

KONSTANTĪNS BEŅKOVSKIS

# LATCOIN: LATVIJAS EKONOMISKĀS IZAUGSMES VIDĒJA TERMIŅA UN ILGTERMIŅA TENDENČU REĀLĀ LAIKA PROGNOZĒŠANA

PĒTĪJUMS

1 / 2010

**SATURS**

Kopsavilkums	2
Ievads	3
1. Latvijas IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa izaugsme: joslu filtra pieeja	4
2. Vidēja termiņa un ilgtermiņa novērtējuma uzlabošana, izmantojot makroekonomiskos rādītājus	7
2.1. Vispārinātā dinamisko faktoru analīze	7
2.2. Regresoru konstruēšana, izmantojot plašu Latvijas makroekonomisko rādītāju izlasi	9
3. LATCOIN novērtējums	12
4. Reālā laika LATCOIN	14
4.1. Reālā laika sniegums	14
4.2. Reakcija pagrieziena punktu tuvumā	15
Secinājumi	17
Pielikumi	18
Literatūra	23

**SAĪSINĀJUMI**

CSP – Latvijas Republikas Centrālā statistikas pārvalde  
 EK – Eiropas Komisija  
 ES – Eiropas Savienība  
 EUROCOIN – eiro zonas ekonomiskās attīstības cikla sakritības rādītājs (*Euro Area Business Cycle Coincidence Indicator*)  
 IKP – iekšzemes kopprodukts  
 LATCOIN – Latvijas ekonomiskās attīstības cikla sakritības rādītājs (*Latvian Business Cycle Coincidence Indicator*)  
 NACE – ES Saimniecisko darbību statistiskā klasifikācija (*Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne*)  
 VTII – vidēja termiņa un ilgtermiņa izaugsme (*medium to long-run growth*)

## KOPSAVILKUMS

Šajā pētījumā izstrādāta Latvijas tautsaimniecības pašreizējās situācijas novērtēšanas metode. Novērtējuma objekts ir reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa pieauguma temps, bet ne pats faktiskais IKP, un tas palīdz nodalīt dažādus vienreizējus efektus un ļauj koncentrēties uz vidēja termiņa un ilgtermiņa tendencēm. Izvēlēto rādītāju LATCOIN var uzskatīt par EUROCOIN adaptāciju Latvijas situācijai ar atsevišķām metodoloģijas pārmaiņām. LATCOIN ir Latvijas reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa izaugsmes mēneša novērtējums, ko aprēķina katra nākamā mēneša devītajā darbadienā. Izmantojot lielu makroekonomisko mainīgo kopu, konstruēti vairāki izlīdzināti, tautsaimniecību raksturojoši nenovērojami faktori. Tālāk šie faktori izmantoti LATCOIN novērtējumā.

**Atslēgvārdi:** Latvijas reālais IKP, joslu filtrs, sakritības rādītājs, vispārināti galvenie komponenti, reālā laika sniegums, pagrieziena punkti

**JEL klasifikācija:** C22, C50, E32

## IEVADS

Reālā IKP pieauguma temps ir vispildīgākais un atzītākais ekonomiskās aktivitātes rādītājs. Tomēr šim mainīgajam parasti ir divi būtiski trūkumi. Pirmkārt, par iekšzemes aktivitāti tiek sniegti tikai ceturkšņa dati, turklāt ar ievērojamu aizkavēšanos. Otrkārt, reālā IKP īstermiņa svārstības rada problēmas, kas apgrūtina reālā laika analīzes, prognozēšanas un lēmumu pieņemšanas procesu. Parasti monetārās politikas veidotājus šīs svārstības neinteresē, viņus vairāk nodarbina tautsaimniecības vidēja termiņa un ilgtermiņa tendences.

Pirmā problēma jau risināta vairākos Latvijas situācijas pētījumos, kuros analizētas Latvijas reālā IKP īstermiņa prognozēšanas iespējas. A. Meļihovs un S. Rusakova (9) pārbaudījuši uzņēmēju un patērētāju aptauju datu sniegtās prognozēšanas iespējas, V. Ajevskis un G. Dāvidsons (1) pierādījuši, ka dinamisko faktoru modeļi ir noderīgi īslaicīgā prognozēšanā, K. Beņkovskis (5) IKP prognozēšanā izmantojis tilta vienādojumus ar dažādiem konjunktūras rādītājiem. Tomēr šajos pētījumos nav aplūkota otrā problēma, t.i., reālā IKP īstermiņa svārstības.

Šis pētījums piedāvā alternatīvu metodi Latvijas tautsaimniecības esošā stāvokļa novērtēšanai. Salīdzinājumā ar jau minētajiem pētījumiem galvenā atšķirība ir novērtējuma objekts – reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa pieauguma temps, bet ne faktiskais IKP. Tas palīdz nodalīt dažādus vienreizējus efektus un pievērsties tikai vidēja termiņa un ilgtermiņa tendencēm.

Par izstrādātās metodes pamatu izvēlēts EUROCOIN, ko izveidoja F. Altissimo (*F. Altissimo*) u.c. (2) un aktīvi lieto *Banca d'Italia*<sup>1</sup>. Šā pētījuma rādītāju LATCOIN varētu uzskatīt par vienkāršu EUROCOIN adaptāciju Latvijas situācijai ar atsevišķām metodoloģijas pārmaiņām. Galvenais pētītās jomas papildinājums ir metodoloģijas piemērošana valstij, kurā neseno norisējis transformācijas process un kurai ir samērā īsa datu sniegšanas vēsture. LATCOIN ir Latvijas reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa izaugsmes mēneša novērtējums, ko aprēķina katra nākamā mēneša devītajā darbadienā.

Teorētiskā gadījumā ar bezgalīgo datu rindu vidēja termiņa un ilgtermiņa komponenta novērtējumu varētu viegli veikt ar joslu filtra palīdzību. Taču reāli joslu filtrs nodrošina labu aproksimāciju tikai izlases vidū, bet abos izlases galos tā ir ļoti nepilnīga. Tāpēc joslu filtra izmantošana nav piemērota metode reālā laika analīzē. Šajā pētījumā izstrādātā pieeja izmanto pieņēmumu, ka zināma informācija par IKP nākotnes dinamiku ietverta vairākos mainīgajos lielumos. Izmantojot plašu makroekonomisko mainīgo kopu, tiek konstruēti daži izlīdzināti nenovērojami faktori, kas raksturo tautsaimniecību. Turpmāk šie faktori, ko sauc par regresoriem, izmantoti LATCOIN novērtēšanā.

Pētījuma 1. nodaļā sniegta Latvijas reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa izaugsmes definīcija. 2. nodaļā izklāstīta regresoru konstruēšana, izmantojot plašu makroekonomisko datu kopu un vispārināto dinamisko faktoru analīzi. LATCOIN aprēķini sniegti 3. nodaļā, bet 4. nodaļā atspoguļots LATCOIN reālā laika sniegums. Noslēgumā ietverti secinājumi.

<sup>1</sup> EUROCOIN izmantošanas piemērs *Banca d'Italia* pieejams interneta lapā <http://eurocoin.bancaditalia.it/>.

## 1. LATVIJAS IKP VIDĒJA TERMIŅA UN ILGTERMIŅA IZAUGSME: JOSLU FILTRA PIEEJA

Reālā IKP pieauguma temps ir vispīlnīgākais un izplatītākais ekonomiskās aktivitātes rādītājs. Tomēr šim mainīgajam parasti ir divi būtiski trūkumi. Pirmkārt, par iekšzemes aktivitāti tiek sniegti tikai ceturkšņa dati, turklāt ar ievērojamu aizkavēšanos – Latvijā reālā IKP ātrā aplēse tiek publiskota 40 dienu pēc ceturkšņa beigām, bet pirmais oficiālu datu publiskojums parādās 70 dienu pēc ceturkšņa beigām. Otrkārt, reālā IKP īstermiņa svārstības rada problēmu, kas nopietni apgrūtina reālā laika analīzes, prognozēšanas un lēmumu pieņemšanas procesu. Šādas īstermiņa svārstības bieži tiek saistītas ar dažādiem vienreizējiem notikumiem (īpaši raksturīgi tādām mazām valstīm kā Latvija) un sezonālītāti. Parasti monetārās politikas veidotājus šie faktori neinteresē, viņus vairāk nodarbina tautsaimniecības vidēja termiņa un ilgtermiņa pamattendences.

