inštitút finančnej politiky

Ministerstvo financií SR / www.finance.gov.sk/ifp

Krátkodobá prognóza HDP pomocou mesačných indikátorov

Peter Tóth

IFP

peter.toth@mfsr.sk

Národná banka Slovenska
12. februára 2013

KD prognóza HDP mesačnými indikátormi

I. Prečo využívať mesačné dáta?

II. Prehľad rôznych modelov v literatúre

A. Veľa indikátorov

B. Málo indikátorov

III. Empirické výsledky – presnosti predikcie

- USA, eurozóna
- Stredná Európa

IV. Ako využiť tieto modely pre Slovensko?

- Ako ich používame / chceme používať na IFP?

I. Prečo využívať mesačné dáta?

1. Sú pomerne skoro dostupné
   - HDP: 7-11 týždňov po konci kvartálu (flash - 1.zver)
   - Mesačné indik.: cca. 6 týždňov po konci mesiaca
   - Týždeň pred flashovým HDP máme kompletné mesačné dáta za príslušný kvartál

2. Zvyšujú presnosť prognóz (asi vďaka včasnosti)
   - ... v porovnaní s „čisto kvartálnymi" modelmi

3. Možnosť kvantifikovať vplyv nových informácií na prognózu HDP
   - analytici sledujú takmer všetky mesačné makrodáta

I. Prečo využívať mesačné dáta?

Konflikt dvoch cieľov:

1. Presnosť prognózy
2. Mať všetky indikátory v prognóze

- Malé modely sú niekedy presnejšie (<10 indikátorov)
  - viď španielská štúdia, HDP Španielska a eurozóny
- Analytici chcú hodnotiť veľa indikátorov (>>20)
  - viď www.now-casting.com , viaceré krajiny OECD

peter.toth@mfsr.sk

II. Prehľad modelov v literatúre

Aplikovaný prístup ..

☺

II. Prehľad modelov v literatúre

A. Veľa indikátorov

1. Principal components (PC): HDP + agregované statické faktory
2. Two-step DFM (2S-DFM): HDP + agregované dynamické faktory
3. GDFM: iný odhad dynamických faktorov
4. Factor-MIDAS: HDP + mesačné faktory inak prepojené

Vysvetlivky:

y^Q_{it}	- rast HDP kvartálne	F_t	- statický faktor
x_{it}	- mesačný indikátor	f_t	- dynamický faktor

peter.toth@mfsr.sk

II. A. Veľa indikátorov

1. **Principal components (PC):**

Statický faktorový model:

rozklad každého x_i, i = 1, .., N na 2 *nepozorované* zložky:

spoločná zložka

vlastná zložka

$$x_{it} = \lambda_i F_t + \omega_{i,t}$$

← i.i.d. noise

Predpoklady:
N, T → ∞
$\Sigma\lambda_i = 1$

[1 x R] factor loadings pre *i*

F je [R x 1] vektor spoločných faktorov pre všetky x_i (R< N)

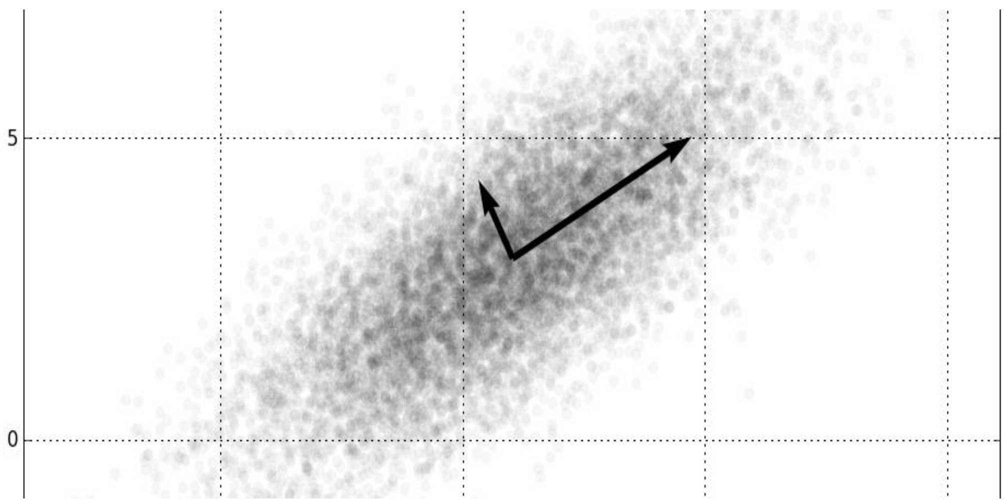
predpokladáme že faktory *F* sú navzájom ortogonálne

