

# UN MODEL DEMOECONOMIC, UTILIZÂND CONCEPTE TEHNICE

dr. ing. Nicolae Costake

Comisia Națională de Informatică, București

mat. Revișoara Bădulescu

Institutul de Cercetări în Informatică, București

**Rezumat:** Modelul demoeconomic prezentat a fost elaborat utilizând concepte de natura teoriei sistemelor, în primul rând linia de întârziere cu pierderi. Se descrie instrumentul program elaborat, exemplificându-se rezultate. Se prezintă posibilitățile de dezvoltare.

**Cuvinte cheie:** demografie, simulare, indicatori economico-sociali, prognoză, productivitate socială a muncii.

## 1. Arhitectura modelului demoeconomic

Importanța dinamicii populației pentru analiza și proiectarea dezvoltării economico-sociale în ansamblu și la nivel teritorial este evidentă. Proiectul director al informatizării în România [1] a prevăzut module de modelare macroeconomică.

Demografia dispune de o teorie cantitativă [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] pe baza căreia s-au elaborat programe de prognoză demografică [2], [12].

Având în vedere locul central al populației în sistemele economico-sociale, a apărut ideea abordării modelării macroeconomice pornind de la populație [3].

În acest scop, a fost utilizat următorul demers:

a) adoptarea schemei generale a modelului din **figura 1**, ceea ce permite distincția dintre sistemul modelat și mediul său. Atât mediul, cât și sistemul sunt caracterizate prin variabile proprii, putând exista interdependențe;

b) adoptarea modelului dinamicii populației, bazat pe linii de întârziere (**figura 2**) utilizând parametri de comandă descriși în anexa A;

c) realizarea unei distincții între:

(i) variabilele de mediu, având caracterul de serii de date (șiruri cronologice), generate independent de model ca funcție constantă, liniară sau exponențială (cu rată constantă) în timp;

(ii) variabilele modelului, având elementul generic de forma:

$$(1) u = u(i, v, t)$$

în care:

u = valoarea variabilei

i = indicator (de exemplu: populația feminină)

v = anul de vârstă (0 până la 85 ani și peste)

t = timpul

(iii) baza de date inițiale, cuprinzând valorile indicatorilor demografici de bază (populație, născuți vii, decedați, migrați stabili) pentru diferiți ani și diferite unități teritorial-administrative (de exemplu, țări);

(iv) indicatori asociați variabilelor modelului și, eventual de mediu, construiți conform unor expresii standard:

$$(2) \quad i_s = \text{coefg} * (\text{termlib} + \text{coefsuma} * \\ \left( \sum_{v1}^{v2} (\text{pondm} * \text{pmasc}) + \sum_{v3}^{v4} (\text{pondf} * \text{pfem}) \right))$$

în care:

$i_s$  = indicator standard

coefg = coeficient general relație

termlib = termen liber relație

coefsuma = coeficient sumă produse ponderate pe cele maximum 3 grupe

de vârstă, masculin și feminin

pondm = pondere specifică grupă de vârstă masculină

pmasc = populație masculină, sub forma limită inferioară - limită

superioară grupă vârstă

pondf = pondere specifică grupă de vârstă feminină

pfem = populație feminină, sub forma limită inferioară - limită superioară grupă vârstă

sau altor relații, ca de exemplu:

- coeficientul de sarcină efectivă (dependență):

$$(3) K_s = P_{inact} * 100 / P_{activ}$$

în care:

$K_s$  = coeficientul de sarcină efectivă

$P_{inact}$  = populația în grupe de vârste inactive (copii, bătrâni, șomeri)

$P_{activ}$  = populația în grupe de vârstă activă (aduți)

- valoare pensie totală suportată de bugetul statului:

$$(4) P_t = P_{pens} * p_{med}$$

în care:

$P_t$  = valoarea pensiei totale

$P_{pens}$  = populația în grupe de vârstă de pensionare

$p_{med}$  = pensia medie

- valoare alocație copii:

$$(5) A_t = P_{aloc} * val_{aloc} * coef_{infl}$$

în care:

$A_t$  = valoarea alocației totale pentru

$P_{aloc}$  = populația în grupa de vârstă 0-18 ani beneficiară de alocație

$val_{aloc}$  = valoare alocație anuală

$coef_{infl}$  = variabilă de mediu reprezentând rata inflației (în %)

- valoare PIB:

$$(6) PIB = \sum_{gv} coefact * P_{gv} * productiv$$

în care:

PIB = valoarea PIB

$gv$  = grupa de vârstă

$coefact$  = coeficient de activitate specific pe grupe de vârstă (în %)

$P_{gv}$  = populație în grupa de vârstă  $gv$

productiv = productivitate a muncii sociale (în \$/loc.) specifică grupei de vârstă

(v) indicatorii rezultați dintr-o expresie matematică, definită de utilizator pe baza variabilelor modelului și de mediu și a indicatorilor asociați de tip (iv). Pentru acest tip de indicatori în cadrul instrumentului asociat modelului a fost încorporat un interpretor.

## 2. Fluxul de prelucrare

Fluxul de prelucrare este indicat în figura 3.

## 3. Exemple de rezultate

### 3.1 Exemple de calcule demografice

A fost ales ca orizont de proiecție perioada 1992 - 2025 considerată semnificativă pentru evaluarea rezultatelor. Datele de bază inițiale au fost preluate din Anuarul statistic al României pentru anul 1992, an apreciat ca reprezentativ. (figura 4 - variația ratei de fertilitate totală în perioada 1989 - 1995).

Se consideră două variante de ipoteze demografice:

1. tendința naturală, care poate fi considerată o ipoteză pesimistă privind evoluția populației având în vedere nivelurile scăzute ale ratelor totale;

2. o ipoteză demografică optimistă, formulată după cum urmează:

a) rata de fertilitate totală crește treptat în intervalul 1996-2010 de la valoarea 1,53 la 2,3.

b) restul ratelor rămân constante:

- rata de mortalitate infantilă: 23,3

-rata de mortalitate totală masculină: 12,7

- rata de mortalitate totală feminină: 10,5.

#### a) Tendința naturală

Populația prognozată în orizontul ales este prezentată în tabelul 1. Dacă pe termen mediu (anul 2000) situația nu apare încă periculoasă, pe termen lung (anul 2025) tendința actuală a dinamicii demografice conduce la o schimbare

sențială a formei piramidei vârstelor în sensul unei accentuate îngustări a bazei sale. Această concluzie rezultă din comparația piramidei vârstelor în anii 1992, 2000 (figura 5), respectiv în anii 1992, 2025 (figura 6). Această modificare ridică numeroase probleme pentru diferite domenii de interes ale economiei naționale: învățământ, protecție socială, ocupare forță de muncă.

În figura 7 este prezentată dinamica populației în grupe de vârstă școlară (corespunzător tipurilor de învățământ: primar și gimnazial, liceal, superior), iar în figura 8 dinamica ponderii populației în grupa de vârstă 20 - 40 ani în total populație, această grupă de vârstă având o importanță economică majoră.

