

BORISS SILIVERSTOVS
DĀNIELS VOHNERS (*DANIEL S. WOCHNER*)

PĒTĪJUMS
2 / 2020

**RECESIJAS KĀ PROGNOZĒTĀJU INFORMĀCIJAS AVOTS
SITUĀCIJAS NOTEIKTA PROGNOZĒTSPĒJAS NOVĒRTĒJUMA
VEIKŠANAI: NO ASV LIELAJIEM MAKROEKONOMISKAJIEM
DATIEM GŪTIE PIERĀDĪJUMI**



SATURS

KOPSAVILKUMS	4
1. IEVADS	5
2. DATI	7
2.1. Novērojumi un mainīgie	7
2.2. Recesijas un kāpuma periodi	8
3. PROGNOZĒŠANAS IETVARŠ	9
3.1. Apzīmējumi un struktūra	9
3.2. Prognozēšanas modeļi	10
3.2.1. Faktoru modeļi	11
3.2.2. Etalonmodeļi	11
3.3. Modeļu novērtējums	12
3.3.1. MKM novērtējums	12
3.3.2. SURE novērtējums	12
3.4. Modeļu snieguma novērtēšana	12
3.4.1. Makrolīmenis: agregētie precizitātes rādītāji	13
3.4.2. Mezolīmenis: dezagregētais precizitātes rādītājs (RMSFE apakškopa)	13
3.4.3. Mikrolīmenis: dezagregētais precizitātes rādītājs (transformēts SFED)	14
3.4.4. Labākas prognozētspējas pārbaudes	14
4. REZULTĀTI	15
4.1. Galvenie rezultāti	15
4.1.1. Makrolīmenis: pilnas izlases sniegums	15
4.1.2. Mezolīmenis: apakšizlases sniegums	16
4.1.3. Mikrolīmenis: laika periodam raksturīgs sniegums	20
4.1.4. 10 galvenie makroekonomiskie rādītāji	22
4.2. Paplašinātie rezultāti	23
4.3. Noturības testu rezultāti	25
4.3.1. Recesijas definīcijas	25
4.3.2. Slīdošās novērtēšanas metode	27
4.3.3. Alternatīvie etalonmodeļi	27
4.3.4. Alternatīvie faktora modeļi	27
4.3.5. Prognozēšanas laika intervāla paplašināšana	27
5. SECINĀJUMI	28
A PIELIKUMS. Dati	30
B PIELIKUMS. Galvenie rezultāti	31
C PIELIKUMS. Noturības testu rezultāti	38
LITERATŪRA	43

SAĪSINĀJUMI

AR – autoregresīvs
ASV – Amerikas Savienotās Valstis
CADL – apvienotais autoregresīvais sadalītais lags (*combined autoregressive distributed lag*)
CSSFED – prognožu kļūdu kvadrātiskās summas kumulētā starpība (*cumulated squared sum of forecast error difference*)
DFM – dinamiskais faktoru modelis
DM – Dībolds–Mariano
DSGE – dinamiskais stohastiskais vispārējais līdzsvars (*dynamic stochastic general equilibrium*)
FRED-QD – ASV Federālo rezervju sistēmas ekonomiskā datubāze (ceturkšņa dati) (*Federal Reserve Economic Database (Quarterly Data)*)
GLS – vispārinātu kvadrātu metode (*generalised least squares*)
HMN – vēsturiskais vidējais (*historic mean*)
IKP – iekšzemes kopprodukts
MKM – mazāko kvadrātu metode
MSFE – vidējās kvadrātiskās prognozes kļūda (*mean squared forecast error*)
NBER – Nacionālais ekonomisko pētījumu birojs (*National Bureau of Economic Research*)
PCI – patēriņa cenu indekss
RMSFE – kvadrātsakne no vidējās kvadrātiskās prognozes kļūdas (*root mean squared forecast error*)
rRMSFE – relatīvā kvadrātsakne no vidējās kvadrātiskās prognozes kļūdas (*relative root mean squared forecast error*)
rrRMSFE – relatīvās kvadrātsaknes no vidējās kvadrātiskās prognozes kļūdas rādītājs (*ratio of relative root mean squared forecast error*)
RW – gadījuma klejošana (*random walk*)
SFED – kvadrātisko prognožu kļūdu atšķirība (*squared forecast error difference*)
SURE – šķietami nesaistīti regresijas vienādojumi (*seemingly unrelated regression equations*)

KOPSAVILKUMS

Šajā pētījumā atkārtoti pārskatīti Dž. Stoka (*J. H. Stock*) un M. Votsona (*M. W. Watson*) (32) gūtie secinājumi. Šie autori salīdzinājuši DFM un AR etalonmodeļu prognozētspēju simtiem mērķa mainīgo, pievērsoties iespējamai ekonomiskās attīstības cikla asimetrijai atbilstoši M. Šovē (*M. Chauvet*) un S. Potera (*S. Potter*) (4) un B. Siliverstova (28; 29; 30) pētījumiem. Šā pētījuma autoru veiktais prognozēšanas eksperiments balstīts uz pilnīgi jaunu, lielu makroekonomisko datu kopu (FRED-QD), kurā ietverts vairāk nekā 200 ceturkšņa rādītāju par nepilniem 60 gadiem (1960–2018; sk., piemēram, M. Makrakens (*M. W. McCracken*) un S. Nga (*S. Ng*) (22)). Iegūtie rezultāti atbilst šai jaunajai situācijas noteikta novērtējuma literatūrai un vispārina to atbilstību daudziem rādītājiem. Šā pētījuma autori dokumentē sistemātiskas modeļu veikspējas atšķirības dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs (garengriezumā), kā arī mainīgo grupās (šķērsgriezumā). Lai gan absolūtais prognožu kļūdu lielums gan DFM, gan AR etalonmodelim recesijas periodos ir lielāks nekā kāpuma periodos, DFM tas parasti ir lielāks nekā AR etalonmodeļiem un statistiski nozīmīgs recesijas, nevis kāpuma periodos (M. Šovē un S. Poters (4)). Iegūtie secinājumi arī liecina, ka plaši izplatītā prakse, paļaujoties uz *pilnas izlases* prognozes novērtējuma metriku, varētu izrādīties nepilnīga, t.i., vismaz divām trešdaļām no visiem 216 makroekonomiskajiem rādītājiem pilnas izlases rRMSFE sistemātiski novērtē veikspēju ekspansijas perioda apakšizlasēs par augstu un recesijas perioda apakšizlasēs – par zemu (sk., piemēram, B. Siliverstovs (28; 30)). Šos secinājumus neietekmē vairākas alternatīvas specifikācijas, un tie ir ļoti nozīmīgi gan patērētājiem, gan uz modeli balstītu ekonomisko prognožu veidotājiem.

Atslēgvārdi: prognožu novērtēšana, dinamiskā faktora modeļi, ekonomiskās attīstības cikla asimetrija, lielas makroekonomiskās datu kopas, ASV

JEL kodi: C32, C45, C52, E17

Autori pateicas Janam Egbertam Šturamam (*Jan-Egbert Sturm*), Žakjezonam Galimberti (*Jacqueson Galimberti*), Simonam Hilberam (*Simon Hilber*), Filipam Baumanam (*Philipp Baumann*) un Stefanam Pihleram (*Stefan Pichler*) par noderīgo ieguldījumu un diskusijām. Kā paskaidrots tekstā, šis pētījums balstīts uz viena no minētajiem autoriem iepriekšējo darbu par prognozētspējas asimetriju visos ekonomiskās attīstības cikla posmos, tāpēc vairākās teksta vietās atrodamas līdzības ar šiem iepriekšējiem pētījumiem (sk., piemēram, B. Siliverstovs (28; 29; 30)). Nozīmīgu ieguldījumu pētījumam devuši arī anonīmi recenzenti, kā arī *SkiLLS Meeting 2019* (Engelberga, Šveice), KOF pētniecības semināra (Cīrihe, Šveice), 23. gadskārtējās konferences par makroekonomisko analīzi un starptautiskajām finansēm (Retimna, Grieķija), 10. Ziemeļvalstu ekonometristu sanāksmes (Stokholma, Zviedrija), 2. Baltijas Ekonomikas konferences (Rīga, Latvija), kā arī *OeNB Summer School 2019* (Vīne, Austrija) dalībnieki.

Pētījumā pausts tikai tā autoru viedoklis, un tas ne vienmēr atspoguļo Latvijas Bankas vai Šveices Ekonomikas institūta KOF oficiālo viedokli.

Boriss Siliverstovs: Latvijas Banka, K. Valdemāra iela 2A, Rīga, LV-1050, Latvija; e-pasta adrese: Boriss.Siliverstovs@bank.lv, *KOF Swiss Economic Institute at ETH Zurich, 8092 Zurich, Switzerland*.

Dāniels Vohners: *KOF Swiss Economic Institute at ETH Zurich, 8092 Zurich, Switzerland*; e-pasta adrese: wochner@kof.ethz.ch.

1. IEVADS

Prognozēšanas literatūrā pēdējo 20 gadu laikā ierosinātas daudzas ekonometriskas pieejas, lai ņemtu vērā ekonomiskās attīstības ciklu laikrindu īpatnības, piemēram, režīmu maiņu, nelineāru dinamiku, nejaušā mainīgā sadalījuma atšķirību no Gausa sadalījuma un stohastisko svārstīgumu (plašas nesenās diskusijas sk., piemēram, Dž. Čans (*J. C. C. Chan*) (1), Dž. Čans un K. J. Hsiao (*C. Y-L Hsiao*) (2), Dž. Stoks un M. Votsons (38; 39) un T. Teresvirta (*T. Teräsvirta*) (40) pētījumos). Lai gan šie jauninājumi veicināja prognozēšanas modeļu izlases perioda ietvaros veikto novērtējumu uzlabošanu, prognozēšanas literatūra līdz šim mazāk pievērsusies tāda paša veida ekonomiskās attīstības cikla asimetrijai saistībā ar prognozēšanas modeļu darbības novērtējumu ārpus izlases perioda (sk. B. Siliverstovs (30)).

Tomēr pēdējā laikā palielinās tādas literatūras klāsts, kurā ņemtas vērā iespējamās modeļu darbības atšķirības dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs. Ekonomiskās prognozēšanas rokasgrāmatas nodaļā "Produkcijas izlaides prognozēšana" M. Šovē un S. Poters (4) apstrīd plaši izplatīto standartu, saskaņā ar kuru modeļu prognozētspēja tiek vērtēta, vērtējot vienkāršus vidējos rādītājus *pilnā* novērtēšanas periodā, jo tādējādi netieši tiek atņemta iespējama ar ekonomiskās attīstības ciklu saistīta prognozētspējas asimetrija un potenciālās prognozētspējas atšķirības var kļūt neskaidras (sk. B. Siliverstovs (28)). Tāpēc M. Šovē un S. Poters (4) papildina pilnās izlases novērtējumus ar tādiem, kuros *atsevišķi* aplūkots modeļa sniegums gan kāpuma perioda, gan recesijas perioda apakšizlasē. Viņi konstatē, ka daudzos bieži lietotajos makroekonomiskās prognozēšanas modeļos starp šīm ekonomiskās attīstības cikla fāzēm vērojamas sistemātiskas snieguma atšķirības. Minēto autoru veiktā ASV IKP pieauguma prognozēšana laikposmam no 20. gs. 90. gadu sākuma līdz 21. gs. pirmajam gadu desmitam (1992–2011) ļauj izdarīt divus secinājumus: no vienas puses, recesijas periodus kopumā ir grūtāk prognozēt nekā ekspansijas periodus, jo recesijas periodos salīdzinājumā ar kāpuma periodiem modeļi parasti rada vairāk *absolūto* prognozēšanas kļūdu. No otras puses, šie pētnieki parāda, ka *relatīvā* sarežģītu prognozēšanas modeļu snieguma uzlabošanās salīdzinājumā ar AR etalonmodeļiem kāpuma ciklos parasti ir daudz būtiskāka nekā lejupslīdes ciklos. Patiesībā viņi secina, ka kāpuma periodos sarežģītu modeļu prognozētspēja bieži ir tāda pati kā vienkāršu AR etalonmodeļu prognozētspēja vai pat sliktāka (attiecīgos secinājumus un diskusijas sk. arī, piemēram, S. Fosati (*S. Fossati*) (8), H. Kims (*H. H. Kim*) un N. Svonsons (*N. R. Swanson*) (14)).

Šo asimetriju nesen apstiprinājis B. Siliverstovs (30), kas paplašina M. Šovē un S. Poters (4) vienfrekvences datu kopu ar punkta prognozēm, iegūstot jauktās frekvences vidi gan ar punkta, gan ar blīvuma prognozēm. Līdzīgi, vērtējot akciju tirgu virspēļas paredzamību, B. Siliverstovs (29) paplašina kāpuma un recesijas perioda apakšizlasi līdz 10 industriālajām valstīm. B. Siliverstovs (28; 30) vēl vairāk uzlabo M. Šovē un S. Poters (4) veikto apakšizlases analīzi (tālāk tekstā – mezolīmenis), pilnībā atverot laika dimensiju un izmantojot novērtējuma metrisku, kas vērtē katra atsevišķa laika perioda (mikrolīmenis) devumu kopējā prognozētspējā.

Plašākā kontekstā šis pētījums arī saistīts ar literatūru, kurā aplūkota nestabilitātes apstākļos veikta prognozēšana. B. Rosi (*B. Rossi*) (27) sniedz visaptverošu apskatu par kopīgiem secinājumiem prognozēšanas literatūrā un pārskata dažādas metodes, lai konstatētu prognozēšanu nestabilitātes apstākļos un pievērstos tai. B. Rosi aplūko dažu laikrindu prognozētspējas asimetriju katrā atsevišķā gadījumā (sk. B. Rosi (27,

1223. lpp. un nākamās lpp.), savukārt jaunākajā makroekonomiskās prognozēšanas literatūrā apskatīta modeļu prognozētspēja, ne tikai izmantojot vienu mērķa mainīgo, bet desmitiem vai pat simtiem mērķa mainīgo (D. Korobilis (*D. Korobilis*) (17), M. Pesarans (*M. H. Pesaran*), A. Piks (*A. Pick*), E. Timermans (*A. Timmermann*) (24), Dž. Stoks un M. Votsons (37)). Tomēr līdz šim daudzus mērķus aplūkojošās literatūras prognožu novērtējumos tikai nedaudz uzmanības veltīts iespējamai ar ekonomiskās attīstības ciklu saistītai asimetrijai (sk. B. Siliverstovs (30)). Turklāt šajā literatūrā netiek veikts sistemātisks un rūpīgs situācijas noteikts daudzu un dažādu makroekonomisko rādītāju prognožu novērtējums.

Autori ar šo pētījumu vēlas, tuvinot atšķirīgos literatūras virzienus, mazināt literatūrā sastopamās nepilnības un veic tiešu prognozēšanas eksperimentu (nosacīti) reālā laikā, izmantojot ceturkšņa, pusgada un gada prognozēšanas periodus, balstoties uz pilnīgi jaunu un apjomīgu ASV tautsaimniecības makroekonomisko datu kopu (FRED-QD) ar 216 rādītājiem par nepilniem 60 gadiem (1960–2018) (sk., piemēram, M. Makrakens (19), M. Makrakens un S. Nga (22)). Liela uzmanība tiks pievērsta DFM, kas ir galvenie lielu makroekonomisko datu kopu prognozēšanas modeļi un ir atkārtoti pierādījuši, ka spēj labi darboties ar dažādiem iestatījumiem un pretstatā dažādām konkurējošām pieejām (sk., piemēram, Dž. Stoka un M. Votsona (37; 39), D. Korobiļa (17), M. Šovē un S. Potera (4) pētījumus un tajos iekļautās atsauces; sk. arī Dž. Stoks un M. Votsons (33; 38)). Tādējādi šis pētījums pašreizējā situācijā dod pienesumu pētniecībai trijos galvenajos veidos. Pirmkārt, tas ir autoru devums topošajai kāpuma un recesijas perioda novērtēšanas literatūrai, paplašinot M. Šovē un S. Potera (4), kā arī B. Siliverstova (28; 29; 30) veikto analīzi ar DFM sistemātiskiem novērtējumiem, kas ietver ne tikai vienu, bet vairāk nekā 200 ASV makroekonomisko rādītāju. Tas ļauj pārbaudīt, vai minēto autoru secinājumus iespējams vispārināt attiecībā uz alternatīviem galvenajiem rādītājiem (piemēram, bezdarba līmeni, inflāciju, eksportu), kā arī attiecībā uz visām makroekonomisko rādītāju grupām (piemēram, procentu likmēm, mājokļiem, rūpniecisko ražošanu). Otrkārt, šis pētījums dod pienesumu jaunākajai faktora modeļu literatūrai par daudziem mērķa mainīgajiem (D. Korobilis (17), M. Pesarans, A. Piks, E. Timermans (24), Dž. Stoks un M. Votsons (37)), vērtējot modeļu prognozētspēju atsevišķi kāpuma un recesijas periodiem, nevis pilnai izlasei. Tāpēc šajā pētījumā prognozētspējas avotus iespējams noteikt detalizētāk nekā iepriekšējos pētījumos. Treškārt, tiešo prognozēšanas modeļu (ar AR prediktoriem), kuri veido prognozi daudziem periodiem uz priekšu, novērtējums parasti ir nekonsekvents un neefektīvs, jo datu kopu dublēšanās izraisa laikrindu atkarību modeļa kļūdas lielumos (M. Pesarans, A. Piks, E. Timermans (24)). Lai gan lielākajā daļā minēto pētījumu šie jautājumi nav precīzi izskaidroti, šā pētījuma autori izvērtē ietekmi uz rezultātiem, laikrindu korelāciju novēršanā izmantojot M. Pesarana, A. Pika, E. Timermana (24) uz GLS balstīto SURE novērtēšanas procedūru.

Kopumā iegūtie rezultāti atbilst jaunākajai literatūrai, kurā veikts ar ekonomiskās attīstības cikliem saistīts novērtējums (piemēram, M. Šovē un S. Poters (4), B. Siliverstovs (28; 29; 30), kā arī Dž. Stoks un M. Votsons (34)), un tie attiecas uz daudziem makroekonomiskajiem rādītājiem vispār, kā arī konkrēti uz dažiem izvēlētiem apsteidzošajiem rādītājiem. Konkrētāk, šā pētījuma autori konstatē sistemātiskas modeļu veiktspējas atšķirības dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs (garengriezumā), kā arī dažādās mainīgo grupās (šķērsgriezumā). Lielākajā daļā laikrindu DFM sniegums salīdzinājumā ar etalonmodeļiem recesijas periodos ir daudz labāks un statistiski nozīmīgāks nekā kāpuma periodos (sk., piemēram, M. Šovē un

S. Poters (4), B. Siliverstovs (29)). Tādējādi pilnas izlases gadījumā veikspējas metrika un testi recesijas periodos ir būtiski izkropļoti un var kvalificēt modeļus kā kopumā būtiski pārākus par etalonmodeļiem, kaut gan patiesībā to sniegums visbiežāk ir sliktāks (sk., piemēram, B. Siliverstovs (30) un S. Fosati (8)). Ņemot vērā prognožu nozīmīgumu politikas lēmumu pieņemšanas procesā (F. Vīlands (*V. Wieland*) un M. Volterss (*M. Wolters*) (43)), šādas asimetrijas ignorēšana var būt par iemeslu nepilnvērtīgu un pat kļūdainu lēmumu pieņemšanai. Tas ir vienlīdz svarīgi valdības, centrālo banku un uzņēmumu labā strādājošiem vadošajiem darbiniekiem un pētniekiem (sk. B. Siliverstovs (28; 30)).

Tālāk šis pētījums strukturēts šādi. 2. nodaļā aprakstīta datu kopa un nozīmīgi datu priekšapstrādes posmi. 3. nodaļā izklāstīts oficiālais prognozēšanas ietvars un prognozēšanas modeļi, izmantotās aplēšu un novērtējuma metodes, balstoties galvenokārt uz Dž. Stoka un M. Votsona (37), M. Šovē un S. Potera (4) un B. Siliverstova (28; 29; 30) pētījumiem. 4. nodaļā sistemātiski izvērtēti galvenā modeļa specifiskācijas prognozēšanas eksperimenta rezultāti trijos granularitātes līmeņos (makrolīmenī, mezolīmenī un mikrolīmenī). 4. nodaļā iekļauti arī paplašinātas specifiskācijas rezultāti, kas iegūti, izmantojot SURE novērtējumu, kā arī galvenās specifiskācijas vairākkārtējas stabilitātes pārbaudes. 5. nodaļā sniegti secinājumi un ieteikti turpmāko pētījumu virzieni.

2. DATI

2.1. Novērojumi un mainīgie

Analīze balstīta uz Sentluisas Federālo rezervju bankas sagatavoto FRED. Konkrētāk, šā pētījuma autori izmanto pilnīgi jaunu ceturkšņa datu kopu FRED-QD (sk. M. Makrakens (19), M. Makrakens un S. Nga (22); informāciju par mēneša laikrindām sk. M. Makrakens un S. Nga (20; 21)).¹ Šajā datu kopā ietverti vairāk nekā 200 ASV makroekonomisko rādītāju un tās mērķis ir nodrošināt pētnieku piekļuvi regulāri atjauninātai Dž. Stoka un M. Votsona (35) datu kopai (sk. diskusijas M. Makrakena (19), M. Makrakena un S. Ngas (22) pētījumā).

Pirms empīriskās analīzes tika veiktas trīs parastas datu pārveides. Pirmkārt, saskaņā ar D. Korobiļa (17) (kas arī izmantoja FRED-QD datu kopu) un Dž. Stoka un M. Votsona (37) darbu, šā pētījuma autori neatkarīgajiem un atkarīgajiem mainīgajiem izmanto atšķirīgas stacionaritātes pārveides (sk. A.1. tabulu). Konkrētās pārveides ierosinājuši M. Makrakens un S. Nga (22). Otrkārt, strādājot ar nelīdzsvaroto datu kopu, netika ņemti vērā rādītāji, kuru dati 1960. gada 1. ceturksnī nebija pieejami vai kuri bija nepilnīgi. Visbeidzot, saskaņā ar Dž. Stoka un M. Votsona (37) ierosinājumu no datu kopas izslēgti netipiski vērojumi (sk. viņu pētījuma pielikumu tiešsaistē).² Vienādojumos X_t , $Y_{t+1}^{(1)}$, $Y_{t+2}^{(2)}$ un $Y_{t+4}^{(4)}$ attiecīgi tika laboti 106, 106, 90 un 63 netipiski vērojumi, t.i., mazāk nekā 0.25% visas datu kopas vērojumu.

¹ Šī datu kopa ir pilnīgi jauna tādā nozīmē, ka tā tika publiskota kopā ar jauno pakalpojumu (2018. gada maijā), kas nodrošina ceturkšņa datu kopas FRED-QD reālā laika atjauninājumus (sk. M. Makrakens (19)).

² Konkrētāk, viņi iesaka klasificēt stacionaritātes pārveidoto laikrindu vērojumu kā netipisku, ja tā mediānas absolūtā novirze vairāk nekā sešas reizes pārsniedz laikrindu starpkvartīļu diapazonu, un aizstāt to ar piecu iepriekšējo vērtību mediānu (sk. Dž. Stoks un M. Votsons (37), tiešsaistes pielikums, B nodaļa).

