafice în figura 6. Pentru realizarea celor două hărți stilizate ale României am utilizat coordonatele geografice corespunzătoare fiecărei regiuni (cele opt regiuni administrative fiind: Nord-Est, Sud-Est, Sud-Muntenia, Sud-Vest Oltenia, Vest, Nord-Vest, Centru și București-Ilfov). De asemenea, am păstrat aceeași proporție între longitudine și latitudine ca în harta geografică reală.



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT

**Figura 5.** Reprezentarea grafică a corelației  $y-h-\mu$  pentru UE în anii 2000 și 2011





Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

**Figura 6.** Distribuția în România a PIB-ului pe locuitor în anii 2000 și 2011.

Spre deosebire însă de procesul semnificativ de convergență între țări înregistrat în Uniunea Europeană, în România, între 2000 și 2011, s-a înregistrat un proces accentuat de divergență între regiuni, demonstrat de creșterea valorii coeficientului de variație, de la 24,0% la 34,1%, conform datelor prezentate în tabelul 3.

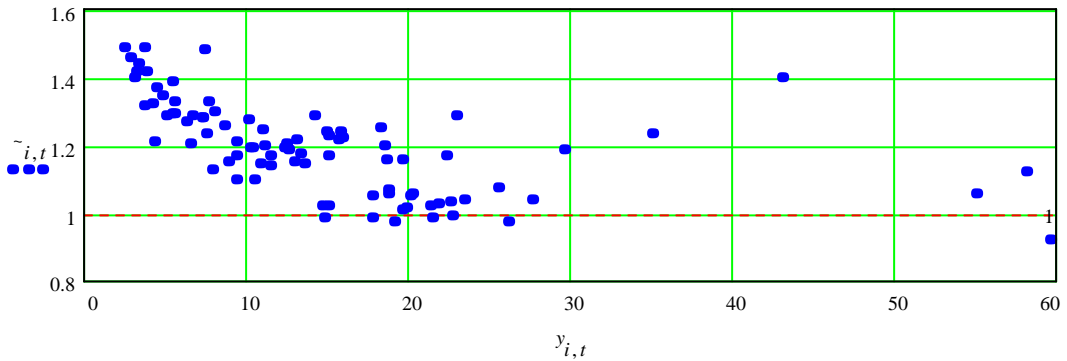
**Tabelul 3.** Valorile coeficientului de variație și ale PIB-ului pe locuitor în România, 2000-2011

Anii	Coeficientul de variație (%)	PIB-ul pe locuitor (mii lei)
2000	24,016	3,579
2001	24,943	5,207
2002	23,815	6,969
2003	23,662	9,077
2004	23,189	11,406
2005	27,098	13,353
2006	27,483	15,957

2007	28,588	19,298
2008	32,963	23,913
2009	30,377	23,321
2010	31,563	24,405
2011	34,088	26,076

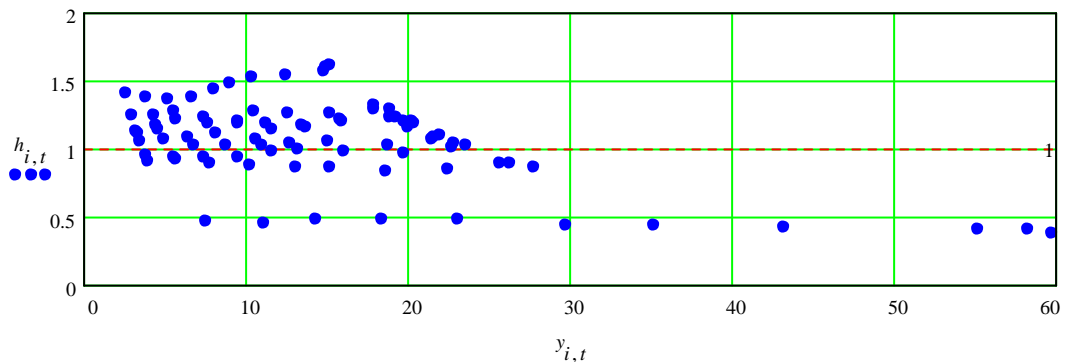
Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

