



Analytický komentár

Využitie „Bridge“ rovníc na krátkodobé predikcie HDP eurozóny

Národná banka Slovenska aktívne participuje na príprave „Makroekonomických projekcií odborníkov Eurosystemu pre eurozónu“, pričom národný príspevok k predikcii Eurosystemu NBS pravidelne publikuje v júni a decembri vo forme strednodobej predikcie. Okrem toho v období medzi týmito predikciami NBS v januári zverejňuje aktualizáciu decembrovej predikcie a ďalšie dve riadne strednodobé predikcie v marci a septembri. Súčasťou týchto dokumentov je aj predpoklad ekonomického vývoja našich obchodných partnerov, pričom takmer polovica slovenských exportov smeruje do členských krajín eurozóny. Kým pri príprave makroekonomických projekcií odborníkov Eurosystemu sú využívané spoločné predpoklady vývoja zahraničného dopytu, pri ďalších predikciách NBS využíva svoje expertné pohľady. Pri ich formulovaní je potrebné okrem iného získať aj kvantitatívny pohľad na súčasný a očakávaný stav ekonomiky eurozóny. Údaje o vývoji HDP za daný štvrťrok sú publikované so šesťtýždňovým oneskorením (rýchly odhad), avšak množstvo informácií o vývoji ekonomiky je dostupných s dostatočným časovým predstihom pred publikovaním oficiálnych čísel. Medzi tieto indikátory patria napríklad mesačné informácie o vývoji priemyselnej produkcie, maloobchodu alebo stavebníctva. Takisto sú dostupné údaje z rôznych prieskumov ekonomických nálad v podnikateľskom sektore, či u spotrebiteľov. Tieto údaje môžu byť využité na modelovanie pohľadu na aktuálny stav a očakávanú krátkodobú dynamiku ekonomickej aktivity. Cieľom tohto komentára je predstaviť prístup krátkodobého prognózovania HDP eurozóny využívaný v NBS, ktorý je založený na jednoduchom systéme tzv. „bridge“ rovníc.

Krátke zoznámenie sa s „bridge“ rovnicami

Cieľom nižšie popísaných prístupov k modelovaniu HDP eurozóny je využiť údaje publikované s vyššou, mesačnou frekvenciou na tvorbu krátkodobých predikcií štvrťročného rastu ekonomiky. Ide teda o premostenie („bridging“) mesačných a štvrťročných informácií.

„Bridge“ rovnice sú odhadované zo štvrťročných agregátov mesačných údajov. Predikcie sú získavané v dvoch krokoch. V prvom kroku sú mesačné indikátory napredikované na zvyšok štvrťroka za účelom získania štvrťročných agregátov. Predikcia mesačných vysvetľujúcich premenných je obvykle založená na autoregresných procesoch. V druhom kroku sú výsledné hodnoty použité ako regresory v „bridge“ rovniciach a výsledkom sú predikcie HDP. Predikcie získané z jednotlivých rovníc sú následne kombinované do jednej agregátnej predikcie.

Vo všeobecnosti možno „bridge“ rovnicu vyjadriť ako závislosť kvartálneho rastu HDP $d \log(GDP)$ na štvrťročnom agregáte mesačného indikátora x :

$$d \log(GDP) = f(x) = c + \beta x + \varepsilon,$$

kde β je jeho koeficient prislúchajúci k vysvetľujúcej premennej, c označuje konštantu a ε reziduálnu zložku.

Ekonomické indikátory využívané v jednotlivých rovniciach zahŕňajú pomerne široké spektrum informácií o krátkodobom ekonomickom vývoji. Model môže byť konštruovaný na disagregovanej alebo agregovanej úrovni. Pri disagregovanom prístupe sú jednotlivé komponenty HDP odhadované v osobitných rovniciach a predikcia HDP je výsledkom identít z národných účtov. V prípade ekonomického zoskupenia je možné odhadovať jednotlivé krajiny disagregovane a následne spájať parciálne predikcie do výsledného odhadu. Naopak, „bridge“ rovnice možno odhadovať na agregátnej úrovni s tým, že jednotlivé premenné môžu slúžiť na aproximáciu jednotlivých komponentov HDP alebo využívajú ďalšie predovšetkým prieskumové indikátory, ktoré sú silne korelované s ekonomickou aktivitou.