Există și posibilitatea studiului dinamicii unei populații neomogene. De exemplu, se poate formula ipoteza că 10% din populația din anul de bază (1992) are rata de fertilitate totală RFT=6.0 născuți vii. În figura 9 este prezentată dinamica populației totale și ponderea populației cu RFT=6.0 în total populație. Proporțiile 10% și 90% se inversează în jurul anului 2084.

#### b) Ipoteza demografică

Populația prognozată în orizontul ales în condițiile specificate este prezentată în tabelul 1. Tendința dinamicii demografice pe termen lung, evidențiată de piramida vârstelor (figura 10) atrage atenția asupra grupelor de vârstă 20 - 40 și 41 - 60 ani. În figura 11 este prezentată evoluția ponderii în total populație a populației din aceste două grupe de vârstă; figura 12 arată evoluția populației de 20 - 40 ani în orizontul de proiecție.

### 3.2 Exemple de calcule demoeconomice

Considerând cele două proiecții prezentate ca variante de bază, s-a studiat posibilitatea evaluării dinamicii P.I.B. în valori constante, după cum urmează:

a) cu titlu de exemplu posibil s-au asociat coeficienți de activitate potențială pe grupe de vârstă:

până la 16 ani	0 %
între 16 și 18 ani	25 %
între 19 și 22 ani	65 %
între 23 și 40 ani	85 %
între 41 și 56F/62M ani	90 %
între 57F/63M și 70 ani	15 %
peste 70 ani	0 %

b) s-au definit trei ipoteze privind rata totală de șomaj  $cs=10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$ , a populației potențial active în sensul a) de mai sus.

c) cu titlu de exemplu posibil s-au asociat valori ale productivității sociale a muncii în funcție de grupa de vârstă:

între 16 și 18 ani	1500 \$/loc.
între 19 și 22 ani	2000 \$/loc.
între 23 și 40 ani	3000 \$/loc.
între 41 și 56F/62M ani	2800 \$/loc.
între 57F/63M și 70 ani	2500 \$/loc.

d) s-a ignorat progresul tehnic.

Rezultatele sunt indicate, pe cele două variante de bază, după cum urmează:

(i) figurile 13 și 14: evoluția coeficientului de sarcină efectivă

(ii) figurile 15 și 16: evoluția PIB în raport cu o valoare de bază (aproximată pentru 1989 la 35 mld. \$).

Presupunând un obiectiv de atingere în anul 2005 a unei valori a PIB de echivalent cca. 5.000 \$/loc., 7.500 \$/loc., respectiv 10.000 \$/loc., s-au determinat valorile necesare ale unui coeficient de progres tehnic  $cpt$  (variabilă de mediu) având o creștere cu ritm constant în intervalul 1995 - 2005. Prin încercări succesive de valoare inițială pentru această variabilă de mediu, s-au obținut următoarele valori necesare ale coeficientului de progres tehnic, valabile pentru tendința naturală a creșterii populației:

Coeficient progres tehnic (%)

valoarea coeficientului de șomaj	0%	10 %	20 %	30 %
5000 \$/loc. în anul 2005	12.0	13.1	14.3	15.9
7500 \$/loc. în anul 2005	16.2	17.3	18.6	20.2
10000 \$/loc. în anul 2005	19.2	20.4	21.7	23.4

În aprecierea rezultatelor de mai sus trebuie avută în vedere valoarea convențională conformă valorilor productivității sociale exemplificate la



punctul 3.2.c de mai sus, care a rezultat pentru anul 1992 de cca. 1300 \$/loc. fără șomaj, respectiv cca. 1200 \$/loc. cu șomaj 10%, cca. 1100 \$/loc. cu șomaj 20% și cca 900 \$/loc. cu șomaj 30%.

#### 4. Concluzii - demers viitor

Instrumentul program este utilizat de Comisia Națională de Prognoză din 1994. În continuare, se are în vedere detalierea modelului demoeconomic în sensul luării în considerare a mai multor ramuri de activitate, precum și elaborarea unei variante specializate pentru domeniul învățământului.

### Anexa A

#### Parametrii de comandă ai modelului

a) rata de mortalitate totală:

$$(1) RM(s,v,t) = (RMT(s,t) / RMT(s,t_0)) * RM(s,v,t_0)$$

unde:

$t_0$  = anul de bază

$RM(s,v,t_0)$  = rata de mortalitate în anul de bază pe sex și vârsta (calculată ca raport:  $10^3 * D(s,v,t_0) / P(s,v,t_0)$ )

$RMT(s,t)$  = rata de mortalitate totală curentă

$RMT(s,t_0)$  = rata de mortalitate totală în anul de bază, calculată ca:

$$(1a) 10^3 * \left( \sum_{v=0}^{85} D(s,v,t_0) \right) / \left( \sum_{v=0}^{85} P(s,v,t_0) \right)$$

b) rata de fertilitate totală:

$$(2) RFT(t) = \left( \sum_{v=15}^{49} RF(v,t) \right) / 1000.0$$

unde:

$$(3) RF(v,t) = 10^3 * NV(t) / P(F,v,t)$$

c) rata de migrație stabilă netă totală:

$$(4) RMS(s,v,t) = (RMST(s,t) / RMST(s,t_0)) * RMS(s,v,t_0)$$

unde:

$t_0$  = anul de bază

$RMS(s,v,t_0)$  = rata de migrație stabilă netă în anul de bază (calculată ca raport:  $10^3 * MS(s,v,t_0) / P(s,v,t_0)$ )

$RMST(s,t)$  = rata de migrație stabilă netă totală curentă

$RMST(s,t_0)$  = rata de migrație stabilă netă totală în anul de bază, calculată ca:

$$(4a) 10^3 * \left( \sum_{v=0}^{85} MS(s,v,t_0) \right) / \left( \sum_{v=0}^{85} P(s,v,t_0) \right)$$

d) rata mortalității infantile:

$$(5) RM(s,0,t) = (RMI(s,0,t) / RMI(s,0,t_0)) * RM(s,0,t_0)$$

unde:

$t_0$  = anul de bază

$RM(s,0,t_0)$  = rata de mortalitate la vârsta 0 în anul de bază pe sex (calculată ca raport:  $10^3 * D(s,0,t_0) / P(s,0,t_0)$ )

$RMI(s,0,t)$  = rata mortalității infantile curentă

$RMI(s,0,t_0)$  = rata mortalității infantile în anul de bază, calculată ca:

$$(5a) 10^3 * RMI(s,0,t_0) = D(s,0,t_0) / NV(s,t_0)$$

Se poate presupune că formele distribuțiilor ratei de mortalitate  $RM(s,v,t)$ , ratei de fertilitate  $RF(v,t)$  și ratei de migrație stabilă netă  $RMS(s,v,t)$  sunt independente de  $t$ .