- hovoríme o statických faktoroch

peter.toth@mfsr.sk

II. A. Veľa indikátorov

1. **Principal components** – ako to približne robí?



- Vychádza z kovariančnej matice
- Položí kolmé „regresné“ priamky
- Koľko premenných, toľko priamok či „faktorov“, no nie všetky sú informatívne
- Výskumník vybere koľko faktorov chce použiť podľa kritérií:
  - pohľad z okna
  - Kaiser
  - broken stick / scree plot
  - X % celkovej variancie
  - Bai and Ng
- Pri zvolenom počte F sa odhadnú λ_i a F

II. A. Veľa indikátorov

1. **Principal components (PC):**

Prepojenie s HDP na kvartálnej frekvencii („bridging with factors“):

$$y_{t+h}^{Q} = \mu + \beta' F_t^{Q} + \varepsilon_{i,t}$$

Prognóza: zmeníme *h* v špecifikácii hore

Referencie:

Stock and Watson (JBES 2002) – prognóza mesačných makro dát (U.S.)

Giannone, Reichlin, Small (ECB WP 2006) – bridging with factors, prognóza HDP eurozóny

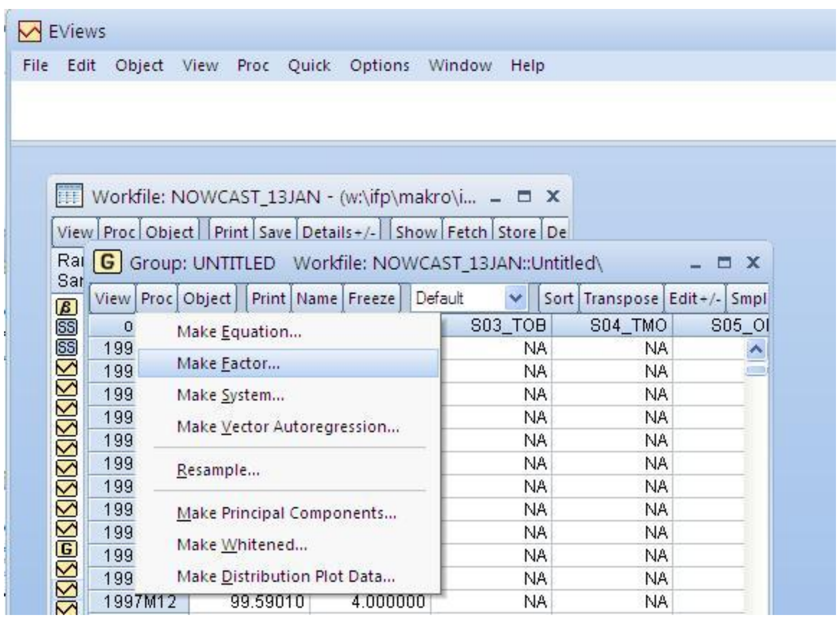
II. A. Veľa indikátorov

1. **Principal components (PC):**

Ako to najjednoduchšie vyskúšať?

E-Views: Open as Group..

Proc / Make Factor..