Šādas datu sagatavošanas rezultātā tiek iegūta līdzsvarota datu kopa, kurā ietverti $K = 216$ mainīgie un $T = 233$ ceturkšņi (no 1960. gada 2. ceturkšņa līdz 2018. gada 2. ceturksnim). M. Makrakens un S. Nga (22) šos 216 rādītājus iedala 14 atšķirīgās dažāda lieluma grupās (sk. 1. tabulu).

1. tabula

FRED-QD laikrindu grupas

Grupa	Grupas nosaukums	Laikrindu skaits
G1	Nacionālā ienākuma un produktu konti (NIPA)	22
G2	Rūpnieciskā ražošana	15
G3	Nodarbinātība un bezdarbs	44
G4	Mājoklis	11
G5	Krājumi, pasūtījumi un tirdzniecība	6
G6	Cenas	46
G7	Peļņa un produktivitāte	10
G8	Procentu likmes	18
G9	Nauda un kredītu atlikums	14
G10	Mājsaimniecību bilances	9
G11	Valūtas kursi	4
G12	Cits	1
G13	Akciju cenas	5
G14	Nemājsaimniecību bilances	11
ALL	Kopā	216

Piezīmes. Šajā tabulā redzams, kā saskaņā ar M. Makrakena un S. Ngas (22) pētījumu 216 analīzē izmantotie mainīgie ietverti 14 atšķirīgās grupās. Tabulā iekļauti izmantotie grupu saīsinājumi, grupu nosaukumi un katrai grupai piederošo laikrindu skaits. Citās šā pētījuma tabulās un grafiskajos attēlos katras laikrindas mnemonika papildināta ar attiecīgo grupu saīsinājumiem, piemēram, reālā iekšzemes kopprodukta GDPC1 rādītājs kļūst par G1_GDPC1.

2.2. Recesijas un kāpuma periodi

Atbilstoši situācijas noteikta prognožu novērtējuma literatūrai (piemēram, M. Šovē un S. Poters (4)) pilnā izlase tiek sadalīta recesijas un kāpuma apakšizlasēs, izmantojot NBER Ekonomiskās attīstības ciklu komitejas sniegtās kāpuma un recesijas definīcijas.³

Attiecībā uz prognozēm par vienu ceturksni uz priekšu šā pētījuma autoru izmantotās recesijas un kāpuma definīcijas atbilst attiecīgajām NBER definīcijām. Tomēr, ņemot vērā, ka stacionaritātes pārveides veiktas gan neatkarīgajiem, gan atkarīgajiem mainīgajiem, recesijas un kāpuma sākuma un beigu datums atbilstoši jākorrigē ilgākā prognožu periodā. Tas atainots 1.a attēlā, kurā atspoguļotas reālā IKP stacionaritātes pārveidotas laikrindas 2008. gada finanšu krīzes laikā visiem prognožu periodiem. 1.a attēlā redzams, ka stacionaritātes pārveidotas laikrindas zemākais punkts līdz ar h palielināšanos pavirzās pa labi. Lai gan $h = 1$ gadījumā NBER sākotnējā recesijas definīcija samērā labi ietver krīzi, $h = 2$ un $h = 4$ gadījumā tas nenotiek tik labi.⁴

Balstoties uz šiem apsvērumiem, lietderīgas ir vismaz divas NBER recesijas definīciju korekcijas. Pirmajā autoru piedāvātajā alternatīvajā variantā NBER noteiktais recesijas beigu datums tiek novirzīts par $(h - 1)$ ceturkšņiem pa labi tā, lai recesijas

³ Avots: <https://www.nber.org/cycles.html>. Tekstā izmantots arī sinonīms "lejupslīde".

⁴ $h = 8$ gadījumā (nav ietverts 1.a attēlā) zemākais punkts atrastos pat ārpus NBER noteiktā lejupslīdes laika intervāla, kas nepārprotami ir zemāks par optimālo līmeni.

laika intervāli palielinātos līdz ar h palielināšanos (tālāk tekstā – korekcija "palielinājums"). 1.b attēlā redzamais $h = 4$ gadījumā iegūtais recesijas laika intervāls salīdzinājumā ar 1.a attēlā atainoto sākotnējo versiju labāk atspoguļo ieilgušo krīzes periodu. Turklāt tam ir papildu priekšrocība – tas palielina vēl dažu vērojumu ierobežoto lejupslīdes periodu skaitu. Otrajā alternatīvā sākotnējo NBER recesijas $(h - 1)$ periodu sākuma un beigu laiku varētu pārvietot uz priekšu (tālāk tekstā – korekcija "pārnese"), nevis palielināt recesijas laika intervālu. Šis variants atspoguļots 1.c attēlā. Lai gan tiks aplūkoti visi trīs varianti (bez korekcijām "palielinājums" un "pārnese") un iegūto rezultātu noturība tiks atainota katram variantam atsevišķi (sk. 4.3.1. apakšnodaļu), galvenie rezultāti balstīti uz pirmo alternatīvu, kad visi recesijas periodi prognozēšanas laika intervālā tiek palielināti. Tādā gadījumā kāpuma periodi atbilst prognozēšanas laika intervālā palikušajiem vērojumiem.

3. PROGNOZĒŠANAS IETVARŠ

3.1. Apzīmējumi un struktūra

Formālam prognozēšanas aprakstam šā pētījuma autori izmanto attiecīgajā literatūrā lietotos apzīmējumus un metodiskās vadlīnijas (sk., piemēram, M. Šovē un S. Poters (4), M. Makrakens (18), M. Pesarans, A. Piks un E. Timermans (24), Dž. Stoks un M. Votsons (33; 37; 38), H. Kims un N. Svonsons (13), B. Siliverstovs (28; 30) u.c.). Pieņem, ka $t \in \{1, \dots, T\}$ ir ceturkšņa laika indekss un $h \in \{1, 2, 4\}$ – ceturkšņa prognožu periods. Veicot analīzi, laika skala tiek sadalīta aplēšu laika intervālā (no 1960. gada 2. ceturkšņa līdz 1984. gada 4. ceturksnim) un prognozēšanas laika intervālā (no 1985. gada 1. ceturkšņa līdz 2018. gada 2. ceturksnim). Pieņem, ka S apzīmē pirmā aplēšu laika intervāla (1984. gada 4. ceturksnis, $S = 99$) pēdējo vērojumu. Saskaņā ar rekursīvi pieaugošu aplēšu shēmu tajā iekļauti vērojumi $t \in \mathcal{S}_e = \{1 + h, \dots, \tau\}$ ar $\tau \in \{S, S + 1, \dots, T - h\}$, savukārt slīdošās aplēses shēmā aplēšu laika intervālam ir noteikts ilgums. Šā pētījuma autori aplūko divus dažādus prognozēšanas laika intervālus: tādu, kurā ietverti mērķa datuma vērojumi (izteikts kā $t \in \mathcal{S}_f^t = \{S + h, \dots, T\}$), un tādu, kas ietver laika periodus, kuros rodas prognozes (izteikts kā $t \in \mathcal{S}_f^o = \{S + 1, \dots, T - h + 1\}$). Prognozēšanas laika intervālu lielums ir $P = |\mathcal{S}_f^t| = |\mathcal{S}_f^o| = T - (S + h) + 1$, kur $|\cdot|$ apzīmē kopas $\mathcal{S}_f$ kardinalitāti. Recesijas periodus nosaka saskaņā ar iepriekš iztīrīto (sk. 2.2. apakšnodaļu) un attiecīgi apzīmē kā $\mathcal{S}_{f,rec}^t$ un $\mathcal{S}_{f,rec}^o$. Pēc tam kāpuma periodu kopa tiek izteikta kā atlikušo vērojumu kopa: $\mathcal{S}_{f,exp}^t = \mathcal{S}_f^t \setminus \mathcal{S}_{f,rec}^t$ un $\mathcal{S}_{f,exp}^o = \mathcal{S}_f^o \setminus \mathcal{S}_{f,rec}^o$.

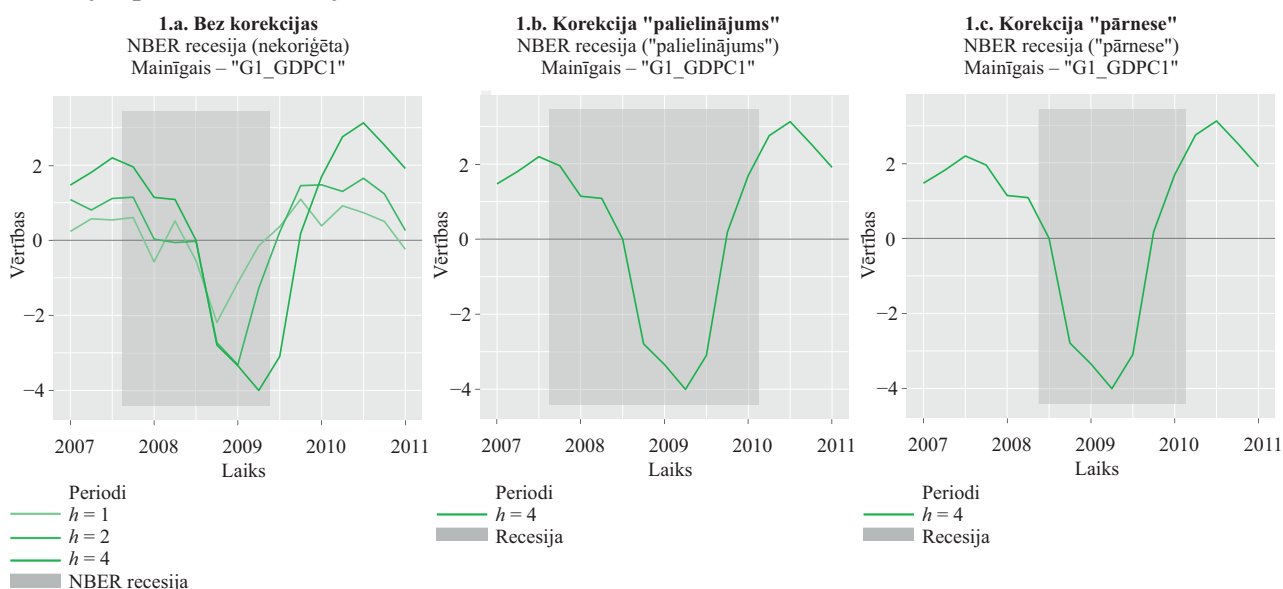
Attiecībā uz mainīgajiem pieņem, ka $\mathbf{Z}_t^{(h)} = (Y_t^{(h)}, \mathbf{W}_t) \in \mathbb{R}^K$ nosaka stacionaritātes pārveidoto 216 rādītāju vērtību vektoru periodā t (vektori un matricas konsekventi atspoguļoti trekn drukā). Pieņem, ka k -tais mainīgais vienādojumā $\mathbf{Z}_t^{(h)}$ ir atkarīgais mainīgais $Y_t^{(h)} = Z_{k,t}^{(h)}$ un pārējie ir neatkarīgie mainīgie, un $\mathbf{W}_t = \mathbf{Z}_{-k,t}^{(h)}$ ar indeksu $-k$ apzīmē visus mainīgos, izņemot k -to mainīgo.

Šā pētījuma autori, tāpat kā Dž. Stoks un M. Votsons (37), izvairās no dubultās uzskaites un kopīgos faktorus iegūst tikai no neapkopotiem zemāka līmeņa mainīgajiem. Tādējādi neatkarīgo mainīgo kopu $\mathbf{W}_t = (\mathbf{X}_t, \tilde{\mathbf{X}}_t)$ var sīkāk sadalīt 102 laikrindās, $\mathbf{X}_t$ izmantots kopīgo faktoru un atlikušo 113 laikrindu atvasināšanai $\tilde{\mathbf{X}}_t$ (pieņemot, ka pašreizējais atkarīgais mainīgais k ir apkopots mainīgais; pretējā

gadījumā X_t ietilpst 101 sērija un $\tilde{X}_t$ – 114 sēriju; M. Makrakens un S. Nga (21) tiešsaistes pielikumā skaidri norādīts, kuri rādītāji pieder attiecīgi X_t un $\tilde{X}$. Tā kā visi 216 mainīgie kalpos kā neatkarīgi mainīgie, $\tilde{X}_t$ netiks izmantots faktoru novērtēšanai pašreizējam mērķa mainīgajam k , bet būs tikai atkarīgais mainīgais alternatīvajam k . Visbeidzot, atkarīgo un neatkarīgo mainīgo atšķirīgo stacionaritātes pārveišu rezultātā iegūtais ļoti augstais indekss (h) (sk. A.1. tabulu) apzīmē atkarīgā mainīgā h -ceturkšņu stacionaritātes pārveides pamatmērījumu biežumu (piemēram, $h = 1, h = 2, h = 4$ ir attiecīgi ceturkšņa, pusgada un gada pieauguma temps; sk. D. Korobilis (17), Dž. Stoks un M. Votsons (37)). Turpretī, kā izklāstīts iepriekš, novērojamos labajā pusē redzamos mainīgos mēra katru ceturksni.

1. attēls

Recesijas periodu korekcijas



Piezīmes. Recesijas periodi iekrāsoti pelēki. 1.a attēlā redzamās pelēki ēnotās joslas atspoguļo reālā IKP stacionaritātes pārveidotās laikrindas no FRED-QD datu kopas (FRED-QD mnemonika: GDPC1) 2008. gada finanšu krīzes laikā visiem prognožu periodiem un sākotnējie NBER recesijas periodi attēloti pelēki ēnotajos laukumos (bez korekcijām). Turpretī 1.b un 1.c attēlā atainoti "palielinājuma" un "pārneses" korekciju (saskaņā ar 2.2. apakšnodaļu) NBER recesijas periodi.

3.2. Prognozēšanas modeļi

Lai gan literatūrā piedāvāti daudzi prognozēšanas modeļi, šā pētījuma autori pievērsas faktoru izvērstajiem modeļiem, kuru empīriskais sniegums ir diezgan labs, īpaši daudzdimensionālos iestatījumos (plašāku izklāstu sk. M. Šovē un S. Poters (4), Dž. Stoks un M. Votsons (37; 39)). Divu galveno izmantoto prognozēšanas modeļu formulēšanai, to parametru aplēsēm un snieguma novērtējumam šā pētījuma autori galvenokārt rīkojas atbilstoši Dž. Stoka un M. Votsona (37) pieejai un no AR faktoru izvērstajiem modeļiem (DFM5) un AR etalonmodeļiem (AR4) veido tiešas h -perioda prognozes uz priekšu $\hat{Y}_{t+h}^{(h)}$. Populāras alternatīvas etalonmodeļu specifikācijas, t.i., HMN (B. Siliverstovs (29)), viendimensijas AR process (AR1) (D. Korobilis (17)), kā arī CADL modeļi (H. Kims un N. Svonsons (13)), tiek uzskatītas par šo divu galveno modeļu paplašinājumiem.

3.2.1. Faktoru modeļi

Autoregresīvais faktoru izvērsta modelis (DFM5)

AR faktoru izvērsta modelis ir šāds:

$$Y_{t+h}^{(h)} = \varphi + \sum_{p=0}^{P-1} \phi_p Y_{t-p}^{(1)} + \sum_{r=1}^R \psi_r F_{r,t}^{(1)} + \varepsilon_{t+h}^{(h)} \quad (1),$$

kur $Y_{t+h}^{(h)}$ apzīmē atkarīgā mainīgā vērtību h -periodus uz priekšu, $Y_{t-p}^{(1)} - Y_{t-p}^{(1)}$ -to AR lagu, $F_{r,t}^{(1)}$ - r -to kopīgo faktoru un $\varepsilon_{t+h}^{(h)}$ - stohastisko kļūdas locekli (sk., piemēram, D. Korobilis (17), Dž. Stoks un M. Votsons (31; 32; 33; 37)). Faktorus var aprēķināt un atvasināt kā pirmā R galvenos komponentus un $\hat{F}_{r,t}^{(1)}$ standartizētu (vidējā vērtība nulle, vienības variance) prediktoru kopu $\mathbf{X}_t^{(1)}$ (sk. Dž. Stoks un M. Votsons (37), arī Dž. Stoks un M. Votsons (33; 38); par īstenošanu sk. R Core Team (26)).

Iegūto rezultātu pamatā ir specifikācija ar $P = 4$ AR locekļiem un $R = 5$ faktoriem (AR4-DFM5 vai vienkārši DFM5); alternatīvas specifikācijas uzskatāmas par šā galvenā modeļa paplašinājumiem.

3.2.2. Etalonmodeļi

Autoregresīvais etalonmodelis (AR4, AR1)

DFM5 snieguma salīdzināšanai ar viendimensijas AR procesu tiek definēts

$$Y_{t+h}^{(h)} = \varphi + \sum_{p=0}^{P-1} \phi_p Y_{t-p}^{(1)} + \varepsilon_{t+h}^{(h)} \quad (2)$$

ar $P = 4$ lagiem tā, lai galvenais AR4 etalonmodelis būtu ligzdots minētajā DFM5 (sk., piemēram, Dž. Stoks un M. Votsons (37)). Turklāt, lai veicinātu iegūto rezultātu salīdzināšanu ar D. Korobiļa (17) pētījuma rezultātiem, kurā izmantoti AR1 etalonmodeļi, $P = 1$ arī tiks uzskatīts par paplašinājumu.

HMN modelis

HMN modelis ir vienkārša un stabila etalonmodeļa specifikācija:

$$Y_{t+h}^{(h)} = \varphi + \varepsilon_{t+h}^{(h)} \quad (3)$$

un atbilst reducētai AR etalonmodeļa ar $P = 0$ AR locekļiem formai (sk., piemēram, R. Hills (R. C. Hill), V. Grifitss (W. E. Griffiths), G. Lima (G. Lim) (10), B. Siliverstovs (29)).

CADL modelis

Lai gan iepriekšējie (2) un (3) vienādojumā ietvertie etalonmodeļi balstīti tikai uz mērķa mainīgā informāciju, CADL etalonmodelī papildus iekļauta pašreizējā informācija par prediktoriem $\mathbf{X}_t$, kombinējot daudzu ar vienu prediktoru paplašinātu AR sadalītās nobīdes modeļu prognozes (sk. H. Kims un N. Svonsons (13)). Formāli CADL modeli var definēt kā:

$$Y_{t+h}^{(h)} = \sum_{k=1}^K \omega_k \hat{Y}_{k,t+h}^{(h)} + \varepsilon_{t+h}^{(h)}, \quad \hat{Y}_{k,t+h}^{(h)} = \varphi + \sum_{p=0}^{P-1} \phi_p Y_{t-p}^{(1)} + \beta_k X_{k,t}^{(1)} \quad (4),$$

kur katra AR sadalītā laga modeļa $\hat{Y}_{k,t+h}^{(h)}$ prognozes vienādi svērtas ar $\omega_k = \omega = 1/K$ un $P = 4$ (sk. H. Kims un N. Svonsons (13)).

3.3. Modeļu novērtējums

3.3.1. MKM novērtējums

Saskaņā ar gandrīz visu iepriekš minēto literatūru (sk., piemēram, H. Kims un N. Svonsons (13), D. Korobilis (17), B. Siliverstovs (29), Dž. Stoks un M. Votsons (37)) šā pētījuma autoru iegūtie galvenie rezultāti tiks izmantoti prognozēšanas modeļu novērtēšanai, izmantojot MKM. Faktori tiek novērtēti vēlreiz, un (1) un (4) vienādojumā ietvertie prognozēšanas modeļi tiek aktualizēti attiecībā uz katru prognozēšanas laika intervāla $t \in \mathcal{S}_f^o$ datu publicēšanas datumu, katru prognožu periodu $h \in \{1, 2, 4\}$ un katru mērķa mainīgo $k \in \{1, \dots, K\}$.

3.3.2. SURE novērtējums

Lai gan uz MKM balstīts novērtējums ļauj iegūtos rezultātus salīdzināt ar esošo literatūras klāstu kopumā un īpaši ar Dž. Stoka un M. Votsona (37) pētījumu, modeļa parametrus nav iespējams novērtēt ne konsekvences, ne efektivitātes ziņā (M. Pesarans, A. Piks, E. Timermans (24)). Tas ir tāpēc, ka to datu kopu dublēšanās, kuras paredzētas tiešajām prognozēm daudzus posmus uz priekšu ($h > 1$), rada no laicrindas atkarīgus kļūdu locekļus ar $MA(h-1)$ struktūru galvenajos vienādojumos (1) un (2) (M. Pesarans, A. Piks, E. Timermans (24), tālāk tekstā – PPT). Lai novērstu laicrindu atkarību no kļūdām, šā pētījuma autori izmanto PPT SURE metodi. Viņu uz GLS balstītā metode piedāvā ne tikai pievilcīgas statistiskās īpašības ar asimptotisku konsekvenci un efektivitāti, bet arī nodrošina samērā vienkāršu īstenošanu, kuras pamatā galvenokārt ir novērojumu pārkārtošana (konsekvences atjaunošanai) un kopējs novērtējums, kurā izmantota kļūdu savstarpējā atkarība (efektivitātes atjaunošanai) (sīkāku informāciju sk. M. Pesarana, A. Pika, E. Timermana (24) pētījuma 3. nodaļā).⁵ Jāievēro, ka $h = 1$ gadījumā kļūdas neuzrāda atkarību no laicrindām, un MKM un SURE metodes ir līdzvērtīgas (sk. M. Pesarans, A. Piks, E. Timermans (24)).

3.4. Modeļu snieguma novērtēšana

Novērtētos modeļus $m \in \{1, \dots, M\}$ izmanto ārpusizlases perioda prognožu $\hat{Y}_{t+h,m}^{(h)}$ atvasināšanai h periodu(-us) uz priekšu katra prognozēšanas laika intervāla $t \in \mathcal{S}_f^o$ prognozes brīdī (sk., piemēram, B. Siliverstovs (29), Dž. Stoks un M. Votsons (37)). Pēc tam šo prognožu precizitāti izvērtē trijos dažādos īslaicīgas granularitātes līmeņos (makrolīmenī, mezolīmenī un mikrolīmenī), kas aplūkoti tālāk.

⁵ SURE metodes kovariances matricas $\delta_h(\ell)$ ieviešanā izmantoti Bartleta svāri, kas atainoti kā $\omega_h(\ell) = 1 - 1_{\{h>1\}}\ell/(h+1)$ ($\ell \in \{0, 1, \dots, h\}$, apzīmējot lagu un $1_{\{h>1\}}$ kā binārā rādītāja funkciju, kas vienāda ar vienu, ja $h > 1$, un citos gadījumos tā ir nulle (sk. piemēram, V. Nūija (*W. K. Newey*) un K. Vesta (*K. D. West*) (23) pētījuma 640. lpp.)). Tas darīts kļūdas locekļu $\gamma_h(\ell)$ automātisko kovarianču mazināšanai attiecībā uz $h > 1$, (sk. M. Pesarana, A. Pika, E. Timermana (24) pētījuma 176. lpp.). Automātisko kovarianci starp $\varepsilon_{t+h}^{(h)}$ un $\varepsilon_{t+h-\ell}^{(h)}$ var konsekventi novērtēt, izmantojot $\hat{\gamma}_h(\ell) = 1/\tau \sum_{t=1}^{\tau} \hat{\varepsilon}_{t+h}^{(h)} \hat{\varepsilon}_{t+h-\ell}^{(h)}$ (sk. turpat 176. lpp; jāievēro, ka tad, ja variānces, neraugoties uz to samazināšanos, joprojām bija negatīvas, SURE metode tika atkārtoti novērtēta, atmetot izlases pirmo vērojumu līdz brīdim, kad variānces vairs nebija negatīvas). Tāpēc šā pētījuma autori izmantotās automātiskās kovariances attēlo kā $\delta_h(\ell, h) = \omega_h(\ell)\gamma_h(\ell)$.