Tāpēc radusies interese par ekonomiskās aktivitātes rādītāju, kurā saglabātas reālā IKP labās īpašības (vispārīgais raksturs, visu tautsaimniecības sektoru aptvērumš) un vienlaikus ietvertas tikai vidēja termiņa un ilgtermiņa tendences. Šim rādītājam turklāt jābūt pieejamam katru mēnesi drīz pēc atsaucē perioda beigām. Vispirms aplūkotās tautsaimniecības vidēja termiņa un ilgtermiņa tendences.

Saskaņā ar F. Altissimo u.c. pētījumu (2) ekonomiskās aktivitātes VTII aprēķina, reālā IKP ceturkšņa pieaugumā neietverot svārstības ar periodu, kas īsāks par vai vienāds ar vienu gadu. Citiem vārdiem sakot, VTII ir IKP pieauguma "izlīdzinātā" versija. Viena gada perioda sliekšņa izvēle ir pamatota, jo sezonālītāte un svārstības ar īsāku periodu nav izpētes objekts.

VTII definē, ievērojot Latvijas reālā IKP ceturkšņa pieauguma  $y_t$  spektrālo dekompozīciju.<sup>2</sup> Pieņemot stacionaritātes nosacījumu,  $y_t$  var izteikt kā sinusa un kosinusa viļņu svērto summu. Šā pētījuma mērķis ir izslēgt viļņus, kuru frekvence vienāda ar vai lielāka par  $\pi/6$  (atbilst viena gada periodam), iegūstot VTII jeb  $c_t$ .

Lietojot joslu filtru (sk. M. Baksteri (*M. Baxter*) un R. Kingu (*R. King*) (4) un L. Kristiāno (*L. Christiano*) un T. Dž. Ficdžeraldu (*T. J. Fitzgerald*) (6)), vidēja termiņa un ilgtermiņa komponents  $c_t$  ir IKP pieauguma laikrindas bezgalīga, simetriska, abpusēja lineāra kombinācija:

$$c_t = \beta(L)y_t = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \beta_k y_{t-k}, \quad \beta_k = \begin{cases} \frac{\sin(k\pi/6)}{k\pi}, & \text{ja } k \neq 0 \\ 1/6, & \text{ja } k = 0 \end{cases} \quad [1].$$

<sup>2</sup>  $y_t = \ln(Y_t) - \ln(Y_{t-1})$ , kur  $Y_t$  ir sezonāli izlīdzināts IKP periodā no 1996. gada 1. ceturkšņa līdz 2009. gada 3. ceturksnim. Šādus datus sniedz CSP. Iespējams izmantot arī sezonāli neizlīdzinātus IKP datus un ar joslu filtru nodalīt sezonālītātes ietekmi. Tomēr izlīdzinātu vai neizlīdzinātu datu izvēle būtiski neietekmē galarezultātu.

Filtrs  $\beta(L)$  ir zemas joslas filtrs, kas izslēdz viļņus, kuru frekvence vienāda ar vai lielāka par  $\pi/6$ . Tā kā  $\beta(1) = 1$ ,  $y_t$  vidējais lielums (apzīmē ar  $\mu$ ) tiek saglabāts  $c_t$ , bet no IKP pieauguma izslēgtās daļas vidējais lielums vienāds ar nulli.

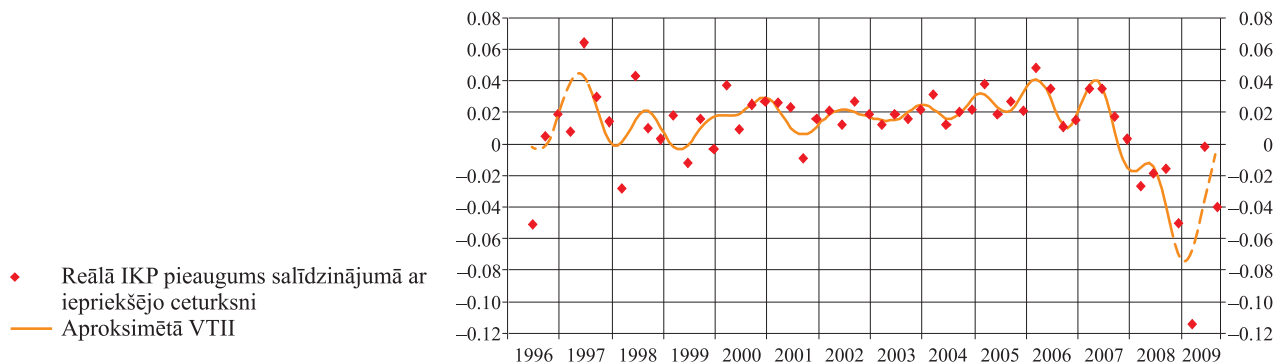
Taču [1] vienādojums praksē nav izmantojams, jo dati par IKP nav bezgalīgi. Tādējādi ar ierobežotu izlasi iespējams iegūt tikai  $c_t$  aproksimācijas. Tas panākts ar F. Altisimo u.c. (2) paņēmieni, papildinot  $y_t$  ar tā izlases vidējo lielumu  $\hat{\mu}$  abos virzienos līdz bezgalībai:

$$c_t^* = \beta(L)y_t^*, \text{ kur } y_t^* = \begin{cases} y_t, & \text{ja } 1 \leq t \leq T \\ \hat{\mu}, & \text{ja } t < 1 \text{ vai } t > T \end{cases} \quad [2].$$

Tas nozīmē, ka izteiksmei  $y_t - \hat{\mu}$  piemērota no  $t$  atkarīga asimetriski apgriezta  $\beta(L)$  un asimetrijas rezultātā ar  $c_t^*$  iegūtā aproksimācija izlases sākumā un beigās ir ļoti slikta.

Otra problēma rodas sakarā ar to, ka ir pieejami tikai  $y_t$  ceturkšņa novērojumi, bet, tā kā monetārās politikas veidotājus interesē biežāk novēroti ekonomiskās aktivitātes rādītāji, nepieciešama interpolācija. Iespējami vairāki interpolācijas varianti. Tomēr, kā uzskata F. Altisimo u.c. (2), "... vajadzētu atcerēties, ka mūs interesē mainīgais  $c_t$ , nevis  $y_t$ . Izrādās, ka šim mērķim  $y_t$  trūkstošo vērtību interpolācijai kādam īpašam tās veidam nav lielas nozīmes. .. Katra ceturkšņa trūkstošo divu datu punktu interpolācijas veidam ir ietekme tikai uz laikrindas īstermiņa īpašībām. Tā kā īstermiņa viļņi izfiltrēti ar  $\beta(L)$ , interpolācijas veida izvēlei ir niecīgs efekts". To ievērojot, izmantots iespējami vienkāršākais interpolācijas paņemiens, pieņemot, ka  $y_t$  ceturkšņa laikā nemainās.

## 1. attēls

**Aproksimētā VTII un sezonāli izlīdzināta reālā IKP ceturkšņa (logaritmisks) pieaugums Latvijā (1996. gada jūnijs–2009. gada septembris)**

Avoti: CSP un autora aprēķini.

1. attēlā parādīta VTII aproksimācija, izmantojot [2] vienādojumu un Latvijas reālā IKP ceturkšņa pieaugumu. VTII ir izlīdzināta un atspoguļo tikai reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa tendences. Kā jau minēts, tā ir tikai aproksimētās VTII vērtība, kas izlases sākumā un beigās ir neprecīza, bet izlases vidū – ticama. Protams, ticamas aproksimētās VTII vērtības slietnis nav precīzi nosakāms, bet 1. attēlā pirmos un pēdējos 12 mēnešus atspoguļo raustīta līnija, liecinot par šo vērtējumu problēmām.