Această ipoteză permite utilizarea unui număr redus de parametri de comandă a ipotezelor demografice. În condițiile menținerii aceluiași rate de mortalitate, de fertilitate și de migrație stabilă ca în anul de bază rezultă o *proiecție tip tendință naturală*. Făcând să varieze parametrii de comandă ai ipotezelor demografice în cadrul orizontului de proiecție se obțin *proiecții tip ipoteză demografică*, utilizatorul putând stabili, atât anii după care încep să fie valabile ratele de mortalitate și/sau fertilitate totală specificate, cât și valorile efective ale acestora. Proiecția de tip tendință naturală, fără a lua în considerare migrația, apare astfel ca un caz particular al proiecției tip ipoteză demografică în care se mențin aceleași rate de mortalitate și de fertilitate pe toată lungimea orizontului de proiecție (identice cu ale anului de început al proiecției).

## Bibliografie

1. COMISIA NAȚIONALĂ DE INFORMATICĂ, INSTITUTUL DE CERCETĂRI ÎN INFORMATICĂ: Proiectul director al informatizării în România (PDIR), București (1992; 1993; 1994)

2. COSTAKE, N., BRODEALĂ, A.; CHIRILĂ, A.R.; COPCESCU, M.: A conversational model to simulate the demographical growth, Modern Trends in Cybernetics and Systems Congress, Bucharest, Editura Tehnică (1976)