3.4.1. Makrolīmenis: agregētie precizitātes rādītāji

Šā pētījuma autori vērtē absolūto modeļa m prognozētspēju attiecībā uz tā RMSFE:

$$\text{RMSFE}_m^{(h)} = \left[\frac{1}{(T-h)-S+1} \sum_{t=S}^{T-h} (Y_{t+h}^{(h)} - \hat{Y}_{t+h,m}^{(h)})^2 \right]^{1/2} \quad (5).$$

D. Korobilis (17), Dž. Stoks un M. Votsons (37)) m -tā modeļa prognozētspēju vērtē, salīdzinot to ar b -to etalonmodeli ar rRMSFE:

$$\text{rRMSFE}_{m,b}^{(h)} = \frac{\text{RMSFE}_m^{(h)}}{\text{RMSFE}_b^{(h)}} \quad (6),$$

jo $b \in \{1, \dots, M\}$, $b \neq m$ un $\text{rRMSFE}_{m,b}^{(h)} < 1$ liecina, ka modeļa m vidējais sniegums ir labāks nekā modeļa b sniegums un otrādi attiecībā uz $\text{rRMSFE}_{m,b}^{(h)} > 1$ (sk., piemēram, B. Siliverstovs (28; 30), Dž. Stoks un M. Votsons (33)).

Turklāt MSFE var iedalīt neobjektīvās, variānces un kovariānces komponentēs:

$$\begin{aligned} \text{MSFE}_m^{(h)} = & \underbrace{\left(\hat{\mu}_{Y_{t+h}}^{(h)} - \hat{\mu}_{\hat{Y}_{t+h,m}}^{(h)} \right)^2}_{\text{Bias}} + \underbrace{\left(\hat{\sigma}_{Y_{t+h}}^{(h)} - \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{t+h,m}}^{(h)} \right)^2}_{\text{Variance}} + \\ & \underbrace{2 \left(1 - \hat{\rho}_{Y_{t+h}, \hat{Y}_{t+h,m}}^{(h)} \right) \hat{\sigma}_{Y_{t+h}}^{(h)} \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{t+h,m}}^{(h)}}_{\text{Covariance}} \end{aligned} \quad (7),$$

kur $\hat{\mu}$, $\hat{\sigma}^2$ un $\hat{\rho}$ apzīmē attiecīgi izlases vidējo, variānces un korelācijas koeficientu (sk. H. Teila (*H. Theil*) (41) pētījuma 34. lpp., R. Pindīka (*R. S. Pindyck*) un D. Rūbinfelda (*D. L. Rubinfeld*) (25) pētījuma 210. lpp. un tālāk, M. Šovē un S. Poters (4)). Neobjektīvos un variānces komponentus izmanto prognožu sistemātisko kļūdu mērīšanai un tajos ņemts vērā, cik lielā mērā prognožu vidējās vērtības un variācijas atšķiras no prognožu piepildīšanās, savukārt kovariānces komponentu izmanto, lai mērītu atlikušo nesistemātisko kļūdu, kas rodas no nepilnīgas līdzkustības starp prognozēm un to piepildīšanos (H. Teila (41) pētījuma 34. lpp. un tālāk, R. Pindīka un D. Rūbinfelda (25) pētījuma 211. lpp.).

3.4.2. Mezo līmenis: dezagregētais precizitātes rādītājs (RMSFE apakškopa)

Aprēķinot visa parauga vidējo rādītāju, agregētajos rādītājos, kā redzams (6) vienādojumā, netieši tiek atmests fakts, ka jebkuru divu modeļu prognozētspēja laika gaitā var atšķirties (M. Šovē un S. Poters (4), B. Siliverstovs (28; 29; 30)). Lai gūtu detalizētāku izpratni par prognozētspēju dažādos laika periodos, šā pētījuma autori izmanto divas jaunākajā prognozēšanas novērtēšanas literatūrā ierosinātas atšķirīgas pieejas. Pirmkārt, M. Šovē un S. Poters (4) iesaka vidējo recesijas un ekspansijas apakšizlases prognozētspēju vērtēt atsevišķi, aprēķinot:

$$\text{RMSFE}_{m,rec}^{(h)} = \left[\frac{1}{|\mathcal{S}_{f,rec}^o|} \sum_{t \in \mathcal{S}_{f,rec}^o} (Y_{t+h}^{(h)} - \hat{Y}_{t+h,m}^{(h)})^2 \right]^{1/2} \quad (8.a)$$

un

$$\text{RMSFE}_{m,exp}^{(h)} = \left[\frac{1}{|\mathcal{S}_{f,exp}^o|} \sum_{t \in \mathcal{S}_{f,exp}^o} (Y_{t+h}^{(h)} - \hat{Y}_{t+h,m}^{(h)})^2 \right]^{1/2} \quad (8.b),$$

kur $|\cdot|$ apzīmē apakšizlases $s \in \{\text{exp}, \text{rec}\}$ elementu skaitu (kardinalitāti) kopā $\mathcal{S}_{f,s}^o$.
Tad piemērota etalonmodeļa b relatīvo apakškopu RMSFE var definēt līdzīgi kā
(6) vienādojumā (sk., piemēram, M. Šovē un S. Poters (4)):

$$\text{rRMSFE}_{m,b,s}^{(h)} = \frac{\text{RMSFE}_{m,s}^{(h)}}{\text{RMSFE}_{b,s}^{(h)}} \quad (9).$$

Līdzīgi kā (6) vienādojums, $\text{rRMSFE}_{m,b,s}^{(h)} < 1$ norāda, ka apakšizlases periodā
 s modeļa m vidējais sniegums ir labāks nekā etalonmodeļa b sniegums un otrādi
attiecībā uz $\text{rRMSFE}_{m,b,s}^{(h)} > 1$ (sk. 3.4.1. apakšnodaļu). Turklāt interesi var radīt
apakšizlases s rrRMSFE salīdzinājums ar pilnās izlases rRMSFE , t.i., (8) vai (9)
vienādojuma attiecība pret (6) vienādojumu:

$$\text{rrRMSFE}_{m,b,s}^{(h)} = \frac{\text{rRMSFE}_{m,b,s}^{(h)}}{\text{rRMSFE}_{m,b}^{(h)}} \quad (10).$$

Attiecībā uz recesijas posma apakšizlasi $\text{rrRMSFE}_{m,b,\text{rec}}^{(h)} < 1$ rāda, ka minētā modeļa
snieguma salīdzinājumā ar etalonmodeli relatīvā uzlabošanās recesijas periodos ir
būtiskāka nekā pilnas izlases gadījumā un otrādi, ja $\text{rrRMSFE}_{m,b,\text{rec}}^{(h)} > 1$.

3.4.3. Mikrolīmenis: dezagregētais precizitātes rādītājs (transformēts SFED)

B. Siliverstova (28; 30) pētījumos izmantota alternatīva pieeja, kas balstīta uz I. Velha
un A. Gojala (25) darbu, un kas dod iespēju detalizētāk pievērsties prognozētspējai,
nosakot katras prognozes devumu pilnās izlases RMSFE. Konkrētāk, šie autori aplūko
uz SFED balstītus rādītājus:

$$\eta_{t+h,b,m}^{(h)} \equiv \text{SFED}_{t+h,b,m}^{(h)} = (\varepsilon_{t+h,b}^{(h)})^2 - (\varepsilon_{t+h,m}^{(h)})^2 \quad (11)$$

tā, lai $\eta_{t,b,m}^{(h)} > 0$ liecinātu par modeļa m labāku sniegumu salīdzinājumā ar
etalonmodeli b periodā t un otrādi attiecībā uz $\eta_{t,b,m}^{(h)} < 0$ (B. Siliverstovs (28),
294. lpp. un tālāk).⁶ CSSFED no laika t_0 līdz laikam t_1 ir šādas:

$$\text{CSSFED}_{t_0,t_1}^{(h)} = \sum_{t=t_0}^{t_1} \eta_{t+h,b,m}^{(h)}, \quad t_0, t_1 \in \mathcal{S}_f^o, \quad t_0 \leq t_1 \quad (12),$$

tā, lai $\text{CSSFED}_{t_0=S+1,t_1=T-h+1}^{(h)} > 0$ būtu vienāds ar $\text{rRMSFE}_{b,m}^{(h)} < 1$ un liecinātu par
modeļa m labāku kopējo sniegumu salīdzinājumā ar etalonmodeli b un otrādi attiecībā
uz $\text{CSSFED}_{t_0=S+1,t_1=T-h+1}^{(h)} < 0$ (sk. B. Siliverstovs (28; 30)).

3.4.4. Labākas prognozētspējas pārbaudes

Labākas modeļu prognozētspējas pārbaudes veiktas, izmantojot plaši izmantotos
Dībolda–Mariano (6) testus, kas saskaņā ar nulles hipotēzi modeļiem m un b nosaka
vienādu prognozēšanas precizitāti:

⁶ Lai labāk salīdzinātu SFED daudzu atkarīgo mainīgo lietošanas gadījumos, šā pētījuma autori normalizē
atšķirību starp dažādām laikrindām un izmanto transformētu SFED, kas izteikts kā $\tilde{\eta}_{t,b,m}^{(h)} = \eta_{t,b,m}^{(h)} / \sqrt{\sigma_{\eta}^2}$ ar
 $\sigma_{\eta}^2 = \text{Var}(\eta_{t,b,m}^{(h)})$.

$$H_0: E[\varepsilon_{t+h,b}^{(h)}] = E[\varepsilon_{t+h,m}^{(h)}] \quad (13.a)$$

un pārbauda to attiecībā pret parasto alternatīvo hipotēzi

$$H_A: E[\varepsilon_{t+h,b}^{(h)}] > E[\varepsilon_{t+h,m}^{(h)}] \quad (13.b)$$

visiem $t \in \mathcal{S}_f^o$, un izmantotajā testa statistikā attiecībā uz $h > 1$ izmantotas heteroskedasticitātei un autokorelācijai atbilstošas standartklūdas (sk. R. Haindmens (*R. J. Hyndman*), Dž. Atanasopuls (*G. Athanasopoulos*) K. Bergmeirs (*C. Bergmeir*) u.c. (11), A. Ceileiss (*A. Zeileis*), T. Lamlijs (*T. Lumley*), S. Bergere (*S. Berger*) u.c. (44) un iekļautās atsauces). Šie testi tiek izmantoti arī recesijas un kāpuma apakškopās – attiecīgi $\mathcal{S}_{f,exp}^o$ un $\mathcal{S}_{f,rec}^o$. Turklāt, ja nepieciešams, tajos ņemts vērā, ka m un b modeļi ligzdoti, izmantojot M. Makrakena (18) kritiskās vērtības gan rekursīvās, gan slīdošās novērtēšanas metodē.

2. tabula

Galvenie rezultāti: rRMSFE sadalījums

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1
		5%	25%	50%	75%	95%		
h = 1	Pilna izlase	0.852	0.958	1.000	1.022	1.107	49.5%	–
	Kāpums	0.925	0.985	1.009	1.044	1.165	38.9%	32.9%
	Recesija	0.587	0.787	0.953	1.036	1.183	62.0%	67.1%
h = 2	Pilna izlase	0.848	0.951	1.006	1.046	1.161	45.8%	–
	Kāpums	0.943	1.001	1.038	1.113	1.284	25.0%	26.9%
	Recesija	0.637	0.789	0.943	1.045	1.171	63.0%	73.1%
h = 4	Pilna izlase	0.840	0.934	1.006	1.047	1.186	47.7%	–
	Kāpums	0.898	1.002	1.065	1.173	1.396	24.5%	19.4%
	Recesija	0.674	0.800	0.913	1.024	1.194	69.4%	80.6%

Piezīmes. Tabulā iekļautas DFM5 rRMSFE sadalījuma procentiles salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli visiem prognožu periodiem tāpat kā Dž. Stoka un M. Votsona (37) pētījumā (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER recesijas perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publikojums: 1985. gada 1. ceturksnis). "Pilnā" prognožu novērtēšanas izlase aptver laikposmu no 1984 + h gada 4. ceturkšņa līdz 2018. gada 2. ceturksnim. Tabulā pilnā izlase iedalīta kāpuma un recesijas apakšizlasē (sk. 2.2. apakšnodaļu). Abās pēdējās slejās norādīta to mainīgo procentuālā daļa, kuriem $rRMSFE_{DFM5,AR4}^{(h)} < 1$ un $rrRMSFE_{DFM5,AR4,s}^{(h)} < 1$, $s \in \{exp, rec\}$. Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

4. REZULTĀTI

4.1. apakšnodaļā iekļautajos galvenajos rezultātos aplūkota DFM5 prognozētspēja salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli saskaņā ar MKM novērtējumu. Pievēršoties šiem galvenajiem rezultātiem 4.2. apakšnodaļā, autori aplūko tos pašus modeļus, lietojot SURE novērtējumu, un 4.3. apakšnodaļā iekļautie noturības rezultāti tiek izmantoti dažādu alternatīvu specifiskāciju pārbaudei.

4.1. Galvenie rezultāti

4.1.1. Makrolīmenis: pilnas izlases sniegums

Prognozēšanas galvenie rezultāti apkopoti 2. un 3. tabulā. Lai iegūto rezultātu salīdzinātu ar Dž. Stoka un M. Votsona (37) pētījuma rezultātiem, 2. tabulā, līdzīgi kā minēto autoru darbā (turpat, sk. 2. tabulu 486. lpp.), apkopots visu 216 mainīgo rRMSFE sadalījums, kā arī to mainīgo procentuālās daļas, kuru rRMSFE un rrRMSFE ir mazākas par vienu (abas pēdējās ailes).

2. tabulā redzams, ka iegūtie rezultāti attiecībā uz pilno novērtēšanas izlasi atbilst Dž. Stoka un M. Votsona (37) pētījuma rezultātiem, neraugoties uz nelielām prognozēšanas iestatījumu atšķirībām.⁷ Dž. Stoks un M. Votsons (37) norāda, ka DFM5 ir precīzāks nekā AR4 etalonmodelis attiecībā uz aptuveni pusi visu atkarīgo mainīgo. Šā pētījuma autoru iegūtie rezultāti par pilnu izlasi apstiprina minētos secinājumus un parāda, ka rRMSFE mediāna katrā periodā atrodas ļoti tuvu vienam, un 3. tabulā redzams, ka aptuveni 40% visu mainīgo uzrādītais uzlabojums ir statistiski nozīmīgs (5% līmenī). Tāpat 5% gadījumu DFM5 sniegums salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeļa sniegumu attiecībā uz RMSFE ir aptuveni par 15% labāks, un tas atkal ir salīdzināms ar Dž. Stoka un M. Votsona (37) pētījuma rezultātiem.

3. tabula

Galvenie rezultāti: *p*-vērtību sadalījums

Periods	Izlase	DM testi		
		<i>P</i> -vērtības <1%	<i>P</i> -vērtības <5%	<i>P</i> -vērtības <10%
h = 1	Pilna izlase	25.50%	44.00%	52.30%
	Kāpums	12.50%	28.70%	39.40%
	Recesija	24.10%	38.00%	44.40%
h = 2	Pilna izlase	20.40%	40.30%	48.10%
	Kāpums	8.80	20.80%	25.00%
	Recesija	21.80%	43.50%	50.90%
h = 4	Pilna izlase	20.40%	42.60%	50.50%
	Kāpums	9.30%	20.40%	25.00%
	Recesija	17.60%	48.10%	57.90%

Piezīmes. Tabulā atspoguļoti DFM5 (vienpusējo) prognozētspējas testu rezultāti visiem prognožu periodiem salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publikojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Konkrētāk, tabulā redzami ieraksti ataino visu to mainīgo procentuālās daļas, kuru Dībolda–Mariano (6) testa vienpusējā hipotēze ir nozīmīga attiecīgi 1%, 5% un 10% līmenī. Lai ņemtu vērā ligzdotu modeļu salīdzinājumu, šā pētījuma autori izmanto M. Makrakena (18) kritiskās vērtības un attiecībā uz $h > 1$ – heteroskedasticitātei un autokorelācijai atbilstošas standartklūdas (sk. 3.4.4. apakšnodaļu). Tabulā pilnā izlase iedalīta kāpuma un recesijas apakšizlasē (sk. 2.2. apakšnodaļu). Sīkāk sk. 4. nodaļu.

4.1.2. Mezolīmenis: apakšizlases sniegums

Viendimensijas sadalījumi: atsevišķas apakšizlases salīdzinājumā ar visiem mainīgajiem

Tomēr interesantāks rezultāts gūstams, novirzoties no Dž. Stoka un M. Votsona (37) pieejas un pārbaudot modeļu absolūto un relatīvo prognozētspēju atsevišķi kāpuma un recesijas apakšizlasē (sk. 3.4.2. un 3.4.3. apakšnodaļu). Saskaņā ar iepriekšējiem pētījumiem tiek konstatēta būtiska prognozētspējas asimetrija gan absolūtā, gan relatīvā ziņā (piemēram, M. Šovē un S. Poters (4), B. Siliverstovs (28; 29; 30)). Pirmkārt, 2. attēlā atspoguļots DFM5 un AR4 etalonmodeļa absolūtās RMSFE sadalījums pilnai izlasei un abām apakšizlasēm. Šis sadalījums rāda, ka prognozēšanas kļūdas ekonomiskās lejupslīdes periodos ir lielākas nekā kāpuma periodos (sk. M. Šovē un S. Poters (4)).

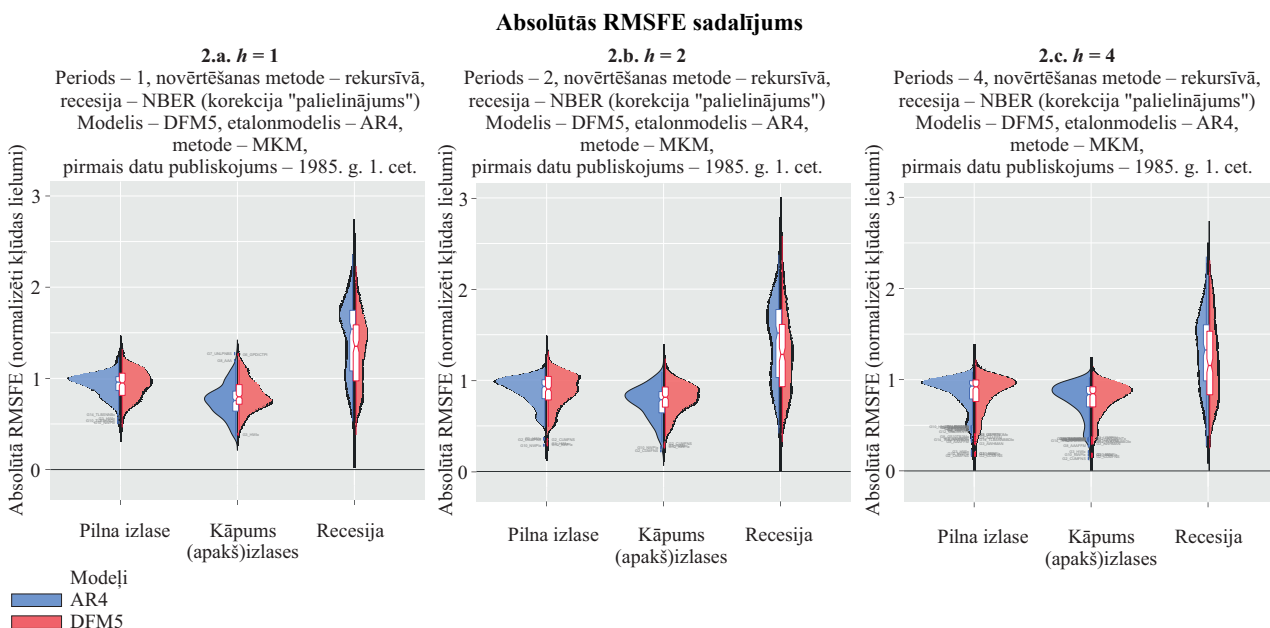
Otrkārt, attiecībā uz RMSFE lielumu iegūtie rezultāti par kāpuma un recesijas apakšizlasi liecina gan par sistemātiskām, gan būtiskām rRMSFE sadalījuma

⁷ Šā pētījuma autoru iestatījums atšķiras no Dž. Stoka un M. Votsona (37) izmantotā iestatījuma (sk. arī papildinājumu tiešsaistē), piemēram, saistībā ar izmantoto datu kopu (*Global Insights and Conference Board's Indicators Database* salīdzinājumā ar FRED-QD), prognozēšanas laika intervālu (no 1985. gada 1. ceturkšņa līdz 2008. gada 4. ceturksnim salīdzinājumā ar laikposmu no 1985. gada 2. ceturkšņa līdz 2018. gada 2. ceturksnim), iepriekš noteikto laikrindu skaitu (143 salīdzinājumā ar 216, faktoru iegūšanai izmantoto laikrindu skaitu (109 salīdzinājumā ar 102)).

pārmaiņām, t.i., gandrīz visās 2. tabulā redzamajās procentilēs rRMSFE recesijas periodos ir mazāka nekā kāpuma periodos (sk. M. Šovē un S. Poters (4), B. Siliverstovs (29)).⁸ Piemēram, pievērsoties prognozēm vienu ceturksni uz priekšu, DFM5 sniegums attiecībā uz laukrindām, kuru relatīvais RMSFE ir zem 5% procentiles sliekšņa no visa relatīvā RMSFE sadalījuma, salīdzinājumā ar etalonmodeli recesijas periodos uzlabojas vismaz par 41.3%, bet kāpuma laikā – tikai par 7.5%. Līdzīga modeļu prognozētspējas asimetrija vērojama arī $h = 2$ un $h = 4$ gadījumā (sk. B.4. att.). Turklāt 2. tabulas priekšpēdējā ailē redzama to mainīgo procentuālā daļa, kuru gadījumā DFM5 sniegums salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli ir labāks (inversās procentiles). Lai gan kāpuma periodos šis īpatsvars svārstās no 25% līdz 39%, recesijas periodos tas ir no 62% līdz 69%. Notiek sadalījuma pārmaiņas – svārstību laikā salīdzinājumā ar mierīgiem laikiem aptuveni divreiz vairāk mainīgo tiek prognozēts precīzāk.

