



Banca Națională a României



**Aspecte privind procesul de prognoză al BNR.
Evaluarea performanței predictive a modelului
macroeconomic trimestrial.**

**Tudor Grosu
Direcția Modelare și Prognoze Macroeconomice**

**Colocvii de politică monetară
București, 5 iunie 2012**

Planul prezentării

- (i) Motivația studiului**
- (ii) Scurte considerații privind activitatea de prognoză macroeconomică în cadrul BNR**
- (iii) Abordare metodologică**
- (iv) Performanța predictivă a modelului macroeconomic trimestrial al B.N.R.**
- (v) Studiu de caz: erori de prognoză ale ratei inflației în runde succesive, pentru orizontul temporal “decembrie 2011”**

(i) Motivația studiului

- politica monetară influențează traiectoria viitoare (și nu pe cea prezentă) a ratei inflației și a celorlalte variabile macroeconomice ⇒ prognozele macroeconomice sunt un ingredient esențial al procesului decizional
- ⇒ evaluarea performanței predictive a setului de modele folosite de BNR este esențială atât pentru decidenți, cât și pentru agenții economici și publicul larg

Concluzii **previzibile** ale analizei?

- confirmarea existenței erorilor de prognoză

Concluzii **dezirabile** ale analizei?

- caracterul ne-sistematic (aleator) al erorilor de prognoză

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – I/9

- **BNR:** activitate de prognoză cu caracter de continuitate începând din prima $\frac{1}{2}$ a anului 2005 (modele macro-econometrice, proiecții publicate în *Raportul asupra inflației*, din a doua $\frac{1}{2}$ a anului)
- orizont temporal vizat: *termen scurt* (1-6 luni: NTF) și, respectiv, *mediu/lung* (3-16 trimestre, după caz)
- set relativ amplu de variabile proiectate:
 - rata inflației (IPC “headline” și indici dezagregați, curs de schimb, rate ale dobânzilor bancare, indicatori ai economiei reale – piața bunurilor/ serviciilor, piața forței de muncă –, diverse măsuri ale echilibrului extern etc.)

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 2/9

- continuum de modele **formale**, delimitat la cele două extreme de:
 - modele *univariate* → parametrii obținuți în principal folosind estimări econometrice (accent pe relevanța statistică)
 - modele *multivariate*, cu parametrii estimați și/sau calibrați (accent pe consistența teoretică – de ex. **MAPM**)
- excepții de la modelarea de tip formal: prognoze bazate pe **opinii-expert** ale analiștilor “sectoriali” [prețurile activelor de pe piața financiară, evenimente exogene anunțate – schimbări de taxe, impozite etc., scenarii privind prețurile administrate] sau alte ajustări sugerate de conducerea executivă a BNR

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 3/9

Detalii suplimentare: www.bnr.ro, Ral august 2010

- **Ajustări bazate pe opinii-expert: evaluarea efectului de runda întâi al **majorării cu 5 p.p. a cotei standard TVA** la 1 iulie 2010 (runda de proiecție aferentă Ral “August 2010”)**
 - **efect de runda întâi = efect contabil al majorării x coeficient de transmisie asupra sub-componentelor IPC**

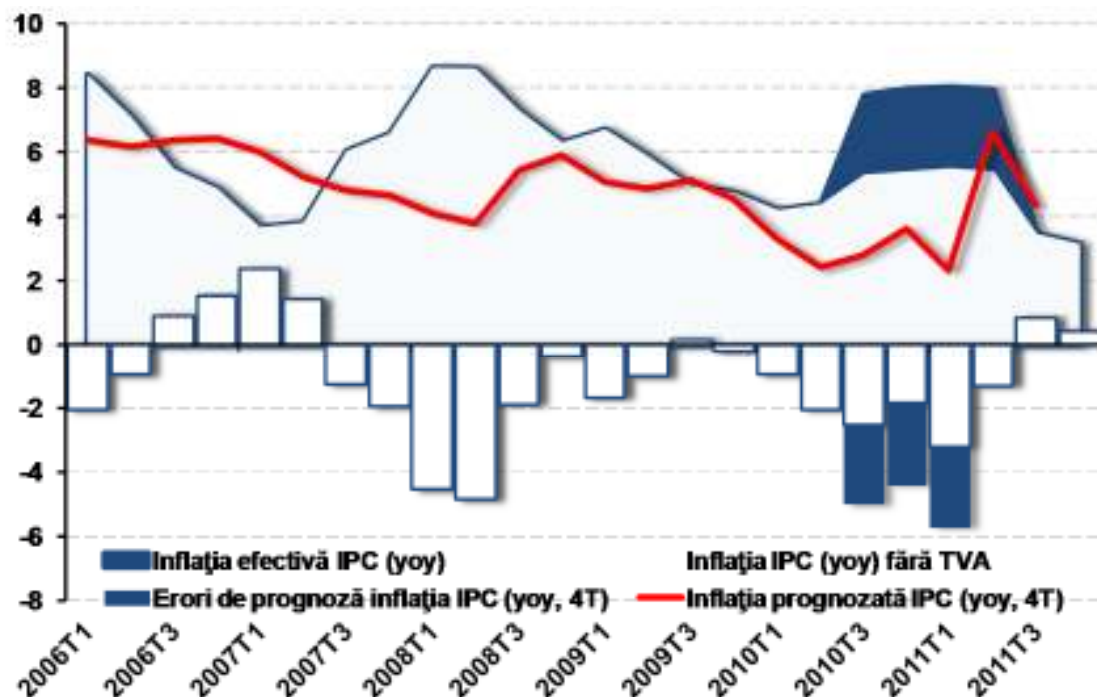
	Efect contabil	Efect de runda I (valori cu roșu = transmisie <u>subunitară</u>)	Eroare prognoză inflație IPC (yoy, eop), puncte procentuale	T3 2010	T4 2010
CORE2	4,01	2,73	Runda T2 2010 (coeficient de transmisie <u>subunitar</u>)	0,26	-0,15
Tutun	4,2	4,2	Runda T2 2010 (simulare “artificială”, cu coeficient de transmisie <u>unitar</u>)	1,3	0,96
Combustibili	4,2	4,2			
Alimente volatile	4,18	2,18			
Prețuri administrate	3,3	3,3			
Total inflație IPC	3,89	2,9			

- **erori de prognoză calculate față de inflația IPC efectivă (INSSE) exclusiv în trimestrele III și IV 2010; toate celelalte ipoteze ale proiecției menținute la valorile din runda “August 2010”.**

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 4/9

Caveats:

a. aproape întotdeauna proiecțiile sunt “greșite” într-un anumit sens: natura schimbătoare a economiei + materializarea unor evenimente neașteptate = șocuri



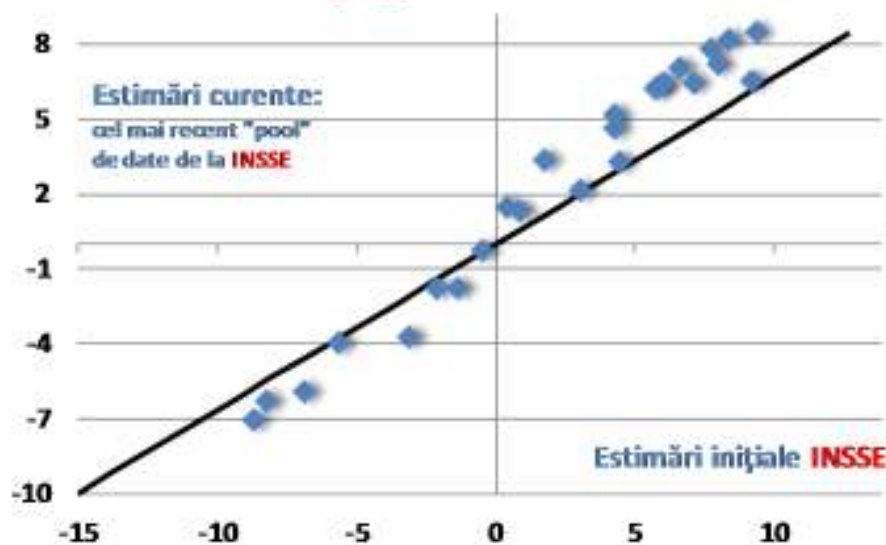
- Erori adiționale de proiecție la 4T (suprafața albastră), ocazionate de șocul inflaționist (**neanticipat**) asociat majorării cotei standard a TVA de la 19% la 24%, de la 1 iulie 2010.
- Erori aferente rundelor de prognoză “**Noiembrie 2009**”, “**Februarie 2010**” și “**Mai 2010**”