3. COSTAKE, N., BĂDULESCU, R.: Modelarea informatizării administrației publice. Modelul dinamicii populației și forței de muncă, Raport de cercetare, I.C.I., București (1993)

4. GHETĂU, V.: Perspective demografice, Editura Științifică și Enciclopedică, București (1979)

5. LECAILLON, J.D.: Démographie économique, D.E.U.G. Droit - A.E.S. Sciences Economiques, Paris (1988)

6. ONU: Les problèmes démographiques, Dossier d'information 1994, Fonds des Nations Unies pour la population, New York (1994)

7. PRESSAT, R.: Analiza demografică - Concepte - Metode - Rezultate, Editura Științifică, București (1974)

8. SORA, V. s.a.: Demografia, Editura Didactică și Pedagogică, București (1983)

9. TREBICI, VL.: Mică enciclopedie de demografie, Editura Științifică și Enciclopedică, București (1975)

10. TREBICI, VL.: La population de la Roumanie et les tendances démographiques, Editura Meridiane, București (1976)

11. TREBICI, VL.(coord.): Mică enciclopedie de statistică, Editura Științifică și Enciclopedică, București (1985)

12. UNITED NATIONS: The United Nations Population Projection Computer Program - A user's Manual. UNO, New York, (1989)

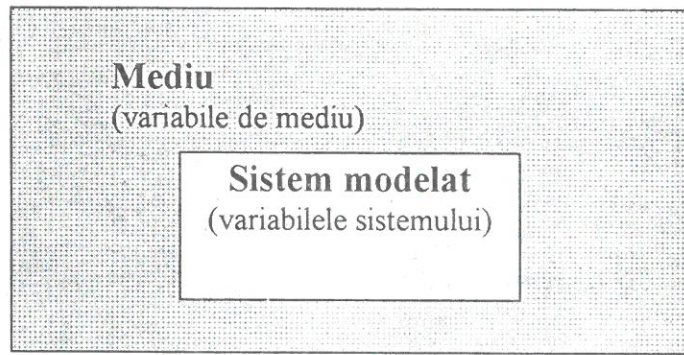


Figura 1. Schema generală a modelului

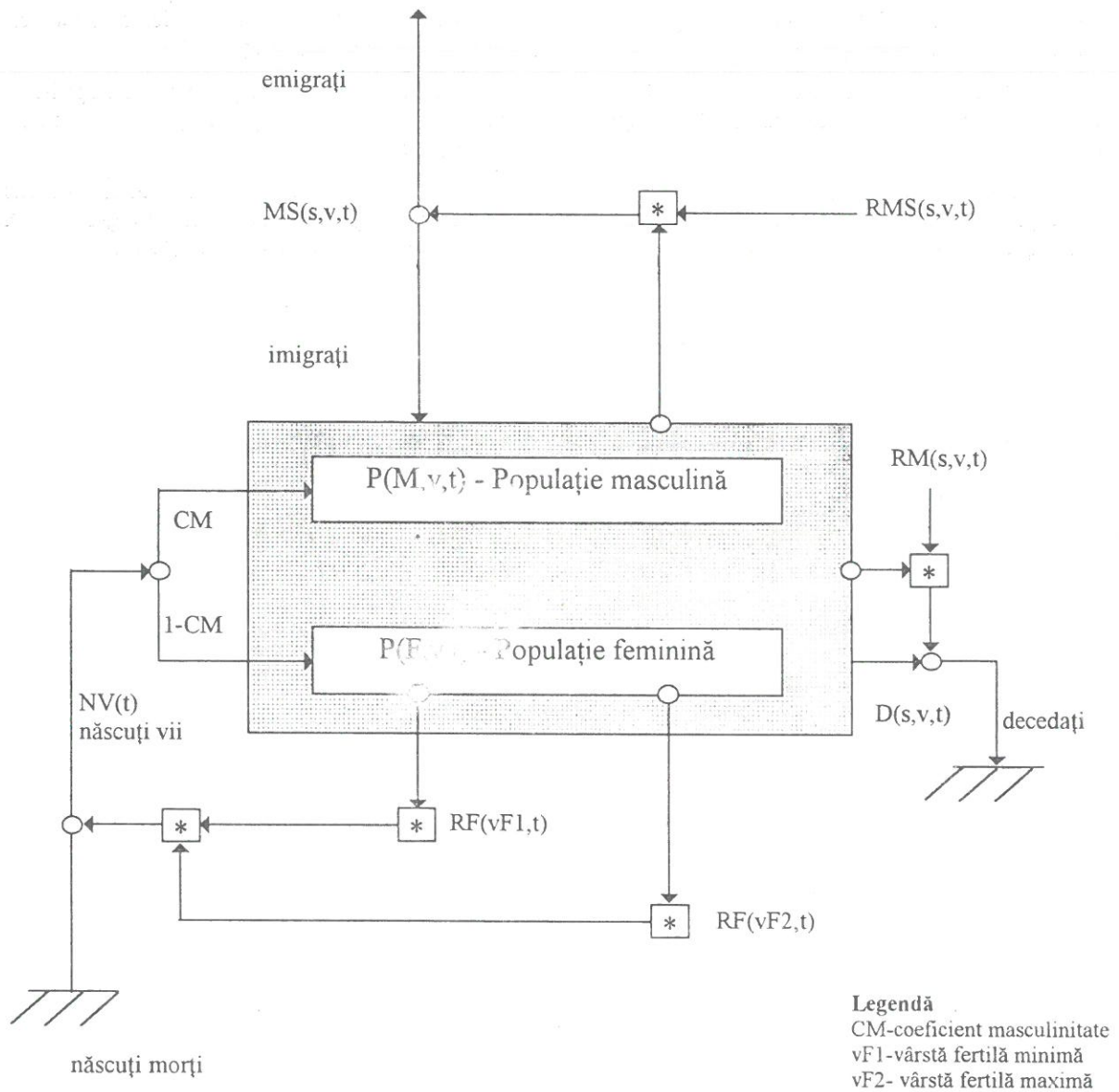
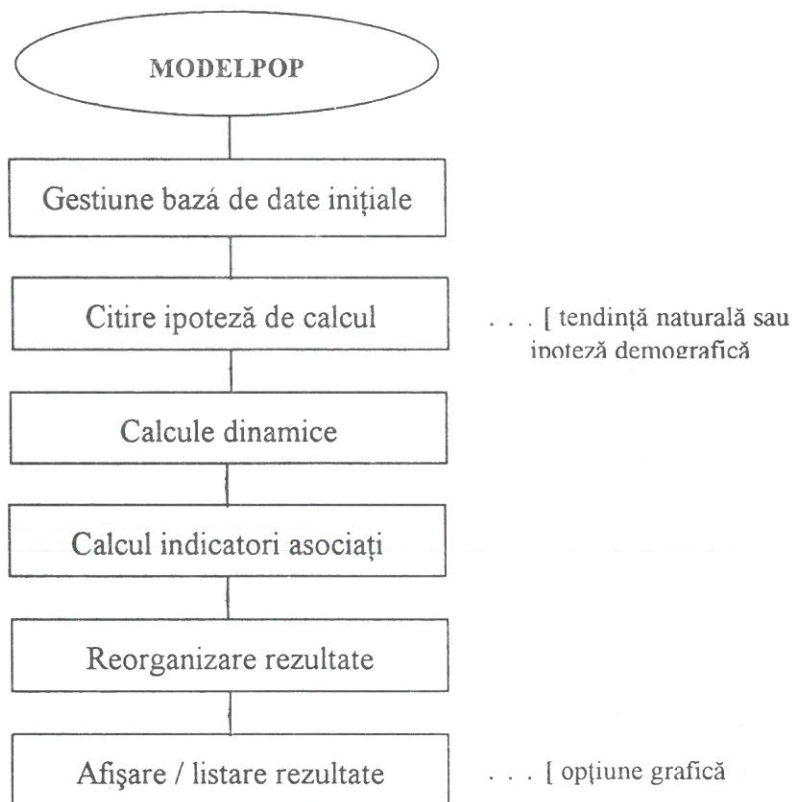
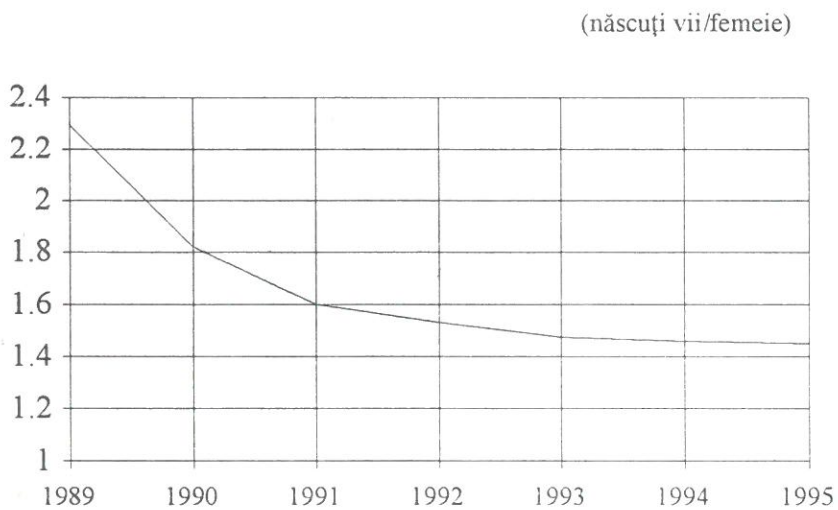