2. attēls

AR4 etalonmodeļa un DFM5 absolūto RMSFE sadalījums



Piezīmes. Attēlos absolūto RMSFE sadalījumi atspoguļoti kā DFM (sarkanā) un AR4 etalonmodeļa (zilā) blīvuma un kastveida diagrammas katrā prognožu periodā (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER korekcija "palielinājums", DFM5 un AR4 etalonmodeļa novērtējums, izmantojot MKM, pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Abas no DFM5 un AR4 etalonmodeļa normalizētiem kļūdas lielumiem iegūtās absolūtās RMSFE tika dalītas ar atbilstošā atkarīgā mainīgā standartnovirzi. Visos attēlos izmantota vienāda skala. Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

Treškārt, 3. tabulas pēdējā ailē norādīta to mainīgo procentuālā daļa, kuriem DFM5 snieguma relatīvā uzlabošanās salīdzinājumā ar etalonmodeli recesijas periodos ir būtiskāka nekā pilnas izlases gadījumā (sk. katra perioda pēdējo rindu). Rezultāti liecina, ka tā notiek, kad 67.1%, 73.1% un 80.6% no visiem mainīgajiem ir attiecīgi $h = 1$, $h = 2$ un $h = 4$ ($rrRMSFE_{DFM5,AR4,rec} < 1$). Turpretī šīs procentuālās daļas norāda to mainīgo īpatsvaru, kuru DFM5 relatīvā precizitāte ekspansijas periodos novērtēta par augstu. Tādējādi jebkurā konkrētā periodā vispārējā rRMSFE recesijas laikā modeļu sniegumu sistemātiski novērtē par zemu, bet ekspansijas laikā – par augstu vismaz attiecībā uz divām trešdaļām visu mainīgo (sk., piemēram, B. Siliverstovs (30)).

⁸ Pielikumā iekļautajā B.4. attēlā rRMSFE blīvuma diagrammu veidā vizualizēti 2. tabulā redzami rezultāti.

Ceturtkārt, 3. tabulā iekļautie DM testu rezultāti vēl vairāk pamato šos secinājumus ar statistiskiem datiem. Konkrētāk, to mainīgo procentuālā daļa, kuriem DM tests noraida vienādas prognozēšanas precizitātes nulles hipotēzi, recesijas laikā parasti ir daudz augstāka nekā ekspansijas laikā visos prognožu periodos. Tāpēc DFM5 un AR4 etalonmodeļa sniegums kāpuma laikā ir vienlīdz labs, bet recesijas laikā tas statistiski būtiski atšķiras (atbilstošos secinājumus sk., piemēram, M. Šovē un S. Poters (4), S. Fosati (8), B. Siliverstovs (29). Ņemot vērā lielākas atšķirības, kas vērojamas recesijas laikā, šā pētījuma autori uzskata, ka iegūtie rezultāti diezgan nepārprotami liecina par sistemātiskām prognozētspējas atšķirībām abās apakšizlasēs.

Divdimensiju sadalījumi: kopīgas apakšizlases salīdzinājumā ar grupām

3. attēlā izkaisītās diagrammas veidā atspoguļoti rRMSFE divdimensiju sadalījumi kāpuma (x ass) un recesijas laikā (y ass) visos periodos. Katra izkaisītā diagramma sadalīta četros kvadrantos ($rRMSFE_{DFM5, AR4, ekspansija} \leq 1$; $rRMSFE_{DFM5, AR4, recesija} \leq 1$).⁹

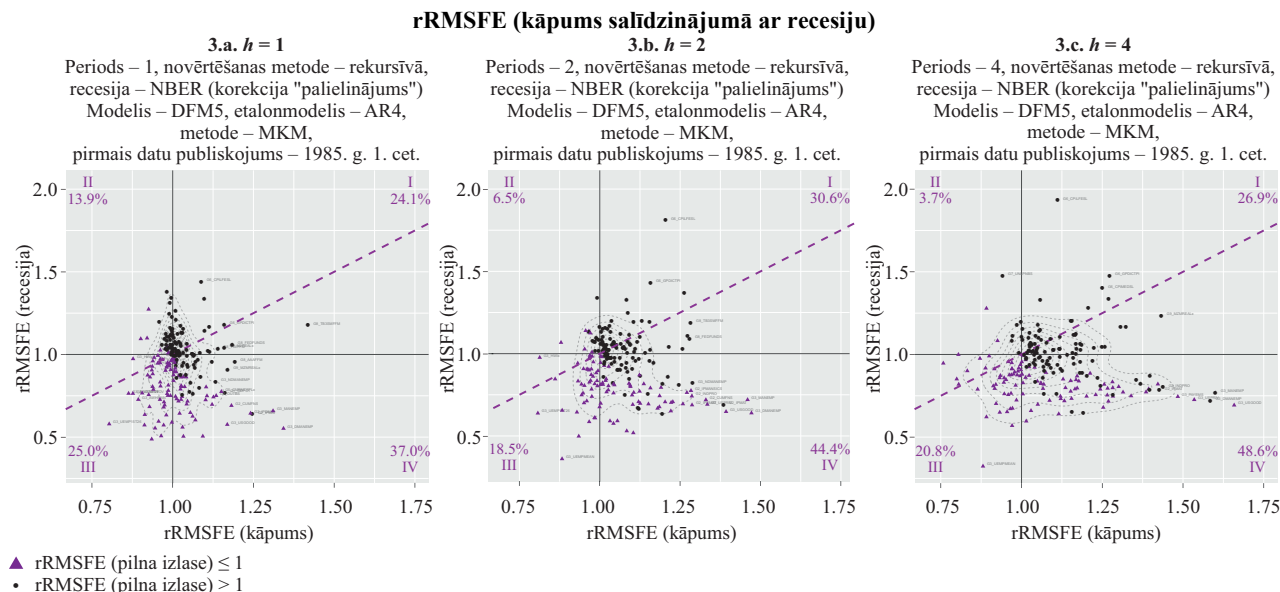
3. attēlā redzami datu punkti trijos periodos izkaisīti šādi: lielākā daļa (aptuveni 75%) datu punktu atrodas zem 45° līnijas. Tas atbilst iepriekš aprakstītajām recesijas apakšizlasu lejupvērstajām sadalījuma pārmaiņām. Visos šajos gadījumos recesijas palīdz samazināt pilnās izlases RMSFE un kalpo kā prognozētāju datu avots. DFM5 sniegums salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli abās apakšizlasēs ir labāks [sliktāks] aptuveni 20% [30%] rādītāju (punktu proporcija III [I] kvadrantā). Aptuveni 45% visu laikrindu DFM5 sniegums salīdzinājumā ar AR4 recesijas periodos ir labāks nekā kāpuma periodos (IV kvadrants), un attiecībā uz nedaudziem atlikušajiem rādītājiem DFM5 sniegums recesijas laikā ir sliktāks, bet ekspansijas laikā – labāks (sk. II kvadrantu).

4. attēlā sniegts grupās balstīts 3. attēla kopsavilkums un pārskats par mainīgo absolūto un relatīvo sastopamību katrā kvadrantā mainīgo grupu dalījumā. Violetie stabiņi 4. attēlā atbilst trijiem atšķirīgajiem kvadranta laukumiem, kas atrodas zem 45° līnijas. Klasificējot 14 mainīgo grupas četrās kategorijās (labs, vidēji labs, vidēji slikts, slikts sniegums), balstoties uz labāku DFM5 sniegumu nekā AR4 etalonmodeļa sniegumu, attēlā atspoguļotas sistemātiskas (šķērsgriezuma) grupu atšķirības visos prognozes periodos: dinamiskā faktora modeļu sniegums parasti ir labāks, īpaši recesijas laikā, kā arī kāpuma laikā, prognozējot šādu grupu rādītājus: "Nacionālā ienākuma un produktu konti" (G1), "Rūpnieciskā ražošana" (G2), "Nodarbinātība un bezdarbs" (G3), "Krājumi, pasūtījumi un tirdzniecība" (G5), kā arī "Nemājsaimniecību bilances" (G14). DFM5 sniegums gandrīz visām laikrindām ir labs līdz vidējs attiecībā uz mainīgajiem grupās "Peļņa un produktivitāte" (G7), "Procentu likmes" (G8), "Nauda un kredītu atlikums" (G9), kā arī attiecībā uz patērētāju noskaņojumu grupā "Cits" (G12). Turklāt šā pētījuma autori konstatē, ka dinamiskā faktora modeļu sniegums attiecībā uz mainīgajiem grupās "Mājoklis" (G4), "Cenas" (G6), "Mājsaimniecību bilances" (G10), kā arī "Akciju cenas" ir vidējs līdz slikts. Gan recesijas, gan kāpuma periodos DFM5 bieži nepārspēj AR4 etalonmodeļa sniegumu saistībā ar lielu daļu šajās grupās iekļauto rādītāju. Visbeidzot, dinamiskā faktora modeļu prognozētā grupas "Valūtas kursi" (G11) dinamika salīdzinājumā ar AR4 prognozēm ir sliktāka gan recesijas, gan kāpuma laikā.

⁹ I kvadrantā labējā augšējā stūrī ietvertas laikrindas, attiecībā uz kurām DFM5 sniegums gan recesijas, gan kāpuma laikā ir sliktāks nekā AR4 sniegums. II kvadrantā augšējā kreisajā stūrī [IV kvadrantā apakšējā labējā stūrī] iekļautas laikrindas, attiecībā uz kurām DFM5 prognozes kāpuma [recesijas] laikā ir precīzākas nekā recesijas [kāpuma] laikā. III kvadrantā apakšējā kreisajā stūrī ietverti mainīgie, attiecībā uz kuriem DFM5 sniegums salīdzinājumā ar AR4 gan kāpuma, gan recesijas periodos ir labāks. Turklāt recesijas laikā punktiem, kas atrodas zem 45° līnijas, ir mazāka rRMSFE nekā kāpuma laikā ($rRMSFE_{DFM5, AR4, rec} < rRMSFE_{DFM5, AR4, exp}$).

3. attēls

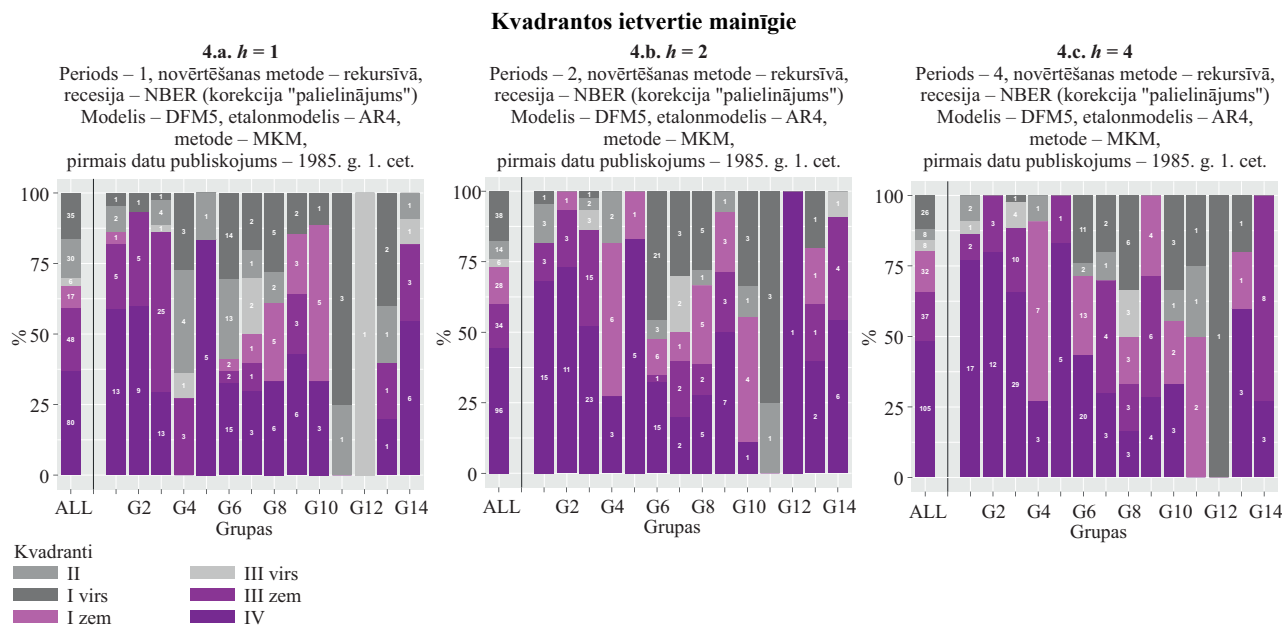
rRMSFE izkaisītās diagrammas kāpuma periodos salīdzinājumā ar recesijas periodiem



Piezīmes. Attēlos absolūto RMSFE sadalījumi atspoguļoti kā DFM (sarkanā) un AR4 etalonmodeļa (zilā) blīvuma un kastveida diagrammas katrā prognožu periodā (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER korekcija "palielinājums", DFM5 un AR4 etalonmodeļa novērtējums, izmantojot MKM, pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Absolūtās RMSFE tika atvasinātas no normalizētiem kļūdas lielumiem, t.i., abi DFM5 un AR4 etalonmodeļa normalizētie kļūdas lielumi tika dalīti ar atbilstošā atkarīgā mainīgā standartnovirzi. Katrā no šiem attēliem izmantota vienāda skala. Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

4. attēls

Kvadrantos iekļauto grupu stabiņu diagramma



Piezīmes. Šie attēli sniedz grupās balstītu kopsavilkumu par to, kā datu punkti (atkarīgie mainīgie) 6. attēlā tiek iedalīti četros kvadrantos. I un III kvadrantā tālāk tiek noteikta punkta atrašanās vieta – virs vai zem 45° līnijas. Visi violette stabiņi atbilst laukumiem zem 45° līnijas un pelēkie stabiņi – laukumiem virs 45° līnijas. Stabiņos norādītie skaitļi nozīmē absolūto skaitu, un stabiņu augstums liecina par grupai raksturīgu atkarīgo mainīgo daļu attiecīgajā kvadrantā. III un IV [III un II] kvadranta tālākajā kreisajā pusē redzamo stabiņu augstums kopā norāda to mainīgo daļu, uz kuru attiecas $rRMSFE_{DFM5,AR4,rec} < 1$ [$rRMSFE_{DFM5,AR4,exp} < 1$]. Tāpat tālākajā kreisajā pusē attēloto violeto [pelēko] stabiņu augstums kopā norāda to mainīgo daļu, uz kuru attiecas $rrRMSFE_{DFM5,AR4,rec} < 1$ [$rrRMSFE_{DFM5,AR4,exp} < 1$]. Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

4.1.3. Mikrolīmenis: laika periodam raksturīgs sniegums

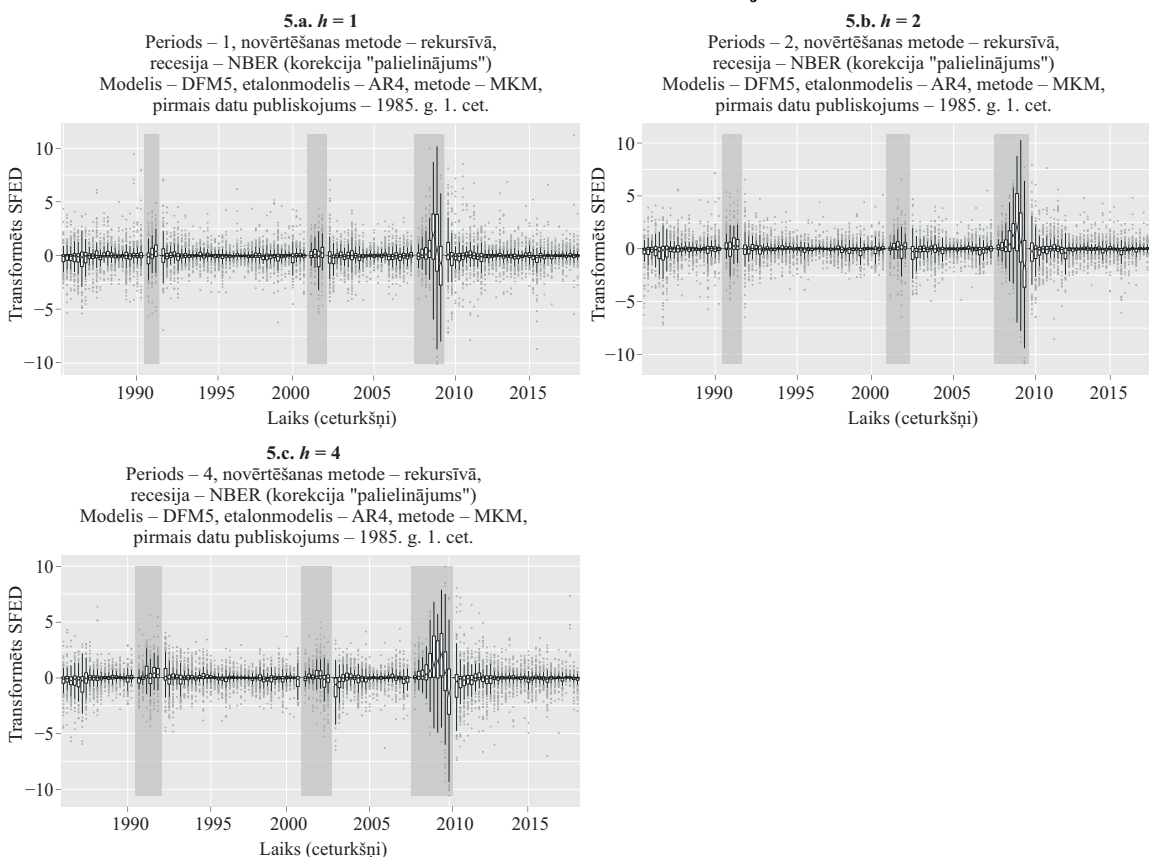
Atsevišķi laika periodi visiem mainīgajiem

Lai pārietu no makrolīmeņa un mezolīmeņa uz mikrolīmeni, tiek pilnībā atvērta laika dimensija un novērtēta mainīgo prognozētspēja katrā atsevišķā laikposmā t , balstoties uz to kvadrātisko prognožu kļūdu atšķirībām (sk. 3.4.3. apakšnodaļu un, piemēram, B. Siliverstovs (28; 30)). 5. attēlā atainotas katra laikposma visu mainīgo SFED (kas transformēta ar vienības dispersiju) histogrammas, un tas atklāj nepārprotami atšķirīgas tendences dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs. Atgādinājumam: 3.4.3. apakšnodaļā minēts, ka pozitīva [negatīva] SFED liecina par labāku [sliktāku] DFM5 sniegumu salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeļa sniegumu. Jāuzsver divas iezīmes: pirmkārt, SFED histogrammu mediānas vērtības kāpuma periodos parasti tieši skar nulles līniju, savukārt recesijas periodos mediānas lielākoties ir pozitīvas. Otrkārt, starpkvartīļu diapazons kāpuma laikā ir daudz koncentrētāks nekā recesijas laikā. Attēlos redzams, ka visos periodos, īpaši pēc ilgstošiem kāpuma laikposmiem (piemēram, 20. gs. 90. gados un 21. gs. pirmajos 10 gados), pārsteidzoši liela koncentrācija vērojama ap nulles līniju.

5. attēls

Laika periodam raksturīgas transformētas SFED histogrammas

Transformētu SFED vērojumi



Piezīmes. Attēlos redzama visu galvenajās specifikācijās iekļauto laikrindu SFED (kas transformēta ar vienības dispersiju) histogramma $\hat{\eta}_{t,AR4,DFM5}^{(h)}$ katram periodam t (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER korekcija "palielinājums", DFM5 un AR4 etalonmodeļa novērtējums, izmantojot MKM, pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ja histogrammas mediānas vērtība lielāka par nulli, tad DFM5 salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli radītā kļūda vairāk nekā pusei visu mainīgo ir mazāka, un otrādi – ja mediānas vērtības ir mazākas par nulli (sk. 3.4.3. apakšnodaļu). Pelēkie krustiņi aiz histogrammas nogriežņiem apzīmē netipiskus vērojumus un pelēkie ēnotie taisnstūri – recesijas periodus (sk. 2.2. apakšnodaļu). Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

Tas vispārina iepriekš veikto pētījumu (piemēram, B. Siliverstovs (28; 30)) rezultātus un detalizētākā līmenī atspoguļo to, ka attiecībā uz daudziem mērķa mainīgajiem modeļu sniegums ekonomiskās attīstības cikla laikā sistemātiski atšķiras.

Atsevišķi laika periodi atsevišķiem mainīgajiem un grupām

Visdetalizētākajā līmenī veikts novērtējums ļauj ielūkoties ne tikai laika dimensijā, bet arī šķērsriezuma dimensijā. B.1. attēlā (B pielikums) sniegts visaptverošākais priekšstats par veikto analīzi, kuras rezultāti atspoguļoti trīsdimensiju ilustrācijā. SFED vērtības (z ass) attēlotas katram atsevišķam laika periodam (x ass), kā arī katrai atsevišķai laikrindai (y ass). Sarkani [zili] iekrāsotās intensitātes diagrammas rūtiņas liecina par pozitīvu [negatīvu] SFED vērtību, t.i., labāku DFM5 sniegumu salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli konkrētā laika periodā, savukārt baltās rūtiņas nozīmē līdzvērtīgu sniegumu. Labajā malējā slejā redzama pēdējā katras laikrindas CSSFED vērtība, kas atbilst visu SFED summai.

B.1. attēlā vizualizēti trīs galvenie secinājumi. Pirmkārt, saskaņā ar iepriekš izklāstītajiem rezultātiem tajā redzams, ka relatīvo modeļa sniegumu nosaka situācija: labvēlīgā laikā lielākā daļa rūtiņu ir bālganā krāsā, savukārt nelabvēlīgā laikā tās parasti kļūst sarkanas un dažām sērijām zilas. Tas liecina, ka recesijas laikā prognožu precizitātes atšķirības ir lielākas, nekā parasti novērots kāpuma laikā (sk., piemēram, B. Siliverstovs (28; 30)). Otrkārt, tas atklāj abus nepastāvīgo un pastāvīgo modeļu snieguma atšķirību vispārējos noteicošos faktoros: nepastāvīgās atšķirības parasti ir lielas, bet īslaicīgas, savukārt pastāvīgās atšķirības – nelielas, bet stabilas (sk. B.2. att. un, piemēram, B. Siliverstovs (28)). B.1. attēlā vairāk dominē nepastāvīga ietekme.¹⁰ Treškārt, attiecībā uz šķērsriezuma dimensiju B.1. attēlā redzamās horizontālās, tievās, pelēkās līnijas vertikāli uzskaitītos mainīgos sadala 14 grupās un detalizētāk attēlo katrai grupai raksturīgo sniegumu.¹¹ Kopējā sarkano un zilo laikrindu grupu struktūra (CSSFED) arī atbilst Dž. Stoka un M. Votsona (34) novērtējumam, t.i., nominālās laikrindas (piemēram, inflāciju, valūtu kursus un cenas) ir grūtāk prognozēt nekā reālās laikrindas (piemēram, rūpniecisko ražošanu, nodarbinātību vai reālo ražošanu). Lai gan dažas laikrindas parasti novirzās no iepriekš aprakstītajām grupu tendencēm, pārmaiņas grupas iekšienē ir samērā ierobežotas. Tas pamato iepriekš iegūto rezultātu, ka dažādu mainīgo grupu prognozētspēja sistemātiski atšķiras.