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 5/9

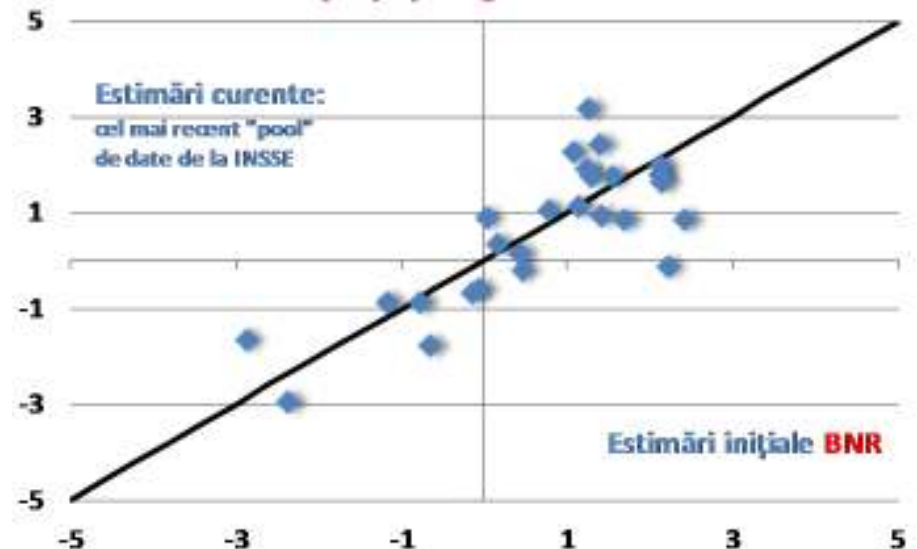
Caveats:

b. *calitatea datelor statistice: disponibile cu întârziere, marcate de erori de măsurare și supuse revizuirilor*

PIB yoy, date INSSE



PIB qoq, prognoze BNR



Eroare medie (ME):

-0,4

-0,1

Eroare medie absolută (MAE):

0,9

Eroare medie absolută (MAE):

0,6

Eroarea rădăcinii medie pătrată (RMSE):

1,1

Eroarea rădăcinii medie pătrată (RMSE):

0,8

Bias (eroare sistematică):

DA

Bias (eroare sistematică):

NU

8 ⇒ **Tendință ușoară de supraestimare a dinamicii anuale a PIB în datele statistice**

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 6/9

Caveats:

b. calitatea datelor statistice: disponibile cu întârziere, marcate de erori de măsurare și supuse revizuirilor

Plaja de valori estimate de INSSE pentru rata anuală de dinamică a PIB



Diferență între cea mai mică și cea mai mare valoare (p.p.)

Max.	Min.
3,0 = (3/5 din abaterea standard a seriei)	1,1 = (1/5 din abaterea standard a seriei)

Programul de elaborare a datelor anuale de PIB din conturile naționale (INSSE)

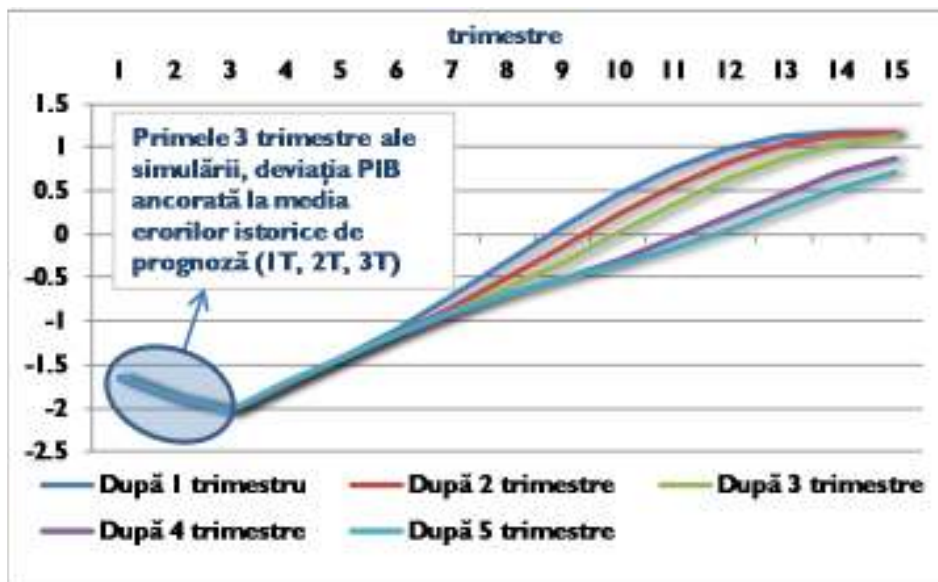
Termen de realizare	Versiunea
N+3 luni (Martie)	Provizorie
N+12 luni (Decembrie)	Semidefinitivă
N+21 luni (Septembrie)	Definitivă

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 7/9

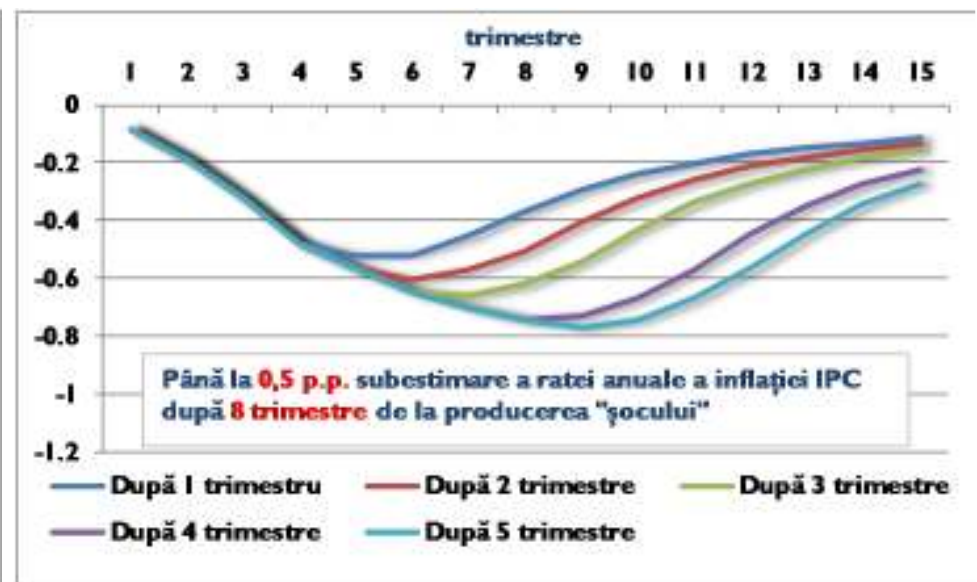
Caveats:

c. modelul nu poate surprinde întreaga complexitate a realității macroeconomice: erori de prognoză ale deviației PIB și reacția decidenților

Deviația PIB, erori istorice și simulare



Inflație anuală IPC (medie), simulare

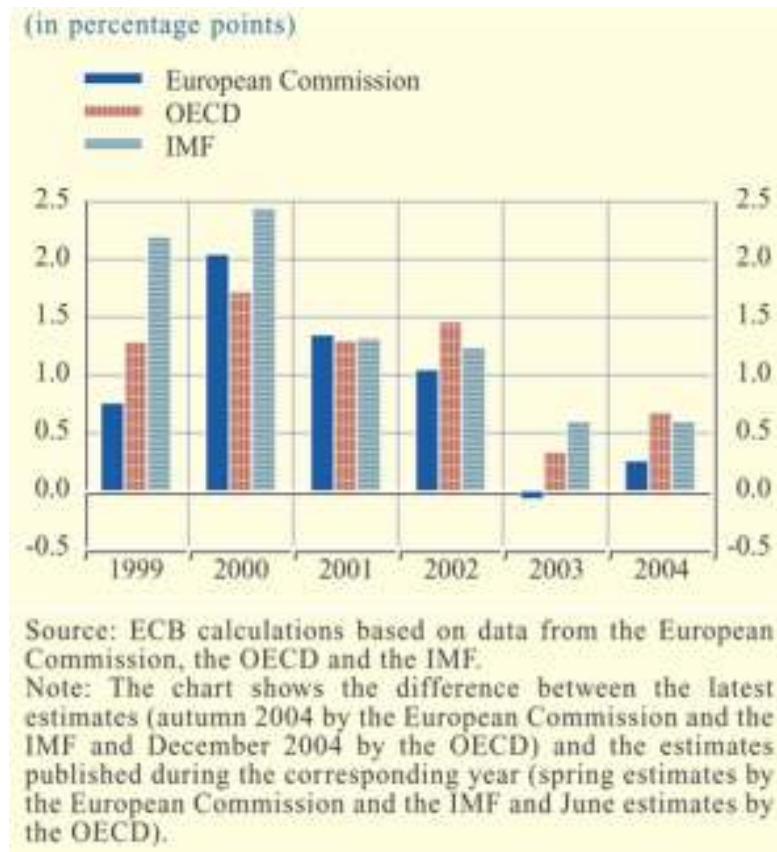


- Decalaje în identificarea erorilor de prognoză (date statistice/estimări) conduce la subestimarea ratei inflației

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 8/9

Caveats:

c. modelul nu poate surprinde întreaga complexitate a realității macroeconomice : deviația PIB (experiența altor țări)



- **Magnitudine comparabilă a revizuirilor gap-ului de PIB pentru zona euro, într-o perioadă neafectată de schimbări structurale de magnitudinea celor înregistrate post- 2008**

Sursa graficului: Buletin lunar al BCE, februarie 2005

(ii) Procesul de prognoză în cadrul BNR – 9/9

Caveats:

d. Modelul folosit (MAPM) este considerat în analiza de față o “cutie neagră”

Surse bibliografice:

- **C. Popa (coordonator) et al., “Țintirea directă a inflației în România”, Caiete de studii BNR, nr. 25/2009**
- **C. Popa, “Preparations and prerequisites for the introduction of Inflation targeting in Romania”, în cadrul conferinței “Inflation targeting: International Experience and Romania’s prospects”, 30 martie 2005**
- **www.bnr.ro, secțiunea Politică monetară -> Mecanismul de transmisie a politicii monetare**
- **Rapoarte ale inflației, 2005-2012**