Aproksimētā VTII nodrošina monetārās politikas veidotājiem nepieciešamo informāciju par ekonomiskās aktivitātes vidēja termiņa un ilgtermiņa pamattendencēm. Tomēr tā neizpilda laika kritēriju. Aproksimētās VTII novērtējums pieejams tikai kopā ar reālā IKP datiem (tādējādi vismaz ar 40 dienu nobīdi), turklāt pēdējā datu punkta aproksimācija ir ļoti slikta un uzlabosies tikai pakāpeniski, parādoties arvien vairāk nākamo ceturkšņu datiem. Tāpēc nepieciešams kāds cits rādītājs, ar ko noteikt VTII ne tikai attiecībā uz pagātņi, bet arī reālajā laikā.

## 2. VIDĒJA TERMIŅA UN ILGTERMIŅA NOVĒRTĒJUMA UZLABOŠANA, IZMANTOJOT MAKROEKONOMISKOS RĀDĪTĀJUS

Reālais IKP nav vienīgais ekonomiskās aktivitātes informācijas avots. Statistikas iestādes un citas organizācijas sniedz datus par rūpniecisko ražošanu, mazumtirdzniecību, starptautisko preču tirdzniecību, uzņēmēju un patērētāju konfidenci, naudas rādītājiem utt. Lai gan šādi rādītāji tikai daļēji ietver iekšzemes ekonomiskās aktivitātes informāciju, tiem salīdzinājumā ar IKP statistiku ir nozīmīga priekšrocība pieejamības ziņā – tie tiek publiskoti daudz ātrāk un turklāt katru mēnesi. Makroekonomisko rādītāju plašajā datu klāstā var būt mainīgie, kuri satur informāciju par nākotnes reālo IKP. F. Altissimo u.c. (2) uzskata, ka "... nākotnes IKP ietverto informāciju var daļēji atjaunot, izskaidrojot aproksimēto VTII ar šo mainīgo esošo vērtību piemēroto lineāro kombināciju".

Viena no iespējām ir izvēlēties vairākus makroekonomiskos mainīgos, kuri, domājams, ietver kādu informāciju par IKP nākotnes dinamiku. Šāda pieeja ir samērā vienkārša, tomēr, tā kā izvēlei pieejami simtiem dažādu makroekonomisko rādītāju, šādi netiek ņemts vērā milzīgs informācijas daudzums. Dinamisko faktoru analīze varētu būt cita piemērota metode. Tās pamatā ir pieņēmums, ka makroekonomisko mainīgo dinamiku nosaka vairāki nenovērojami faktori, kurus var novērtēt, izmantojot plašu datu kopu. Šos nenovērojamus faktoros pēc tam var izmantot kā VTII mainīgā regresorus.

### 2.1. Vispārinātā dinamisko faktoru analīze

Pieņem, ka makroekonomisko rādītāju datu kopas ( $x_{it}$ ) katra laikrinda ir divu stacionāru komponentu – kopīgā (*common*) komponenta ( $\chi_{it}$ ) un idiosinkrātiskā (*idiosyncratic*) komponenta ( $\xi_{it}$ ) – summa. Nenovērojami komponenti ir abpusēji ortogonāli visās laika nobīdēs (*mutually orthogonal at all leads and lags*):

$$x_{it} = \chi_{it} + \xi_{it} \quad [3].$$

Kopīgo komponentu nosaka neliels skaits ( $q$ ) kopīgo šoku  $u_{ht}$ ,  $h = 1, \dots, q$ :

$$\chi_{it} = b_{i1}(L)u_{1t} + b_{i2}(L)u_{2t} + \dots + b_{iq}(L)u_{qt} \quad [4].$$

Lai vienkāršotu modeli, tam nosaka ierobežojumu, pieņemot, ka idiosinkrātiskie komponenti ir ortogonāli visās laika nobīdēs.

[3] un [4] modeli var konkretizēt, pieņemot, ka kopīgos komponentus var izteikt ar dažiem statistiskiem faktoriem  $F_{kt}$ ,  $k = 1, \dots, r$ , izmantojot šādu statistisku reprezentāciju:

$$\chi_{it} = c_{i1}F_{1t} + c_{i2}F_{2t} + \dots + c_{ir}F_{rt} \quad [5].$$

Statiskos faktoros var iegūt ar Dž. H. Stoka (*J. H. Stock*) un M. V. Votsona (*M. W. Watson*) (10) paņēmieni, izmantojot mainīgo  $x_{it}$  pirmos  $r$  galvenos komponentus. Šīs pieejas trūkums – novērtētie statistiskie faktori ietver gan vidēja termiņa un ilgtermiņa, gan arī īstermiņa komponentus. Tādējādi VTII (tikai ar vidēja



termiņa un ilgtermiņa viļņiem) tiks prognozēta ar mainīgajiem, kuros ietilpst īstermiņa svārstības.

F. Altissimo u.c. (2) pieejas jaunievedums ir tas, ka tiek izslēgts gan specifiskais jeb idiosinkrātiskais, gan arī īslaicīgais komponents, lai tādējādi iegūtie faktori būtu gan kopīgi, gan izlīdzināti. Pamatojoties uz M. Forni (*M. Forni*) u.c. (7) atziņām, autors izmanto divu soļu metodi, nosakot nenovērojamo komponentu spektrālā blīvuma matricas novērtējumu un pēc tam to izmantojot, lai iegūtu faktorus ar vispārinātu galveno komponentu palīdzību.

Saskaņā ar [3] vienādojumu var veikt  $x_{it}$  spektrālā blīvuma matricas ( $S_x(\theta)$ ) kopīgā un specifiskā komponenta dekompozīciju:

$$S_x(\theta) = S_\chi(\theta) + S_\xi(\theta) \quad [6].$$

Turklāt, tā kā pētījuma objekts nav kopīgā komponenta īstermiņa daļa, var veikt tālāku matricas  $S_\chi(\theta)$  dekompozīciju uz vidēja termiņa un ilgtermiņa komponentu un īstermiņa komponentu:

$$S_\chi(\theta) = S_\phi(\theta) + S_\psi(\theta) \quad [7],$$

kur:

$$S_\phi(\theta) = \begin{cases} S_\chi(\theta), & \text{ja } |\theta| < \pi/6 \\ 0, & \text{ja } |\theta| \geq \pi/6 \end{cases}$$

$$S_\psi(\theta) = S_\chi(\theta) - S_\phi(\theta)$$

$q$  (kopīgo šoku skaita) izvēlei izmanto M. Alēna (*M. Hallin*) un R. Liškas (*R. Liška*) (8) kritēriju;  $\hat{S}_\chi(\theta)$ ,  $\hat{S}_\phi(\theta)$ ,  $\hat{S}_\psi(\theta)$  un  $\hat{S}_\xi(\theta)$  novērtēšanas sīkāks tehniskais apraksts sniegts 1. pielikumā.

Integrējot [6] un [7] vienādojumu intervālā  $[-\pi, \pi]$ , iegūst šādu  $x_{it}$  variācijas-kovariācijas matricas ( $\Sigma_x$ ) dekompozīciju:

$$\Sigma_x = \Sigma_\chi + \Sigma_\xi = \Sigma_\phi + \Sigma_\psi + \Sigma_\xi \quad [8].$$

Statisko faktoru skaitu  $r$  nosaka ar Ž. Baja (*J. Bai*) un S. Ngas (*S. Ng*) (3) kritēriju. Pēc tam, izmantojot variācijas-kovariācijas matricu  $\hat{\Sigma}_\psi$ ,  $\hat{\Sigma}_\phi$  un  $\hat{\Sigma}_\xi$  novērtējumus, var konstruēt  $r$  izlīdzinātos regresorus, atrisinot vispārināto īpašvērtību (*generalised eigenvalue*) problēmu (tehnisko izklāstu sk. 1. pielikumā).

Tādējādi iegūst izlīdzinātus regresorus ( $w_{kt}^m$ ,  $k = 1, \dots, r$ , kur augšraksts  $m$  liecina, ka regresori izteikti kā pārmaiņas salīdzinājumā ar iepriekšējo mēnesi), pamatojoties uz plašu makroekonomisko mainīgo kopu  $x_{it}$ . Pieņem, ka šie regresori ietver informāciju par nākotnes IKP.