¹⁰ Šo argumentu kvalitatīvi atspoguļo fakts, ka laika gaitā tikai nedaudzu laikrindu sniegums ir pastāvīgi labāks (vai sliktāks), savukārt gandrīz visu laikrindu sniegumā dažos laikposmos vērojamas krasas snieguma atšķirības – parasti recesijas periodos. Kvantitatīvā izteiksmē to laikrindu īpatsvars, kuru kopējais relatīvais sniegums atbilst relatīvajam sniegumam recesijas laikā (t.i., kuru $\text{sign}(\text{rRMSFE}_{m,b}^{(h)} - 1) = \text{sign}(\text{rRMSFE}_{m,b,\text{rec}}^{(h)} - 1)$ ir 78.2%, 77.3% un 75.5% attiecīgi $h = 1$, $h = 2$ un $h = 4$ gadījumos.

¹¹ Piemēram, var rasties jautājums, kāpēc DFM5 sniegums salīdzinājumā ar AR4 sniegumu attiecībā uz konkrētām grupām (piemēram, G6 "Cenas") sistemātiski ir sliktāks. CSSFED veidu vizuālā analīze liecina, ka lielāko daļu G6 mainīgo var attiecināt uz vienu no trijām B.2. attēlā redzajām grupām (nepastāvība, noturība, kombinācija): pirmkārt, aptuveni 50% visu G6 laikrindu skaidri uzrāda nepastāvīgos snieguma atšķirību faktoros (sk. G6 CPIAUCSL B.2.d. att. un arī, piemēram, G6 WPSFD49207, G6 WPSFD49207). Attiecībā uz šīm laikrindām DFM5 un AR4 sniegums gandrīz visu laiku ir vienlīdz labs, izņemot dažus vērojumus, kad DFM5 faktiskās attīstības prognozes ir (daudz) sliktākas nekā AR4 prognozes. Otrkārt, aptuveni 10% visu G6 laikrindu pastāvīgi uzrāda sliktāku DFM5 sniegumu (sk. G6 DDURRG3Q086SBEA B.2.e att. un arī, piemēram, G6 DMOTRG3Q086SBEA, G6 CPILFESL) un aptuveni 20% visu G6 laikrindu uzrāda nepastāvīgas un pastāvīgas pasliktināšanās kombināciju (sk. G6 DPICPTPI B.2.f att. un arī, piemēram, G6 CPIMEDSL, G6 CUSR0000SAD). Pārējās laikrindas ir grūtāk skaidri kvalificēt. Tāpēc G6 grupā nepastāvīga ietekme arī nosaka snieguma atšķirības.

4.1.4. 10 galvenie makroekonomiskie rādītāji

Tā vietā, lai aplūkotu 216 laikrindu, iespējams koncentrēties uz 10 galvenajiem rādītājiem. Ņemot vērā šo apsvērumu, tika izvēlēti 10 apsteidzošie rādītāji, kas līdzīgi vai visciešāk saistīti ar tiem apsteidzošajiem rādītājiem, kuri aplūkoti jaunākajos pētījumos un kuriem ir daudz atkarīgo mainīgo (sk., piemēram, H. Kims un N. Svonsons (13) un P. Gerēns (*P. Guérin*), D. Leiva-Leons (*D. Leiva-Leon*), M. Marčellino (*M. Marcellino*) (9)). Konkrētāk, 4. tabulā sniegta rRMSFE kopā ar nozīmīguma vērtību attiecībā uz 1) IKP: reālo iekšzemes kopproduktu, 2) CON: reālo privāto patēriņu, 3) INV: reālajiem privātajiem ieguldījumiem, 4) EXP: reālo eksportu, 5) IMP: reālo importu, 6) UNR: bezdarba līmeni, 7) HRS: visu personu darba laiku, 8) PCI: patēriņa cenu indeksu, 9) RMB: koriģētu reālo monetāro bāzi, 10): PER: S & P 500 cenas un peļņas attiecību.

4. tabula

Galvenie rezultāti: 10 galvenie makroekonomiskie rādītāji

Periods	Izlase	rRMSFE									
		IKP	CON	INV	EXP	IMP	UNR	HRS	PCI	RMB	PER
h = 1	Pilna izlase	1.018	1.003*	0.795***	0.980**	0.835***	0.837***	0.899***	1.109	1.015	0.913***
	Kāpums	1.166	1.087	0.935**	1.103	1.093	0.964**	1.030	1.000*	1.030	0.923***
	Recesija	0.768*	0.794**	0.488***	0.803***	0.505***	0.507***	0.560***	1.338	0.873**	0.875**
h = 2	Pilna izlase	0.951**	0.992*	0.820***	1.014	0.767***	0.830***	0.911**	1.212	1.015	0.893***
	Kāpums	1.227	1.157	1.055	1.200	0.983*	1.043	1.180	1.088	1.019	0.948**
	Recesija	0.707**	0.791**	0.591***	0.818**	0.611**	0.576***	0.668***	1.327	0.937*	0.760**
h = 4	Pilna izlase	0.911**	0.954**	0.883**	1.035	0.837***	0.816***	0.891**	1.188	0.983**	0.977**
	Kāpums	1.230	1.129	1.121	1.186	0.967**	1.029	1.201	1.158	0.991*	1.121
	Recesija	0.756**	0.851**	0.747**	0.887**	0.765**	0.660**	0.747**	1.203	0.918*	0.732**

Piezīmes. Tabulā redzama DFM5 rRMSFE salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli visos prognozes periodos 10 galvenajiem makroekonomiskajiem rādītājiem (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER recesijas perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksti "*", "**", "***" apzīmē DM testa nozīmīgumu (izmantojot M. Makrakena (18) kritiskās vērtības) attiecīgi 90%, 95% un 99% līmenī. Mainīgo saīsinājumi attiecas uz šādiem mainīgajiem (iekavās sniegta FRED mnemonika): IKP: reālais iekšzemes kopprodukts (GDPC1), CON: reālais privātais patēriņš (PCECC96), INV: reālie privātie ieguldījumi (GPDIC1), EXP: reālais eksports (EXPGSC1), IMP: reālais imports (IMPGSC1), UNR: bezdarba līmenis (UNRATE), HRS: visu uzņēmējdarbībā nodarbināto personu darba laiks (HOABS), PCI: patēriņa cenu indekss (CPIAUCSL), RMB: koriģēta reāla monetārā bāze (AMBSLREALx), PER: S & P 500 cenas un peļņas attiecība (S.P.PE.ratio). Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4. nodaļu.

4. tabulā skaidri redzams, ka attiecībā uz 10 galvenajiem rādītājiem (izņemot PCI¹²) recesijas posmos DFM5 prognozētspēja salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli ir daudz labāka, bet kāpuma posmos abu modeļu sniegums parasti ir vienāds. Tas atbilst situācijas noteiktu prognožu novērtēšanas literatūrai (sk., piemēram, M. Šovē un S. Poters (4)). Turklāt līdzīgi kā B. Siliverstovs (30) un S. Fosati (8) šā pētījuma autori

¹² Tas, ka ASV inflāciju (PCI) patiesībā grūti prognozēt, atbilst iepriekšējo pētījumu secinājumiem (sk., piemēram, G. Kūps (*G. Koop*) un S. Poters (*S. Potter*) (16)). Ņemiet vērā, ka attiecībā uz būtiskām kāpuma periodos vērojamām atšķirībām, ja $h = 1$, M. Makrakena (18) kritisko vērtību procentiles 90%, 95% un 99% galvenā modeļa iestatījumiem ir attiecīgi 0.021, 0.308 un 0.979 (sk. M. Makrakena (18) pētījuma 1. tabulu 729. lpp.). Tādējādi, neraugoties uz to, ka PCI rRMSFE kāpuma laikā ir nedaudz lielāka par vienu (rRMSFE = 1.0003607), tās DM statistika ir negatīva (DM = -0.014; tā noteikta kā svērtā zaudējumu starpība; sk. M. Makrakens (18)), sadalījuma nesimetrisks, ko nosaka ligzdotu modeļu salīdzinājumi, 10% līmenī joprojām noraida DFM5 un AR4 vienādas prognozēšanas precizitātes nulles hipotēzi.

konstatē, ka vidējais pilnas vērtēšanas izlases sniegums recesijas periodos bieži ir būtiski izkropļots virzienā uz sniegumu un var radīt maldinošas gaidas par modeļa sniegumu apjoma un nozīmīguma ziņā. To apliecina, piemēram, mainīgais HRS. Lai gan saskaņā ar 4. tabulā ietverto kopējo novērtējumu DFM5 sniegums salīdzinājumā ar etalonmodeli visos trijos periodos novērtēts augstāk, patiesībā tas gandrīz visu laiku ir sliktāks nekā etalonmodeļa sniegums, jo DFM5 sniegums ir tikai (būtiski un nozīmīgi) labāks dažos recesijas periodos, nevis kāpuma periodos, kas veido laika periodu lielāko daļu.

4.2. Paplašinātie rezultāti

Papildus minētajiem galvenajiem rezultātiem un vairāk novirzoties no Dž. Stoka un M. Votsona (37) pētījuma, šajā apakšnodaļā aplūkots M. Pesarana, A. Pika, E. Timermana (24) izmantotā SURE novērtējuma izmantošanas ietekme, lai prognozēs daudzus periodus uz priekšu ņemtu vērā $MA(h-1)$ procesu. Turpmākajā analizē šā pētījuma autori paplašina M. Pesarana, A. Pika, E. Timermana (24) ar SURE metodi veikto pilnās izlases novērtējumu attiecībā uz daudziem atkarīgajiem mainīgajiem ar situācijas noteiktu prognožu novērtējumu (līdzīgi kā 4.1. apakšnodaļā) un ilgākā laika periodā (1985–2018 nevis 1979–2002).

5. tabula

Paplašinātie rezultāti: rRMSFE un DM testi (SURE novērtējums)

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE	rrRMSFE	DM tests
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.852	0.958	1.000	1.022	1.107	49.50%	–	44.00%
	Kāpums	0.925	0.985	1.009	1.044	1.165	38.90%	32.90%	28.70%
	Recesija	0.587	0.787	0.953	1.036	1.183	62.00%	67.10%	38.00%
h = 2	Pilna izlase	0.844	0.932	0.999	1.036	1.133	50.90%	–	45.80%
	Kāpums	0.929	1.002	1.036	1.107	1.257	24.50%	24.50%	19.90%
	Recesija	0.596	0.775	0.913	1.034	1.162	65.70%	75.50%	49.10%
h = 4	Visa izlase	0.809	0.888	0.963	1.023	1.171	64.40%	–	60.60%
	Kāpums	0.832	0.969	1.019	1.092	1.258	38.90%	27.30%	31.50%
	Recesija	0.684	0.805	0.887	1.017	1.193	69.40%	72.70%	58.30%

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 rRMSFE procentiļu sadalījumus salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: SURE novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER recesijas perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publikojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekn drukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.2. apakšnodaļu.

5. un 6. tabulā sniegta uz SURE balstīta 2.–4. tabulā iekļauto uz MKM balstīto rezultātu informācija. Lai vienkāršotu pārisku salīdzināšanu, ieraksti ir trekn drukā [pasvītroti], ja uz SURE balstītās procentiles [procentuālās daļas] ir vismaz tikpat mazas [lielas] kā attiecīgie 2.–4. tabulā ietvertie MKM rezultāti. 5. un 6. tabulā iekļautie rezultāti atklāj, ka galvenos iepriekšējā nodaļā veiktos secinājumus izmantotā novērtējuma metodoloģija neietekmē. Uz SURE balstītie rezultāti gan apjoma, gan nozīmīguma ziņā uzrāda tieši tādu pašu asimetriju starp kāpuma un recesijas periodu. Patiesībā SURE novērtējums liecina, ka DFM5 sniegums salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli ir labāks. Tam varētu būt divi iemesli: labāks DFM5 SURE sniegums nekā DFM5 MKM sniegums un/vai sliktāks AR4 etalonmodeļa SURE sniegums salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeļa MKM sniegumu. 7. un B.1. tabulā viesta lielāka skaidrība par šiem iemesliem un parādīts, ka šajā konkrētajā gadījumā darbojas abi varianti: attiecībā uz prognozēm daudzus periodus uz priekšu attiecībā uz aptuveni trešdaļu visu pilnās izlases mainīgo DFM5

SURE sniegums ir labāks nekā DFM5 MKM sniegums, savukārt AR4 etalonmodeļa SURE sniegums salīdzinājumā ar AR4 MKM sniegumu attiecībā uz lielāko daļu mainīgo ir sliktāks (sk. 7. un B.1. tabulas aili $rRMSFE < 1$).

Rūpīgi pārbaudot iegūtos DFM5 rezultātus, aktualizējas divi papildu aspekti. Pirmkārt, 7. tabulā papildus apstiprināts, cik svarīgi ir nodalīt modeļu sniegumu dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs: uz SURE balstīti DFM5 novērtējumi normālos apstākļos parasti nodrošina precīzākas prognozes. Tomēr nemierīgos laikos MKM prognozēs ir mazāk nozīmīgu kļūdu. 6. attēlā šis fakts atspoguļots detalizētāk, sadalot 10 galveno mainīgo MSFE neobjektīvās, variānces un kovariānces komponentēs, balstoties uz Teila nevienlīdzību (sk. 3.4.1. apakšnodaļu). Konkrētāk, šajā attēlā redzamas MSFE komponentu atšķirības, salīdzinot DFM SURE sniegumu ar DFM MKM sniegumu, un tajā parādīts, ka uz SURE balstīti DFM5 novērtējumi kāpuma periodos ir nedaudz labāki nekā uz MKM balstītie, bet recesijas periodos tie ir daudz sliktāki, tādējādi kopējo novērtējumu vērsot uz sniegumu recesijas periodos. Tas nozīmē, ka tradicionālais kopējais novērtējums maldinoši kvalificētu uz SURE balstītu novērtējumu kā sliktāku, lai gan patiesībā tas gandrīz visu laiku ir labāks nekā uz MKM balstīts novērtējums. Otrkārt, 6. attēlā arī redzams, ka kāpuma laikā SURE novērtējums variānces palielināšanas rezultātā bieži spēj samazināt neobjektivitāti un parasti rada līdz kustības starp prognozēm un to piepildīšanos (sk. diskusiju 3.4.1. apakšnodaļā). Turpretī recesijas laikā pasliktinās gan 10 galveno rādītāju neobjektivitāte, gan variānce. Turklāt pielikumā sniegtie AR4 etalonmodeļa rezultāti kopumā liecina par salīdzināmu dinamiku tāpat kā DFM5 gadījumā (sk. B.1. tabulu un B.3. att.).¹³

6. tabula

Paplašinātie rezultāti: 10 galvenie makroekonomiskie rādītāji (SURE novērtējums)

Periods	Izlase	rRMSFE									
		IKP	CON	INV	EXP	IMP	UNR	HRS	PCI	RMB	PER
h = 1	Pilna izlase	1.018	1.003*	0.795***	0.980**	0.835***	0.837***	0.899***	1.109	1.015	0.913***
	Kāpums	1.166	1.087	0.935**	1.103	1.093	0.964**	1.03	1.000*	1.03	0.923***
	Recesija	0.768*	0.794**	0.488***	0.803***	0.505***	0.507***	0.560***	1.338	0.873**	0.875**
h = 2	Pilna izlase	0.901**	0.944**	0.799***	0.999*	0.733***	0.816***	0.870**	1.218	1.019	0.959**
	Kāpums	1.208	1.122	1.058	1.177	0.931**	1.062	1.175	1.104	1.022	1.037
	Recesija	0.676***	0.774***	0.583***	0.816**	0.597***	0.579***	0.650***	1.314	0.951	0.771**
h = 4	Pilna izlase	0.848***	0.898***	0.850***	0.992*	0.815***	0.772***	0.834***	1.218	0.973***	0.992*
	Kāpums	1.065	0.980*	0.997*	1.106	0.870***	0.897***	1.025	1.264	0.980**	1.119
	Recesija	0.776***	0.864**	0.780***	0.874**	0.787**	0.693**	0.766***	1.195	0.928*	0.766***

Piezīmes. Līdzīgi kā 4. tabulā, šīs tabulas ieraksti atspoguļo DFM5 rRMSFE salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli attiecībā uz 10 galvenajiem makroekonomiskajiem rādītājiem visos prognožu periodos (iestatījumi: SURE novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER recesijas perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publikojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Tabulas ieraksts ir trekndrukā, ja rRMSFE saskaņā ar SURE novērtējumu vienāda vai mazāka nekā rRMSFE saskaņā ar MKM novērtējumu 4. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4. nodaļu.

¹³ B.1. tabulā un B.3. attēlā arī atspoguļotas sistemātiskas atšķirības dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs, kad AR4(SURE) sniegums salīdzinājumā ar AR4(MKM) recesijas periodos ir sliktāks nekā kāpuma periodos. Šīs atšķirības īpaši krasas $h = 2$ gadījumā, bet mazāk – $h = 4$ gadījumā.

7. tabula

rRMSFE sadalījums attiecībā uz DFM5 SURE sniegumu salīdzinājumā ar DFM5 MKM sniegumu

Periods	Izlase	DFM5 rRMDFE sadalījums					rRMSFE	rrRMSFE
		5%	25%	50%	75%	95%	<1	<1
h = 1	Pilna izlase	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.00%	–
	Kāpums	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.00%	0.00%
	Recesija	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.00%	0.00%
h = 2	Pilna izlase	0.959	0.992	1.008	1.023	1.047	34.70%	–
	Kāpums	0.946	0.978	0.998	1.014	1.043	52.30%	71.30%
	Recesija	0.951	0.995	1.029	1.056	1.097	28.20%	28.70%
h = 4	Pilna izlase	0.921	0.988	1.017	1.056	1.110	36.60%	–
	Kāpums	0.867	0.935	0.982	1.037	1.119	58.80%	62.50%
	Recesija	0.826	0.981	1.053	1.110	1.202	31.90%	37.50%

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 SURE novērtējuma rRMSFE procentiņu sadalījumus salīdzinājumā ar DFM5 MKM novērtējuma rRMSFE procentiņu sadalījumiem (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER recesijas perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Sīkāk sk. 2. tabulas piezīmes un 4.2. apakšnodaļu.

Apkopojot iepriekš teikto, galvenos iegūtos rezultātus īpaši neietekmē tas, ka kļūdās tiek ņemts vērā MA ($h - 1$) process, izmantojot M. Pesarana, A. Pika, E. Timermana (24) SURE metodi. Konkrētāk, šā pētījuma autori konstatē, ka SURE novērtējumi salīdzinājumā ar MKM novērtējumiem normālos apstākļos ir precīzāki, bet nemierīgos laikos – neprecīzāki.

4.3. Noturības testu rezultāti

Lai pārbaudītu galveno rezultātu noturību, šajā nodaļā aplūkots alternatīvs modelis un prognozēšanas eksperimenta vides specifikācijas. Katrā turpmāk izklāstītajā noturības testā apskatīta viena konkrēta novirze no galvenajām modeļa specifikācijām (sk. 4.1. apakšnodaļu). Lai vienkāršotu pārisku salīdzināšanu, ieraksts atkal ir trekn drukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā.

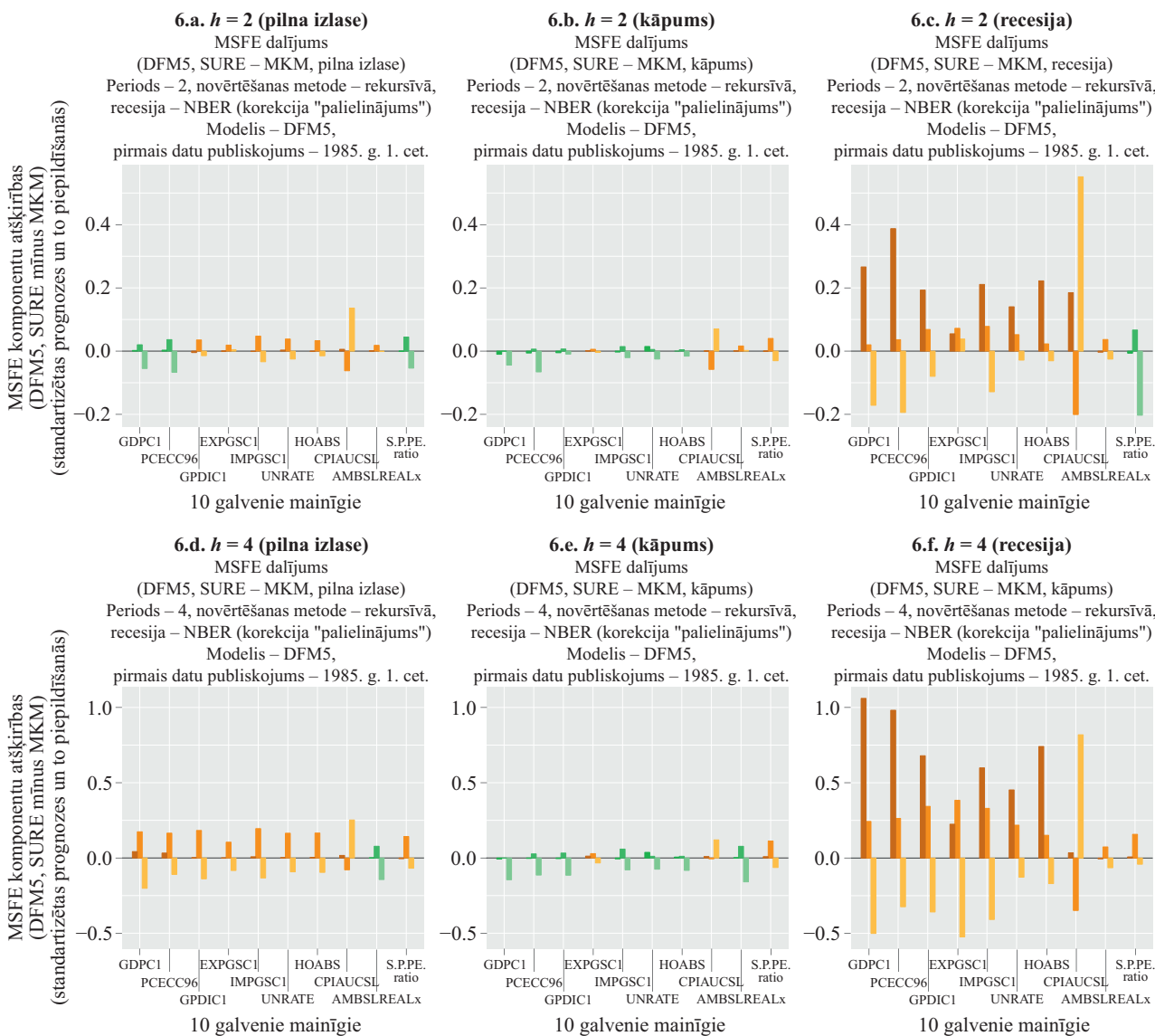
4.3.1. Recesijas definīcijas

Kā jau paskaidrots 2.2. apakšnodaļā, šā pētījuma autori pielāgojuši recesijas definīciju, balstoties uz recesijas korekciju "palielinājums" attiecībā uz galvenajiem rezultātiem. Šajā apakšnodaļā aplūkotas divas alternatīvas: ierosinātās korekcijas "pārnese", kad gan sākuma, gan beigu datums tiek pārnesti ($h - 1$) periodus uz priekšu (sk. C.1. tabulu), kā arī sākotnējo NBER definīciju bez korekcijām izmantošanas ietekme (sk. C.2. tabulu), neraugoties uz 2.2. apakšnodaļā minētajiem trūkumiem. No šajā nodaļā teiktā arī izriet, ka abas alternatīvas maina rezultātus tikai prognozēs daudzus periodus uz priekšu ($h > 1$), bet nevis prognozēs vienu periodu ($h = 1$) uz priekšu.