(iii) Abordare metodologică

Definiții (I)

- X = variabilă macroeconomică prognozată
- $E(X) = X^{\text{PROGNOZĂ}} - X^{\text{EFECTIV}} =$ eroare istorică de prognoză
- $E(X)_{\text{AJUSTAT}} = (X_{\text{AJUSTAT}}^{\text{PROGNOZĂ}} - X^{\text{EFECTIV}}) =$ eroare istorică de prognoză “ajustată” - rezultă din rularea unor simulări “artificiale”
- eroare medie de prognoză (ME): $ME = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T E_i(X)$
- eroare medie absolută (MAE): $MAE = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T |E_i(X)|$
- eroarea rădăcinii medii pătratate (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (E_i^2(X))}$$

(iii) Abordare metodologică

Definiții (2)

- eroare sistematică (**BIAS**) = estimator deplasat al erorii de prognoză (supra- sau sub-estimare sistematică a valorilor efective ale variabilei)
- *statistica “t”* = test utilizat pentru verificarea ipotezelor privind media erorilor de prognoză (e.g. la 1T, 2T, ..., 8T)
 - teste parametrice:
 - sunt valide asimptotic (nr. mare de observații)
 - presupun normalitatea reziduurilor
 - pentru un număr redus de observații statistice, satisfacerea condițiilor menționate poate fi problematică ⇒ se vor folosi **estimații bootstrap** pentru determinarea distribuției testului

(iii) Abordare metodologică

Ce orizont de evaluare a erorilor? (I)

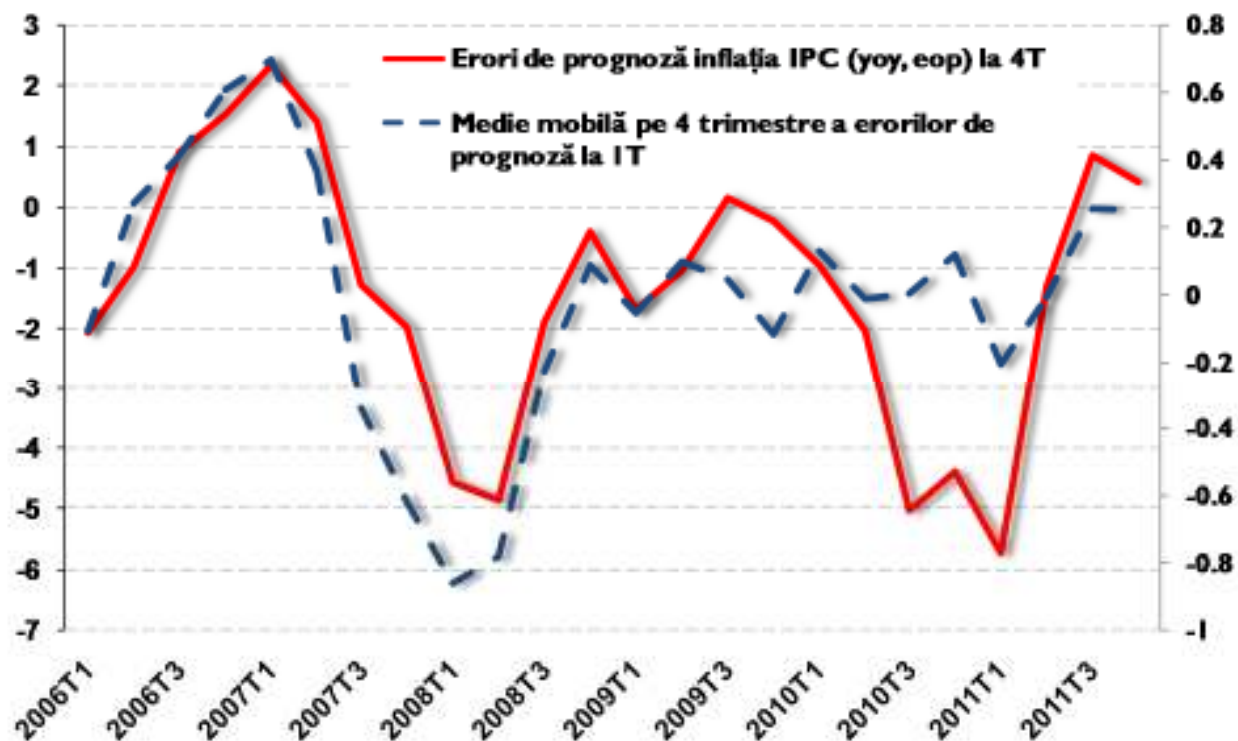
- valorile $E(X)$ și statisticile menționate, calculate la orizonturi de 1, 2, ..., 8 trimestre, din runde succesive de proiecție, aferente intervalului T1 2005 - T4 2011

Orizont	1T	4T	8T
Nr. observații	28	24	20

- concentrarea analizei pe erorile de prognoză la **1T** și **4T**
 - erori la **1T**: elementul “surpriză” pentru politica monetară în succesiunea (trimestrială a) rundelor de prognoză \Rightarrow potențial ridicat de reconfigurare a coordonatelor proiecției

(iii) Abordare metodologică

Ce orizont de evaluare a erorilor? (2)

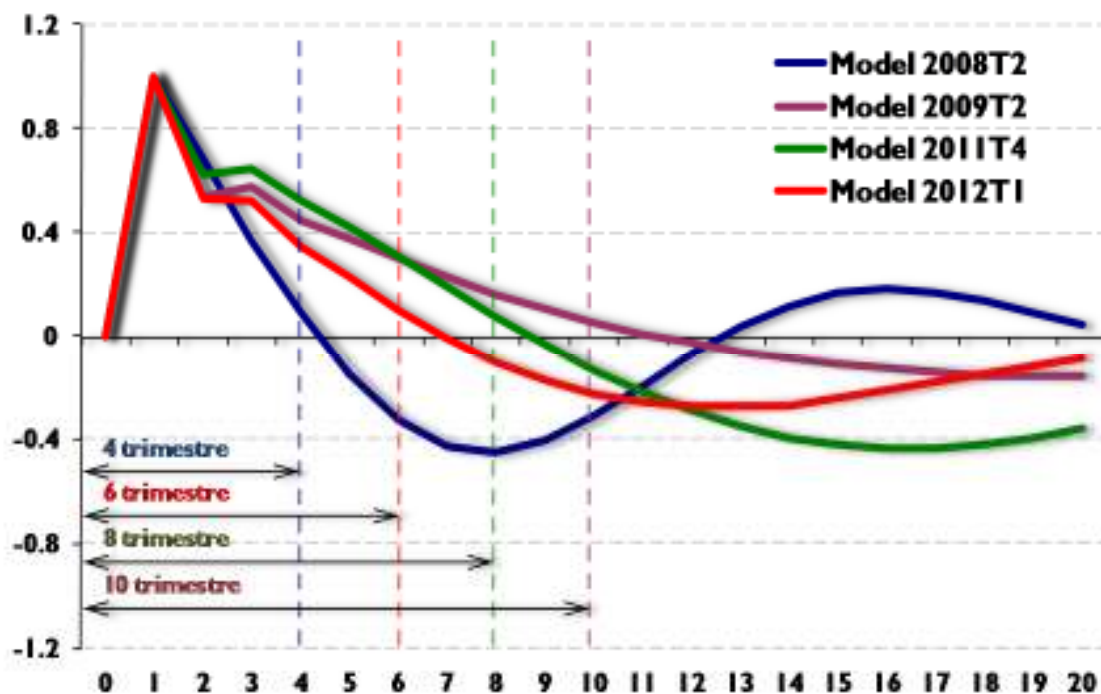


- o altă valență a erorilor la **IT** este semnalarea, în coroborare cu erorile de proiecție la orizonturi mai mari (de ex., la **4T**), a caracterului anticipat/neanticipat al șocurilor care au afectat economia
- figura alăturată ilustrează **preponderența șocurilor neanticipate** din intervalul analizat, care permite eliminarea din lista “suspecților” a incertitudinii datorate modelului folosit (în cazul ilustrat, modelele folosite pentru a genera liniile roșie și, respectiv, albastră, sunt diferite)

(iii) Abordare metodologică

Ce orizont de evaluare a erorilor? (3)

- **orizontul optim de politică monetară: intervalul de timp necesar contracarării de către politica monetară a 90% din magnitudinea unui șoc anticipat de cerere agregată**