Number of Factors:

- Kaiser-Guttman
- User-specified
- ....

peter.toth@mfsr.sk

II. A. Veľa indikátorov

2. Two-Step DFM (2S-DFM)

a) Odhad statickej reprezentácie FM pomocou PC

faktorov R: Bai & Ng (2002) ~ adjusted **R**²

$$x_{it} = \lambda_i F_t + \omega_{i,t}$$

F je [R x 1]

b) VAR model na faktoroch F, odhad *A* a *B* cez OLS:

[Q x 1]

$$f_t = \sum_{k=1}^{P} A_k f_{t-k} + B v_{i,t}$$

Q a P podľa kritérií Bai & Ng (2007)

Q je počet primitívnych šokov vo VAR na statické F

platí že R = (P+1).Q

$$(F_{1t}, F_{2t}, F_{3t}, F_{4t}) = (f_{1t}, f_{2t-1}, f_{2t}, f_{2t-1})$$

príklad: R = 4 , P= 1, Q = 2

peter.toth@mfsr.sk

II. A. Veľa indikátorov

2. Two-Step DFM (2S DFM)

c) Pri daných *A* a *B* aktualizujeme odhad signálu a prognózu *f* vo faktorovom modeli cez Kalmanov filter:

$$x_{it} = \lambda_i(L) f_t + e_{i,t}$$

f_{t+h} získame z KF

d) Prognóza HDP už kvartálne - „bridging with factors“:

$$y^Q_{t+h} = \mu + \beta' f^Q_{t+h} + \varepsilon_{i,t}$$

II. A. Veľa indikátorov

2. Two-Step DFM (2S DFM)

II. A. Veľa indikátorov

2. Two-Step DFM (2S DFM)

Referencie:

Teória:

Doz, Giannone, Reichlin (2011) JEmetrics

Bai & Ng (2002 Ecta, 2007 JBES)

Aplikácie:

Giannone, Reichlin, Sala (2004) NBER

Giannone, Reichlin, Small (2005) ECB WP

Barhoumi et al. (2008) ECB OP

II. A. Veľa indikátorov

3. Generalized DFM (one-sided)

$$x_{it} = \lambda_i(L) f_t + e_{i,t}$$

štandarndý tvar DFM

Odhad pomocou Generalized Dynamic PC:

- # L nie je obmedzený (v statickom PC je: N ≥ R=(P+1).Q)
- (e_{it} , e_{jt}), i ≠ j môžu byť „jemne" korelované
- dynamické vlastné čísla spektrálnej matice hustoty
- berie do úvahy aj časovo posunuté dáta (dynam. korelácie)

One-sided GDFM:

- nie sú zahrnuté leady HDP v odhade aby nebol end-point-bias

peter.toth@mfsr.sk

II. A. Veľa indikátorov

3. Generalized DFM (one-sided)

Výhody:

- Flexibilnejší prístup k dynamike faktorov ako PC a 2S-DFM

Nevýhody:

- Predpoklad: $N, T \rightarrow \infty$
- Technicky náročný (MATLAB kódy: dynfactors.org)
- Faktory sú ešte viac black box ako pri PC

II. A. Veľa indikátorov

3. Generalized DFM

Referencie:

Teória:

Forni, Hallin, Lippi, Reichlin (2000, 2004, 2005), RESt, JEmetr, JASA

Aplikácie:

FHLR (2001, 2003), EJ, JME,	dáta eurozóny
Barhoumi et al (2008), ECB OP,	dáta 9 krajín EU
Marcellino, Schumacher (2008), Oxf B	dáta DE

II. A. Veľa indikátorov

4. Factor-MIDAS MIxed DAta Sampling

$$Y_{t+1}^{Q} = \mu_0 + \mu_1 Y_t^{Q} + \beta X_t^{Q} + u_{i,t+1}$$

jednoduchý kvartálny model, agregácia indikátorov X: arit. priemer

Zovšeobecnenie podľa MIDAS-u:

$$Y_{t+1}^{Q} = \mu_0 + \mu_1 Y_t^{Q} + \beta \sum_{i=1}^{P} w_i(\theta) X_{i,t}^{H} + u_{t+1}$$

Kombinácia kvartálnych (Q) a vysokofrekvenčných (H) dát

$$\sum_{i=1}^{P} w_i(\theta) = 1$$

..je „weighting scheme" s parametrom θ, napr.:

- rôzne štatistické rozdelenia (beta, gama atď.)
- polynomy ako Almon lag,
- konštantné váhy, aritmetický priemer

II. A. Veľa indikátorov

4. Factor-MIDAS

Ak robíme s mesačnými dátami, „Unrestricted MIDAS“:

$$Y_{t+1}^{Q} = \mu_0 + \mu_1 Y_t^{Q} + \sum_{i=1}^{3} \beta_i X_{i,t}^{H} + u_{t+1}$$

Ale ak počet indikátorov N je veľký, β bude [3 x N], preto radšej:

Factor-MIDAS:

$$Y_{t+1}^{Q} = \mu_0 + \mu_1 Y_t^{Q} + \sum_{i=1}^{3} \beta_i F_{i,t}^{H} + u_{t+1}$$

Predtým ešte treba odhadnúť faktory, zvyčajne cez PC

II. A. Veľa indikátorov

4. Factor-MIDAS

Referencie:

MIDAS: Ghysels et al. (2003), WP, JFE, JEmetrics

U-MIDAS: Foroni, Marcellino, Schumacher (2012), EA dáta

F-MIDAS: Marcellino & Schumacher (2010), Oxford B, DE dáta

Prognózovanie volatility – denné výnosy, intra-day volatilita:

- HYBRID GARCH: Chen, Ghysels, Wang (2011), JTSE

II. A. Veľa indikátorov

Celkovo pre všetky spomenuté veľké modely:

Výhody:

- Máme veľa indikátorov v prognóze

Nevýhody:

- Veľa indikátorov nie vždy znamená presnejšiu prognózu
- Odhady v 2-3 krokoch – kumulácia špecifikačných chýb
- Technická náročnosť

II. Prehľad literatúry

B. Málo indikátorov

1. Bridge equations (BEQ): kvartálne, spriemerovanie prognóz
2. Averaged bivariate VAR: ako hore, len viac dynamiky

3. Malý DFM: state-space model, dynamické faktory
4. U-MIDAS: verzia s málo indikátormi
5. Redukcia počtu indikátorov vo veľkých modeloch

peter.toth@mfsr.sk

II. B. Málo indikátorov

1. Bridge equations (BEQ)

$$x_t \,, x_{t+h} \;\rightarrow\; x_t^Q \,, x_{t+h}^Q$$

Agregácia indikátorov na kvartálnu frekvenciu (priemery) vrátane prognóz (cez AR procesy)

$$y_t^Q = \mu_i + \sum_{s=0}^{q_i} \beta_{i,s} \, x_{i,t-s}^Q + \varepsilon_{i,t}$$

Bridge equation pre každý pár y a x_i

Z každej rovnice urobíme prognózu HDP

$$y_{t+h|t}^Q = N^{-1} \sum_{i=1}^{N} y_{i,t+h|t}^Q$$

Aritmetický priemer prognóz.

peter.toth@mfsr.sk

II. B. Málo indikátorov

1. Bridge equations

Nevýhody:

- Odhadujeme veľa modelov – kumulácia špecifikačných chýb
- Prognózy mesačných dát propagujú aj šoky špecifické iba pre daný indikátor
  - skúsiť vážený priemer prognóz podľa úspešnosti
  - výber správnych indikátorov – aké selekčné kritériá?

Výhody:

- Jednoduché techniky
- O niečo presnejší ako AR na HDP

II. B. Málo indikátorov

1. Bridge equations

Referencie:

Baffigi et al. (2004), IJForecasting, EA dáta

Barhoumi et al. (2008), ECB OP, dáta EA a 9 krajín EU

II. B. Málo indikátorov

2. Bivariate VAR

$$x_t \rightarrow x_t^Q$$

Agregácia indikátorov na kvartálnu frekvenciu (priemery)

$$z_{i,t}^Q = \left\{ y_t^Q ,\ x_{i,t}^Q \right\}$$

VAR(2,p_i) pre každý pár y a x_i
Z každého VAR-u urobíme prognózu HDP

$$z_{i,t}^Q = \mu_i + \sum_{s=0}^{p_i} A_s\, z_{i,t-s}^Q + \varepsilon_{i,t}^Q$$

$$y_{t+h|t}^Q = N^{-1} \sum_{i=1}^{N} y_{i,t+h|t}^Q$$

Spriemerovanie prognóz.
Otázka či nepoužiť vážený priemer s váhami podľa „úspešnosti“ každej rovnice..