Figura 2. Modelul dinamicii populației



**Figura 3.** Fluxul de prelucrare



**Figura 4.** Rata de fertilitate totală feminină în perioada 1989 - 1995



Romania

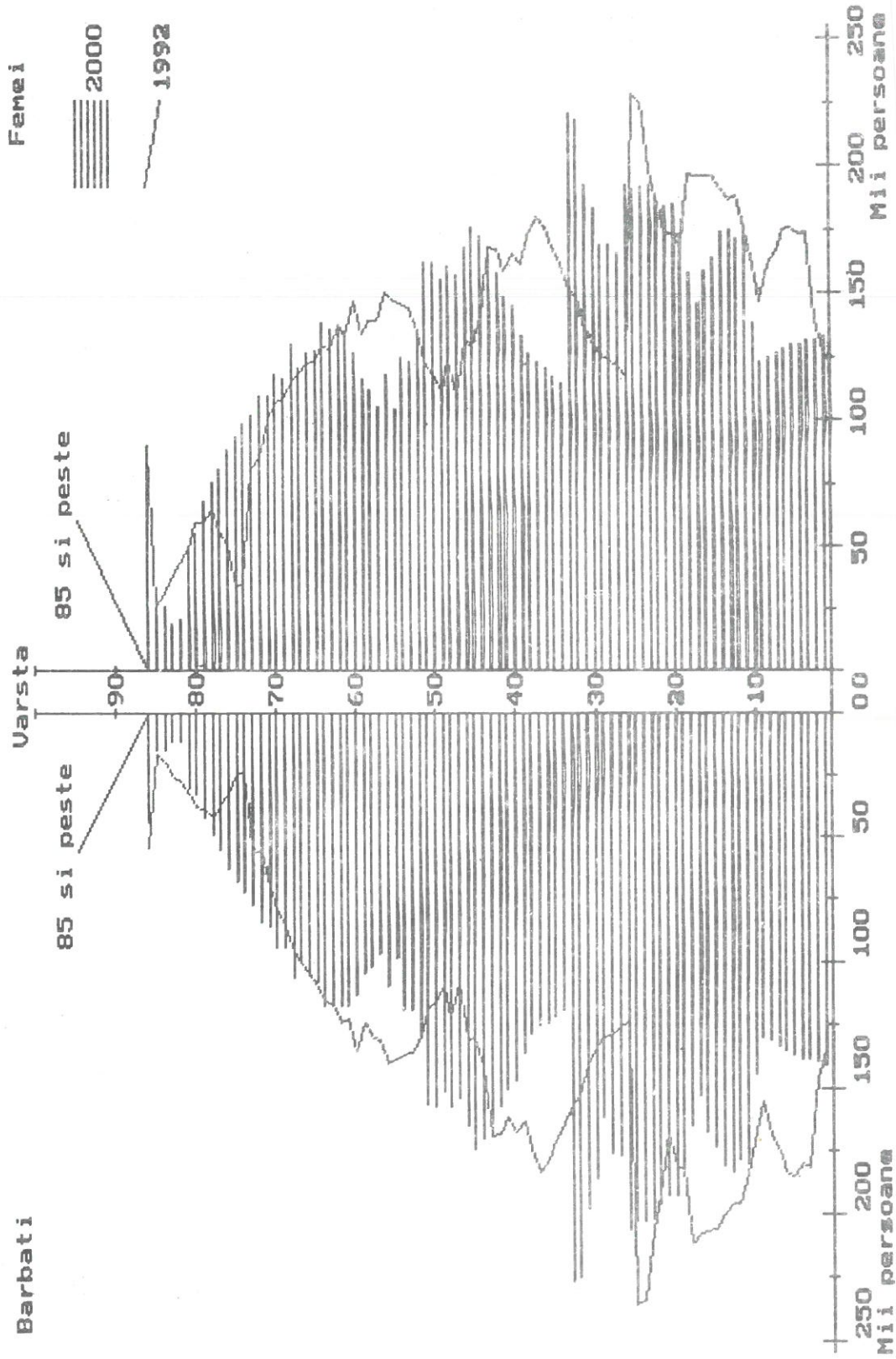
Piramida varstelor pe anul 2000  
Tendinta naturala: an baza 1992