C.1. un C.2. tabulā atspoguļotie rezultāti liecina, ka galvenos secinājumus izmantotā recesijas definīcija neietekmē. Katrā ziņā abu alternatīvu gadījumā DFM5 modeļa prognozētspēja gan recesijas, gan kāpuma periodā ir nedaudz labāka nekā AR4 etalonmodeļa prognozētspēja. Tomēr tas būtiski neietekmē atšķirīgo snieguma asimetriju dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs.

6. attēls

MSFE komponentu atšķirības attiecībā uz DFM5(SURE) salīdzinājumā ar DFM5(MKM)



Piezīmes. Attēlos redzamas MSFE komponentu atšķirības DFM5(SURE) salīdzinājumā ar DFM5(MKM) attiecībā uz 4.1.4. apakšnodaļā minētajiem 10 galvenajiem makroekonomiskajiem rādītājiem visās (apakš)izlasēs (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER recesijas perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). MSFE tika sadalītas neobjektivitātes, variānces un kovariānces komponentos (sk. 3.4.1. apakšnodaļu), un stabiņi norāda šo komponentu atšķirības (SURE minus MKM). Tādējādi virs [zem] x ass novietotie stabiņi liecina, ka SURE kļūdas komponents ir lielāks [mazāks] nekā MKM kļūdas komponents. Visus trīs jebkura konkrēta mainīgā komponentus attēlojošie stabiņi ir zaļi [oranži], ja SURE novērtējums salīdzinājumā ar MKM novērtējumu attiecībā uz MSFE (visu komponentu summa) ir labāks [sliktāks]. Turklāt nolūkā iegūt līdzīgu mērogu MSFE tika atvasinātas no normalizētas prognožu piepildīšanās un prognozēm (izmantojot mērķa mainīgā standartnovirzi). Labākas salīdzināmības nodrošināšanai konkrētā periodā visu triju diagrammu y asij ir vienāda skala. Sīkāk sk. 4.2. apakšnodaļu.

4.3.2. Slīdošās novērtēšanas metode

Literatūrā parasti aplūkoti gan rekursīvie, gan slīdošie aplēšu laika intervāli (sk., piemēram, Dž. Stoks un M. Votsons (37), H. Kims un N. Svonsons (13)), un šā pētījuma C.3. tabulā sniegti rezultāti saskaņā ar slīdošās aplēses shēmu. Asimetrija starp ekonomiskās attīstības cikliem joprojām pastāv, bet tā ir mazāka salīdzinājumā ar rekursīvi augošajiem laika intervāliem lieluma un nozīmīguma ziņā.

4.3.3. Alternatīvie etalonmodeļi

Papildus AR4 etalonmodelim šajā pētījumā aplūktas daudzas stabilas alternatīvas specifikācijas, kuras attiecīgajā literatūrā tiek bieži izmantotas (sk. 3.2.2. apakšnodaļu). C.4. un C.5. tabulā atspoguļoti novērtēšanas rezultāti, kas iegūti, izmantojot HMN un AR1 etalonmodeļi, un šie rezultāti liecina par vēl lielākām atšķirībām dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs. Šis vērojums šķiet saprātīgs, jo HMN un AR1 modeļis elastības ziņā ir (daudz) vairāk ierobežoti nekā AR4 etalonmodelis un tāpēc, iespējams, tie var arī nereaģēt uz pamatā esošo laikrindu kustībām (sk. B. Siliverstovs (30); vispārēju diskusiju par modeļu elastību un sniegumu sk. G. Džeimss (*G. James*), D. Vītena (*D. Witten*), T. Heistijs (*T. Hastie*) u.c. (12)). Tomēr, pat ja AR4 etalonmodelis ir diezgan elastīgs, AR modeļiem piemīt dabisks trūkums – tie nespēj uzreiz reaģēt uz situācijas pārmaiņām, t.i., tie reaģē tikai pēc labu vai sliktu ziņu piepildīšanās. Tāpēc papildus tiek vērtēts arī DFM5 modelis salīdzinājumā ar CADL etalonmodeļu, kurš papildus AR procesiem ietver vienlaicīgu informāciju par visiem prediktoriem.¹⁴ C.6. tabulā atspoguļotie rezultāti apstiprina, ka CADL salīdzinājumā ar DFM5 ir konkurētspējīgāks. Tomēr saskaņā ar tabulā iekļauto informāciju modeļu snieguma atšķirības apjoma un nozīmīguma ziņā joprojām vērojamas dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs visos periodos.

4.3.4. Alternatīvie faktora modeļi

C.7. un C.8. tabulā apkopoti divu alternatīvo dinamiskā faktora modeļu snieguma rezultāti attiecīgi ar vienu faktoru (DFM1) un 10 faktoriem (DFM10). Tie liecina, ka 4.1. apakšnodaļā minētos galvenos rezultātus izmantotais faktora modelis neietekmē un ka situācijas noteikts sniegums ir līdzīgs. Interesanti ir arī tas, ka DFM1 sniegums salīdzinājumā ar DFM5 sniegumu normālos apstākļos gandrīz visiem mainīgajiem ir labāks, savukārt DFM10 sniegums nav viendabīgs. Tas kopumā atbilst gaidām, ka DFM1 ir visciešāk saistīts ar AR4, kura sniegums kāpuma laikā ir pieņemams (sk. 4. nodaļu), savukārt elastīgajam DFM10 varētu būt tieksme pārmērīgi pielāgoties (sk. G. Džeimss, D. Vītena, T. Heistijs u.c. (12) un arī diskusijas H. Kima un N. R. Svonsona (14) pētījumā).

4.3.5. Prognozēšanas laika intervāla paplašināšana

Prognozētspējas novērtēšanā atsevišķi kāpuma un recesijas periodos jāstopas ar būtisku trūkumu – nepietiekamu recesijas periodu skaitu. Tāpēc šā pētījuma autori paplašinājuši prognozēšanas laika intervālu, pārceļot tā sākuma periodu no 1985. gada 1. ceturkšņa uz 1980. gada 1. ceturksni. Tādējādi iespējams ietvert papildus vēl divas 20. gs. 80. gadu sākumā vērotās recesijas, pārāk nesamazinot aplēšu laika intervālu.

¹⁴ Jāņem vērā, ka DFM5 un CADL tiešā nozīmē vairs nav ligzdoti. Tāpēc šā pētījuma autori DM testā izmantojuši t standartvērtības, nevis M. Makrakena (18) kritiskās t vērtības. Iegūtie rezultāti kopumā neliecina par būtiskiem uzlabojumiem, bet tie joprojām apstiprina galvenos secinājumus par pastāvošām būtiskām atšķirībām starp ekonomiskās attīstības ciklu apakšizlasēm.

C.9. tabulā sniegti tālāki pierādījumi galveno secinājumu apstiprinājumam. Konkrētāk, prognozēšanas laika intervāla paplašināšanas rezultātā DFM5 modeļa prognozētspēja salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli ir labāka, un tas spēj veiksmīgāk noraidīt vienādas prognozēšanas precizitātes hipotēzi. Tādējādi prognozēšanas laika intervāla paplašināšana liecina par to pašu.

5. SECINĀJUMI

Šajā pētījumā sistemātiski pārskatīts nozīmīgais nesenaais ieguldījums dinamisko faktora modeļu prognozētspējā attiecībā uz simtiem makroekonomisko mērķa mainīgo (galvenokārt Dž. Stoks un M. Votsons (37), arī D. Korobilis (17), M. Pesarans, A. Piks, E. Timermans (24)) un īpaša uzmanība veltīta iespējamai snieguma asimetrijai ekonomiskās attīstības ciklos atbilstoši M. Šovē un S. Poteram (4) un B. Siliverstovam (28; 29; 30)). Šā pētījuma autoru veiktais (nosacīti) reālā laika prognozēšanas eksperiments balstīts uz pilnīgi jaunu lielu ASV tautsaimniecības datu kopu (FRED-QD), kurā ietverts vairāk nekā 216 ceturkšņa rādītāju par gandrīz 60 gadiem (1960–2018; sk., piemēram, M. Makrakens (19) un M. Makrakens un S. Nga (22)).

Iegūtie rezultāti atbilst jaunākajai literatūrai, kurā veikts ar ekonomiskās attīstības cikliem saistīts novērtējums (piemēram, M. Šovē un S. Poters (4) un B. Siliverstovs (28; 29; 30)), un tie sistemātiski paplašina to atbilstību daudziem makroekonomiskajiem rādītājiem vispār un konkrēti 10 galvenajiem rādītājiem. Pirmkārt, saskaņā ar M. Šovē un S. Poteru (4) šā pētījuma autori dokumentē sistemātisku modeļu snieguma asimetriju dažādās ekonomiskās attīstības cikla fāzēs gan absolūtā, gan relatīvā izteiksmē. No vienas puses, lielākajā daļā laikrindu gan dinamisko faktora modeļu, gan AR etalonmodeļu absolūtās prognožu kļūdas recesijas periodos ir lielākas nekā kāpuma periodos (sk. M. Šovē un S. Poters (4)). No otras puses, relatīvajā sniegumā vērojamas skaidras sadalījuma pārmaiņas, un dinamisko faktora modeļu sniegums salīdzinājumā ar etalonmodeli recesijas laikā parasti ir būtiski un statistiskā nozīmīguma ziņā labāks, bet kāpuma laikā tas tikai nebūtiski atšķiras (sk., piemēram, M. Šovē un S. Poters (4), B. Siliverstovs (29)). Šā pētījuma autori parādījuši, ka gan pilnās izlases snieguma metrika, gan testi var tikt būtiski izkropļoti attiecībā uz recesijas apakšizlašu sniegumu un var kvalificēt modeļus kā kopumā būtiski pārākus par etalonmodeli, pat ja to sniegums gandrīz vienmēr ir sliktāks (sk. S. Fosati (8), B. Siliverstovs (30)). Otrkārt, attiecībā uz šķērsriezuma dimensiju dokumentētas skaidras modeļu prognozētspējas atšķirības dažādās rādītāju grupās (zems neviendabīgums grupas iekšienē). Lai gan DFM sniegums salīdzinājumā ar AR4 sniegumu gandrīz visās 14 grupās ir labāks, tā sniegums attiecībā uz laikrindām, kuras saistītas ar valūtas kursiem, akcijām, cenām un inflāciju, ir sliktāks (sk. Dž. Stoks un M. Votsons (34)). Visbeidzot, tiek konstatēts, ka M. Pesarana, A. Pika, E. Timermana (24) uz GLS balstītā SURE metode relatīvā izteiksmē sniedz pat pārliecinošākus rezultātus. Absolūtā izteiksmē uz GLS balstīta modeļa prognozes normālos apstākļos ir precīzākas nekā uz MKM balstīta modeļa prognozes, bet nemierīgos laikos – neprecīzākas. Turklāt šis pētījums parāda, ka asimetrija pastāv daudzās alternatīvās noturības specifiskajās, kurās ietvertas dažādas recesijas definīcijas, novērtēšanas metodes, etalonmodeļi, faktora modeļi, kā arī novērtēšanas laika intervālu lielums.

Kopumā iegūtie secinājumi liecina, ka plaši izplatītā prakse, paļaujoties uz *pilnas izlases* prognozes novērtējuma metriku un testiem, varētu izrādīties nepilnīga, jo

vismaz divām trešdaļām no visiem 216 makroekonomiskajiem rādītājiem jebkurā prognožu periodā rRMSFE rādītāji DFM modeļu sniegumu ekspansijas periodos sistemātiski novērtē par augstu, bet recesijas periodos – par zemu. Tā ir gan laba, gan slikta ziņa. Labā ziņa ir tāda, ka kopējie novērtējumi līdz šim slēpuši patieso faktora modeļu prognozētspēju: attiecībā uz lielāko daļu mainīgo to sniegums ir visprecīzākais periodos, kad valsts un privātā sektora vadošajiem darbiniekiem visvairāk rūp precīzs pašreizējo un nākotnes makroekonomisko apstākļu novērtējums (sk., piemēram, B. Siliverstovs (28; 30), Dž. Stoks un M. Votsons (34)). Tomēr, ņemot vērā prognožu nozīmīgumu politikas veidošanā (F. Vīlands un M. Volterss (43)), slikta ziņa ir tāda, ka novērtējuma rādītāji ir būtiski izkropļoti un tādējādi var veicināt nepietiekami optimālu vai pat nepareizu lēmumu pieņemšanu (sk., piemēram, B. Siliverstovs (28; 30)). Tādējādi iegūtie rezultāti nepārprotami rosina prognozētājus vērtēt pilnas izlases un apakšizlases sniegumu.

Noslēgumā autori pievēršas nesenajam Dž. Stoka un M. Votsona (34) prognozēšanas literatūras novērtējumam: "Neraugoties uz datu pieejamības uzlabojumiem, teorijas attīstību un skaitļošanas jaudas palielināšanos, prognožu precizitāte pēdējos gadu desmitos nav būtiski uzlabojusies." (turpat, 70. lpp.). Ņemot vērā šajā pētījumā iegūtos rezultātus, šim vērtējumam var tikai daļēji piekrist. Šā pētījuma autori nepiekrīt šim apgalvojumam dezagregētā līmenī, jo recesijas periodos konstatējuši būtisku prognožu precizitātes uzlabošanas attiecībā uz daudziem makroekonomiskajiem rādītājiem. Tomēr agregētā līmenī viņi tam piekrīt, jo pilnā novērtēšanas periodā vidējie prognozētspējas rādītāji mazina šos būtiskos uzlabojumus, tādējādi apslēpjot nozīmīgu prognozētspējas uzlabošanu (sk. B. Siliverstovs (28; 30)).

Šo pētījumu var turpināt vairākos daudzsološos virzienos: empīriskā ziņā autori tajā galvenokārt pievērsušies daudziem dinamiskā faktora modeļu variantiem, kā arī vairākām etalonmodeļa specifiskajām, bet turpmākajos pētījumos iespējams pievērsties pat lielākai tādu modeļu kopai, kuri labi piemēroti, lai tiktu galā ar lielām makroekonomisko datu kopām (sk., piemēram, interesantu šajā virzienā nesen veiktu H. Kima un N. Svonsona (13) pētījumu). Turklāt situācijas noteiktam novērtējumam veltītajā literatūrā līdz šim galvenā uzmanība pievērsta attīstītajām valstīm. Mazāk zināms par iespējamu asimetriju attīstības valstīs, kas pēdējos gadu desmitos pieredzējušas pat spēcīgākas ekonomiskās lejupslīdes un to radītās sekas nekā attīstītās valstīs (M. Šovē un S. Poters (4)). No konceptuālā viedokļa nepieciešama alternatīva metrika un testēšanas procedūras, kurās tiešā veidā ņemta vērā ar ekonomiskās attīstības ciklu saistīta asimetrija (par šajā ziņā nesen panāktu būtisku progresu sk., piemēram, S. Fosati (8)). Tas, cerams, varētu viest skaidrību par prognozētspējas nepastāvības vai noturības avotiem. Turklāt šo snieguma asimetriju varētu lietderīgi izmantot prognožu kombināciju literatūrā (sk., piemēram, M. Del Negro, M. Džannoni un K. Patersons (13) un H. Kims un N. Svonsons (14); pārskatu sk. G. Eljots (*G. Elliot*) un E. Timermans (7), 310. lpp. un tālāk). Nākamajos gados šajā virzienā veiktiem konceptuāliem un empīriskiem sniegumiem, visticamāk, būs liela praktiska nozīme.

A PIELIKUMS. Dati

A.1. tabula

Stacionaritātes pārveides

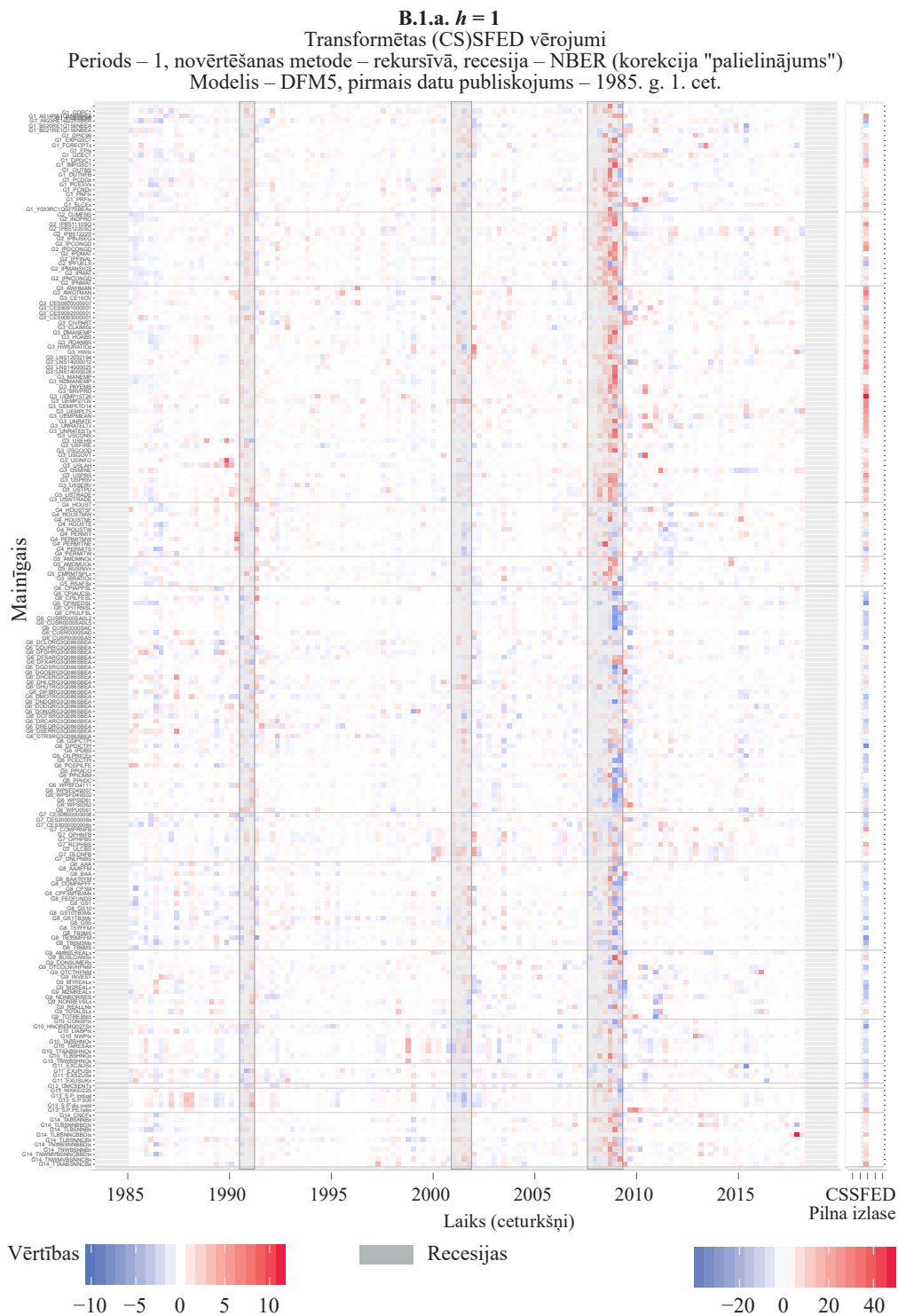
TC	$W_{l,t}$ pārveides
1	$W_{l,t} = Z_{l,t}$
2	$W_{l,t} = Z_{l,t} - Z_{l,t-1}$
3	$W_{l,t} = (Z_{l,t} - Z_{l,t-1}) - (Z_{l,t-1} - Z_{l,t-2})$
4	$W_{l,t} = \ln(Z_{l,t})$
5	$W_{l,t} = \ln(Z_{l,t}) - \ln(Z_{l,t-1})$
6	$W_{l,t} = [\ln(Z_{l,t}) - \ln(Z_{l,t-1})] - [\ln(Z_{l,t-1}) - \ln(Z_{l,t-2})]$
7	$W_{l,t} = (Z_{l,t}/Z_{l,t-1} - 1) - (Z_{l,t-1}/Z_{l,t-2} - 1)$
TC	$Y_t^{(h)}$ pārveides
1	$Y_t^{(h)} = Z_{k,t}$
2	$Y_t^{(h)} = Z_{k,t} - Z_{k,t-h}$
3	$Y_t^{(h)} = h^{-1}(Z_{k,t} - Z_{k,t-h}) - (Z_{k,t-h} - Z_{k,t-h-1})$
4	$Y_t^{(h)} = \ln(Z_{k,t})$
5	$Y_t^{(h)} = \ln(Z_{k,t}) - \ln(Z_{k,t-h})$
6	$Y_t^{(h)} = h^{-1}[\ln(Z_{k,t}) - \ln(Z_{k,t-h})] - [\ln(Z_{k,t-h}) - \ln(Z_{k,t-h-1})]$
7	$Y_t^{(h)} = h^{-1}(Z_{k,t}/Z_{k,t-h} - 1) - (Z_{k,t-h}/Z_{k,t-h-1} - 1)$

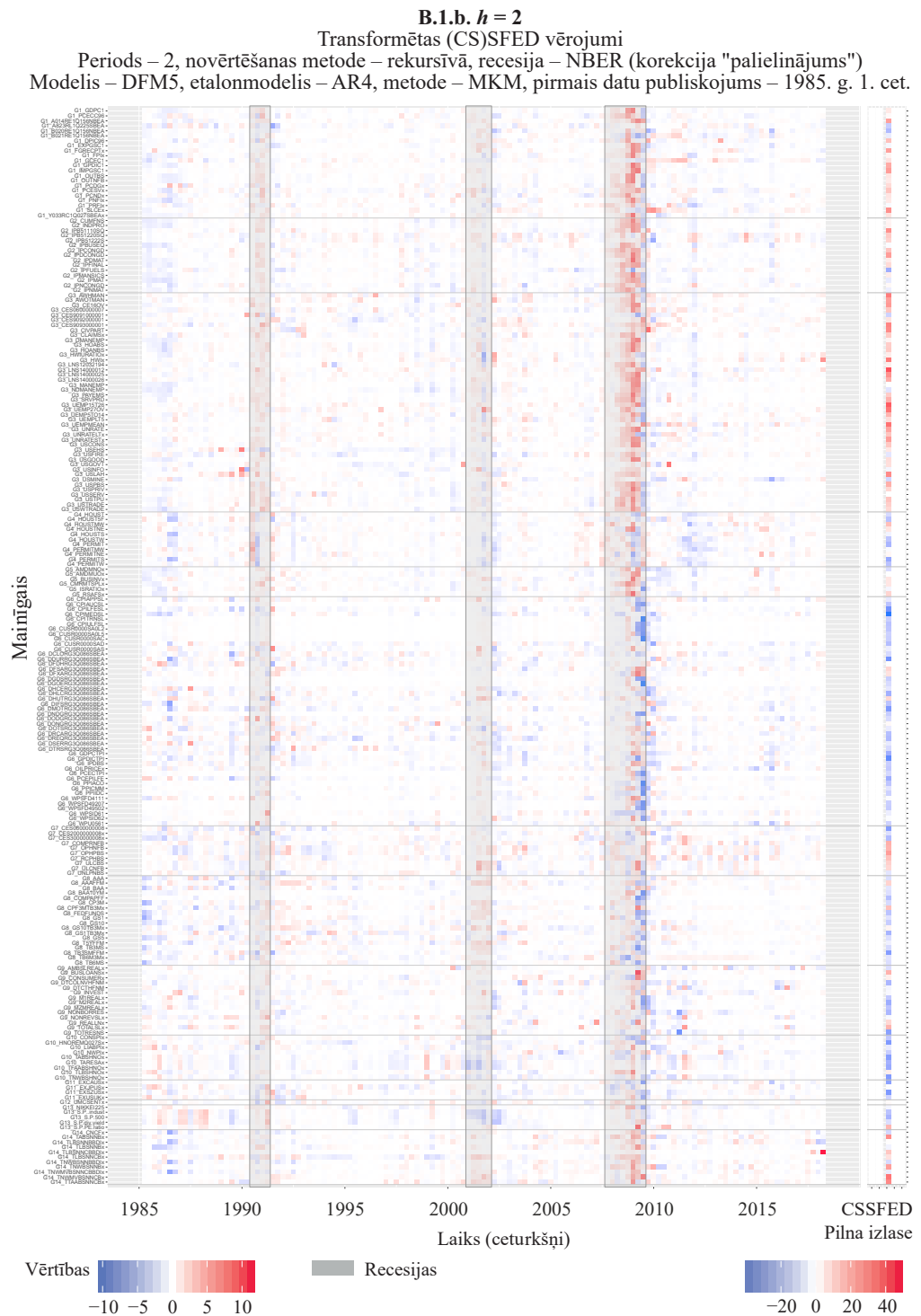
Piezīmes. Šajā tabulā apkopotas atkarīgajiem mainīgajiem ($Y_t^{(h)}$) un neatkarīgajiem mainīgajiem ($W_{l,t}$, $l \in \{1, \dots, K\} \setminus \{k\}$) piemērotas stacionaritātes pārveides tāpat kā Dž. Stoka un M. Votsona (37) pētījumā (sk. pētījuma pielikumu tiešsaistē) un D. Korobiļa (17) pētījumā. TC nozīmē attiecīgo pārveides kodu, kas lietots M. Makrakena un S. Ngas (22) darbā. Trijiem mainīgajiem, kuru mnemonika ir TLBSNNBBDIx, NWPIx un HWIx, ir ļoti gari ieraksti, jo to stacionaritāte netika pārveidota (TC = 1). Tāpēc šie mainīgie tika attiecīgi samazināti par faktoriem 100'000, 1'000 un 1'000.