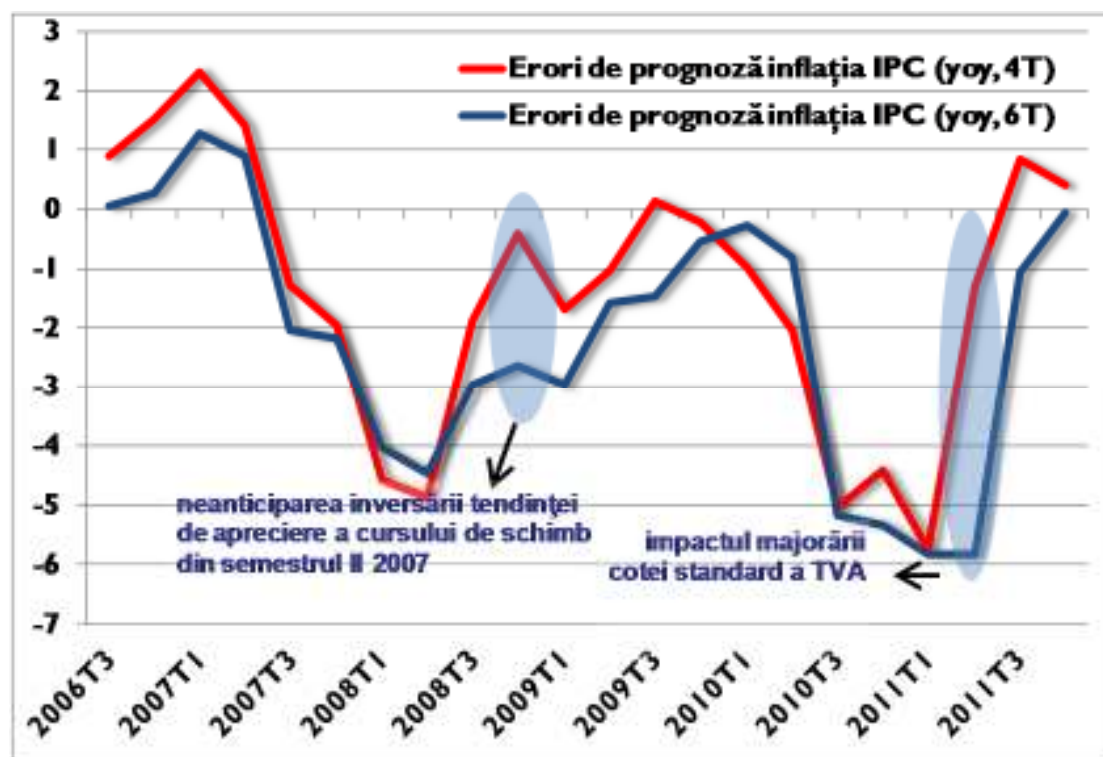


- criza din 2008-2009 a obturat o parte a canalelor de transmisie a politicii monetare asupra economiei reale, cu precădere cele operabile prin intermediul ratelor dobânzilor (variabila “cheie” de reglare a modelului) ⇒ persistența pe perioade mai îndelungate a șocurilor de cerere agregată
- recalibrarea succesivă a MAPM reflectă normalizarea treptată a mecanismului de transmisie

(iii) Abordare metodologică

Ce orizont de evaluare a erorilor? (4)

- corelarea $E(X)$ la **4T** și **6T** implică opțiunea pentru focalizarea atenției asupra erorilor de prognoză la **4T**



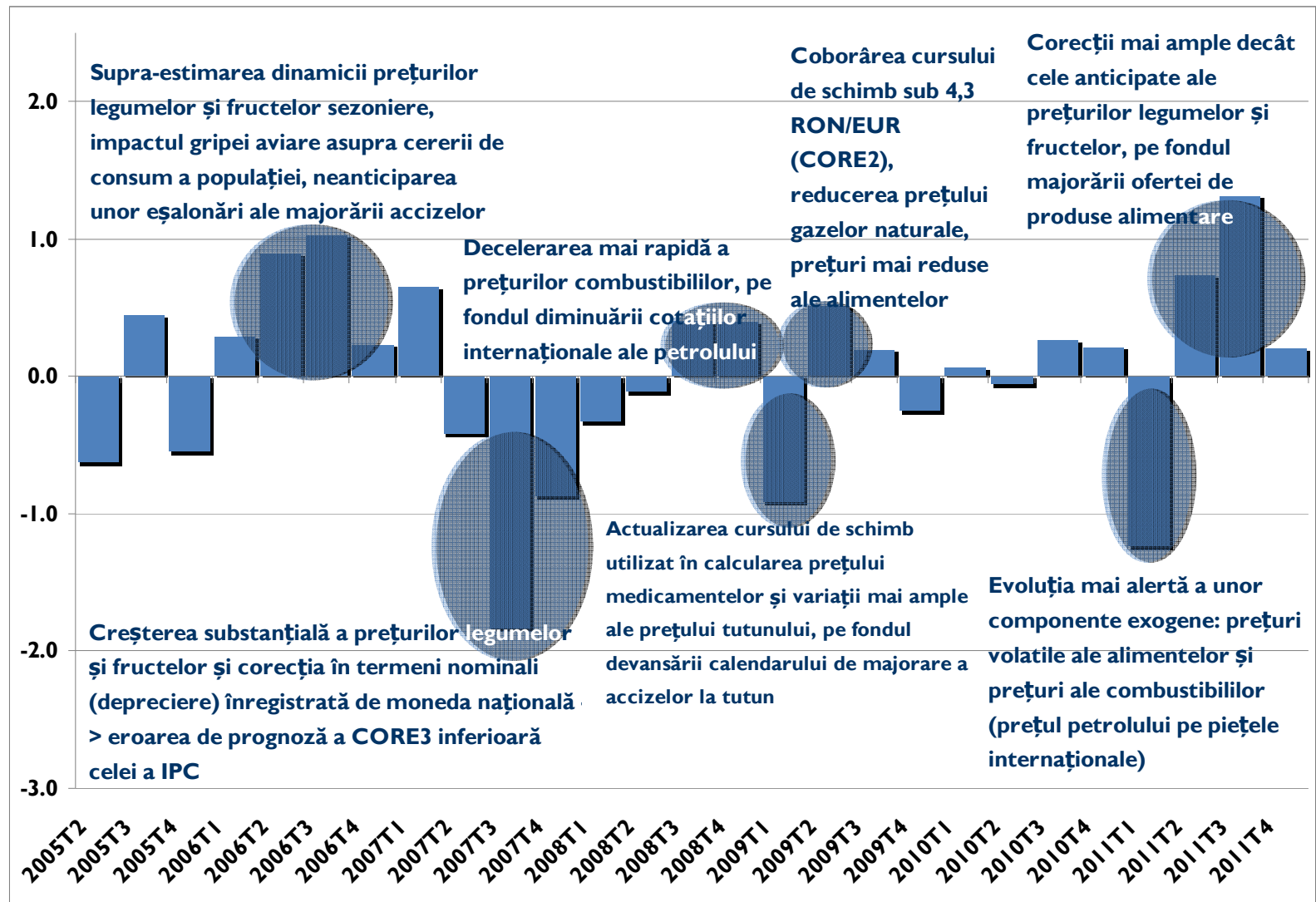
Coeficient de corelație
2006T3-2011T4: **0,87**

- Pentru finele trimestrului IV 2008 (suprafața hașurată, stânga), erorile de proiecție la **6T** au fost calculate pe baza proiecției din “**August 2007**”, în timp ce erorile de proiecție la **4T** au fost calculate pe baza celei din “**Februarie**” 2008 (după realizarea corecției nominale a cursului de schimb al leului față de euro)

(iii) Abordare metodologică

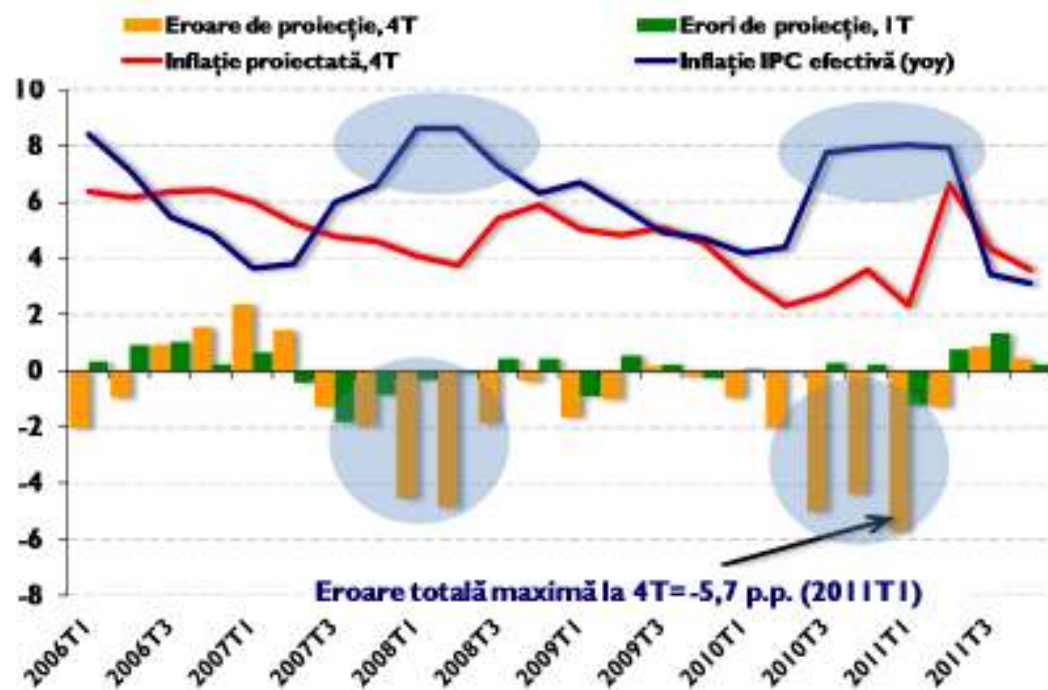
Analiza “evenimentială” a erorilor de prognoză la IT