Model

Pri konštrukcii modelu v podmienkach NBS bol využitý prístup na agregovanej úrovni, teda všetky rovnice sú odhadované priamo pre HDP. Takisto sú všetky rovnice odhadované priamo na úrovni eurozóny, nie po jednotlivých krajinách. Databáza vstupných mesačných ukazovateľov, ktoré slúžili ako základ na odhad modelov, obsahovala cca 50 indikátorov. Z nich bolo vybraných 15 indikátorov, ktoré sú použité v štvrtročných „bridge“ rovniciach. Rovnice sú odhadované na štvrtročných údajoch od roku 1999 a sú pravidelne preodhadované.

Pri predikcii sú efektívne využívané všetky pozorovania použitých premenných v čase prípravy predikcie. Berú sa tiež do úvahy rozličné oneskorenia publikovania mesačných údajov a takisto skutočnosť, že údaje z prieskumov dávajú indície o aktuálnejšom čase, resp. o blízkej budúcnosti, zatiaľ čo údaje zo štatistického zisťovania (priemyselná produkcia, maloobchod...) majú určité oneskorenie.

Napríklad, ak pripravujeme predikciu na konci januára, odhadujeme rast ekonomiky na predchádzajúci, aktuálny a nasledujúci štvrťrok (4Q - backcast, 1Q - nowcast a 2Q - forecast). V čase prípravy predikcie sú však zo štatistického zisťovania k dispozícii údaje len za dva mesiace 4. štvrťroka (priemyselná produkcia, maloobchod, stavebníctvo, trh práce...). Žiadny z týchto indikátorov nám však nedáva explicitnú informáciu o 1. štvrťroku. Na rozdiel od týchto indikátorov sú však v januári výsledky prieskumov dostupné za celý 4. štvrťrok a niektoré aj za jeden mesiac 1. štvrťroka. Súčasne pre 2Q nie sú k dispozícii žiadne údaje. Chýbajúce mesačné údaje sú tak odhadnuté pomocou AR procesov a niektorých parciálnych prieskumových premenných¹. Časovanie predikcie a dostupnosť jednotlivých údajov zjednodušené znázorňuje schéma v tabuľke 1. Z nej vyplýva, že predikcie pre každý konkrétny štvrťrok sú pripravované počas dva a pol štvrťroka – 1 štvrťrok forecast, 1 štvrťrok nowcast a ½ štvrťroka backcast.

¹ Napr. priemyselná produkcia a stavebníctvo sú predikované aj na základe prieskumových premenných. Využívajú sa odpovede na niektoré otázky z prieskumov dôvery v priemysle (napr. súčasné zásoby hotových výrobkov, očakávaná priemyselná produkcia) a dôvera v stavebníctve.

Tabuľka 1: Schéma dostupnosti údajov za vybrané premenné pri príprave predikcie

Prieskumy											
Finančný trh											
Trh práce											
Priemyselná produkcia											
HDP											
	Október	November	December	Január	Február	Marec					
	4Q			1Q							

predikcia pre 4Q

predikcia pre 1Q

predikcia pre 2Q

Nowcast	Backcast
Forecast	Nowcast
	Forecast

Zdroj: NBS

V prvom rade sme pri formulácii modelu uvažovali kombinácie dát zo štatistického zisťovania (hard data). Tie majú vo vzťahu k ekonomike najlepšiu vypovedaciu schopnosť, avšak ich nevýhodou je značné oneskorenie.