II. B. Málo indikátorov

2. Bivariate VAR

Nevýhody:

- Odhadujeme veľa modelov a parametrov
- Prognózy HDP z VAR-ov sú často dosť mimo
  - vážený priemer prognóz
  - výber správnych indikátorov

Výhody:

- Pomerne jednoduchý odhad
- Trochu viac dynamiky ako BEQ
- Býva presnejší ako AR, cca. ako BEQ

II. B. Málo indikátorov

2. Bivariate VAR

Referencie:

Camba-Mendez, Kapetanios, Smith, Weale (2001), EMetrics J, U.K. dáta

Barhoumi et al. (2008), ECB OP, dáta eurozóny a 9 krajín EU

II. B. Málo indikátorov

3. Malý DFM

Camacho, Perez-Quiros (2008), dáta EA

State-space model na mesačnej frekvencii, odhad cez KF:

$$y_t = \lambda_y f_t(L) + e_{y,t}$$

q-o-q rast HDP, chýbajúce pozorovania nahradené náhodnými číslami z $N(0,\sigma^2)$ bez vplyvu na odhad parametrov

$$x_{it} = \lambda_i f_t + e_{i,t}$$

m-o-m rast indikátorov

9 indikátorov: IP, tržby v m.o., X, nové objedn., ESI, IFO, 2 PMI

peter.toth@mfsr.sk

II. B. Málo indikátorov

3. Malý DFM

Ďalšia novinka štúdie: modelovanie revízií HDP

Dáta: historické verzie HDP aj indikátorov

Špecifikácia 3 verzií HDP v modeli:

$$y_t^{flash} = y_t^{2.odhad} + e_{1,t} + e_{2,t}$$

$$y_t^{1.odhad} = y_t^{2.odhad} + e_{2,t}$$

e_{1t} a e_{2t} sú iid, zero mean

peter.toth@mfsr.sk

inštitút finančnej politiky

II. B. Málo indikátorov

3. Malý DFM

Výhody:

- Presnosť
- Odhad a prognóza HDP elegantne v 1 kroku
- Modelovanie revízií dát HDP
- Odhad mesačného HDP

Nevýhody:

- Ak zvyšujeme N, či T je nízky
  - treba robiť reštrikcie na parametroch, ktoré sú často ad hoc
- Do istej miery technicky náročné

peter.toth@mfsr.sk

II. B. Málo indikátorov

4. U-MIDAS

Ako spomenuté vyššie, U-MIDAS:

$$Y_{t+1}^{Q} = \mu_0 + \mu_1 Y_t^{Q} + \sum_{i=1}^{3} \beta_i X_{i,t}^{H} + u_{t+1}$$

Výhoda:

- Odhaduje sa iba 1 rovnica, iba pozorované veličiny

Nevýhoda:

- Viac ako N x 3 parametrov v 1 rovnici (potom: F-MIDAS ?)
- Ako vybrať indikátory?

II. B. Málo indikátorov

4. U-MIDAS

Referencie:

Foroni, Marcellino, Schumacher (2012) CEPR WP,   U.S. dáta (10)

II. B. Málo indikátorov

5. Redukcia počtu indikátorov vo veľkých modeloch

- Môže to zvýšiť presnosť... (viď česká štúdia)
- Teoreticky možné , ale pozor:
  PC predpokladá: $N, T \to \infty$
- Aký postup pri výbere indikátorov?