Dinamică a erorilor de prognoză la IT similară unui proces de tip “white noise”



(iv) Performanța predictivă a MAPM

Erori de prognoză la IT și 4T, inflația IPC (yoy, eop)



- tendință de sub-estimare a ratei efective a inflației IPC la 4T
 - rezultate similare și pentru orizontul de 8T
- dar:**
- erori datorate unor șocuri importante de natura ofertei

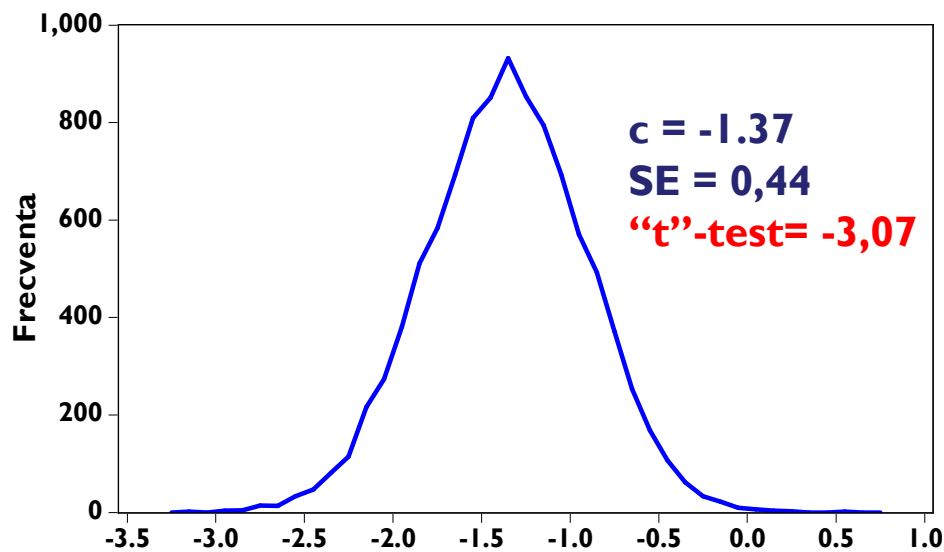
Indicator	Inflație IPC (yoy, eop)	
Valoare efectivă		
Medie	6,1	
Abatere standard (p.p.)	1,8	
Valori proiectate	IT	4T
Medie	6,4	4,7
Abatere standard (p.p.)	1,9	1,3
Statistici pentru E(X)	IT	4T
ME (p.p.)	0,02	-1,4
MAE (p.p.)	0,6	2,0
RMSE (p.p.)	0,7	2,6
BIAS	NU	DA
Descompunerea erorii pătrate medii de prognoză (statistica Pindyck-Rubinfeld)		
Deplasare (bias)	(1)	IT: 0,0; 4T: 0,3
Dispersie (variance)	(2)	IT: 0,0; 4T: 0,03
Covarianță (covariance)	(3)	IT: 1,0; 4T: 0,7
TOTAL (1+2+3)		I I

- episoadele marcate în grafic generează un **bias** al mediei prognozelor față de media seriei efective, în timp ce **covarianța** (erori de prognoză nesistematice) deține, totuși, ponderea cea mai ridicată în totalul erorii pătrate medii

(iv) Performanța predictivă a MAPM

Estimații bootstrap pentru determinarea BIAS-ului erorilor de prognoză la 4T

- tehnica evită impunerea unor asumții “tari” privind normalitatea distribuției reziduurilor; inferențele vor avea la bază distribuțiile empirice construite pentru statistica de interes (**t-test**) \Rightarrow se poate lucra cu un număr relativ redus de observații statistice [de ex., $E(\mathbf{X})_{4T} = 24$ de observații]
- procedură: **bootstrap-ul reziduurilor**, 10.000 experimente Monte Carlo.



Distribuția “bootstrap” a coeficientului care
cuantifică “bias”-ul $E(\mathbf{X})_{4T}$

Distribuția statisticii:

$$t^* = \frac{\hat{\beta}^* - \hat{\beta}}{SD(\hat{\beta}^*)}$$

unde

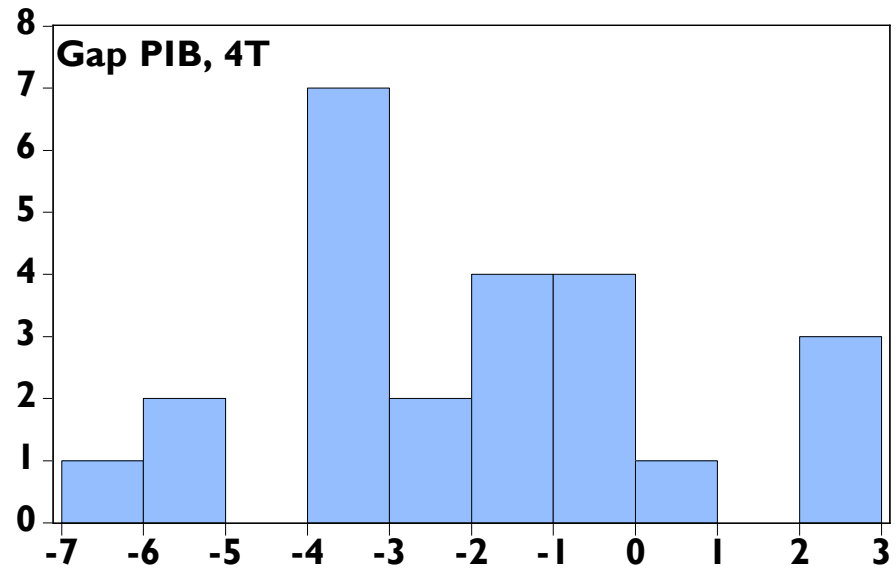
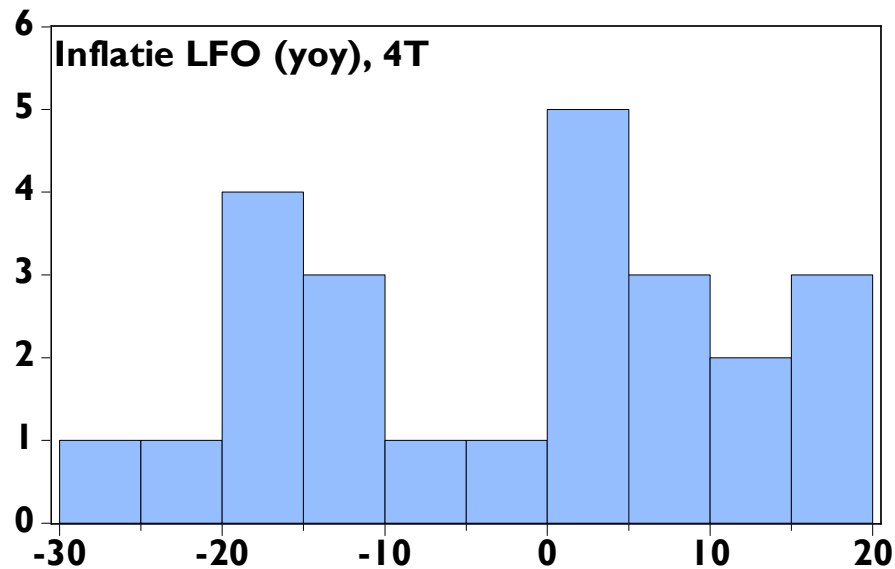
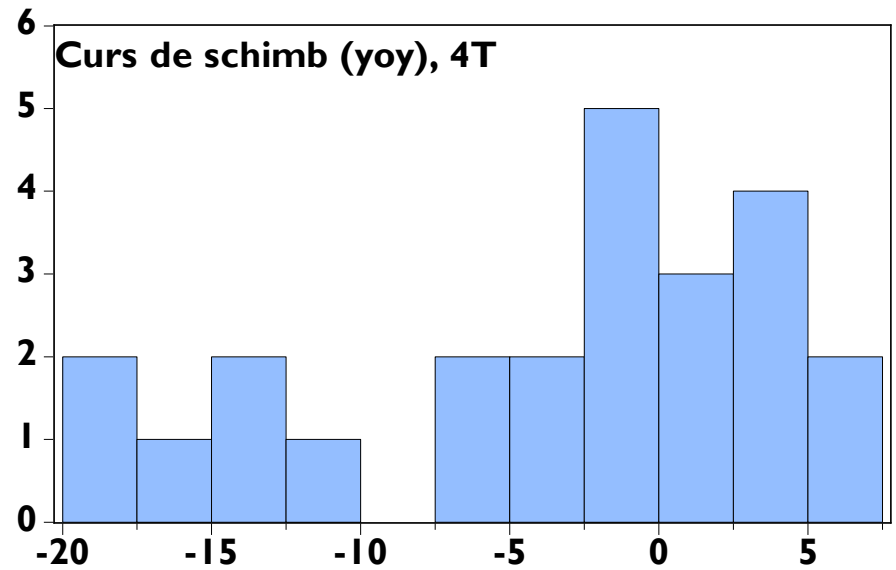
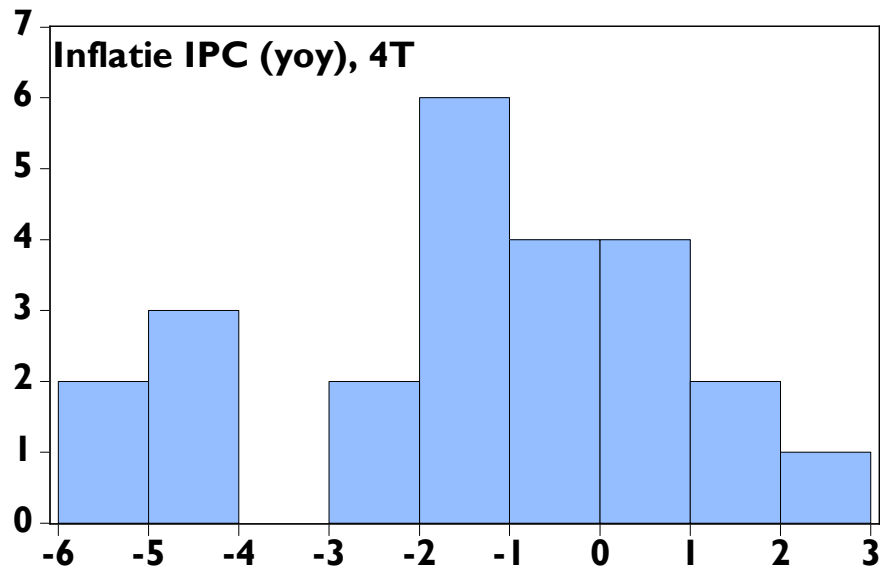
$\hat{\beta}^*$ = estimatorul de tip
bootstrap