Ako vysvetľovaná premenná je vo všetkých rovniciach použitá prvá diferencia logaritmu HDP, vysvetľujúce premenné sú taktiež použité v rovnakej forme, prípadne pri niektorých prieskumových indikátoroch (napr. ESI, PMI) a úrokových sadzbách sú použité premenné bez transformácie alebo absolútna zmena (miera nezamestnanosti).²

Špecifikácie jednotlivých „bridge“ rovníc

Prvá rovnica je zameraná na modelovanie HDP z produkčnej strany. Mesačné údaje za produkciu v priemysle (*IP*) a stavebníctve (*CONST*) sú dostupné, chýbajú však mesačné údaje reprezentujúce pridanú hodnotu v sektore služieb (*GVA_SERV*). Pre odhad štvrťročnej rovnice rastu HDP bola preto použitá pridaná hodnota v službách z národných účtov (1). Publikovanie tejto premennej však má ešte väčšie oneskorenie ako rýchly odhad HDP. Pre jej využitie na odhady HDP ju teda aproximujeme pomocnou rovnicou s využitím indikátorov dôvery v službách (*SERV_CONF*) (1a).

$$d \log(GDP) = f(d \log(IP), d \log(CONST), d \log(GVA_SERV)) \quad (1)$$

$$d \log(GVA_SERV) = f(SERV_CONF, SERV_CONF_{lags}) \quad (1a)$$

V ďalšej rovnici (2) bolo snahou využitie premenných aproximujúcich štruktúru výdavkovej strany HDP. Najvýznamnejším komponentom HDP je súkromná spotreba, ktorej podiel predstavuje približne 55% na HDP. Súkromnú spotrebu v rovnici nahradzujeme maloobchodom (*RETAIL*) a mierou nezamestnanosti (*U*). Nakoľko v maloobchode nie je zahrnutá spotreba služieb bol pohľad na spotrebu rozšírený o mieru nezamestnanosti.³ Produkcia v stavebníctve spolu s priemyselnou produkciou predstavujú proxy pre investície a export.⁴

² Zoznam premenných je uvedený v prílohe č. 1, označenie *f* reprezentuje lineárnu regresiu, označenie *lags* znamená oneskorenú premennú.

³ V rámci premenných pre spotrebu bola testovaná aj registrácia nových vozidiel, štatisticky však nebola významná.

⁴ Premenné pre export a import sa ukázali ako štatisticky nevýznamné.

$$d \log(GDP) = f(d \log(IP), d \log(CONST), d \log(RETAIL), d(U_{lags})) \quad (2)$$

Nasledujúce rovnice (3) a (4) využívajú podnikateľské a spotrebiteľské prieskumy Európskej komisie. Tie v súčasnosti pokrývajú výsledky s prieskumov zahŕňajúcich približne 100 000 firiem z piatich sektorov a 26 000 spotrebiteľov. Tieto prieskumy predstavujú významné informácie pre krátkodobé predikcie a ekonomický výskum, navyše sú často využívané na detekciu zlomov v ekonomickom cykle. Rovnica (3) obsahuje ako vysvetľujúcu premennú indikátor ekonomického sentimentu (*ESI*) a rovnica (4) využíva indikátory dôvery v jednotlivých sektoroch.

$$d \log(GDP) = f(ESI, ESI_{lags}, d \log(GDP_{lags})) \quad (3)$$

$$d \log(GDP) = f(INDU_CONF, CONST_CONF_{lags}, RETAIL_CONF_{lags}, SERV_CONF_{lags}, CONSUM_CONF) \quad (4)$$

Rovnica (5) využíva Eurozone PMI Composite Output Index (*PMI*). Tento indikátor publikuje spoločnosť Markit Economics a je považovaný za jeden z najdôveryhodnejších indikátorov krátkodobého ekonomického vývoja pre eurozónu a poskytuje informácie o meniacich sa ekonomických podmienkach pred dostupnosťou oficiálnych štatistík. Je založený na mesačných prieskumoch v približne 5 000 spoločnostiach v sektoroch priemyselnej výroby a služieb.

$$d \log(GDP) = f(PMI, PMI_{lags}) \quad (5)$$

Rovnica (6) prepája vývoj na finančných trhoch s ekonomickou aktivitou. Obsahuje jednak spread 10-ročných vládnych dlhopisov a 3-mesačného Euriboru (*SPREAD*), ako aj akciový index Dow Jones Euro Stoxx Industrials Index deflovaný HICP (*SPI_INDU*).