B PIELIKUMS. Galvenie rezultāti

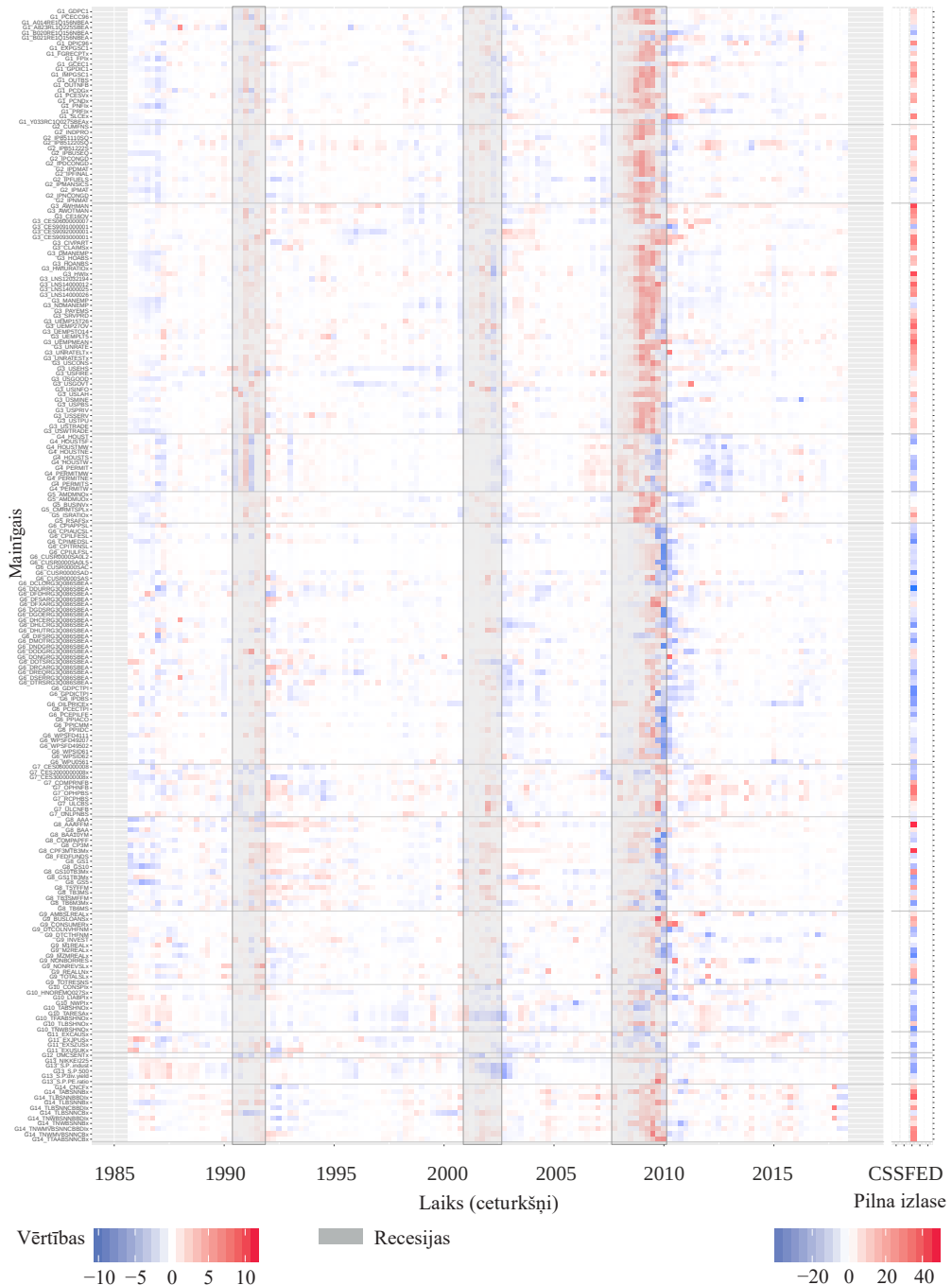
B.1. attēls

SFED intensitātes diagrammas





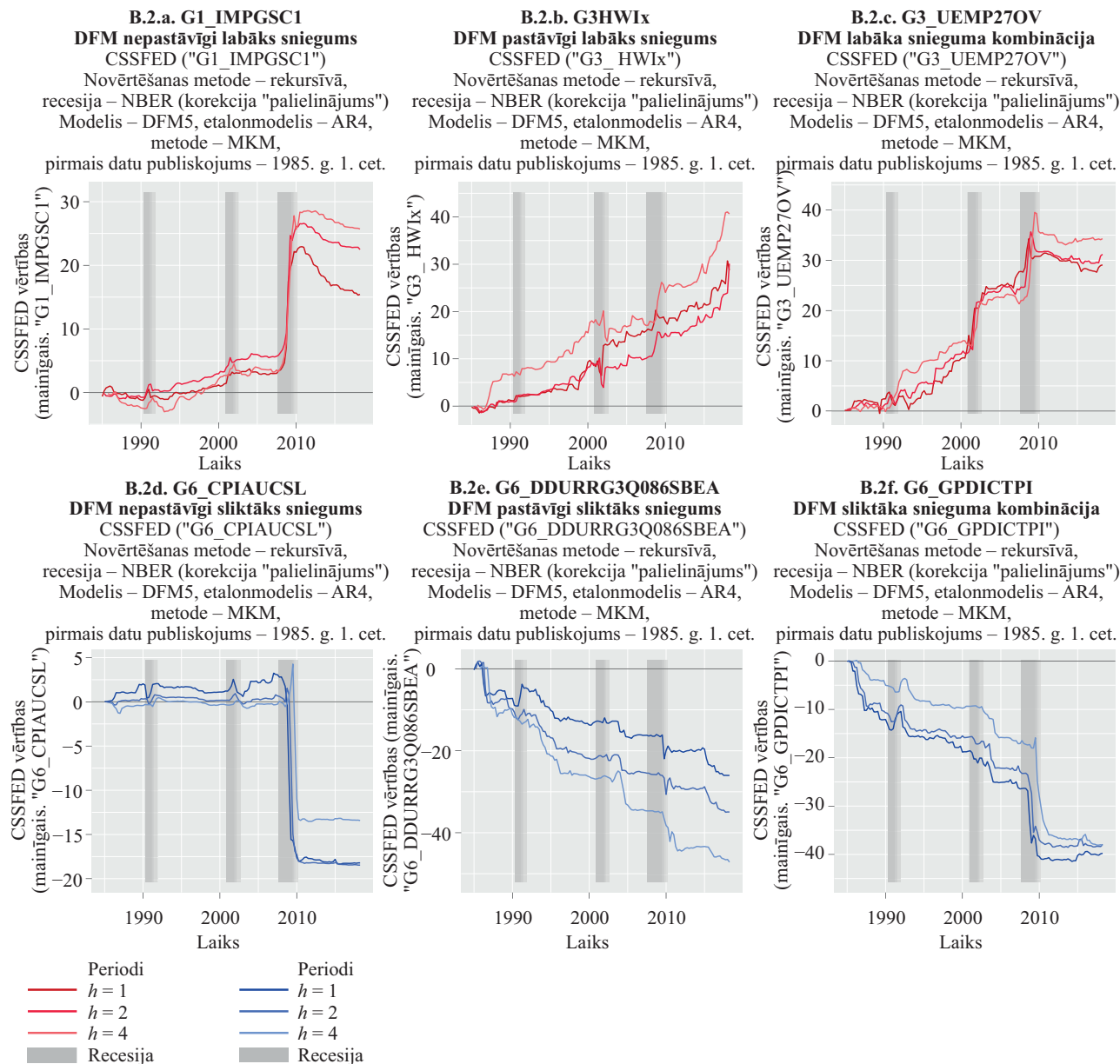
B.1.c. $h = 4$
Transformētas (CS)SFED vērojumi
Periods – 4, novērtēšanas metode – rekursīvā, recesija – NBER (korekcija "palielinājums")
Modelis – DFM5, etalonmodelis – AR4, metode – MKM, pirmais datu publicējums – 1985. g. 1. cet.



Piezīmes. Attēlos sniegta trīsdimensiju ilustrācija, kurā atspoguļotas SFED vērtības (z ass, rūtiņu krāsa) katrā atsevišķā laika periodā (x ass), kā arī katrai atsevišķai laikrindai (y ass) galveno modeļa specifikāciju gadījumā (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER korekcija "palielinājums", DFM5 un AR4 novērtējums, izmantojot MKM, pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Labajā malējā slejā redzama konkrētās laikrindas CSSFED galavērtība (sīkāk sk. 3.4.3. apakšnodaļu). Dažādās mainīgo grupas nodalītas ar tievām, pelēkām līnijām, un pelēki ēnotie laukumi atbilst 2.2. apakšnodaļā definētajiem recesijas periodiem. Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

B.2. attēls

CSSFED: nepastāvīgo un pastāvīgo modeļu snieguma atšķirības



Piezīmes. Skaitļi atspoguļo sešu konkrētu mainīgo CSSFED veidus visā prognozēšanas laika intervālā, $\forall t_1 \in \mathcal{S}_f^p$ (13) vienādojumā (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Kreisajā pusē un vidū novietotajos attēlos redzamas četras stilizētas B. Siliverstova (28; 30) pētījumos aplūkotas tendences, un šie attēli dod iespēju novērtēt, vai DFM5 sniegums ir nepastāvīgi vai pastāvīgi labāks [sliktāks] par AR4 etalonmodeļa sniegumu (sk. augšējo kreiso un augšējo vidējo att.) [(sk. apakšējo kreiso un apakšējo vidējo att.)]. Nepastāvīga snieguma uzlabošanās [pasliktināšanās] raksturo dažas vērā ņemamas augšupvērstas [lejupvērstas] CSSFED kustības, savukārt pastāvīga snieguma uzlabošanās [pasliktināšanās] ataino nepārtraukta augšupvērstā [lejupvērstā] tendence (sk., piemēram, B. Siliverstovs (28; 30); jāņem vērā, ka B. Siliverstovs nepastāvīgu uzlabošanās dēvē par "lēcienu" un pastāvīgu uzlabošanās – par "tendenci"). Labajā pusē redzami attēli atspoguļo gan nepastāvīgi, gan pastāvīgi labāku [sliktāku] DFM snieguma kombināciju (sk. augšējo attēlu labajā pusē) [sk. apakšējo attēlu labajā pusē]. Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

B.1. tabula

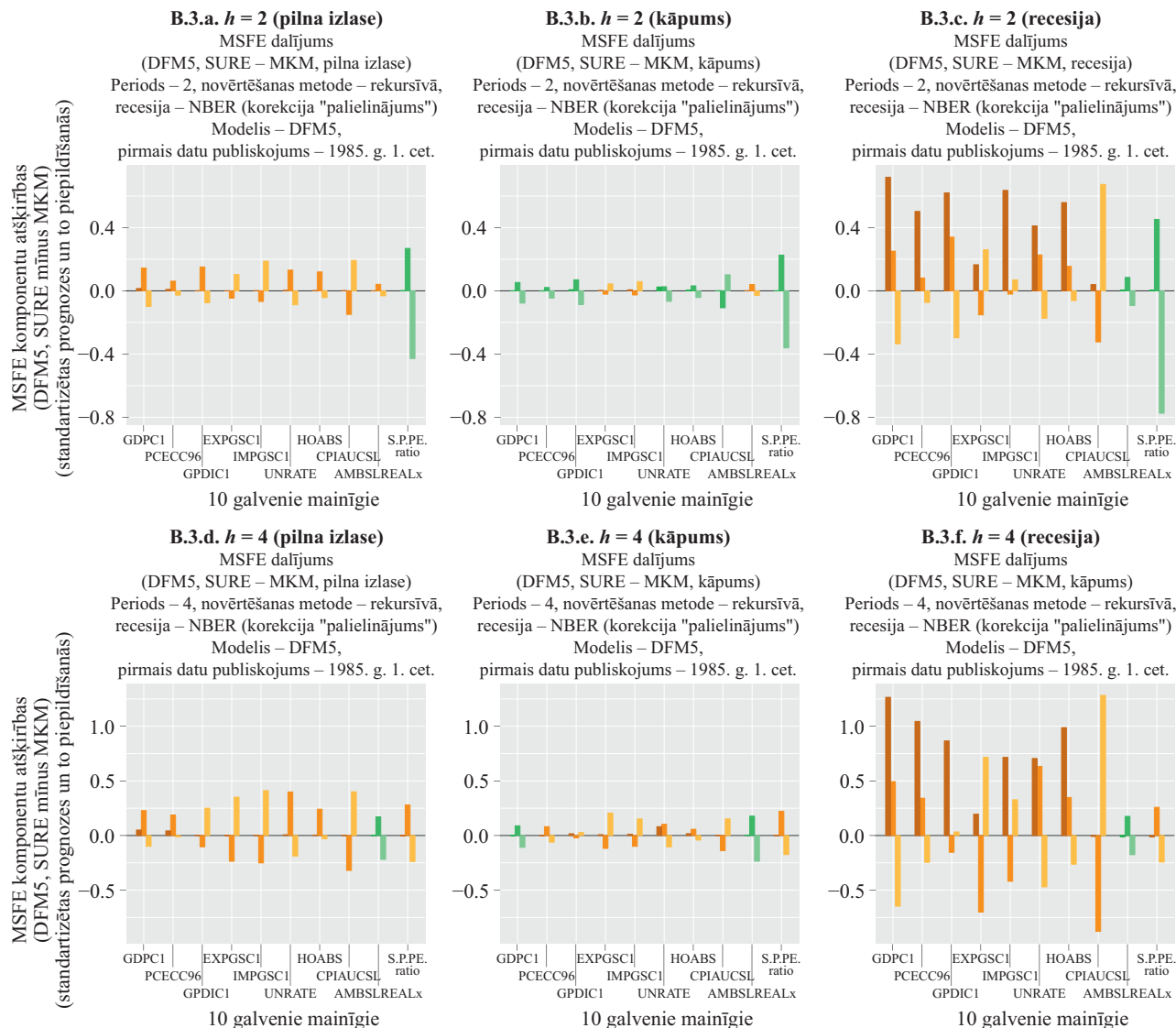
Paplašinātie rezultāti: rRMSFE sadalījums attiecībā uz AR4(SURE) salīdzinājumā ar AR4(MKM)

Periods	Izlase	AR4 etalonmodeļa rRMDFE sadalījums					rRMSFE <1	rrRMSFE <1
		5%	25%	50%	75%	95%		
h = 1	Pilna izlase	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.00%	–
	Kāpums	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.00%	0.00%
	Recesija	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.00%	0.00%
h = 2	Pilna izlase	0.961	1.000	1.022	1.040	1.071	24.10%	–
	Kāpums	0.939	0.976	1.000	1.026	1.059	49.50%	77.80%
	Recesija	0.947	1.017	1.048	1.075	1.105	17.60%	22.20%
h = 4	Pilna izlase	0.957	1.023	1.065	1.096	1.142	16.70%	–
	Kāpums	0.950	1.011	1.048	1.085	1.138	20.80%	53.20%
	Recesija	0.890	1.000	1.070	1.114	1.165	25.00%	46.80%

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo AR4 modeļa (SURE novērtējums) rRMSFE procentiņu sadalījumus salīdzinājumā ar AR4 modeļa (MKM novērtējums) rRMSFE procentiņu sadalījumiem (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publikojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.2. apakšnodaļu.

B.3. attēls

MSFE komponentu atšķirības AR4(SURE) salīdzinājumā ar AR4(MKM)



MSFE komponentu atšķirības

(-): summas stabili < 0: SURE labāks

(+): summas stabili > 0: SURE sliktāks

Neobjektivitāte (-)

Neobjektivitāte (+)

Variance (-)

Variance (+)

Kovariance (-)

Kovariance (+)

Piezīmes. Attēlos redzamas AR4(SURE) MSFE komponentu atšķirības salīdzinājumā ar AR4(MKM) attiecībā uz 4.1.4. apakšnodaļā minētajiem 10 galvenajiem makroekonomiskajiem rādītājiem visās (apakš)izlasēs (iestatījumi: rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Sīkāk sk. 6. attēla piezīmes un 4.2. apakšnodaļu.

B.4. attēls

RRMSFE blīvums (pilna izlase, kāpuma periodi salīdzinājumā ar recesijas periodiem)

B.4.a. $h = 1$

rRMSFE visās grupās

Periods – 1,

novērtēšanas metode – rekursīvā,

recesija – NBER
(korekcija "palielinājums")

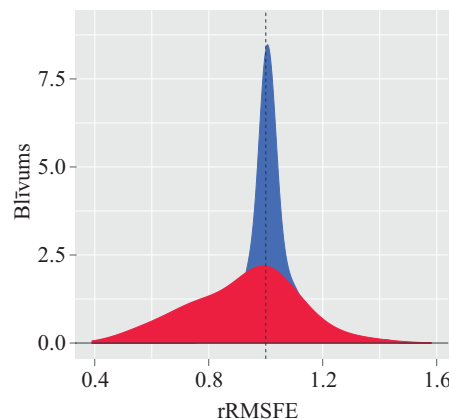
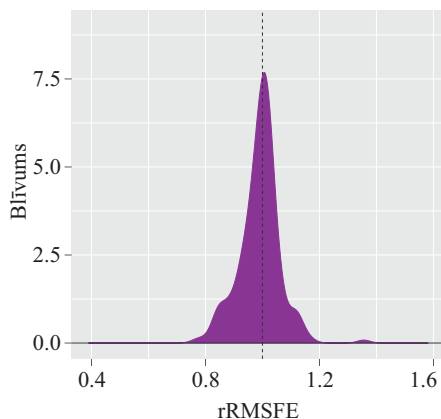
Modelis – DFM5,

etalonmodelis – AR4, metode – MKM,

pirmais datu publiskojums –

1985. g. 1. cet.

■ Pilna izlase
■ Recesija
■ Kāpums



B.4.b. $h = 2$

rRMSFE visās grupās

Periods – 2,

novērtēšanas metode – rekursīvā,

recesija – NBER
(korekcija "palielinājums")

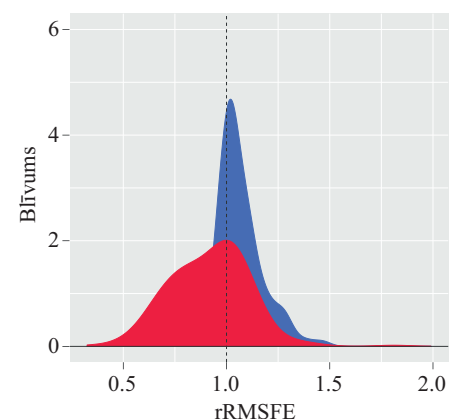
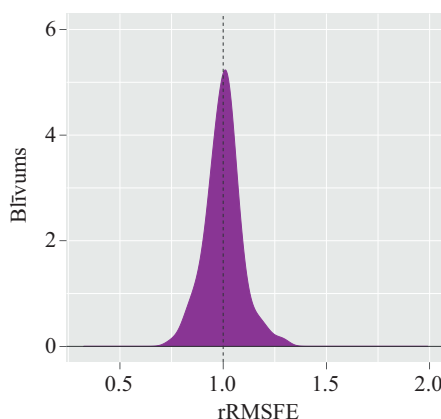
Modelis – DFM5,

etalonmodelis – AR4, metode – MKM,

pirmais datu publiskojums –

1985. g. 1. cet.

■ Pilna izlase
■ Recesija
■ Kāpums



B.4.c. $h = 4$

rRMSFE visās grupās

Periods – 4,

novērtēšanas metode – rekursīvā,

recesija – NBER
(korekcija "palielinājums")

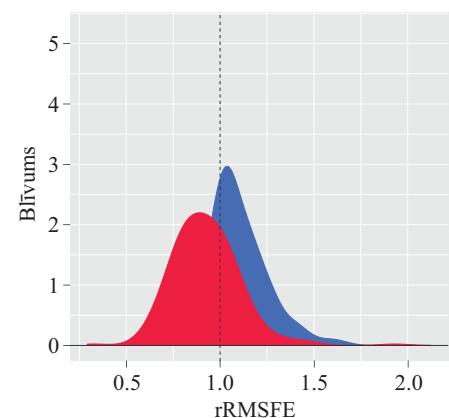
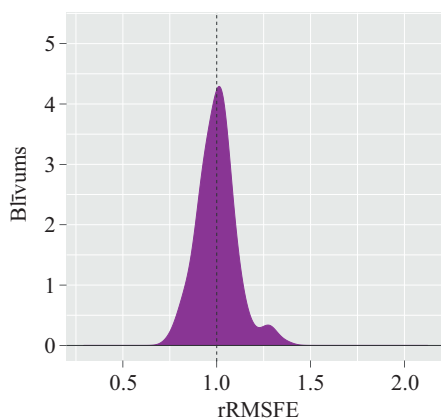
Modelis – DFM5,

etalonmodelis – AR4, metode – MKM,

pirmais datu publiskojums –

1985. g. 1. cet.