Total

Barbati

Femei

2000  
1992

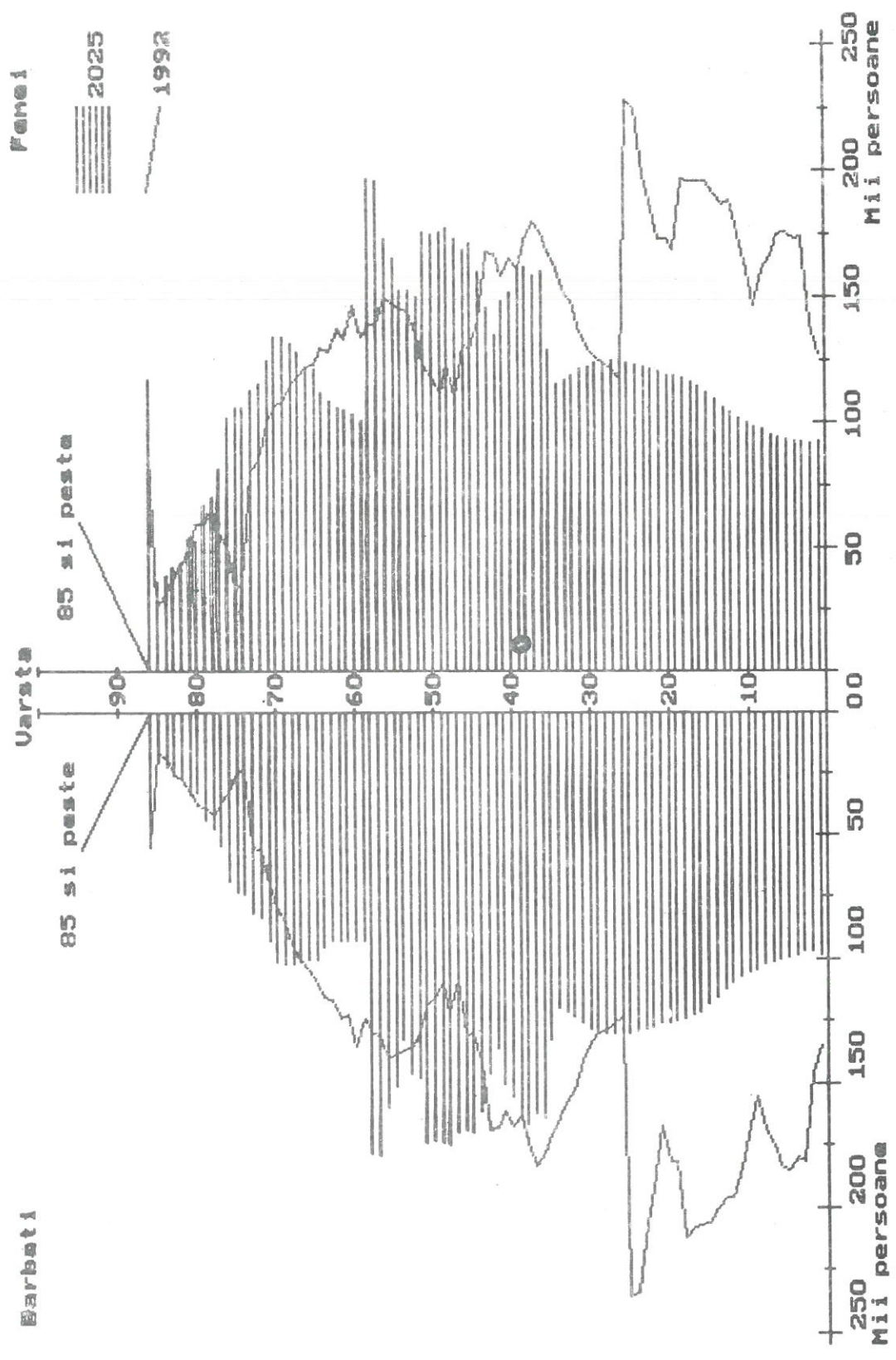


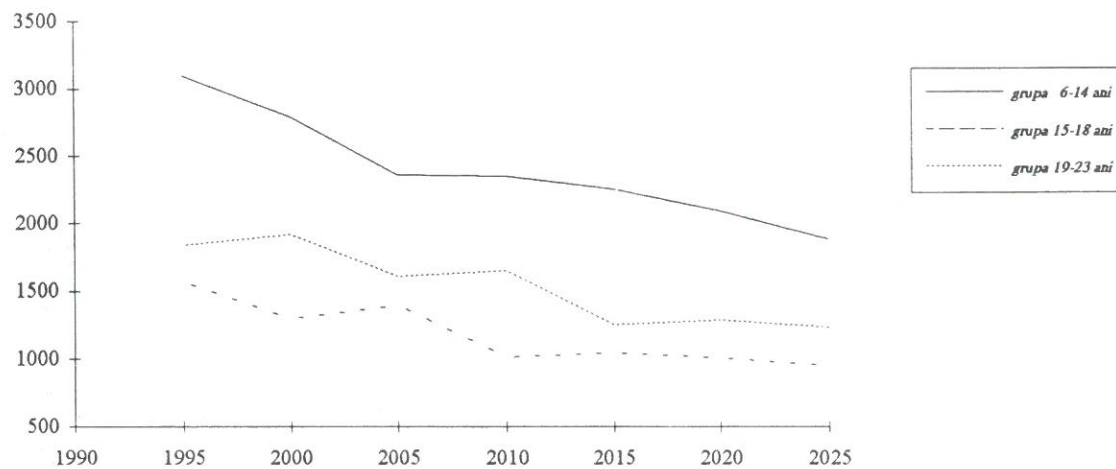


Romania  
Piramida varstelor pe anul 2025  
Tendinta naturala: an baza 1992

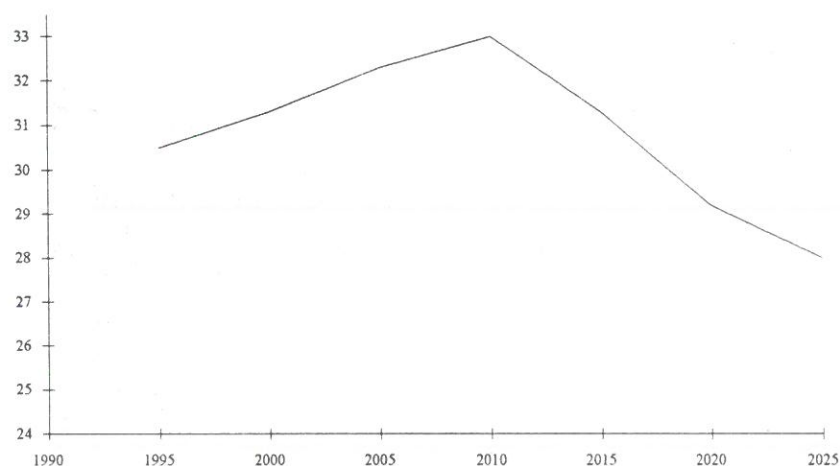
Total

Femei  
2025  
1992

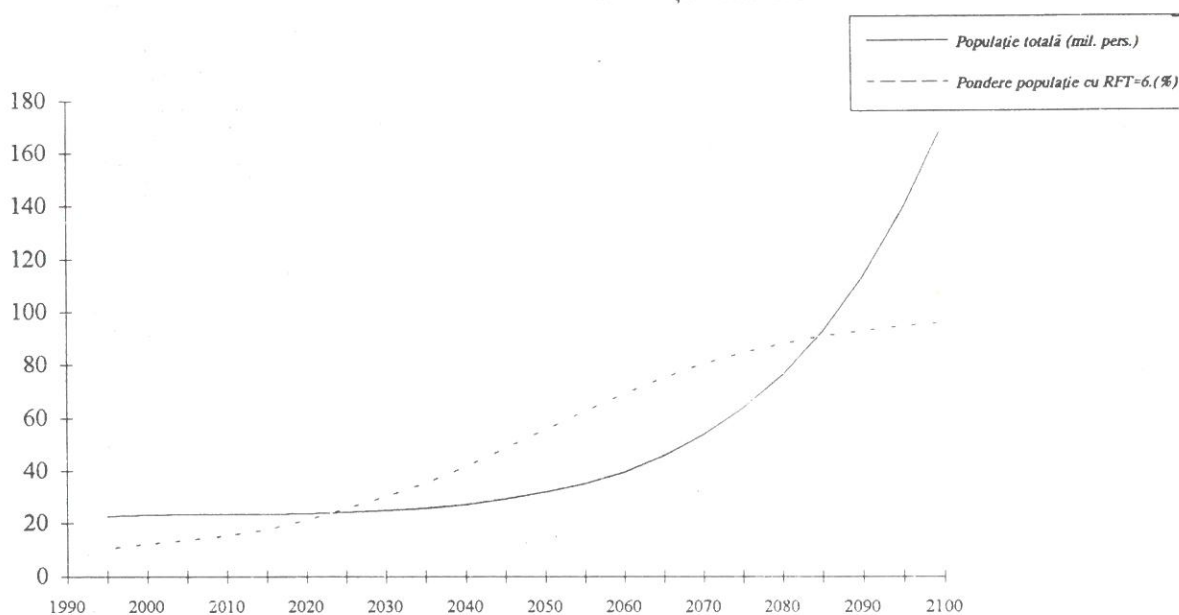




**Figura 7.** Dinamica populației în grupe de vârstă școlară (mii pers.)  
- tendința naturală -



**Figura 8.** Dinamica ponderii populației de 20-40 ani în total populație (%)  
- tendința naturală -



**Figura 9.** Dinamica populației totale și a ponderii populației cu RFT=6. în populația totală  
- proiecție tip ipoteză demografică -