$\hat{\beta}$ = estimatorul inițial

Ipoteza nulă: $\hat{\beta}^* = 0$

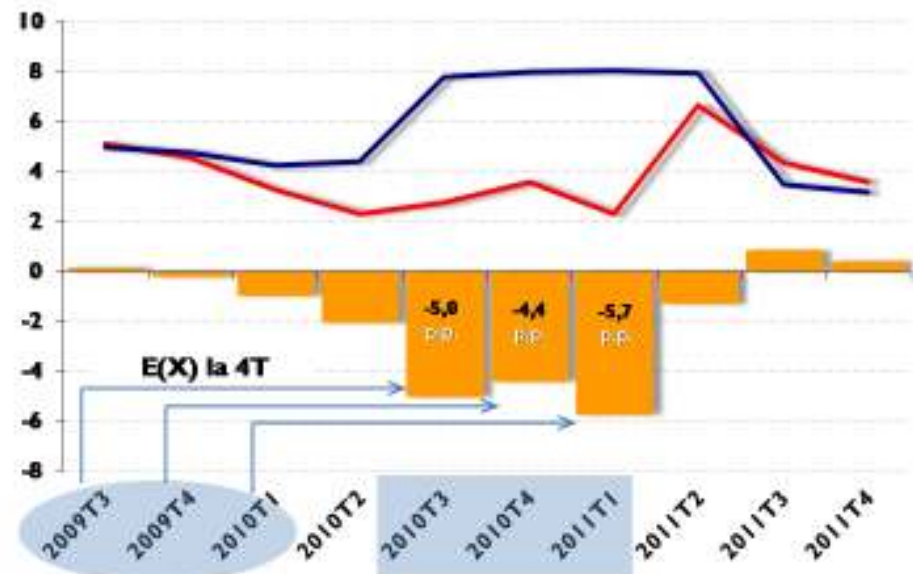
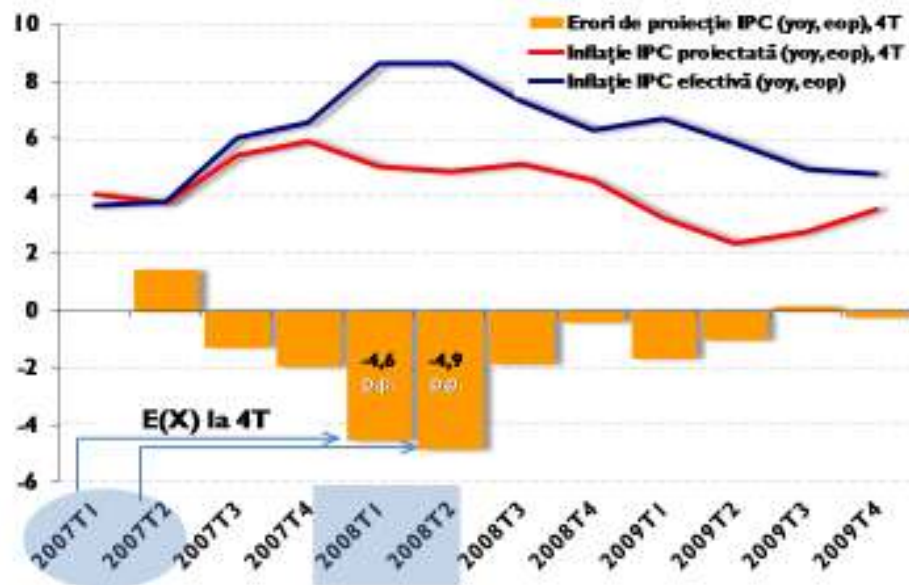
(iv) Performanța predictivă a MAPM

Histogramele erorilor de proiecție la 4T



(iv) Performanța predictivă a MAPM

Simulări “artificiale” (I)



- identificarea celor mai importante surse ale $E(X)_{4T}$ implică rularea unor simulări “artificiale” aferente rundelor **Mai și August 2007**

- identificarea celor mai importante surse ale $E(X)_{4T}$ implică rularea unor simulări “artificiale” aferente rundelor **Noiembrie 2009, Februarie și Mai 2010**

- corespunzător acestora, se va calcula $E(X)_{AJUSTAT}$ la 4T

(iv) Performanța predictivă a MAPM

Simulări “artificiale” (2)

- simulări “artificiale”:
 - “Care ar fi fost prognoza BNR la momentul ... dacă în loc de scenariul privind variabila/variabilele ... s-ar fi cunoscut dinainte valorile înregistrate efectiv, fără ca nimic altceva din prognoza respectivă să nu fie schimbat?”
- determinarea traiectoriei componentelor coșului IPC simulate endogen (de ex. CORE2, COMBUSTIBILI) implică:
 - (a) încorporarea în proiecție a diferenței (relevată ex-post) între magnitudinea șocurilor care au afectat economia și cele inferate în momentul realizării proiecției (de ex. șoc curs)
 - (b) luarea în considerare a celor mai recente evaluări privind poziționarea ciclică a economiei aferentă perioadelor marcate de erori de prognoză (de ex. gap PIB)
 - (c) cunoașterea în mod “perfect” a mecanismului de transmisie a modificărilor variabilelor (a)+(b) asupra componentelor **ancorate** (de ex. CORE2); în acest caz particular, **incertitudinea asociată modelului ≈ 0**

(iv) Performanța predictivă a MAPM

Simulări “artificiale” (3)

	2007 T1	2007 T2
Eroare “inițială” de proiecție la 4T	-4,6	-4,9
componentă explicată:	-3,7	-4,7
- LFO	-1,5	-1,3
- CORE2	-1,7	-2,6
- ADMINISTRATE	+0,3	+0,1
- COMBUSTIBILI	-0,7	-1,0
componentă “neexplicată”:	-0,9	-0,2

- **Componenta “neexplicată” se datorează surprinderii imperfecte a realității cu ajutorul modelului macroeconomic (MAPM) și simulării în manieră secvențială a setului considerat de ipoteze**

	2010 T3	2010 T4	2011 T1
Eroare “inițială” de proiecție la 4T	-5,0	-4,4	-5,7
componentă explicată:	-2,7	-1,8	-3,2
- LFO	-0,8	-0,8	-1,4
- CORE2	-1,3	-1,3	-1,4
- ADMINISTRATE	-0,5	0,0	+0,2
- COMBUSTIBILI	-0,1	+0,3	+0,1
componentă “neexplicată”:	-2,3	-2,6	-2,5
<i>din care:</i>			
- impact TVA (evaluat ex-post):	-2,47	-2,56	-2,51
componentă neexplicată – final:	+0,2	0,0	0,0