$$d \log(GDP) = f(SPREAD, d \log(SPI_INDU_{lags})) \quad (6)$$

Nasledujúce dve rovnice (7) a (8) využívajú kompozitné indikátory ekonomického rastu pre eurozónu, ktoré pripravuje OECD - Composite Leading Indicator (*CLI*), resp. Banca d'Italia - €-coin (*EUROCOIN*). V prípade CLI využívame časový rad „trend restored“, ktorého zmena by mala korešpondovať s rastom HDP. Syntetický indikátor €-coin nie je založený len na údajoch z prieskumov, ale zohľadňuje aj reálne, menové a finančné premenné. Mal by odrážať aktuálny stav ekonomickej aktivity, resp. každý mesiac poskytnúť kvantitatívne hodnotenie štvrtročného rastu HDP v eurozóne.

$$d \log(GDP) = f(d \log(CLI_TREND_{lags})) \quad (7)$$

$$d \log(GDP) = f(EUROCOIN, EUROCOIN_{lags}, d \log(GDP_{lags})) \quad (8)$$

Posledné dve rovnice využívajú kombináciu viacerých predstihových a kompozitných indikátorov.

$$d \log(GDP) = f(EUROCOIN, ESI, ESI_{lags}, d \log(GDP_{lags})) \quad (9a)$$

$$d \log(GDP) = f(d \log(CLI_TREND_{lags}), EUROCOIN, ESI_{lags}, d \log(GDP_{lags})) \quad (9b)$$

Výsledná predikcia štvrt'ročného rastu HDP je priemerom jednotlivých rovníc s určitými transformáciami. Rovnicu (6), využívajúcu finančné premenné sme vylúčili, nakoľko bol vývoj spreadov a akciových indexov v priebehu krízy výrazne deformovaný a na rozdiel od tzv. „pokojného“ obdobia sa narušil vzťah medzi vývojom vysvetľujúcich premenných a ekonomickou aktivitou. Potvrdilo to aj nižšie uvádzané vyhodnotenie predikčných chýb. Takisto boli na základe tohto vyhodnotenia vynechané rovnice (3) a (4) využívajúce prieskumy Európskej komisie (tie však zohľadňujú iné rovnice). Rovnice (9a) a (9b) využívajú kombináciu viacerých predstihových indikátorov, pričom v prípade ESI dochádza k prieniku. Z tohto dôvodu sme do výsledného odhadu rastu HDP použili priemer uvedenej dvojice rovníc. Výsledný odhad je teda priemerom rovníc (1), (2), (5), (7), (8) a priemeru rovníc (9a) a (9b).

Vyhodnotenie predikčných chýb

Predikčnú schopnosť rovníc sme vyhodnotili na základe štatistík RMSFE (Root Mean Squared Forecast Error), MAFE (Mean Absolute Squared Forecast Error) a MFE (Mean Forecast Error). Uvedené rovnice boli odhadované na období 1999Q1 až 2009Q2 a následne z nich bola napredikovaná hodnota medzikvartálneho rastu. Rovnice boli následne postupne preodhadované na období dlhšom o 1 štvrt'rok a opätovne použité na získanie odhadu rastu ekonomiky.

Predikčnú schopnosť rovníc sme porovnávali so štatistikami ARMA modelu (Tabuľka 2). Po zohľadnení všetkých štatistík je zrejmé, že podľa očakávaní najlepšie odhady dávajú rovnice (1) a (2), teda rovnice modelujúce ekonomickú aktivitu zo strany tvorby pridanej hodnoty, resp. výdavkovej strany HDP. Relatívne nízke predikčné chyby dosahuje aj rovnica s premennou PMI (5). To potvrdzuje, že uvedený indikátor má silnú koreláciu s medzištvrt'ročným rastom HDP eurozóny. Pri rovnici (6) založenej na odhade rastu ekonomiky pomocou údajov finančného trhu, štatistiky predikčných chýb potvrdzujú do určitej miery naše pôvodné úvahy o vylúčení tejto rovnice pri tvorbe predikcie, nakoľko značne deformovala odhadované hodnoty rastu HDP. Podobné štatistiky predikčných chýb dosiahla aj rovnica (4) vychádzajúca z komponentov ESI. V dôsledku toho sme rovnicu (4), ale aj (3) vylúčili z výsledného odhadu, nakoľko ESI, resp. jeho komponenty sú nepriamo zahrnuté v modelovaní pridanej hodnoty v službách a priemyselnej produkcii. Súčasne ESI priamo vstupuje do rovníc (9a) a (9b). V porovnaní s „bridge“ rovnicami ARMA model vykazuje jedny z najvyšších predikčných chýb (RMSFE a MAFE), v prípade RMSFE má najvyššiu predikčnú chybu.