În perioada 2000-2011, conform graficului din figura 7, se constată în cazul României o corelație negativă semnificativă între PIB-ul pe locuitor (în mii lei prețuri curente),  $y$ , și indicele anual de creștere a PIB-ului (calculat pe baza exprimării tot în lei prețuri curente a PIB-ului),  $\tilde{}$  (valoarea coeficientului de corelație este de -0,541). De asemenea, evident, există o corelație negativă semnificativă între PIB-ul pe locuitor și raportul dintre media pe țară a PIB-ului pe locuitor și nivelul individual din fiecare regiune al acestuia,  $h$  (valoarea coeficientului de corelație este de -0,548), așa cum demonstrează graficul din figura 8.



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

**Figura 7.** Corelația PIB pe locuitor - indice anual de creștere a PIB în România, 2000-2011



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

**Figura 8.** Corelația PIB pe locuitor - raportul  $h$  în România, 2000-2011

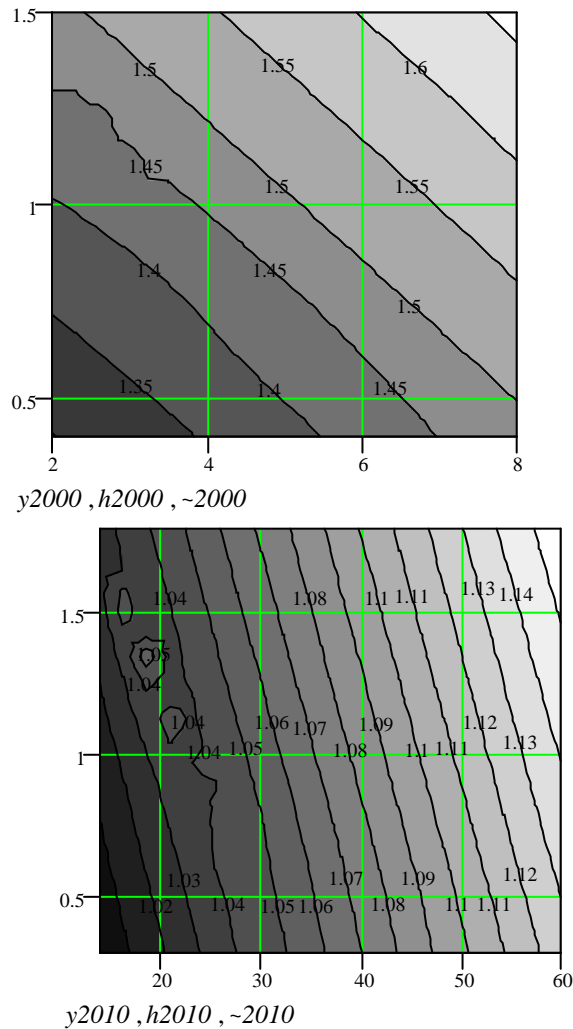
Pentru România, valorile coeficientului de corelație între  $y$  și  $\sim$  și respectiv între  $b$  și  $\sim$ , în perioada 2000-2011 sunt redată în tabelul 4 (pentru  $y$  și  $b$  datele se referă la anii din perioada 2000-2010, iar pentru  $\sim$  acestea semnifică indicii de creștere pentru anii din perioada 2001-2011, față de anul precedent,  $\sim$  fiind egal cu raportul dintre PIB-ul realizat în doi ani consecutivi,  $Y_t / Y_{t-1}$ ). Semnele așteptate, conform “teoriei convergenței” sunt minus în cazul primei corelații și respectiv plus în cazul celei de a doua corelații. Se observă că pentru majoritatea anilor perioadei analizate corelațiile menționate au semne contrare celor așteptate (excepție fac anii 2001, 2002 și 2008, în cazul primei corelații, și anii 2002/2001, 2003/2002 și 2009/2008, în cazul celei de a doua).