Romania

Piramida varstelor pe anul 2025  
Ipoteza demografica: an baza 1992

Total

Barbati

Varsta

Femei

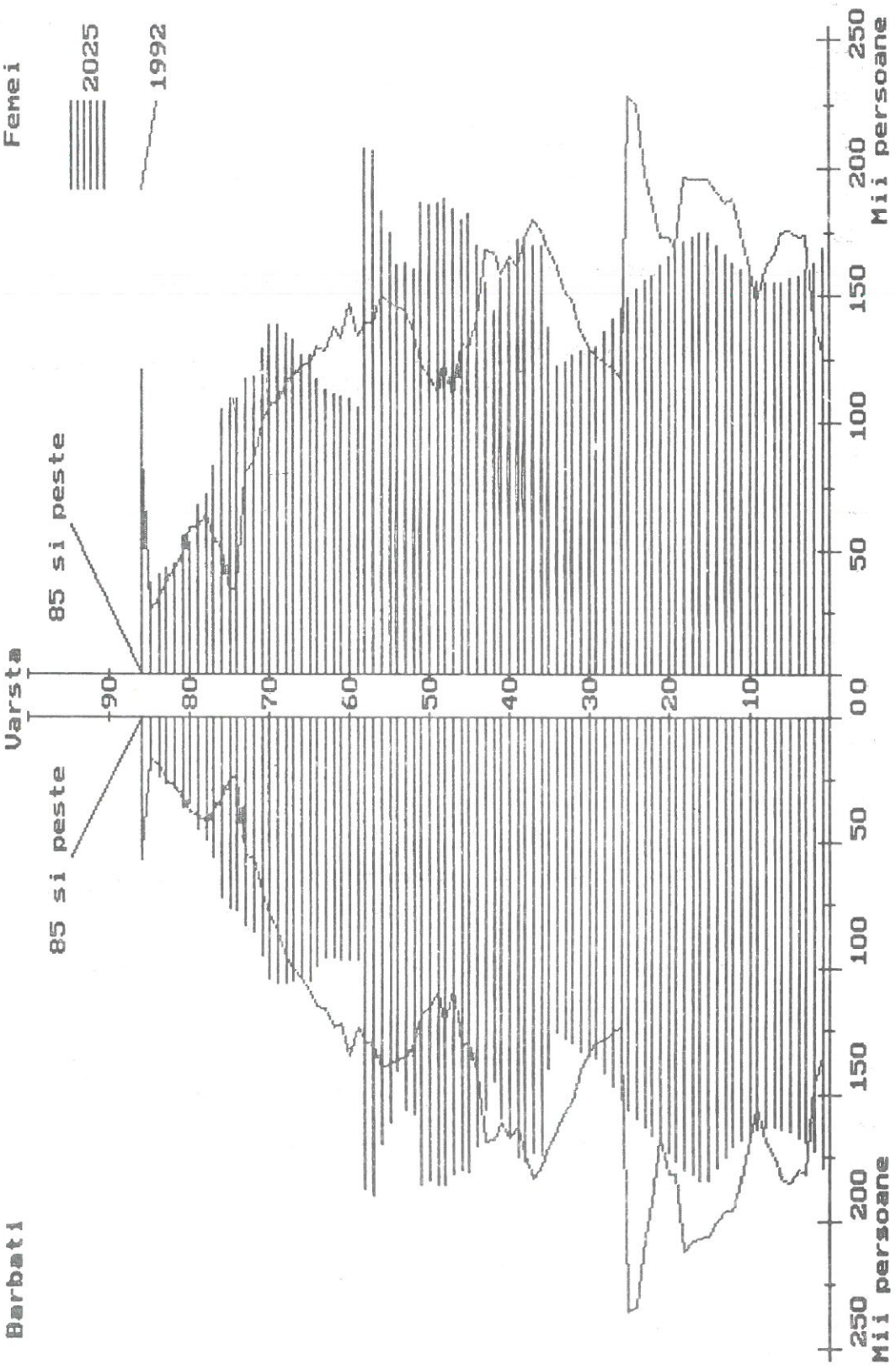
85 si peste

85 si peste

2025

1992

250 200 150 100 50 00 50 100 150 200 250  
Mii persoane Mii persoane





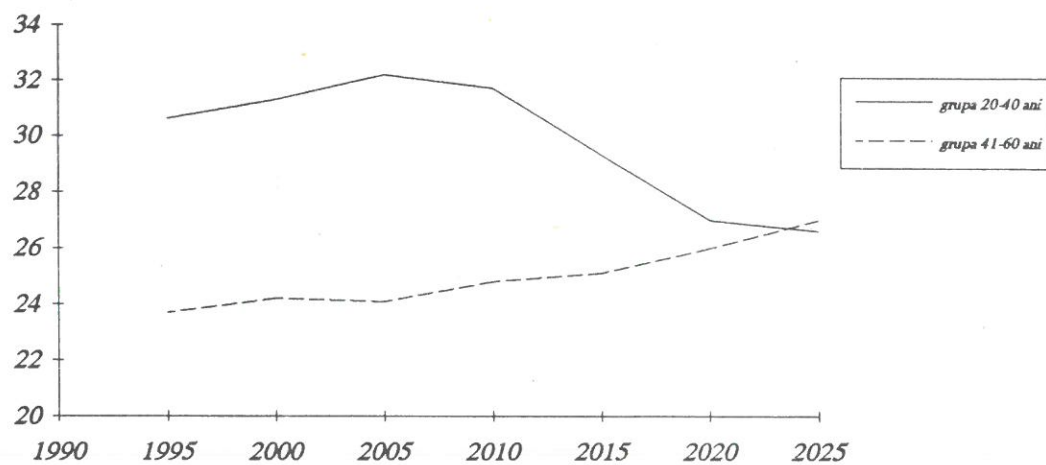


Figura 11 - Dinamică pondere populație 20-40 ani și 41-60 ani în total populație (%)  
- proiecție tip ipoteză demografică

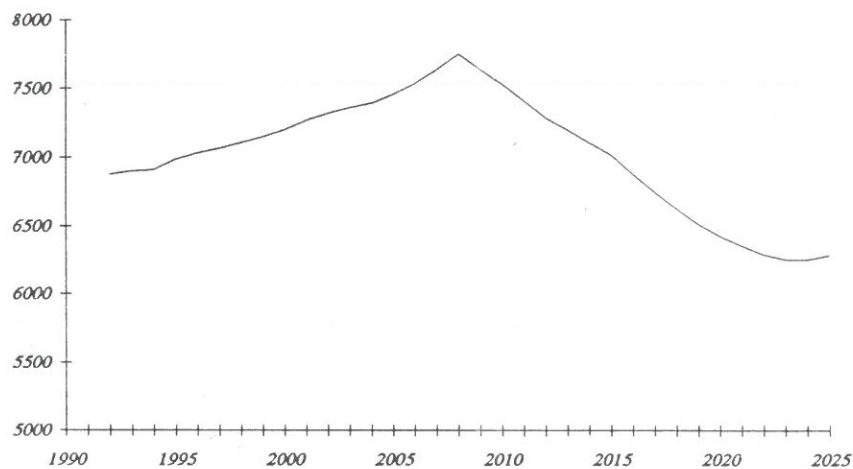


Figura 12 - Dinamica populației în grupa de vârstă 20-40 ani (mii pers.)  
- proiecție tip ipoteză demografică -

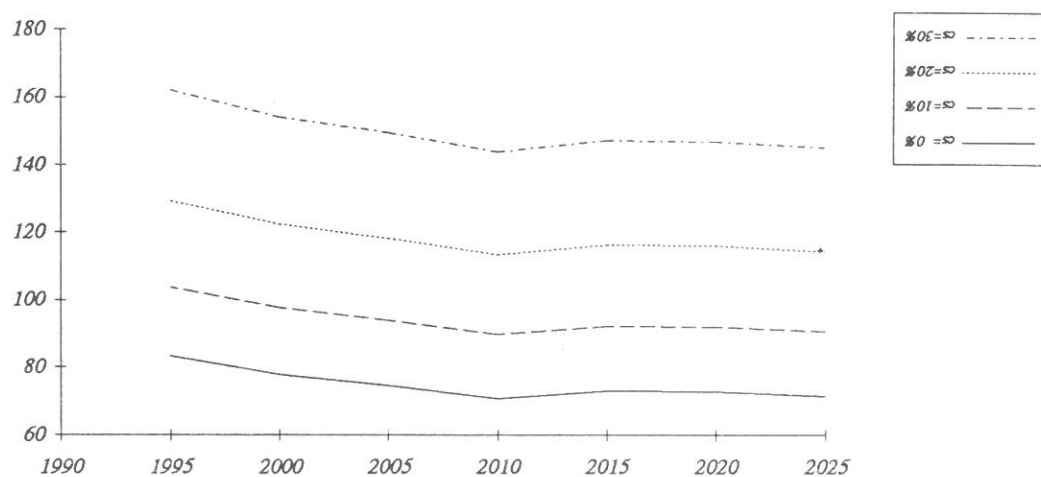


Figura 13 - Dinamica coeficientului de sarcină  
- tendință naturală -

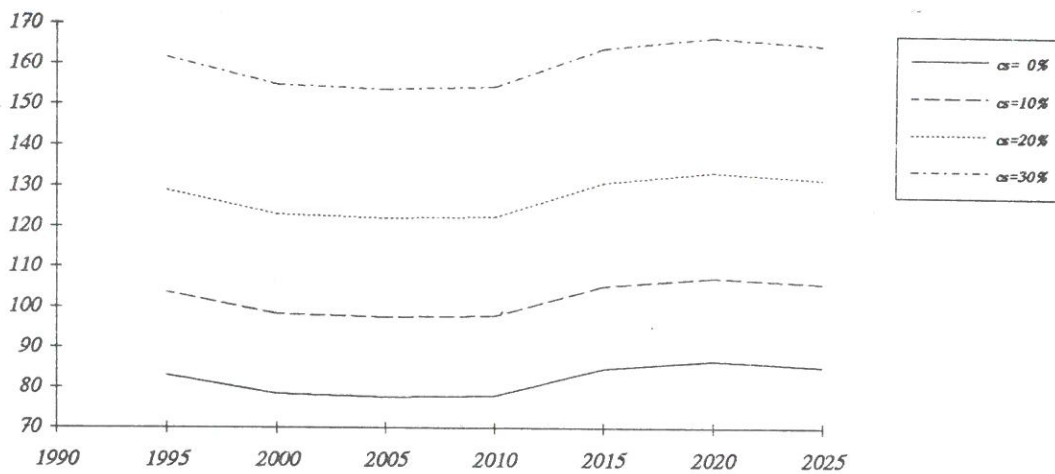


Figura 14 - Dinamica coeficientului de sarcină  
- proiecție tip ipoteză demografică -