## 2.2. Regresoru konstruēšana, izmantojot plašu Latvijas makroekonomisko rādītāju izlasi

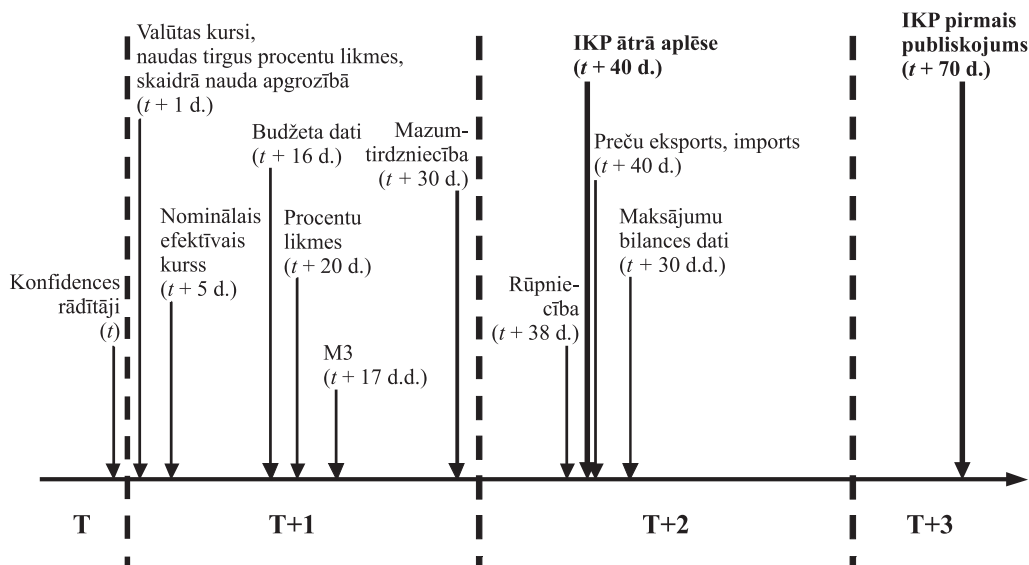
Pētījumā izmantoti 153 makroekonomisko mēneša mainīgo kopas dati no 1996. gada janvāra līdz 2009. gada decembrim. Vairākums mainīgo raksturo Latvijas ekonomisko aktivitāti, tomēr ņemta vērā starptautiskās vides nozīme un iekļauti atsevišķi Igaunijas, Lietuvas un eiro zonas ekonomiskie rādītāji. Mainīgo izvēli noteica divi kritēriji – teorētiskā nozīme Latvijas ekonomiskajā aktivitātē un publiskošanas laiks.

Galvenie makroekonomisko rādītāju bloki ir šādi.

- Uzņēmumu un patērētāju konfidences rādītāji (63 mainīgie) – konfidences rādītāji par Latvijas tautsaimniecību un mazāk – par Igaunijas, Lietuvas un eiro zonas tautsaimniecību.
- Rūpnieciskās ražošanas rādītāji (32 mainīgie). Detalizētas divu skaitļu NACE kategorijas Latvijai un plašas kategorijas Igaunijai, Lietuvai un eiro zonai.
- Latvijas mazumtirdzniecības apgrozījums salīdzināmajās cenās dažādām preču grupām (30 mainīgo).
- Ārējos darījumus – preču eksportu un importu, maksājumu bilances finanšu konta mēneša datus – raksturojošie mainīgie (12 mainīgo).
- Finanšu dati: monetārie mainīgie, procentu likmes, efektīvie valūtas kursi (12 mainīgo).
- Pārējie mainīgie, kas ietver budžeta rādītājus, reģistrētā bezdarba līmeni un kravu apgrozījumu ostās.

### 2. attēls

#### Makroekonomisko rādītāju publiskošanas laiks



Avoti: CSP, EK, Latvijas Republikas Valsts kase un Latvijas Banka.

2. attēlā atspoguļots galveno rādītāju datu publiskošanas laiks. Jānorāda, ka lielākā datu daļa kļūst pieejama pirmā mēneša laikā pēc atsaucē perioda beigām (izņemot rūpniecības un ārējo darījumu statistiku).

Visas 153 laikrindas tika pārveidotas, izslēdzot sezonālos faktorus un nestacionaritāti. Sezonālā izlīdzināšana notika, veicot mainīgo regresiju ar sezonālo mākslīgo mainīgo kopu, bet nestacionaritāte tika izslēgta, veicot pirmās kārtas diferenciāciju vai pirmās kārtas logaritmisko diferenciāciju. Visbeidzot, laikrindas tika normalizētas.

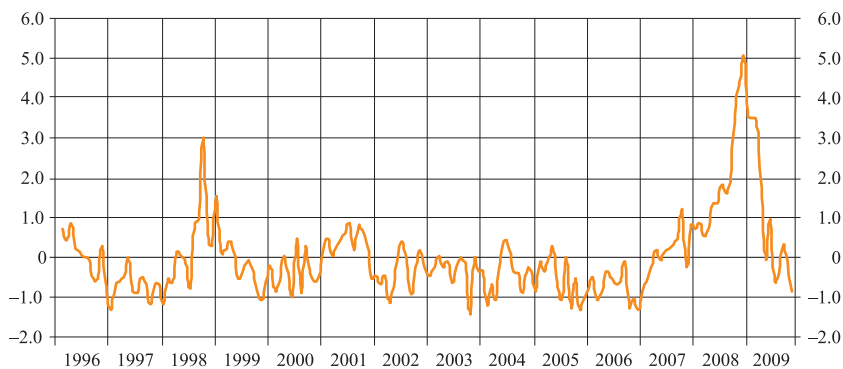
Redzams, ka kopas dati  $x_{it}$  ne tuvu nav sabalansēti: dažiem rādītājiem trūkst datu izlases beigās (piemēram, preču eksportam un importam), daudzi mainīgie parādās vēlāk nekā 1996. gadā, bet dažiem mainīgajiem trūkst vidusdaļas novērojumu (piemēram, patērētāju apsekojumiem). F. Altísimo u.c. (2) izlases beigu nelīdzsvarotības problēmu atrisina, laikrindas ar trūkstošajiem novērojumiem pārvietojot uz priekšu. Taču Latvijai šāda pieeja neder, jo daudzi mainīgie pakļauti izlases sākuma problēmai.

Lai atrisinātu nesabalansētas kopas problēmu, šajā pētījumā izmantots gaidu maksimizēšanas (*expectations-maximisation*; EM) iteratīvais algoritms, ko ieviesa Dž. H. Stoks un M. V. Votsons (10). Pirmajā solī trūkstošās vērtības nosaka vienādas ar laikrindas beznosacījuma vidējo lielumu un ar galvenajiem komponentiem veic faktoru un noslodzes sākotnējo novērtējumu.  $j$  solī to reducē uz parasto galvenā komponenta īpašvērtības aprēķināšanu, kad trūkstošos datus aizstāj ar to nosacītām gaidām un izmanto iepriekšējā iterācijā iegūtās noslodzes. Procesu pārtrauc, kad trūkstošo novērojumu pārmaiņas kļūst nenozīmīgas.

Kā jau norādīts,  $q$  un  $r$  izvēle veikta attiecīgi saskaņā ar M. Alēna un R. Liškas (8) un Ž. Baja un S. Ngas (3) pētījumiem. 2. pielikumā sniegti informatīvo kritēriju rezultāti dažādiem  $q$  un  $r$ . Saskaņā ar veiktajiem aprēķiniem labāka izvēle ir  $q = 1$  un  $r = 1$ , t.i., vienam stohastiskam šokam un vienam statiskam faktoram labi jāraksturo makroekonomisko mainīgo kopa. Šāds rezultāts, kad informācijas kritēriji norāda uz iespējami mazāko laika nobīdes vai faktoru skaitu, ir ļoti raksturīgs Latvijai un skaidrojams ar ļoti īsām laikrindām.<sup>3</sup> Tāda pati  $r$  vērtība izmantota arī EM algoritmā.