**Tabelul 2.** Valorile coeficienților de corelație (în %) în cazul UE, în perioada 2000-2012

Anii	Corelația dintre $y$ și $\sim$ (în %)	Corelația dintre $b$ și $\sim$ (în %)
2000(1)	31,206	-15,239
2001(2)	-41,214	34,594
2002(3)	-20,461	24,679
2003(4)	6,775	-15,039
2004(5)	89,588	-77,483
2005(6)	17,422	-43,948
2006(7)	44,768	-45,089
2007(8)	82,511	-60,584
2008(9)	-91,167	78,241
2009(10)	35,323	-42,007
2010(11)	89,966	-78,400

Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

În cazul României, spre deosebire de situația la nivelul UE, reprezentarea grafică a corelației dintre cele trei variabile folosite în analiza procesului de convergență,  $y$ ,  $b$  și  $\sim$ , care este redată, pentru anii 2000 și 2010, în figura 9, semnifică o situație atipică. Astfel, pe de-o parte, se observă că indici de creștere ai PIB-ului mai ridicați corespund unor valori înalte ale PIB-ului pe locuitor (sugerând un proces de divergență), dar, pe de altă parte, și unor valori mai ridicate ale lui  $b$  (ceea ce sugerează un proces de convergență).



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

**Figura 9.** Reprezentarea grafică a corelației  $y-h-\sim$  pentru România în anii 2000 și 2011

### 3. Un model nelinear de simulare și aplicații

Pornind de la teoria conform căreia pe termen mediu și lung ar trebui să se manifeste o tendință de diminuare a decalajelor între țări și regiuni și de la evidențele empirice care demonstrează în general existența unui anumit trend de convergență, am construit un model de simulare. Ipoteza fundamentală a modelului propus de noi constă în presupunerea că indicele creșterii venitului total al unei țări (regiuni),  $\sim$ , se află într-o relație inversă atât cu nivelul mediu al venitului pe persoană în acea țară (regiune),  $y$ , cât și cu proporția pe care acesta din urmă o reprezintă din venitul

mediu la nivelul grupului de țări (regiuni),  $g$ . Deci, generic, funcția de două variabile pe baza căreia se poate estima indicele de creștere a venitului unei țări (regiuni) se poate exprima astfel:

$$\sim e(y_e, g_e) = [a / (y_e * g_e)] + 1 \quad (1)$$

sau

$$\sim e(y_e, b_e) = (a * b_e / y_e) + 1 \quad (2)$$

unde  $\sim e$  este indicele estimat de creștere a venitului,  $a$  - un parametru (care trebuie estimat),  $y_e$  - venitul mediu estimat pe baza simulării modelului,  $g_e$  - abaterea relativă de la venitul mediu estimat la nivelul grupului de țări (regiuni), iar inversul său  $b_e = 1/g_e$  este raportul dintre venitul mediu estimat la nivelul grupului de țări (regiuni) și venitul estimat pe o persoană din țara (regiunea) respectivă. Reamintim că, pe baza datelor reale, valorile indicelui de creștere anuală a venitului total,  $Y$ , pentru fiecare țară (regiune), se pot calcula, spre deosebire de cele estimate anterior,  $\sim e$ , prin următoarea relație de definiție:

$$\sim = Y_t / Y_{t-1} \quad (3)$$

de unde ritmul anual real de creștere,  $r$ , este obținut pe baza relației

$$r = \sim - 1 = (Y_t / Y_{t-1}) - 1 \quad (4)$$

iar ritmul anual estimat este dat de relația

$$r_e = \sim e - 1 = (Y_{e,t} / Y_{e,t-1}) - 1 \quad (5)$$

unde  $t-1$  și  $t$  sunt doi ani consecutivi.

De asemenea, pe baza datelor reale, abaterea relativă a venitului pe persoană dintr-o anumită țară (regiune),  $y$ , de la valoarea medie a aceluiași nivel la nivelul grupului de țări (regiuni),  $yM$ , se exprimă prin următorul raport

$$g = y / yM \quad (6)$$

iar abaterea relativă de la valoarea medie la nivelul grupului în cazul modelului nostru de estimare,  $g_e$ , este dată de relația

$$g_e = y_e / yMe \quad (7)$$

unde  $yMe$  este valoarea medie estimată pe baza simulării modelului a venitului la nivelul grupului de țări (regiuni). Corespunzător, în cazul datelor reale valoarea raportului dintre venitul mediu pe persoană la nivelul grupului de țări (regiuni) și cel dintr-o anumită țară (regiune) se va exprima prin

$$b = yM / y \quad (8)$$

iar în cazul simulării modelului prin

$$b_e = yMe / y_e \quad (9)$$

Pe termen lung, dinamica rezultată din simularea modelului, în concordanță cu “teoria convergenței”, demonstrează că la limită (pentru valori foarte ridicate ale PIB-ului pe locuitor), valorile variabilelor de bază pentru procesul convergenței au următoarele tendințe:

- $r$  tinde spre valoarea unu, scăzând în cazul țărilor (regiunilor) pentru care  $y > yM$  și crescând în cazul țărilor (regiunilor) pentru care  $y < yM$ ;
- $r$  va tinde la rândul său spre valoarea zero, coborând spre zero în cazul în care  $y > yM$  și urcând spre zero când  $y < yM$ ;
- $b$  tinde spre valoarea unu, crescând în cazul țărilor (regiunilor) pentru care  $y < yM$  și scăzând în cazul țărilor (regiunilor) pentru care  $y > yM$ ;
- $g$  va tinde de asemenea spre valoarea unu, dar crescând pentru cazul în care  $y < yM$  și scăzând în cazul în care  $y > yM$ .

Pornind de la relațiile de definiție ale variabilelor derivate (indicatorilor) implicate în model și de la ecuația (1), validată pe baza datelor empiric, printr-un proces de recurență am reușit obținerea următoarei relații fundamentale care descrie dinamica PIB-ului sau venitului pentru fiecare țară (regiune) în interiorul grupei din care face parte. Astfel, în cazul PIB-ului,  $Y$ , dinamica sa, obținută pe baza modelului de simulare propus, este dată de următoarea relație de recurență:

$$Y_{e,i,t} := Y_{e,i,t-1} \cdot \left[ a \cdot \frac{(P_{i,t-1})^2 \sum_{i=1}^n Y_{e,i,t-1}}{(Y_{e,i,t-1})^2 \sum_{i=1}^n P_{i,t-1}} + 1 \right]$$

(10)

unde  $Y_e$  este PIB-ul estimat,  $P$  - populația, iar  $i$  reprezintă țara (regiunea),  $n$  - numărul total de țări (regiuni) și  $t$  reprezintă timpul (anii din perioada analizată sau orizontul de timp pentru simulare). Menționăm că anul de bază folosit în aplicațiile din acest studiu este anul 2000, pentru care valorile pentru toate variabilele (indicatorii) coincid cu cele reale.

În continuare, pornind de la datele reale înregistrate, prin simularea modelului am efectuat o serie de calcule având ca scop estimarea valorii optime a parametrului  $a$ . Pentru optimizarea prin metode numerice am avut în vedere două criterii:

- primul impune ca valoarea PIB-ului total estimat la nivelul întregului grup de țări (regiuni) pentru întreaga perioadă considerată să fie egal cu cel real înregistrat, adică  $ddY_e = ddY$ ;
- al doilea presupune ca PIB-ul total estimat la nivelul întregului grup de țări (regiuni) pentru ultimul an al perioadei să fie egal cu cel real înregistrat, adică  $dY_e = dY$ .