■ Pilna izlase
■ Recesija
■ Kāpums



Piezīmes. Attēlā redzamas galvenās modeļa specifikācijas rRMSFE (izlīdzinātas) blīvuma diagrammas visam novērtēšanas periodam (pa kreisi), kā arī attiecīgi ekspansijas un recesijas apakšizlasei (pa labi) (sk. 2.2. apakšnodaļu). Tāpēc attēls atbilst 2. tabulā iekļauto rezultātu vizualizācijai. Sīkāk sk. 4.1. apakšnodaļu.

C PIELIKUMS. Noturības testu rezultāti

C.1. tabula

Noturības testi: recesijas perioda korekciju pārneses rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE	rrRMSFE	DM tests
		5%	25%	50%	75%	95%	<1	<1	<5%
h = 1	Pilna izlase	0.852	0.958	1.000	1.022	1.107	<u>49.50%</u>	–	<u>44.00%</u>
	Kāpums	0.925	0.985	1.009	1.044	1.165	<u>38.90%</u>	<u>32.90%</u>	<u>28.70%</u>
	Recesija	0.587	0.787	0.953	1.036	1.183	<u>62.00%</u>	<u>67.10%</u>	35.20%
h = 2	Pilna izlase	0.848	0.951	1.006	1.046	1.161	<u>45.80%</u>	–	<u>40.30%</u>
	Kāpums	0.938	0.996	1.036	1.102	1.262	<u>25.90%</u>	<u>27.30%</u>	20.40%
	Recesija	0.609	0.786	0.939	1.050	1.196	<u>64.40%</u>	<u>72.70%</u>	39.40%
h = 4	Pilna izlase	0.840	0.934	1.006	1.047	1.186	<u>47.70%</u>	–	<u>42.60%</u>
	Kāpums	0.906	0.994	1.048	1.127	1.268	<u>28.20%</u>	<u>26.40%</u>	<u>20.80%</u>
	Recesija	0.618	0.781	0.900	1.033	1.300	67.10%	73.60%	44.90%

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 modeļa salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "pārnese"; pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekn drukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.2. tabula

Noturības testi: rezultāti bez recesijas perioda korekcijām

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE	rrRMSFE	DM tests
		5%	25%	50%	75%	95%	<1	<1	<5%
h = 1	Pilna izlase	0.852	0.958	1.000	1.022	1.107	<u>49.50%</u>	–	<u>44.00%</u>
	Kāpums	0.925	0.985	1.009	1.044	1.165	<u>38.90%</u>	<u>32.90%</u>	<u>28.70%</u>
	Recesija	0.587	0.787	0.953	1.036	1.183	<u>62.00%</u>	<u>67.10%</u>	35.20%
h = 2	Pilna izlase	0.848	0.951	1.006	1.046	1.161	<u>45.80%</u>	–	<u>40.30%</u>
	Kāpums	0.937	0.995	1.042	1.118	1.293	<u>26.90%</u>	22.20%	20.40%
	Recesija	0.599	0.744	0.930	1.027	1.155	<u>68.10%</u>	<u>77.80%</u>	<u>44.40%</u>
h = 4	Pilna izlase	0.840	0.934	1.006	1.047	1.186	<u>47.70%</u>	–	<u>42.60%</u>
	Kāpums	0.876	0.981	1.045	1.118	1.284	<u>31.00%</u>	<u>20.40%</u>	<u>23.60%</u>
	Recesija	0.698	0.786	0.891	0.975	1.145	<u>79.20%</u>	79.60%	<u>58.80%</u>

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 modeļa salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "pārnese"; pirmais datu publicējums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekn drukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.3. tabula

Noturības testi: slidošās novērtēšanas metodes rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1	DM tests <5%
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.868	0.957	1.007	1.037	1.092	46.80%	–	<u>47.70%</u>
	Kāpums	0.912	0.973	1.006	1.038	1.126	<u>44.90%</u>	<u>40.30%</u>	<u>45.80%</u>
	Recesija	0.705	0.871	0.982	1.053	1.181	56.00%	59.70%	28.20%
h = 2	Pilna izlase	0.874	0.980	1.029	1.064	1.128	33.30%	–	35.60%
	Kāpums	0.914	0.992	1.033	1.075	1.182	<u>28.20%</u>	<u>42.10%</u>	<u>29.20%</u>
	Recesija	0.759	0.892	0.997	1.105	1.216	50.90%	57.90%	24.50%
h = 4	Pilna izlase	0.873	0.966	1.019	1.065	1.140	39.80%	–	<u>44.00%</u>
	Kāpums	0.883	0.978	1.033	1.109	1.248	<u>33.80%</u>	<u>38.90%</u>	<u>33.80%</u>
	Recesija	0.744	0.901	0.986	1.067	1.224	52.80%	61.10%	28.20%

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 modeļa salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, slidošās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publiskojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekndrukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.4. tabula

Noturības testi: HMN etalonmodeļa rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1	DM tests <5%
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.392	0.734	0.907	0.984	1.054	<u>79.60%</u>	–	<u>80.10%</u>
	Kāpums	0.446	0.815	0.943	1.009	1.104	<u>73.10%</u>	<u>36.60%</u>	<u>72.70%</u>
	Recesija	0.296	0.515	0.851	1.004	1.303	<u>74.10%</u>	63.40%	<u>56.90%</u>
h = 2	Pilna izlase	0.486	0.735	0.888	1.021	1.101	69.90%	–	70.40%
	Kāpums	0.517	0.800	0.965	1.056	1.223	<u>61.60%</u>	<u>34.30%</u>	61.60%
	Recesija	0.399	0.584	0.826	1.015	1.291	<u>73.60%</u>	65.70%	<u>58.30%</u>
h = 4	Pilna izlase	0.578	0.767	0.894	1.022	1.123	<u>71.80%</u>	–	<u>71.80%</u>
	Kāpums	0.565	0.841	0.995	1.103	1.274	<u>51.90%</u>	<u>28.70%</u>	<u>51.90%</u>
	Recesija	0.525	0.680	0.836	1.002	1.192	<u>74.50%</u>	71.30%	<u>60.60%</u>

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 modeļa salīdzinājumā ar HMN etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publiskojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekndrukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.5. tabula

Noturības testi: AR1 etalonmodeļa rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1	DM tests <5%
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.846	0.938	0.987	1.026	1.105	<u>61.60%</u>	–	<u>61.10%</u>
	Kāpums	0.900	0.965	1.002	1.048	1.180	<u>47.20%</u>	<u>32.90%</u>	<u>43.50%</u>
	Recesija	0.581	0.769	0.935	1.042	1.223	<u>63.00%</u>	<u>67.10%</u>	<u>43.50%</u>
h = 2	Pilna izlase	0.825	0.920	0.991	1.045	1.169	<u>54.60%</u>	–	<u>54.20%</u>
	Kāpums	0.872	0.981	1.041	1.118	1.290	<u>31.50%</u>	24.50%	<u>28.70%</u>
	Recesija	0.614	0.763	0.916	1.041	1.210	<u>68.10%</u>	<u>75.50%</u>	<u>49.50%</u>
h = 4	Pilna izlase	0.803	0.916	0.985	1.053	1.167	<u>54.20%</u>	–	<u>54.20%</u>
	Kāpums	0.844	0.986	1.072	1.183	1.395	<u>30.60%</u>	15.30%	<u>27.80%</u>
	Recesija	0.649	0.786	0.875	1.013	1.192	<u>72.20%</u>	<u>84.70%</u>	<u>55.10%</u>

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 modeļa salīdzinājumā ar AR1 etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publiskojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekndrukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.6. tabula

Noturības testi: CADL etalonmodeļa rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1	DM tests <5%
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.887	0.970	1.005	1.027	1.104	43.50%	–	10.20%
	Kāpums	0.936	0.992	1.014	1.049	1.167	33.30%	<u>33.30%</u>	4.20%
	Recesija	0.630	0.824	0.971	1.044	1.174	58.80%	66.70%	22.20%
h = 2	Pilna izlase	0.878	0.970	1.013	1.051	1.149	41.20%	–	3.20%
	Kāpums	0.964	1.009	1.044	1.120	1.282	21.30%	<u>26.90%</u>	1.90%
	Recesija	0.671	0.814	0.970	1.045	1.164	60.20%	<u>73.10%</u>	20.40%
h = 4	Pilna izlase	0.864	0.952	1.017	1.057	1.173	43.50%	–	5.10%
	Kāpums	0.932	1.011	1.067	1.193	1.391	21.80%	<u>19.40%</u>	2.30%
	Recesija	0.708	0.834	0.932	1.035	1.181	65.70%	<u>80.60%</u>	16.70%

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 modeļa salīdzinājumā ar CADL etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publiskojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekndrukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Šajā tabulā, atšķirībā no 3. tabulas, izmantotas parastās kritiskās *t* vērtības, jo DFM5 un CADL tiešā nozīmē nav ligzdoti. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.7. tabula

Noturības testi: DFM1 rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1	DM tests <5%
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.921	0.983	1.003	1.020	1.078	42.60%	–	24.50%
	Kāpums	0.961	0.990	1.003	1.021	1.151	<u>40.70%</u>	<u>41.70%</u>	23.60%
	Recesija	0.686	0.865	0.976	1.043	1.251	56.90%	58.30%	36.10%
h = 2	Visa izlase	0.921	0.982	1.010	1.028	1.091	35.60%	–	24.50%
	Kāpums	0.951	0.994	1.009	1.041	1.215	<u>30.10%</u>	<u>38.00%</u>	16.20%
	Recesija	0.717	0.875	0.990	1.058	1.190	54.60%	62.00%	35.60%
h = 4	Visa izlase	0.903	0.983	1.009	1.041	1.119	37.00%	–	19.00%
	Kāpums	0.935	0.999	1.019	1.082	1.219	<u>26.40%</u>	<u>30.10%</u>	16.20%
	Recesija	0.730	0.907	0.994	1.044	1.188	53.70%	69.90%	38.40%

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM1 modeļa salīdzinājumā ar CADL etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publiskojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekndrukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.8. tabula

Noturības testi: DFM10 rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE procentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1	DM tests <5%
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.860	0.953	1.005	1.040	1.151	45.80%	–	<u>51.40%</u>
	Kāpums	0.923	0.981	1.021	1.070	1.212	36.10%	32.40%	<u>38.00%</u>
	Recesija	0.558	0.779	0.958	1.066	1.234	58.30%	<u>67.60%</u>	<u>42.60%</u>
h = 2	Pilna izlase	0.839	0.952	1.017	1.064	1.170	42.60%	–	45.40%
	Kāpums	0.933	0.998	1.054	1.131	1.294	<u>25.50%</u>	<u>28.70%</u>	<u>26.90%</u>
	Recesija	0.598	0.775	0.937	1.068	1.285	59.30%	71.30%	<u>47.20%</u>
h = 4	Pilna izlase	0.848	0.946	1.018	1.073	1.222	43.10%	–	<u>46.80%</u>
	Kāpums	0.928	1.016	1.087	1.202	1.418	18.50%	<u>19.90%</u>	<u>20.40%</u>
	Recesija	0.661	0.807	0.902	1.050	1.233	62.50%	80.10%	<u>50.50%</u>

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM10 modeļa salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publiskojums: 1985. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekndrukā [pasvītrots], ja procentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

C.9. tabula

Noturības testi: prognozēšanas laika intervāla paplašināšanas rezultāti

Periods	Izlase	rRMSFE percentiles					rRMSFE <1	rrRMSFE <1	DM tests <5%
		5%	25%	50%	75%	95%			
h = 1	Pilna izlase	0.848	0.927	0.986	1.019	1.051	<u>58.30%</u>	–	<u>57.40%</u>
	Kāpums	0.910	0.975	1.005	1.029	1.093	<u>46.30%</u>	27.30%	<u>40.70%</u>
	Recesija	0.711	0.812	0.944	1.013	1.106	<u>70.80%</u>	<u>72.70%</u>	<u>45.80%</u>
h = 2	Pilna izlase	0.834	0.913	0.990	1.035	1.094	<u>52.80%</u>	–	<u>51.90%</u>
	Kāpums	0.901	0.983	1.033	1.076	1.168	<u>32.40%</u>	26.90%	<u>31.00%</u>
	Recesija	0.699	0.802	0.934	1.031	1.130	<u>64.40%</u>	<u>73.10%</u>	<u>47.70%</u>
h = 4	Pilna izlase	0.829	0.908	0.992	1.046	1.109	<u>53.20%</u>	–	<u>52.30%</u>
	Kāpums	0.866	0.997	1.055	1.121	1.308	<u>26.40%</u>	19.90%	<u>24.10%</u>
	Recesija	0.709	0.806	0.927	1.013	1.103	<u>70.80%</u>	80.10%	<u>50.90%</u>

Piezīmes. Šīs tabulas, līdzīgi kā 2. un 3. tabulas, ieraksti atspoguļo DFM5 modeļa salīdzinājumā ar AR4 etalonmodeli rRMSFE procentiļu sadalījumus, kā arī atbilstošos DM testa rezultātus 5% līmenī (iestatījumi: MKM novērtējums, rekursīvās novērtēšanas metode, NBER lejupslīdes perioda korekcija "palielinājums"; pirmais datu publiskojums: 1980. gada 1. ceturksnis). Ieraksts ir trekndrukā [pasvītrots], ja percentiles [procentuālās daļas] vienādas ar atbilstošo ierakstu 2. tabulā vai mazākas [lielākas] par atbilstošo ierakstu 3. tabulā. Sīkāk sk. 2. un 3. tabulas piezīmes, kā arī 4.3. apakšnodaļu.

LITERATŪRA

1. CHAN, Joshua C. C. *Notes on Bayesian Macroeconometrics*. Version 1.4, June 2017. 140 p. Skatīts 13.02.2019. <http://joshuachan.org/papers/BayesMacro.pdf>.
2. CHAN, Joshua C. C., HSIAO, Cody Yu-Ling. Estimation of Stochastic Volatility Models with Heavy Tails and Serial Dependence. *No: Bayesian Inference in the Social Sciences*. Ed. by Ivan Jeliazkov and Xin-She Yang. John Wiley & Sons, Inc., September 2014, pp. 155–176.
3. CHAUVET, Marcelle, POTTER, Simon. Forecasting Output. *No: Handbook of Economic Forecasting*. Elsevier, vol. 2, 2013, pp. 141–194.
4. DEL NEGRO, Marco, HASEGAWA, Raiden B., SCHORFHEIDE, Frank. Dynamic Prediction Pools: An Investigation of Financial Frictions and Forecasting Performance. *Journal of Econometrics*, Elsevier, vol. 192, issue 2, 2016, pp. 391–405.
5. DIEBOLD, Francis X., MARIANO, Robert S. Comparing Predictive Accuracy. *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 20, issue 1, 1995, pp. 134–144 (online January 2012).
6. ELLIOTT, Graham, TIMMERMAN, Allan. *Economic Forecasting*. Princeton University Press, May 2016. 568 p.
7. FOSSATI, Sebastian. *A Test for State-Dependent Predictive Ability Based on a Markov-Switching Framework*. University of Alberta, May 2018. 39 p.
8. GUÉRIN, Pierre, LEIVA-LEON, Danilo, MARCELLINO, Massimiliano. Markov-Switching Three-Pass Regression Filter. *Journal of Business and Economic Statistics*, October 2018, pp. 1–18.
9. HILL, R. Carter, GRIFFITHS, William E., LIM, Guay C. *Principles of Econometrics*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2011. 762 p.
10. HYNDMAN, Rob J., ATHANASOPOULOS, George, BERGMEIR, Christoph, CACERES, Gabriel, CHHAY, Leanne, O'HARA-WILD, Mitchell, PETROPOULOS, Fotios, RAZBASH, Slava, WANG, Earo, YASMEEN, Farah, R Core Team, IHAKA, Ross, REID, Daniel, SHAUB, David, TANG, Yuan, ZHOU, Zhenyu. Package 'forecast'. *CRAN R Project*, December 2019. 143 p. Skatīts 13.02.2019. <https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/forecast.pdf>.
11. JAMES, Gareth, WITTEN, Daniela, HASTIE, Trevor, TIBSHIRANI, Robert. *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. 2013. Springer, 426 p.
12. KIM, Hyun Hak, SWANSON, Norman R. Forecasting Financial and Macroeconomic Variables Using Data Reduction Methods: New Empirical Evidence. *Journal of Econometrics*, vol. 178, issue P2, 2014, pp. 352–367.
13. KIM, Kihwan, SWANSON, Norman R. *Mixing Mixed Frequency and Diffusion Indices in Good Times and in Bad*. Korea Energy Economics Institute Working Paper, August 2016. 39 p.

14. KOOP, Gary, KOROBILIS, Dimitris. Bayesian Multivariate Time Series Methods for Empirical Macroeconomics. *Foundations and Trends® in Econometrics*, vol. 3, issue 4, 2009, pp. 267–358.
15. KOOP, Gary, POTTER, Simon. Forecasting in Dynamic Factor Models Using Bayesian Model Averaging. *The Econometrics Journal*, vol. 7, issue 2, 2004, pp. 550–565.
16. KOROBILIS, Dimitris. *Forecasting with Many Predictors Using Message Passing Algorithms*. 2017. Skatīts 15.12.2018.
<https://ssrn.com/abstract=2977838>.
17. MCCRACKEN, Michael W. Asymptotics for Out of Sample Tests of Granger Causality. *Journal of Econometrics*, vol. 140, issue 2, 2007, pp. 719–752.
18. MCCRACKEN, Michael W. *FRED-MD: A Monthly Database for Macroeconomic Research*. Federal Reserve Bank of St. Louis, 2019. Skatīts 12.03.2019. <https://research.stlouisfed.org/econ/mccracken/fred-databases/>.
19. MCCRACKEN, Michael W., NG, Serena. FRED-MD: A Monthly Database for Macroeconomic Research. *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 34, 2016, pp. 574–589.
20. MCCRACKEN, Michael W., NG, Serena. *FRED-MD: A Monthly Database for Macroeconomic Research*. Federal Reserve Bank of St. Louis, 2019. Skatīts 12.03.2019.
https://s3.amazonaws.com/files.fred.stlouisfed.org/fred-md/Appendix_Tables_Update.pdf (Online Appendix for FRED-MD. 4 p.)
21. MCCRACKEN, Michael W., NG, Serena. *FRED-QD: A Quarterly Database for Macroeconomic Research*. Federal Reserve Bank of St. Louis, 2019. Skatīts 12.03.2019.
<https://s3.amazonaws.com/files.fred.stlouisfed.org/fred-md/FRED-QDappendix.pdf> (Online Appendix for FRED-QD.)
22. NEWAY, Whitney K., WEST, Kenneth D. Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation. *The Review of Economic Studies*, vol. 61, issue 4, October 1994, pp. 631–653.
23. PESARAN, M. Hashem, PICK, Andreas, TIMMERMAN, Allan. Variable Selection, Estimation and Inference for Multi-Period Forecasting Problems. *Journal of Econometrics*, vol. 164, issue 1, September 2011, pp. 173–187.
24. PINDYCK, Robert S., RUBINFELD, Daniel L. *Econometric Models and Economic Forecasts*. 4th edition. McGraw-Hill international editions, Economics series, Boston, Mass.: Irwin/McGraw-Hill, 1998. 634 p.
25. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Computer software manual]. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2019. Skatīts <https://www.R-project.org/> (R Package 'stats').
26. ROSSI, Barbara. Advances in Forecasting under Instability. *No: Handbook of Economic Forecasting*. Elsevier, vol. 2, 2013, pp. 1203–1324.

27. SILIVERSTOVŠ, Boriss. Dissecting Models' Forecasting Performance. *Economic Modelling*, Elsevier, vol. 67, issue C, 2017, pp. 294–299.
28. SILIVERSTOVŠ, Boriss. International Stock Return Predictability: On the Role of the United States in Bad and Good Times. *Applied Economics Letters*, vol. 24, issue 11, 2017, pp. 771–773.
29. SILIVERSTOVŠ, Boriss. Assessing Nowcast Accuracy of US GDP Growth in Real Time: The Role of Booms and Busts. *Empirical Economics*, Springer, vol. 58, issue 1, January 2020, pp. 7–27.
30. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Forecasting Using Principal Components from a Large Number of Predictors. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 97, No. 460, 2002, pp. 1167–1179.
31. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes. *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 20, issue 2, April 2002, pp. 147–162.
32. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Forecasting with Many Predictors. *No: Handbook of Economic Forecasting*, vol. 1, 2006, pp. 515–554.
33. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Dynamic Factor Models. *No: The Oxford Handbook of Economic Forecasting*, 2011, pp. 35–59.
34. STOCK, James H., WATSON, Mark W. *Disentangling the Channels of the 2007–2009 Recession*. National Bureau of Economic Research, Inc., NBER Working Paper, No. 18094, May 2012. 53 p. Skatīts 13.02.2019. <https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/18094.html>.
35. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Generalized Shrinkage Methods for Forecasting Using Many Predictors. *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 30, issue 4, 2012, pp. 481–493.
36. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Dynamic Factor Models, Factor-Augmented Vector Autoregressions, and Structural Vector Autoregressions in Macroeconomics. *Handbook of Macroeconomics*, vol. 2, 2016, pp. 415–525.
37. STOCK, James H., WATSON, Mark W. Twenty Years of Time Series Econometrics in Ten Pictures. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 31, issue 2, 2017, pp. 59–86.
38. TERÄSVIRTA, Timo. Nonlinear Models in Mmacroeconometrics. *No: Oxford Research Encyclopedias in Economics and Finance*. Oxford University Press, 2018. 25 p.
39. THEIL, Henri. *Economic Forecasts and Policy*. Amsterdam: North-Holland Pub. Co, 1958. 562 p.
40. WELCH, Ivo, GOYAL, Amit. A Comprehensive Look at the Empirical Performance of Equity Premium Prediction. *The Review of Financial Studies*, vol. 21, issue 4, July 2008, pp. 1455–1508.

41. WIELAND, Volker, WOLTERS, Maik. Forecasting and Policy Making. *No: Handbook of Economic Forecasting*. Ed. by G. Elliott, C. Granger and A. Timmermann. Elsevier, ed. 1, vol. 2, 2013, pp. 239–325.
42. ZEILEIS, Achim, LUMLEY, Thomas, BERGER, Susanne, GRAHAM, Nathaniel. *Package 'Sandwich'*. CRAN – R Project, April 2019. 42 p. Skatīts 13.02.2019. <https://cran.r-project.org/web/packages/sandwich/sandwich.pdf>.