<sup>3</sup> Faktoru skaita palielināšana neuzlaboja galarezultātu. Tieši pretēji – lielāka faktoru skaita dēļ rādītāju reālā laika rezultāti bija slikti, jo izlases beigās vērojamas lielas vēsturiskās pārmaiņas.

## 3. attēls

**Ar vispārināto dinamisko faktoru analīzi aprēķināts kopīgais faktors  
(1996. gada februāris–2009. gada decembris)**

Avots: autora aprēķini.

3. attēlā sniegti vispārinātas dinamiskā faktora analīzes rezultāti 153 makroekonomisko mainīgo kopai. Šis faktors raksturo Latvijas ekonomiskās aktivitātes vidēja termiņa un ilgtermiņa komponenta mēneša pārmaiņas (ar negatīvu zīmi). Faktors skaidri norāda uz diviem krīzes periodiem – Krievijas 1998. gada finanšu krīzi un pasaules 2008. un 2009. gada finanšu krīzi.

### 3. LATCOIN NOVĒRTĒJUMS

Kad konstruēts neliels skaits izlīdzinātu regresoru, tos var izmantot VTII jeb  $c_t$  novērtēšanā. Tomēr pirms tam nepieciešams veikt regresoru pēdējo pārveidojumu, jo  $w_{kt}^m$  izteikts kā pārmaiņas salīdzinājumā ar iepriekšējo mēnesi, bet  $c_t$  – kā ceturkšņa pārmaiņas (pārmaiņas salīdzinājumā ar periodu pirms trim mēnešiem). Lai iegūtu regresoru ceturkšņa pārmaiņas, jāveic šāds pārveidojums:

$$w_{kt} = (1 + L + L^2)^2 w_{kt}^m \quad [9],$$

kur  $w_{kt}$  ir regresors, kas izteikts kā ceturkšņa pārmaiņas, bet  $L$  ir laika nobīdes operators.

LATCOIN iegūst, izskaidrojot  $c_t$  ar regresoriem  $w_t = (w_{1t}, \dots, w_{rt})'$  un konstanti:

$$\hat{c}_t = \hat{\mu} + \hat{\Sigma}_{cw} \hat{\Sigma}_w^{-1} w_t \quad [10],$$

kur  $\hat{\Sigma}_{cw}$  ir novērtētā kovariācija starp  $c_t$  un  $w_t$ , bet  $\hat{\Sigma}_w$  ir  $w_t$  novērtētā kovariācijas matrica. Ja  $\hat{\Sigma}_w$  aprēķināšana ir standartveida, iegūt  $\hat{\Sigma}_{cw}$  novērtējumu nav tik vienkārši. To iespējams izdarīt, aprēķinot kovariāciju starp  $c_t^*$  (aproksimētā VTII) un  $w_t$ . Atceroties, ka izlases sākumā un beigās  $c_t^*$  nav precīza  $c_t$  aproksimācija, izlases sākuma un beigu dati jāatstāj bez ievērbas. Kā jau minēts, nav skaidri definēts ticamas aproksimētās VTII vērtības sliksnis, tāpēc jautājums par to, cik novērojumu nav jāiekļauj izlasē, paliek atklāts.

F. Altisimo u.c. (2) piedāvā citu  $\hat{\Sigma}_{cw}$  aprēķināšanas paņēmieni tieši ar  $y_t$  un  $w_t$  savstarpējo kovariāciju (*cross-covariance*), izmantojot savstarpējo spektru (*cross-spectrum*)  $\hat{S}_{yw}(\theta)$  un to integrējot intervālā  $[-\pi/6, \pi/6]$  (tehnisko izklāstu sk. 3. pielikumā). Lai gan šo abu metožu rezultāti ir līdzīgi, otrais paņēmiens neprasa pieņemt subjektīvu lēmumu par neietveramajiem datiem un būtu piemērotāks.

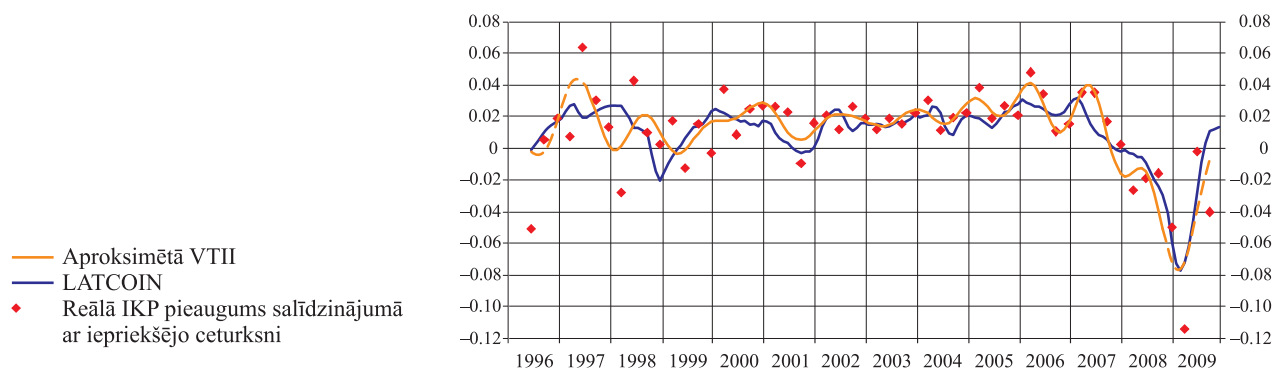
Izmantojot izlīdzināto kopīgo faktoru (iegūts iepriekš) un [9] un [10] vienādojumu, iespējams aprēķināt LATCOIN – Latvijas reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa pieauguma rādītāju. Tas, pamatojoties uz 2010. gada janvārī pieejamo informāciju, parādīts 4. attēlā. Skaidri redzama kāda LATCOIN priekšrocība salīdzinājumā ar aproksimēto VTII, kas iegūta ar joslu filtra paņēmieni, – LATCOIN vērtējums pieejams līdz 2009. gada decembrim. Tādējādi LATCOIN var sniegt informāciju par reālā IKP VTII gandrīz reālā laikā, t.i., tikai dažas dienas pēc atsaucis mēneša beigām.

LATCOIN ir samērā izlīdzināts (tas attiecas uz IKP pieauguma vidēja termiņa un ilgtermiņa komponentiem) un ļoti līdzīgs VTII aproksimācijai izlases vidū (2001–2004). Izlīdzinājumu un atbilstību var pamatot arī formāli, izmantojot LATCOIN pagrieziena punktu skaitu un  $R^2$  no  $c_t^*$  regresijas periodā [13, T-12] (izņemot aproksimētās VTII pirmos un pēdējos 12 mēnešus). Izlases perioda LATCOIN pagrieziena punktu skaits ir 34 – ievērojami vairāk nekā aproksimētās VTII

pagrieziena punktu skaits (21). Tomēr liela šo pagrieziena punktu daļa attiecas uz samērā īsu periodu, t.i., 2002.–2004. gadu. Determinācijas koeficients ir diezgan zemā (īpaši salīdzinājumā ar F. Altissimo u.c. (2) pētījumā iegūto) līmenī (0.439), bet to var skaidrot ar raksturīgo ekonomiskā cikliskuma trūkumu Latvijas tautsaimniecībā izlases periodā.

#### 4. attēls

#### LATCOIN, aproksimētā VTII un sezonāli izlīdzināta Latvijas reālā IKP ceturkšņa (logaritmisks) pieaugums (1996. gada jūnijs–2009. gada decembris)



Avoti: CSP un autora aprēķini.

LATCOIN uzskatāmi norāda uz diviem periodiem, kad Latvijas reālā IKP VTII bijusi negatīva. Pirmais attiecas uz 1998. gada beigām un 1999. gada sākumu, t.i., Krievijas finanšu krīzi, bet otrais – būtiskāks un ilgāks – uz periodu no 2008. gada vidus līdz 2009. gada beigām. LATCOIN arī atspoguļo Latvijas tautsaimniecības straujo attīstību 2002.–2007. gadā, kad reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa komponenta vidējais ceturkšņa pieauguma temps bija tuvu 2% (8% gada izteiksmē).