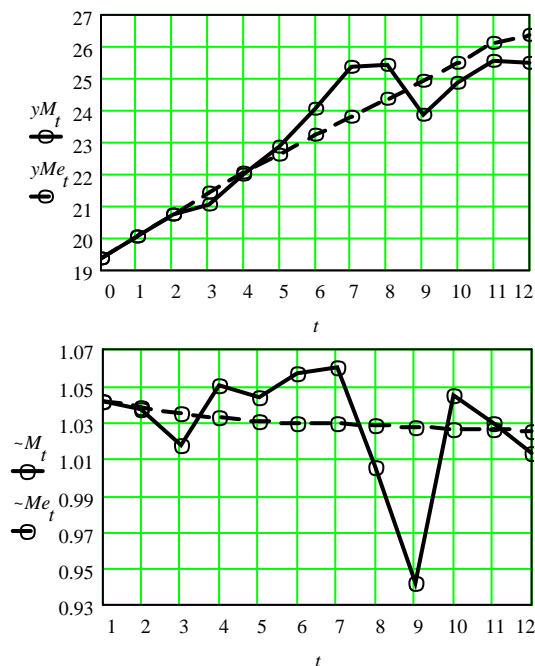
Prin aplicarea modelului pe cazul UE27 s-au obținut următoarele valori optime ale parametrului  $a$ : 0,6610822 în cazul primului criteriu și 0,5850933 în cazul celui de-al doilea criteriu. Precizăm că dinamicile pentru variabilele (indicatorii) implicate în model sunt apropiate în cazul celor două criterii. Câteva dintre rezultatele simulărilor în cazul primului criteriu sunt redată în graficele din figura 10 (unde  $\uparrow\%y$  și  $\uparrow\%ye$  reprezintă coeficientul de variație, în procente, conform datelor reale și respectiv celor estimate, iar anii perioadei 2000-2012 sunt notați pe axa orizontală, de la 0=2000 până la 12=2012).

De asemenea am aplicat modelul pentru UE10 și pentru UE15. Pentru UE10 s-au obținut pentru parametrul  $a$  valorile 0,6075593 în cazul primului criteriu și respectiv 0,5888520 în cazul celui de-al doilea criteriu. În cazul UE15, valorile optime ale parametrului  $a$  au fost de 0,73976385 pentru primul criteriu și 0,6257640 pentru cel de-al doilea criteriu de optimizare. Fără a mai prezenta în detaliu rezultatele simulărilor, care sunt apropiate în cazul celor două criterii, menționăm că modelul propus facilitează realizarea unor analize rafinate ale dinamicii economice,

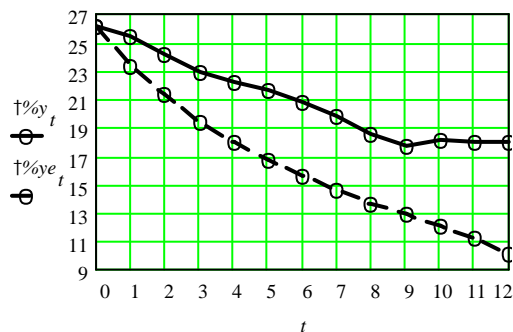
care eventual ar putea fundamenta mai bine politicile comunitare care vizează avansarea pe calea convergenței în UE.

Interesantă totuși ni se pare compararea procesului real de convergență din cadrul grupului de țări UE10 cu acela simulat de model, conform graficelor prezentate în figura 11, unde  $y1\%$  până la  $y10\%$  reprezintă raportul, exprimat în procente, dintre PIB-ul pe locuitor al fiecărei țări și medie, iar  $ye1\%$  până la  $ye10\%$  semnifică același raport procentual în cazul simulării modelului pentru îndeplinirea primului criteriu considerat (țările din UE10 sunt numerotate astfel: 1 – Bulgaria, 2 – Cehia, 3 – Estonia, 4 – Letonia, 5 – Lituania, 6 – Ungaria, 7 – Polonia, 8 – România, 9 – Slovenia și 10 – Slovacia). Se remarcă viteza mai mare de convergență rezultată pe baza simulării modelului, reflectată de altfel de ecarterul crescând dintre cele două curbe ale coeficientului de variație din figura precedentă (ecarterul  $\uparrow\%y - \uparrow\%ye$ ).

În cazul României, aplicarea modelului a condus la două valori optime foarte apropiate pentru parametrul  $a$ : 2,1247417 în cazul luării în considerare a primului criteriu și respectiv 2,1234637 pentru cel de-al doilea criteriu. De altfel, dinamicile pentru variabilele (indicatorii) implicate în model sunt foarte apropiate în cazul celor două criterii. Câteva dintre rezultatele simulărilor în cazul primului criteriu sunt redată în graficele din figura 12 (unde anii perioadei 2000-2011 sunt notați pe axa orizontală, de la 0=2000 până la 11=2011). După cum s-a arătat anterior, în perioada analizată coeficientul de variație a sporit de la 24,0% la 34,1%, ceea ce semnifică un proces accentuat de divergență între regiuni, spre deosebire de rezultatele înregistrate, de exemplu, în cazul UE10, la nivel de țări, sau de cele obținute de noi pentru regiunile din România pe baza simulării modelului construit conform teriei.