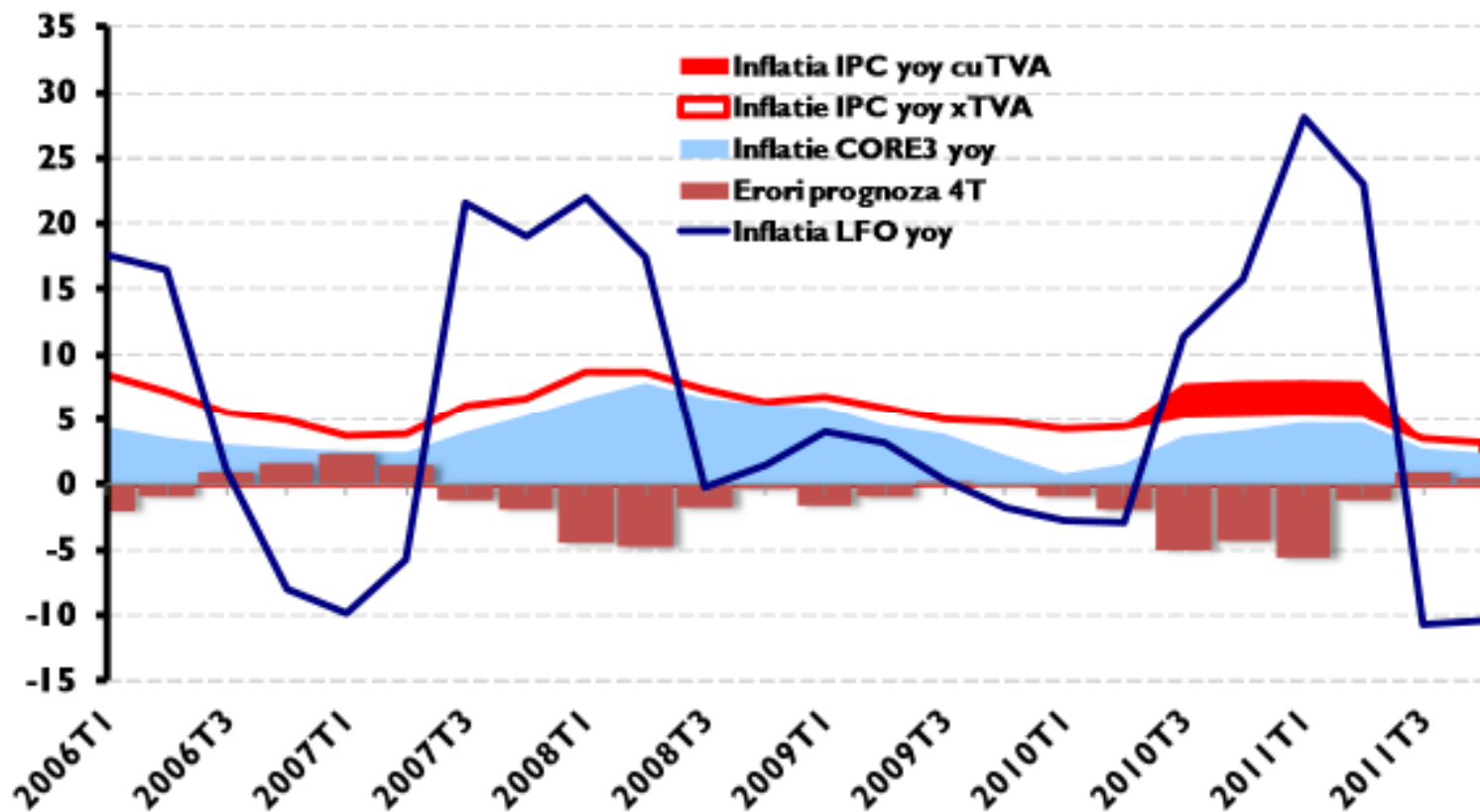
(iv) Performanța predictivă a MAPM

Concluzii intermediare

- Episoadele de erori de proiecție a inflației IPC la 4T asociate rundelor “**Mai-August 2007**”, respectiv “**Noiembrie 2009-Mai 2010**”, prin magnitudinea abaterilor, distorsionează întregul eșantion de observații, generând erori sistematice (**BIAS**) de *sub-estimare* a ratei inflației IPC
 - erorile se datorează preponderent dinamicii componentei bunurilor alimentare (inflația alimentelor volatile + componenta de bunuri alimentare din indicele CORE2 – aprox. 50%), strict dependentă de condițiile climatice
- Caracterul exogen al modificărilor acestor categorii de prețuri împiedică demersul de evaluare a erorilor de proiecție pornind de la relațiile posibil a fi modelabile în cadrul MAPM (variațiile prețurilor bunurilor alimentare sunt preluate ca scenarii exogene)
- Similar procedurilor utilizate de alte bănci centrale, se va (re)calcula o rată “*benchmark*” a inflației IPC, prin reducerea la valorile medii istorice a observațiilor de tip “*outlier*” înregistrate de inflația LFO și, respectiv, de componenta bunurilor alimentare din indicele CORE2

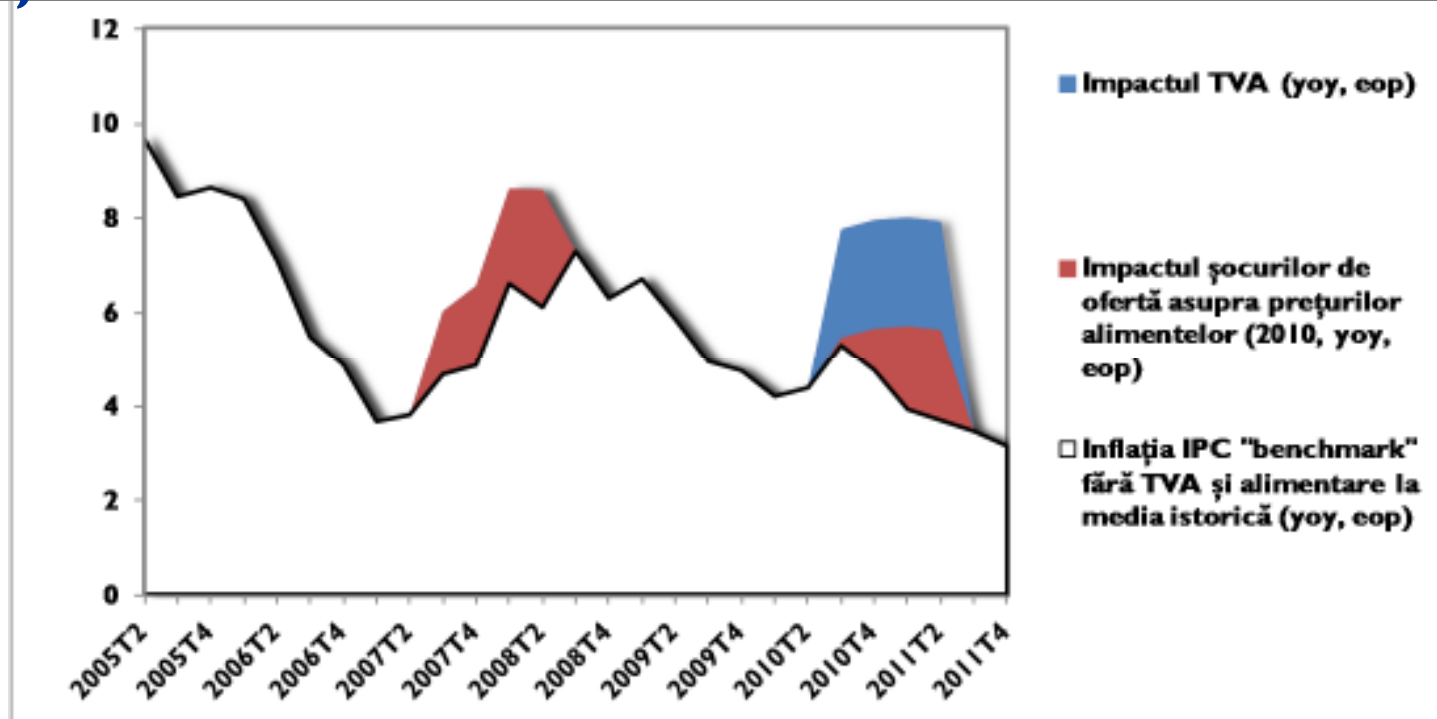
(iv) Performanța predictivă a MAPM

Corelații între ratele inflației și erorile de prognoză la 4T



(iv) Performanța predictivă a MAPM

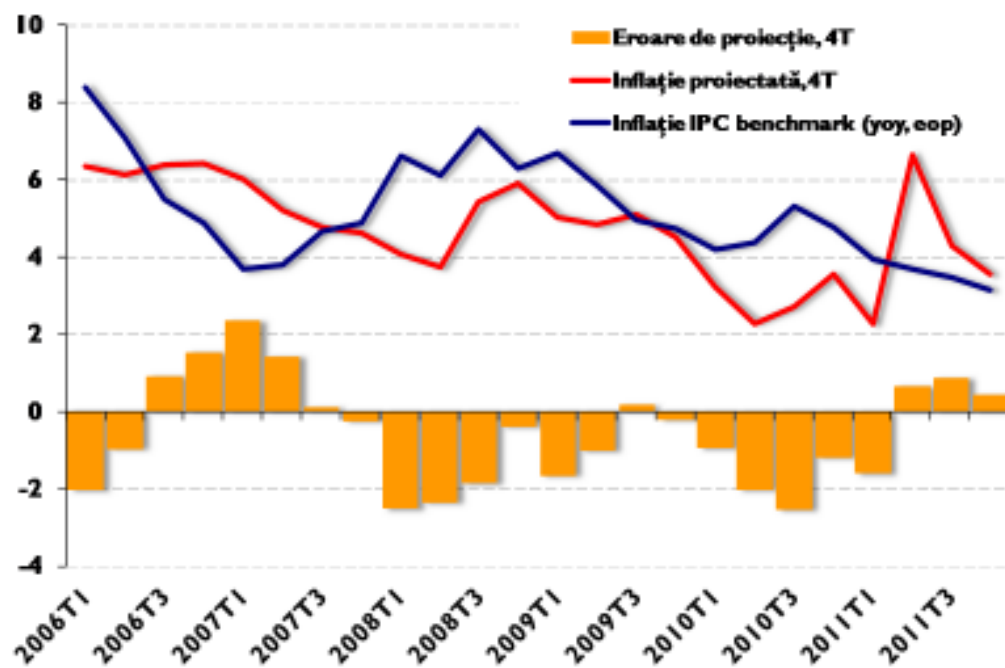
Inflația IPC “benchmark”