## 4. REĀLĀ LAIKA LATCOIN

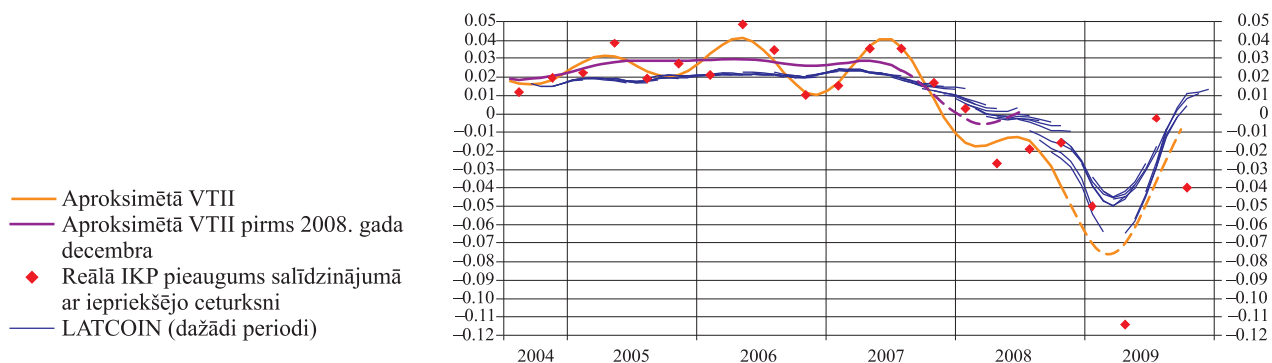
### 4.1. Reālā laika sniegums

Lai analizētu LATCOIN sniegumu reālajā laikā, tika izveidota reālā laika datubāze ar dažādu periodu IKP datu laikrindām. Šāda datubāze ļauj atrast analīzei nepieciešamus vēsturiskus IKP datus, kuri bija pieejami konkrētā laika posmā. Turklāt ar reālā laika datubāzes palīdzību var uzzināt, kad un kādas IKP datu korekcijas veiktas. Diemžēl informācijas trūkums liedzis izveidot arī makroekonomisko rādītāju reālā laika datubāzi.

Reālā laika datubāze ietver 61 sezonāli izlīdzināta reālā IKP ceturkšņa laikrindu, kas pieejama no 2005. gada janvāra (1996. gada 1. cet.–2004. gada 3. cet.) līdz 2010. gada janvārim (1996. gada 1. cet.–2009. gada 3. cet.). 4. pielikumā salīdzināti atsevišķos periodos pieejamie reālā IKP dati – pirmie datubāzē pieejamie dati (saskaņā ar stāvokli 2005. gada janvārī), pēdējie datubāzē pieejamie dati (saskaņā ar stāvokli 2010. gada janvārī) un izlases vidus dati (saskaņā ar stāvokli 2007. gada jūlijā). Jānorāda, ka dažu ceturkšņu korekcijas ir samērā būtiskas. Tās iegūtas no diviem avotiem – neizlīdzinātu reālā IKP datu korekcijām un sezonālās izlīdzināšanas procedūras rezultātā. Visnozīmīgākās IKP atšķirības attiecas uz 2009. gadā pieejamiem datiem sakarā ar to, ka CSP ar 2008. gada decembri uzsāka reālā IKP ķēdes indeksa lietošanu.

### 5. attēls

**LATCOIN reālā laika snieguma rezultāti iegūti no 2005. gada janvāra līdz 2010. gada janvārim (2004. gada jūnijs–2009. gada decembris)**



Avoti: CSP un autora aprēķini.

5. attēlā parādīts LATCOIN pseidoreālā laika snieguma novērtējums ("pseido" attiecas uz makroekonomisko rādītāju reālā laika datu trūkumu). Aprēķinā imitēti LATCOIN mēneša novērtējumi iegūti periodā no 2005. gada janvāra līdz 2010. gada janvārim. Novērtējums veikts nākamā mēneša devītajā darbadienā, un sniegtas sešu iepriekšējo mēnešu LATCOIN vērtības.

Aprēķins rāda, ka LATCOIN vēsturiskās korekcijas bijušas nelielas, izņemot vienīgi 2008. gada beigas un 2009. gada sākumu. Tomēr arī šīs korekcijas var uzskatīt par nenozīmīgām, ja ņem vērā šajā periodā pieredzētā aktivitātes sarukuma spēku. Tāpēc var secināt, ka reālajā laikā LATCOIN nodrošina stabilu VTII novērtējumu.

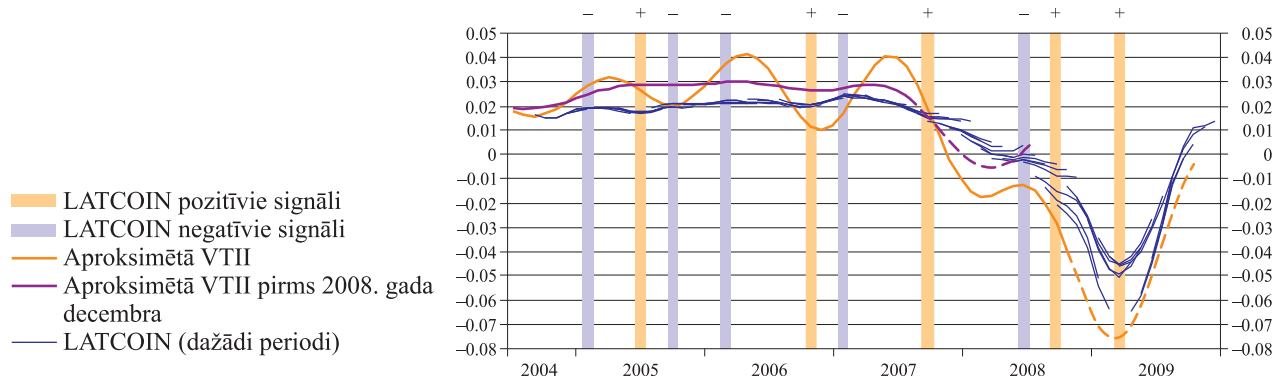
## 4.2. Reakcija pagrieziena punktu tuvumā

LATCOIN ir vēl kāda svarīga īpašība – spēja reālajā laikā sniegt pareizo signālu par VTII pagrieziena punktiem. Pieņemts, ka  $\hat{c}_t(\tau)$  ir LATCOIN vērtība laikā  $t$ , kas novērtēta laika punktā  $\tau$  (jāievēro, ka jaunākā pieejamā rādītāja vērtība laikā  $t$  vienmēr ir  $\hat{c}_{t-1}(t)$ ). Saskaņā ar F. Altisimo u.c. (2) pētījumu var uzskatīt, ka LATCOIN signalizē par VTII slīpnes zīmes maiņu iepriekšējā mēnesī, ja:

- mainās zīme starp  $\Delta\hat{c}_{t-1}(t)$  un  $\Delta\hat{c}_{t-2}(t)$ . Ja zīme mainās no negatīvas uz pozitīvu, signāls ir pozitīvs;
- $\Delta\hat{c}_{t-2}(t)$  un  $\Delta\hat{c}_{t-2}(t-1)$  zīmes ir vienādas; tas liecina par noturīgu signālu;
- $\Delta\hat{c}_{t-3}(t-1)$  un  $\Delta\hat{c}_{t-2}(t-1)$  zīmes ir vienādas; tas izslēdz divus secīgus pretējus signālus.

### 6. attēls

#### LATCOIN signāli par VTII pagrieziena punktiem (2004. gada maijs–2009. gada decembris)



Avoti: CSP un autora aprēķini.

Īsais reālā laika aprēķinu periods liedz veikt formālu LATCOIN snieguma testēšanu ap VTII pagrieziena punktiem. Turklāt LATCOIN pagrieziena punktu signālu novērtēšanu (sk. 6. att.) vēl vairāk apgrūtina pārmaiņas CSP metodoloģijā (jau minētā ar 2008. gada decembri uzsāktā reālā IKP ķēdes indeksa lietošana). Pretēji citām datu korekcijām bez būtiskas ietekmes uz VTII aproksimāciju pāreja uz ķēdes datiem spēcīgi ietekmēja aproksimēto VTII un attiecīgi arī LATCOIN aprēķinus.