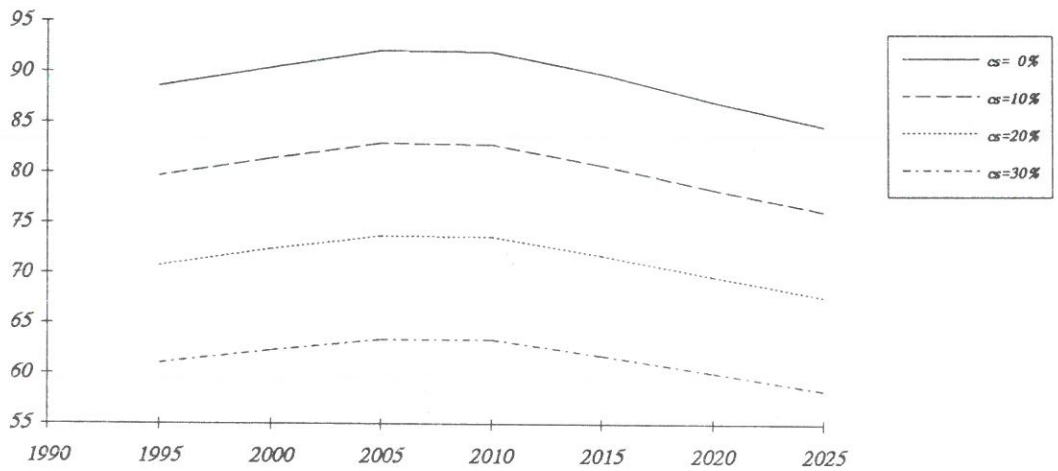


Figura 15 - Dinamica PIB comp. 1989 (%)  
- tendința naturală -

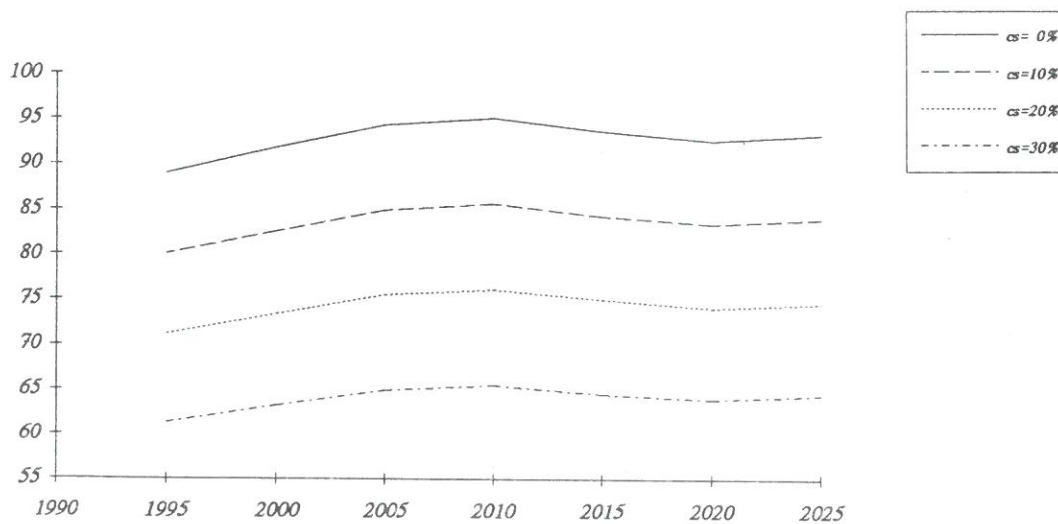


Figura 16 - Dinamica PIB comp. 1989 (%)  
- proiecție tip ipoteză demografică -

Anul	Tendința naturală			Ipoteza demografică		
	Total	Masculin	Feminin	Total	Masculin	Feminin
1992	22810,035	11213,763	11596,272	22810,035	11213,763	11596,272
1993	22779,546	11191,334	11588,212	22810,507	11207,093	11603,414
1994	22752,255	11170,841	11581,414	22814,738	11202,681	11612,057
1995	22727,964	11152,181	11575,783	22822,557	11200,404	11622,153
1996	22704,704	11134,370	11570,334	22831,997	11199,248	11632,749
1997	22680,684	11116,503	11564,181	22841,240	11198,254	11642,986
1998	22655,242	11098,230	11557,012	22859,639	11202,203	11657,436
1999	22627,243	11078,898	11548,345	22885,725	11210,284	11675,441
2000	22596,924	11058,474	11538,450	22919,551	11222,415	11697,136
2001	22563,493	11036,563	11526,930	22960,094	11238,078	11722,016
2002	22526,171	11012,685	11513,486	23006,170	11256,580	11749,590
2003	22484,041	10986,463	11497,578	23056,478	11277,351	11779,127
2004	22435,678	10957,180	11478,498	23109,119	11299,415	11809,704
2005	22381,171	10925,091	11456,080	23164,253	11323,059	11841,194
2006	22318,667	10889,452	11429,215	23219,784	11347,423	11872,361
2007	22249,195	10850,739	11398,456	23276,542	11372,873	11903,669
2008	22172,801	10808,919	11363,882	23334,064	11399,106	11934,958
2009	22089,431	10763,879	11325,552	23391,501	11425,607	11965,894
2010	21999,437	10715,735	11283,702	23448,653	11452,213	11996,440
2011	21901,759	10663,948	11237,811	23503,281	11477,775	12025,506
2012	21796,379	10608,441	11187,949	23546,110	11497,478	12048,632
2013	21684,102	10549,261	11134,541	23578,540	11512,010	12066,530
2014	21565,937	10487,846	11078,091	23602,251	11522,218	12080,033
2015	21442,922	10423,780	11019,142	23619,106	11529,009	12090,097
2016	21315,737	10357,698	10958,039	23630,396	11533,015	12097,381
2017	21184,651	10289,699	10894,952	23637,142	11534,729	12102,413
2018	21050,754	10220,303	10830,451	23641,663	11535,287	12106,376
2019	20914,059	10149,502	10764,557	23645,158	11535,305	12109,853
2020	20775,966	10077,945	10698,021	23650,211	11536,045	12114,166
2021	20636,437	10005,659	10630,778	23657,564	11537,950	12119,614
2022	20495,527	9932,653	10562,874	23668,041	11541,431	12126,610
2023	20353,282	9859,024	10494,258	23682,382	11546,919	12135,463
2024	20209,897	9784,795	10425,102	23701,320	11554,709	12146,611
2025	20065,488	9709,966	10355,522	23725,378	11565,002	12160,376

Tabelul 1. Populația proiectată pe sexe în anii 1992 - 2025 (mii persoane)