Tabuľka 2: Vyhodnotenie predikčných chýb

	Rovnica										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9a)	(9b)	ARMA
RMSFE	0.15	0.20	0.29	0.36	0.23	0.37	0.29	0.28	0.26	0.24	0.42
MFE	-0.03	-0.09	-0.13	-0.17	0.01	-0.12	0.16	0.09	-0.01	0.10	0.02
MAFE	0.14	0.17	0.25	0.29	0.18	0.30	0.24	0.21	0.19	0.20	0.28

Zdroj: NBS

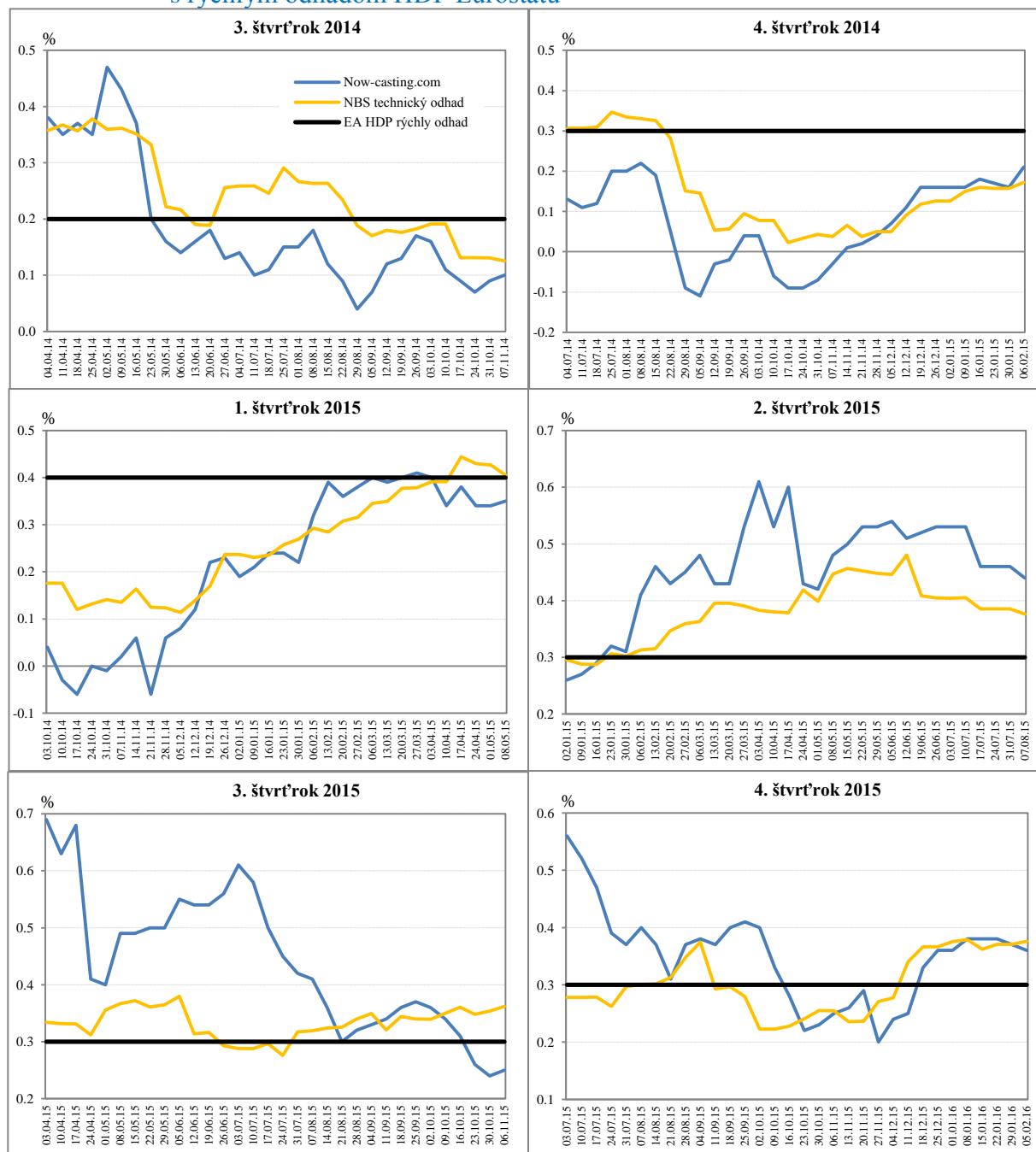
Porovnanie technických odhadov NBS a Now-casting.com⁵