Ne mazāk svarīgs iemesls ar ietekmi uz formālu LATCOIN snieguma novērtējumu ir skaidra ekonomiskās attīstības ciklu atspoguļojuma trūkums Latvijas datos. Reālā laika aprēķini rāda, ka, lai gan no LATCOIN tika iegūti vairāki signāli par pagrieziena punktiem 2005. un 2006. gadā, VTII svārstības ap vidējo līmeni (attiecībā uz aproksimēto VTII pirms 2008. gada decembra) bija nelielas.

Pirmās pamanāmās vidēja termiņa un ilgtermiņa tendences pārmaiņas reģistrētas 2007. gada maijā un jūnijā, bet LATCOIN jau 2006. gada decembrī raidīja negatīvu signālu (LATCOIN negatīvā slīpne 2007. gada sākumā skaidri redzama 5. attēlā). Ir grūti izdarīt secinājumu, vai šo LATCOIN signālu vajadzētu uzskatīt par pareizu vai kļūdainu, tomēr šķiet, ka makroekonomiskie rādītāji jau tad liecināja par vidēja termiņa un ilgtermiņa lejupslīdi Latvijas tautsaimniecībā. Arī 2007. gada augusta



pozitīvais signāls saņemts pirms īslaicīgā aproksimētās VTII kāpuma. Nākamais signāls 2008. gada maijā ļoti precīzi norādīja uz negatīvu pagrieziena punktu. Nākamo divu signālu precizitāti ir pārāgi novērtēt, lai gan līdz šim pieejamā informācija liecina, ka pirmais signāls bija neprecīzs (vai priekšlaikus deva norādi uz pagrieziena punktu), bet otrais bija gandrīz precīzs.

## SECINĀJUMI

Šajā pētījumā izstrādāta Latvijas tautsaimniecības pašreizējās situācijas novērtēšanas metode. Novērtējuma objekts ir reālā IKP vidēja termiņa un ilgtermiņa pieauguma temps, bet ne pats faktiskais IKP, un tas palīdz nodalīt dažādus vienreizējus efektus un ļauj koncentrēties uz vidēja termiņa un ilgtermiņa tendencēm. LATCOIN var uzskatīt par EUROCOIN adaptāciju Latvijas situācijai ar atsevišķām metodoloģijas pārmaiņām. LATCOIN ir Latvijas reālā IKP VTII mēneša rādītājs, ko aprēķina katra nākamā mēneša devītajā darbadienā.

Šā pētījuma galvenais devums attiecīgajā izpētes jomā ir esošās metodoloģijas izmantošana pētījumā par valsti, kurā nesēn norisējis transformācijas process un kurai ir samērā īsa datu sniegšanas vēsture.

VTII definēta kā IKP ceturkšņa pieaugums, kas iegūts, izfiltrējot visas svārstības ar periodu īsāku par vienu gadu. Lai izvairītos no lielas nobīdes izlases beigās, mērķa prognozēšana veikta ar izlīdzinātiem regresoriem, kas raksturo tautsaimniecības attīstības galvenās vidēja termiņa un ilgtermiņa tendences. Savukārt regresori iegūti, izmantojot plašu makroekonomisko mainīgo kopu.

LATCOIN var sniegt informāciju par Latvijas reālā IKP VTII gandrīz reālā laikā, t.i., dažas dienas pēc atsaucē perioda beigām. Rādītājs ir ļoti stabils un līdzīgs VTII aproksimācijai izlases vidū. Determinācijas koeficients ir mazs, bet to var skaidrot ar spēcīgu Latvijas ekonomiskās attīstības cikliskuma trūkumu izlases periodā. Analizēti arī LATCOIN reālā laika snieguma rezultāti. Signāla par VTII pagrieziena punktiem ticamību palielina nelielās rādītāja vēsturiskās korekcijas. Rādītāja sniegums ap VTII pagrieziena punktiem nav viendabīgs. Daži signāli izrādījās pareizi, lai gan tika konstatēti jau gandrīz pusgadu iepriekš. LATCOIN norādes par pēdējo negatīvo pagrieziena punktu 2008. gada maijā izrādījās ļoti precīzas. Tādējādi var secināt, ka LATCOIN ir labs potenciāls un to var izmantot Latvijas tautsaimniecības pašreizējā stāvokļa novērtēšanā. Tomēr nepieciešama arī zināma formāla no jauna pieejamas informācijas papildu testēšana.

## PIELIKUMI

### 1. pielikums

#### VIŠPĀRINĀTA DINAMISKO FAKTORU ANALĪZE

Vispirms aprēķina  $x_t$  kovariācijas matricas ar laika nobīdi  $k = -M, \dots, M$ :

$$\hat{\Sigma}_x(k) = \frac{1}{(T-k)} \sum_t x_t x'_{t-k} \quad [\text{P1.1}],$$

kur  $t$  svārstās no  $\max[1, 1+k]$  līdz  $\min[T, T+k]$ .  $x_t$  spektru ar  $2J+1$  vienāda attāluma punktiem  $\theta_j$  aprēķina ar Bartleta laika nobīdes loga novērtētāju (*Bartlett lag-window estimator*):

$$\hat{S}_x(\theta_j) = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=-M}^M W_k \hat{\Sigma}_x(k) e^{-i\theta_j k} \quad [\text{P1.2}],$$

kur:

$$W_k = 1 - \frac{|k|}{M+1}$$

$$\theta_j = \frac{2\pi j}{2J+1}, \quad j = -J, \dots, J.$$

Saskaņā ar F. Altissimo u.c. (2) pieņem, ka  $J = 60$  un  $M = 24$ .

Otrkārt, aprēķina katras frekvences  $\hat{S}_x(\theta)$  īpašvērtības un īpašvektorus. Pieņem, ka  $\Lambda(\theta)$  ir  $q \times q$  diagonālā matrica, uz kuras diagonāles atrodas pirmās  $q$  īpašvērtības lejupvērsta kārtībā, bet  $U(\theta)$  ir matrica ar pirmajiem  $q$  īpašvektoriem slejās.  $S_x$  novērtējums katram  $\theta_j$  ir:

$$\hat{S}_x(\theta) = U(\theta)\Lambda(\theta)U'(\theta) \quad [\text{P1.3}].$$

Treškārt,  $\hat{S}_x(\theta)$  integrē visos punktos  $\theta_j$ , lai iegūtu  $\Sigma_x$  novērtējumu, un  $\hat{S}_x(\theta)$  integrē frekvenču intervālā  $[-\pi/6, \pi/6]$ , lai iegūtu  $\Sigma_\phi$  novērtējumu:

$$\hat{\Sigma}_x = \frac{2\pi}{2J+1} \sum_{j=-J}^J \hat{S}_x(\theta_j) \quad [\text{P1.4}],$$

$$\hat{\Sigma}_\phi = \frac{2\pi}{2J+1} \sum_{j=-10}^{10} \hat{S}_x(\theta_j) \quad [\text{P1.5}].$$

Idiosinkrātisko variācijas-kovariācijas matricu  $\Sigma_\xi$  aprēķina šādi:

$$\hat{\Sigma}_{\xi} = \text{diag}(\hat{\Sigma}_x - \hat{\Sigma}_{\chi}) \quad [\text{P1.6}],$$

kur visi  $\hat{\Sigma}_{\xi}$  ārpusdiagonāles elementi pielīdzināti nullei. Tas atbilst pieņēmumam par idiosinkrātisko komponentu savstarpējo ortogonalitāti.

Visbeidzot, pēc tam, kad novērtētas matricas  $\hat{\Sigma}_{\chi}$ ,  $\hat{\Sigma}_{\phi}$  un  $\hat{\Sigma}_{\xi}$ , nosaka mainīgo lineāro kombināciju, ar kuru maksimizē zemas frekvences joslas kopīgā komponenta variāciju. Tad aprēķina nākamo lineāro kombināciju ar tādu pašu īpašību, ievērojot ortogonalitāti pret pirmo kombināciju, utt.