- **Inflația anuală IPC publicată de INSSE =**
 - = suprafața albă (inflația “benchmark”, după excluderi) +**
 - + suprafața maro (diferența dintre șocurile de ofertă resimțite de prețurile bunurilor alimentare și valorile medii istorice ale acestora în trimestrele respective) +**
 - + suprafața albastră (impactul asupra inflației IPC al majorării cotei standard a TVA de la 1 iulie 2010 – evaluări BNR, ex-post)**

(iv) Performanța predictivă a MAPM

Indicatori de sinteză ai erorilor de proiecție - comparație



- Eroarea medie de prognoză la 4T rămâne negativă [$E(X)=-0,6$ vs. $E(X)=-1,4$], însă este eliminat caracterul sistematic (**BIAS**) al acestor erori

Indicator*	Inflație IPC (yoy, eop)	
Valoare efectivă		
Medie	5,2	
Abatere standard (p.p.)	1,35	
Valori proiectate	4T inițial	4T După excluderi
Medie	4,7	4,7
Abatere standard (p.p.)	1,3	1,3
Statistici pentru E(X)	4T	4T
ME (p.p.)	-1,4	-0,6
MAE (p.p.)	2,0	1,3
RMSE (p.p.)	2,6	1,5
BIAS	DA	NU
Descompunerea erorii pătrate medii de prognoză (statistica Pindyck-Rubinfeld)		
	4T	4T
Deplasare (bias) (1)	0,3	0,1
Dispersie (variance) (2)	0,03	0,0
Covarianță (covariance) (3)	0,7	0,9
TOTAL (1+2+3)	1	1
Comparație cu proiecții "naive" (erori de proiecție la 4T)	RMSE relativ (o valoare supra-unitară indică superioritatea MAPM)	
SARIMA (seasonal ARIMA)/ MAPM	1,2	
Random-walk / MAPM	1,78	

* Valorile din tabel înscrise cu verde denotă îmbunătățiri ale indicatorilor de sinteză ai performanței de prognoză

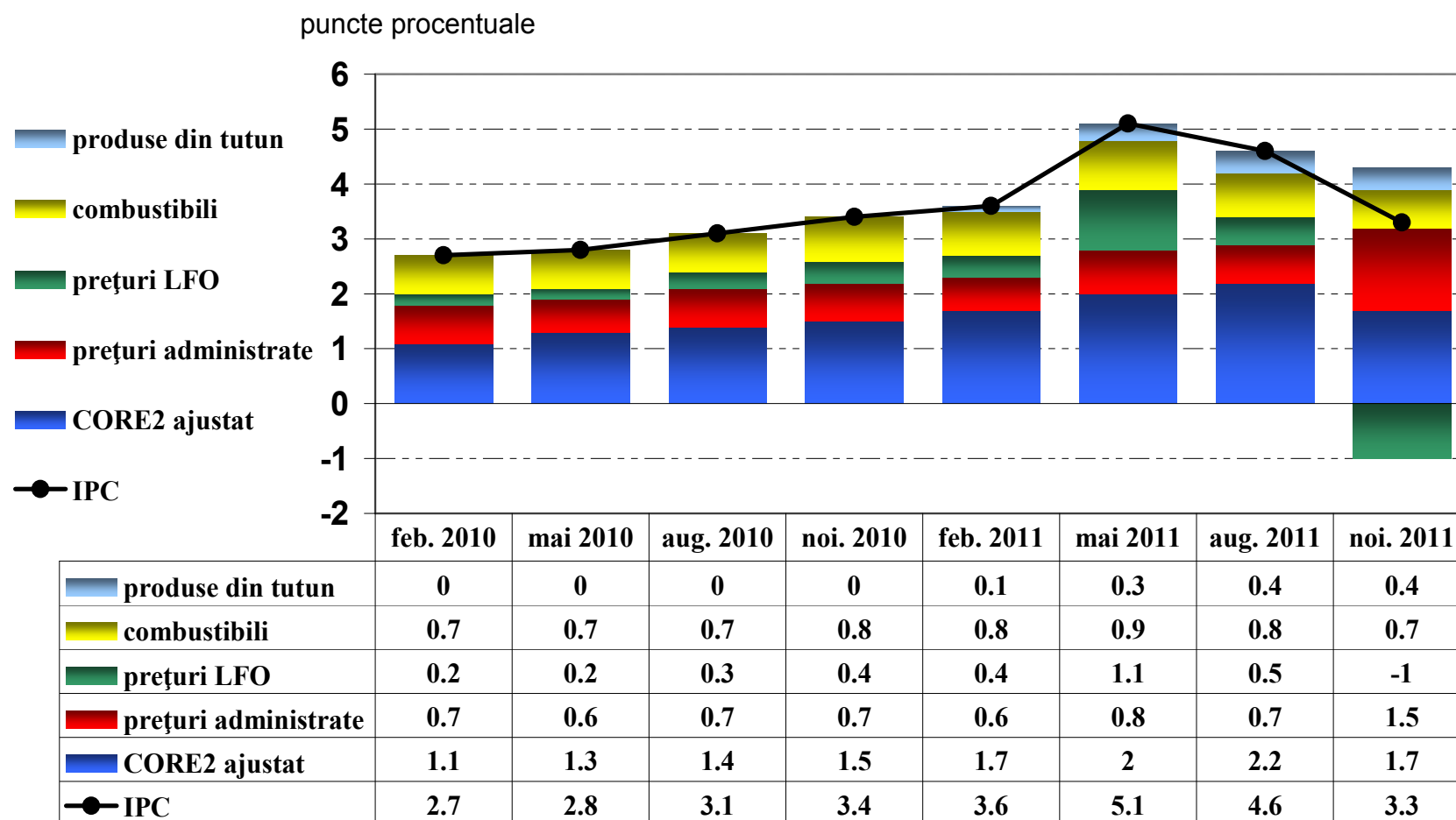
(iv) Performanța predictivă a MAPM

Concluzii finale

- dinamica inflației interne marcată de manifestarea periodică a unor șocuri de natura ofertei; șocurile *neanticipate* (din perspectiva scenariului de bază) se transferă în erori de prognoză în proporție de 1:1
- cu toate acestea, scenariile de risc (alternative) prezentate în *Raportul asupra inflației*, prezintă în formă agregat-sintetică (interval de incertitudine) o descriere generală a factorilor de risc asociați proiecției ⇒ publicul trebuie să se concentreze asupra întregii distribuții a scenariilor de prognoză și nu doar asupra medianei (scenariul de bază)
- eliminarea cu parcimonie din datele efective a unui număr redus de șocuri de natura ofertei (de ex., cele care afectează producția agricolă), **îmbunătățește performanța de prognoză istorică a MAPM**: media prognozelor se aliniază celei din datele istorice, erorile de proiecție rămase (la un orizont de timp relevant pentru acțiunea politicii monetare) au caracter nesistematic iar performanța de ansamblu a MAPM este superioară unor modele de prognoză nesofisticate, “naive”

(v) Studiu de caz: erori de proiecție ale ratei inflației IPC pentru orizontul “Decembrie 2011”

Prognozele pentru inflația decembrie 2011 au fost publicate în perioada februarie 2010 – noiembrie 2011 și s-au situat în intervalul 2,7% - 5,1%.



(v) Studiu de caz: erori de proiecție ale ratei inflației IPC pentru orizontul “Decembrie 2011”

- **Prognoza inițială din feb. 2010 plasa inflația la sfârșitul anului 2011 la un nivel de 2,7%, inferior țintei de inflație de 3%, în absența anticipării unor șocuri exogene semnificative.**
- **În următoarele cinci Rapoarte asupra inflației, prognoza a fost revizuită gradual în sus (cu o ajustare considerabilă în mai 2011, de la 3,6% la 5,1%).**
- **Revizuirile au avut loc ca urmare a presiunilor tot mai accentuate pe piețele agroalimentare (reflectate în contribuția LFO și a CORE2 ajustat) și a ajustării în sus a anticipațiilor inflaționiste (reflectată în contribuția CORE2 ajustat), inclusiv pe seama majorării cotei TVA în iulie 2010.**
- **Pe de altă parte, majorarea TVA a implicat reevaluarea deficitului de cerere la valori mai favorabile procesului dezinflaționist. Impactul direct, de runda întâi, al măsurii asupra ratei anuale a inflației s-a disipat complet până în momentul de referință al analizei - decembrie 2011.**
- **Recolta agricolă bogată din 2011 și calmarea tensiunilor pe piețele agroalimentare externe au condus la revizuirea în jos a prognozei în rundele din august și noiembrie 2011.**

(v) Studiu de caz: erori de proiecție ale ratei inflației IPC pentru orizontul “Decembrie 2011”

- Graficul ilustrează diferențele între contribuțiile publicate în prognozele succesive și contribuțiile înregistrate ale componentelor la inflația anuală IPC în decembrie 2011.
- Contribuția semnificativă a alimentelor volatile (LFO) la eroare de prognoză a fost determinată de inversarea bruscă a dinamicii acestor prețuri din a doua parte a anului 2011, dificil de anticipat.
- Dinamica prețurilor administrate a fost subestimată în special din cauza eliminării subvențiilor pentru energia termică, măsură anunțată în a doua parte a anului 2011.

puncte procentuale