Nasledujúce grafy (1-6) porovnávajú týždenné predikcie pre štvrt'ročný rast HDP eurozóny z modelového prístupu NBS a predikcie Now-casting.com od 3. štvrt'roka 2014 do 4. štvrt'roka

⁵ Now-Casting Economics Ltd. je spoločnosť špecializujúca sa na krátkodobé ekonomické predikcie. Pri týchto predikciách využíva mimoriadne široké spektrum vysvetľujúcich premenných.

2015 s rýchlym odhadom HDP Eurostatu⁶. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že odhady Now-casting.com majú vyššiu volatilitu. Ku koncu obdobia sa síce ich presnosť zvyšuje (nowcasting, backcasting), ale celkovo sú ich predikčné chyby na testovaných štvrťrokoch vyššie ako v prípade NBS. Vyššie odchýlky v porovnaní s rýchlym odhadom HDP zaznamenávajú predikcie Now-casting.com hlavne na začiatku predikčného kola, teda v období prípravy „forecasting“.

Grafy 1-6: Porovnanie technických odhadov NBS a Now-casting.com s rýchlym odhadom HDP Eurostatu



Rastislav Čársky, Katarína Trajlinková (analytici@nbs.sk)

⁶ Rýchly odhad HDP Eurostatu predstavuje prvú informáciu o raste HDP za relevantný štvrťrok, bez štruktúry HDP. Tento odhad môže podliehať následným revíziám.

Príloha 1

Zoznam premenných

GDP	Hrubý domáci produkt
GVA_SERV	Hrubá pridaná hodnota v službách
IP	Priemyselná produkcia
CONST	Stavebná produkcia
RETAIL	Maloobchod
SPI_INDU	Dow Jones Euro Stoxx Industrials Index deflovaný HICP
SPREAD	Spread medzi výnosmi 10-ročných vládnych dlhopisov a 3-mesačným EURIBOR-om
CLI_TREND	Trend restored Composite Leading Indicator
ESI	Indikátor ekonomického sentimentu
INDU_CONF	Indikátor dôvery v priemysle
SERV_CONF	Indikátor dôvery v službách
CONSUM_CONF	Indikátor spotrebiteľskej dôvery
RETAIL_CONF	Indikátor dôvery v maloobchode
CONST_CONF	Indikátor dôvery v stavebníctve
EUROCOIN	€-coin
U	Miera nezamestnanosti
PMI_M	Eurozone PMI Composite Output Index

Príloha 2

Použitá literatúra:

Angelini E., Camba-Mendéz G., Giannone D., Rünstler G., Reichlin L.: Short-term Forecasts of Euro Area GDP Growth, ECB Working Paper Series No 949/October 2008;
 Diron M.: Short-term Forecasts of Euro Area GDP Growth, An Assessment of Real-Time Performance Based on Vintage Data, ECB Working Paper Series No 622/May 2006;
 Baffigi A., Golinelli R., Parigi G.: Bridge Models to Forecast the Euro Area GDP, International Journal of Forecasting 20 (2004) 447-460;
 Short-term Forecasts of Economic Activity in the Euro Area, ECB Monthly Bulletin, April 2008