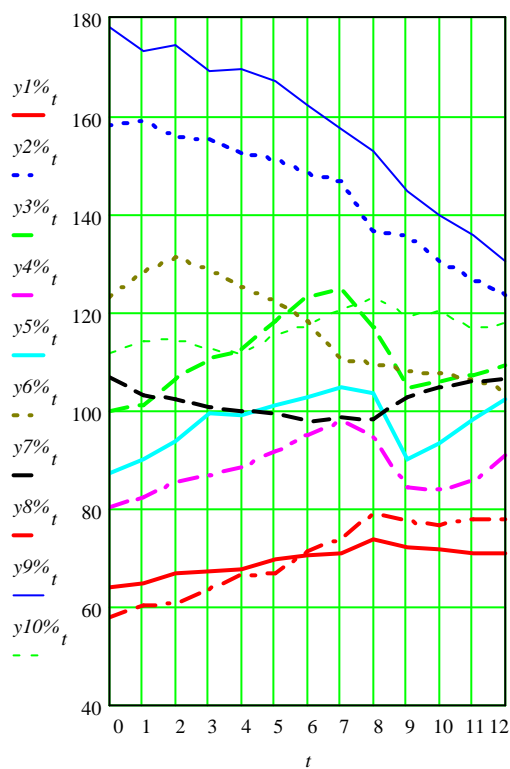


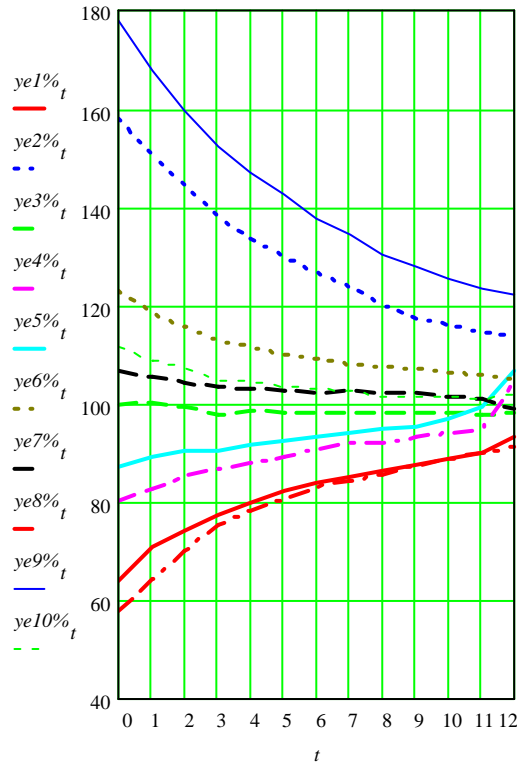




Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT

**Figura 10.** Rezultate ale simulării în cazul primului criteriu pentru UE27, 2000-2012

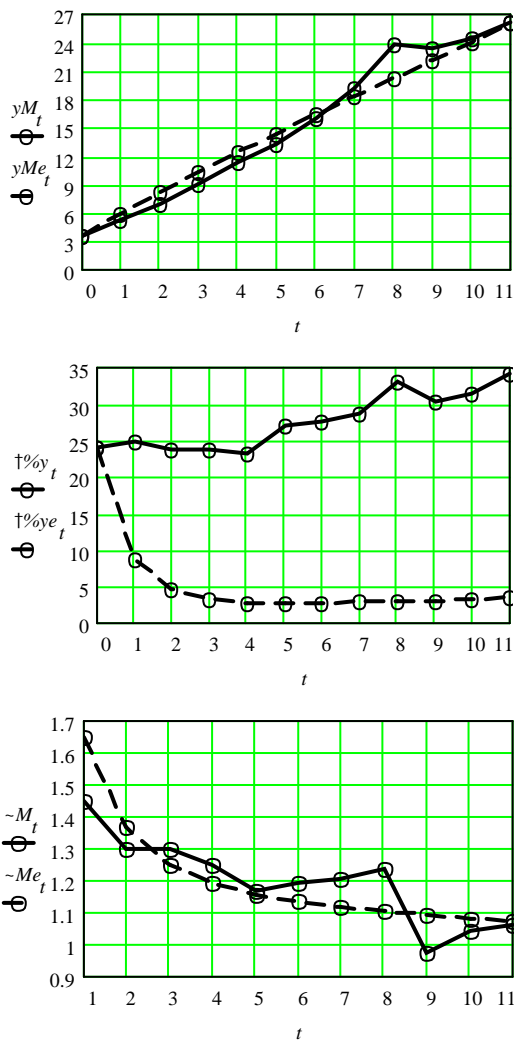




Sursa: Calcule proprii pe baza datelor EUROSTAT

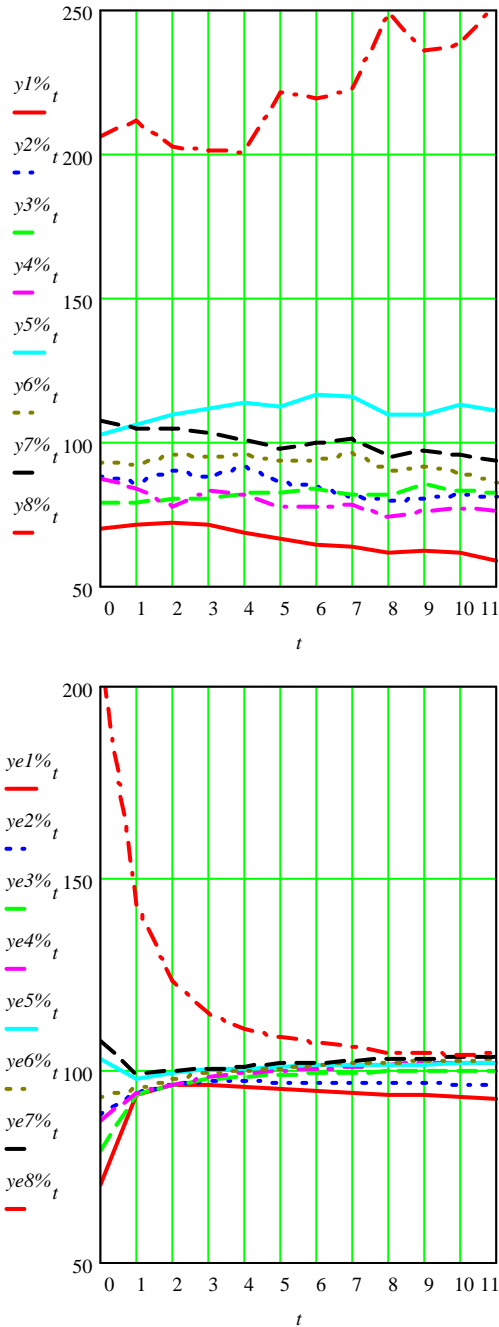
**Figura 11.** Dinamicile reală și simulată ale PIB-ului pe locuitor în țările UE10, 2000-2012

Considerăm utilă compararea procesului real de divergență înregistrat în perioada analizată în România cu cel simulat de model, conform graficelor prezentate în figura 13, unde  $y1\%$  până la  $y8\%$  reprezintă raportul, exprimat în procente, dintre PIB-ul pe locuitor al fiecărei regiuni și media la nivel național, iar  $ye1\%$  până la  $ye8\%$  semnifică același raport procentual în cazul simulării modelului pentru îndeplinirea primului criteriu considerat (regiunile din România sunt numerotate astfel: 1 – Nord-Est, 2 – Sud-Est, 3 – Sud-Muntenia, 4 – Sud-Vest Oltenia, 5 – Vest, 6 – Nord-Vest, 7 – Centru și 8 – București-Ilfov). Se remarcă procesul accelerat de convergență (cel puțin pentru primii ani ai perioadei) rezultat pe baza simulării modelului, comparativ cu procesul real de divergență, care a continuat, cu mici excepții, până la finele perioadei analizate. Această discrepanță este de altfel reflectată de ecartul impresionant dintre cele două curbe ale coeficientului de variație din figura 12 (ecartul  $\dagger\%oy - \dagger\%oye$ ).