Saskaņā ar F. Altisimo u.c. (2) pētījumu jāiegūst vektori  $v_k$ ,  $k = 1, \dots, n$  un attiecīgās lineārās kombinācijas  $w_{kt}^m = v_k' x_t$ , atrisinot maksimizācijas problēmu ķēdi:

$$\max_{v \in R^n} v' \hat{\Sigma}_{\phi} v, \quad v' (\hat{\Sigma}_{\chi} + \hat{\Sigma}_{\xi}) v = 1, \quad v' (\hat{\Sigma}_{\chi} + \hat{\Sigma}_{\xi}) v_h = 0, \quad \text{ja } h < k, \quad \text{kur } v_0 = 0 \quad \text{un } v_h \text{ atrisina problēmu } h.$$

Šīs problēmu sērijas risinājumu sniedz vispārinātie īpašvektori  $v_1, \dots, v_n$ , kas saistīti ar matricu pāra  $(\hat{\Sigma}_{\phi}, \hat{\Sigma}_{\chi} + \hat{\Sigma}_{\xi})$  vispārinātajām īpašvērtībām  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  dilstošā kārtībā, t.i., vektori, kas atrisina

$$\hat{\Sigma}_{\phi} v_k = \lambda_k (\hat{\Sigma}_{\chi} + \hat{\Sigma}_{\xi}) v_k \quad [\text{P1.7}]$$

ar šādu  $k \neq h$  normalizēšanas ierobežojumu  $v_k' (\hat{\Sigma}_{\chi} + \hat{\Sigma}_{\xi}) v_k = 1$  un  $v_k' (\hat{\Sigma}_{\chi} + \hat{\Sigma}_{\xi}) v_h = 0$ .

## 2. pielikums

 **$q$  UN  $r$  IZVĒLE***P2. tabula***Dažādu  $q$  un  $r$  informācijas kritēriji**

$q$	Alēna un Liškas (8) informācijas kritēriji	$r$	Baja un Ngas (3) informācijas kritēriji ( $q = 1$ )
<b>1</b>	<b>0.1704</b>	<b>1</b>	<b>-0.0427</b>
2	0.1990	2	-0.0093
3	0.2334	3	0.0419
4	0.2725	4	0.0937
5	0.3149	5	0.1507

Avots: autora aprēķini.

## 3. pielikums

 $c_t^*$  UN  $w_t$  SAVSTARPĒJĀS KOVARIĀCIJAS NOVĒRTĒJUMS

Pirmkārt,  $y_t$  un  $w_t$  kovariāciju ar laika nobīdēm  $k = -M, \dots, M$  nosaka:

$$\hat{\Sigma}_{yw}(k) = \frac{1}{\lfloor (T-k)/3 \rfloor - 1} \sum_l y_{3l-1} w'_{3l-1-k} \quad [\text{P3.1}],$$

kur  $l$  svārstās no  $\max[1, 1 + \lfloor (k+1)/3 \rfloor]$  līdz  $\min[\lfloor T/3 \rfloor, \lfloor (T+k)/3 \rfloor]$ .

Otrkārt, aprēķina savstarpējo spektru  $S_{yw}$  ar  $2J+1$  vienādi izvietotiem punktiem  $\theta_j$ , izmantojot Bartleta laika nobīdes loga novērtētāju:

$$\hat{S}_{yw}(\theta_j) = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=-M}^M W_k \hat{\Sigma}_{yw}(k) e^{-i\theta_j k} \quad [\text{P3.2}],$$

kur:

$$W_k = 1 - \frac{|k|}{M+1}$$

$$\theta_j = \frac{2\pi j}{2J+1}, \quad j = -J, \dots, J.$$

Tāpat kā 2. pielikumā,  $J = 60$  un  $M = 24$ .

Visbeidzot, aprēķina  $\hat{\Sigma}_{cw}$ , integrējot savstarpējo spektru attiecīgajā frekvenču intervālā  $[-\pi/6, \pi/6]$ :

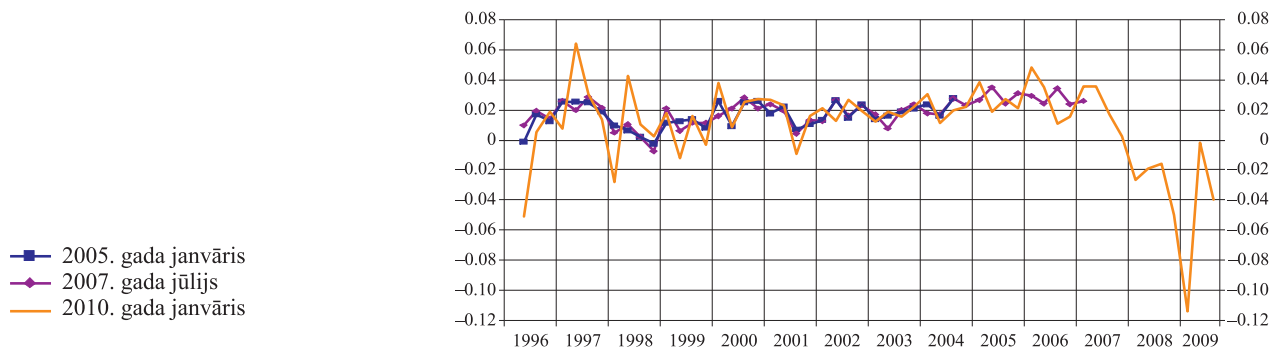
$$\hat{\Sigma}_{cw} = \frac{2\pi}{2J+1} \sum_{j=-10}^{10} \hat{S}_{yw}(\theta_j) \quad [\text{P3.3}].$$

4. pielikums

**REĀLĀ IKP DATU KOREKCIJAS**

P4. attēls

**Latvijas sezonāli izlīdzināta reālā IKP dažādos periodos pieejami ceturkšņa pieaugumi (1996. gada 2. cet.–2009. gada 3. cet.)**



Avoti: CSP un autora aprēķini.

## LITERATŪRA

1. AJEVSKIS, Viktors, DĀVIDSONS, Gundars. *Dinamisko faktoru modeļu lietojums Latvijas iekšzemes kopprodukta prognozēšanā*. Rīga : Latvijas Banka, 2008. Pētījums 2/2008.
2. ALTISSIMO, Filippo, CRISTADORO, Riccardo, FORNI, Mario, LIPPI, Marco, VERONESE, Giovanni. *New EUROCOIN: Tracking Economic Growth in Real Time*. Centre for Economic Policy Research Discussion Paper, No. 5633, April 2006.
3. BAI, Jushan, NG, Serena. Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models. *Econometrica*, vol. 70, January 2002, pp. 191–221.
4. BAXTER, Marianne, KING, Robert G. Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series. *The Review of Economics and Statistics*, vol. 81, No. 4, November 1999, pp. 575–593.
5. BEŅKOVSKIS, Konstantīns. *Mēneša rādītāju izmantošana Latvijas reālā iekšzemes kopprodukta pieauguma īstermiņa prognozēšanā*. Rīga : Latvijas Banka, 2008. Pētījums 5/2008.
6. CHRISTIANO, Lawrence J., FITZGERALD, Terry J. The Band Pass Filter. *International Economic Review*, vol. 44, No. 2, May 2003, pp. 435–465.
7. FORNI, Mario, HALLIN, Marc, LIPPI, Marco, REICHLIN, Lucrezia. The Generalized Dynamic Factor Model: One-Sided Estimation and Forecasting. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 100, September 2005, pp. 830–840.
8. HALLIN, Marc, LIŠKA, Roman. Determining the Number of Factors in the General Dynamic Factor Model. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 102, No. 478, June 2007, pp. 603–617.
9. MELIHOVS, Aleksejs, RUSAKOVA, Svetlana. *Konjunktūras un patērētāju apsekojumu rezultātu izmantošana Latvijas tautsaimniecības attīstības īstermiņa prognozēšanai*. Rīga : Latvijas Banka, 2005. Pētījums 4/2005.
10. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes. *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 20, No. 2, April 2002, pp. 147–162.