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

**Figura 12.** Rezultate ale simulării în cazul primului criteriu pentru România, 2000-2011



Sursa: Calcule proprii pe baza datelor INS

**Figura 13.** Dinamica PIB-ului pe locuitor (reală și simulată) în regiunile României, 2000-2011

Procesul de divergență a fost în principal alimentat de dinamica mai rapidă a PIB-ului pe locuitor tocmai în regiunea cea mai dezvoltată din punct de vedere

economic, anume București-Ilfov. Astfel, în perioada 2000-2011, nivelul real al PIB-ului pe locuitor în această regiune a sporit de la 206,4% față de media națională la 236,2%. În plus, într-o altă regiune (regiunea Vest), care înregistra în anul 2000 un PIB pe locuitor deja mai mare decât cel mediu, 103,0%, proporția față de media națională s-a majorat până la 109,8%. De altfel, acestea două rămăseseră în 2011 singurele regiuni cu valori ale PIB-ului pe locuitor peste medie (în anul 2000 erau trei, cu regiunea Centru). Dintre regiunile mai sărace, în raport cu media națională, în anul 2000, Nord-Vest (93,3%), Sud-Est (88,4%) Sud-Vest Oltenia (87,2%), Sud-Muntenia (79,1%) și Nord-Est (70,4%), doar regiunea Sud-Muntenia și-a ameliorat situația (urcând la 85,4% în 2011), celelalte înregistrând un recul (cuprins între -2,0 și -11,1 puncte procentuale).

#### 4. Concluzii

Pe baza studiului empiric al dinamicii din perioada 2000-2012 rezultă un proces de convergență la nivelul Uniunii Europene, datorat evoluției din grupul de țări UE10 (în UE15 s-a înregistrat un proces de divergență). În România, dinamica din perioada 2000-2011 (perioada acoperită de date statistice) demonstrează un proces semnificativ de divergență.

Pornind de la evidențele empirice și de la predicțiile oferite de teoriile privind convergența, am construit un model de recurență care permite, raportat la diverse criterii, estimarea unor traiectorii optime de convergență. Pe baza comparării acestora cu traiectoria reală se pot trage concluzii cu privire la distanța care le separă și aduce argumente de natură cantitativă pentru orientarea spre anumite laturi a politicilor care vizează convergența în interiorul unui grup de țări sau de regiuni. Aplicațiile pe cazul grupului de țări UE10 a scos în general în evidență o bună raportare a dinamicii reale a PIB-ului la o eventuală traiectorie de convergență. În cazul dinamicii în profil regional a PIB-ului în România însă aplicațiile modelului au demonstrat o îndepărtare îngrijorătoare în ultimul deceniu a traiectoriei reale de la una fermă de convergență.

**Acknowledgement: This work was supported by a grant of the Ministry of National Education, CNCS – UEFISCDI, project number PN-II-ID-PCE-2012-4-0631.**

**BIBLIOGRAFIE**

1. Albu, L. L. (2011). Structural Changes and Convergence in EU and in Adriatic-Balkans Region. *Romanian Journal of Economics*, 32, 78 - 96.
2. Albu, L. L., Iordan, M., & Lupu, R. (2012). *Creșterea contribuției comerțului exterior la realizarea convergenței reale*. București: Editura Economică.
3. Barro, R. & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence, *Journal of Political Economy*, 100, 223 - 251.
4. Castro, V. J. (2004). *Indicators of Real Economic Convergence. A Primer*. United Nations University, UNU-CRIS E-Working Papers, w-2004/2.
5. Iancu, A. (2006). Problema convergenței economice. *Theoretical and Applied Economics*, 499, 43 - 64.
6. Monfort, P. (2008). Convergence of EU regions. Measures and evolution. *Working Papers*, No. 1, European Union. Regional Policy.
7. Quah, D. (1996). Empirics for Economic Growth and Convergence. *European Economic Review*, 40, 1353 - 1375.
8. Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65 - 94.
9. Yin, L., Zestos, G., & Michelis, L. (2003). Economic Convergence in the European Union. *Journal of Economic Integration*, 18, 188 - 213.