peter.toth@mfsr.sk

III. Empirické výsledky

Stock, Watson (2002), JBES, dáta USA

Prognóza 8 mes. veličín:	IP, tržby, zamest., inflácia, atď.
Počet indikátorov:	215
Časový interval:	1959 – 1998
Model:	PC
Benchmark model:	AR
Horizont:	6, 12, 24 mesiacov
MSE (benchmark = 1.0):	0.6 - 0.7 (pre IP, podľa horizontu)
	pre ostatné progn. premenné horšie

III. Empirické výsledky

Giannone, Reichlin, Sala (2005), NBER, dáta USA

Prognóza:	HDP, deflátor	
Počet indikátorov:	190	
Časový interval:	1959 – 2003	
Model:	2S-DFM	
Benchmark model:	historický priemer	
Horizonty:	0-4 Q	
RMSE (benchmark =1.0):	0.8 - 0.92	(HDP, +0 a +1 Q)
RMSE	1.8 – 2.2 !!!	

peter.toth@mfsr.sk

III. Empirické výsledky

Barhoumi et al. (2008), ECB OP dáta EA + 9 krajín EU

Prognóza:	HDP
Počet indikátorov:	80 - 393
Časový interval:	1991 – 2006
Model:	AR, VAR, BEQ, PC, 2S-DFM, GDFM
Benchmark model:	historický priemer
Horizonty:	0-2 Q
Výsledky:	FM presnejšie ako nefaktorové mod.

III. Empirické výsledky

Barhoumi et al. (2008), ECB OP dáta EA + 9 krajín EU

	EA agregát	EA priemer	NMS priemer
AR	0.82	0.99	0.91
VAR	0.81	0.97	0.95
BEQ	0.84	0.93	0.94
PC	0.71	0.83	1.14
2S-DFM	0.78	0.86	1.24
GDFM	0.91	0.91	0.90

Ale: rozdiely medzi krajinami !!

III. Empirické výsledky

Marcellino, Schumacher (2010), Oxford B dáta DE

Prognóza:	HDP
Počet indikátorov:	111
Časový interval:	1992 – 2006
Model:	AR, PC, F-MIDAS
Benchmark model:	historický priemer
Horizonty:	0-2 Q
Výsledky:	F-MIDAS presnejší ako Q – PC, AR
	F-MIDAS podobný ako 2S-DFM

peter.toth@mfsr.sk

III. Empirické výsledky

Marcellino, Schumacher (2008), dáta DE

Ranking	+0 Q	+1 Q	+2 Q
AR	3	2	1
Quarterly PC	2	3	3
F-MIDAS	1	1	1

Ďalšie výsledky:

F-MIDAS cca. rovnanko presný ako 2S-DFM

III. Empirické výsledky

Camacho, Perez-Quiros (2008) dáta EA

Prognóza:	HDP
Počet indikátorov:	9
Časový interval:	1991 – 2006
Model:	malý DFM
Benchmark model:	historický priemer
Horizonty:	+0 Q
Výsledky:	DFM presnejší ako GDFM, IFO, OECD, DG-ECFIN

peter.toth@mfsr.sk

III. Empirické výsledky

Arnoštová et al. (2011)	dáta ČR
Počet indikátorov:	27-98
Časový interval:	2001–2009
Model:	AR, VAR, BEQ, PC, 2S-DFM, GDFM
Benchmark model:	MA(4)
Horizonty:	0-2 Q
Výsledky:	expertná prognóza najpresnejšia +0 Q
	PC je najpresnejší z modelov
	je lepšie použiť menej indikátorov (27)
	s krízou či bez: dosť iné výsledky

III. Empirické výsledky

Arnoštová et al. (2011) dáta ČR

Relat. RMSE	+1Q	+2Q	+3Q	Average
NTF	**0.67**	0.80	0.91	0.81
VAR	0.97	1.11	1.18	1.09
BEQ	0.69	0.92	1.06	0.90
PC	0.69	**0.68**	**0.90**	**0.76**
PC-Q	0.80	1.09	1.27	1.06
DFM	0.75	0.79	0.99	0.85
GDFM	1.04	0.93	0.98	0.98
Average forecast	0.81	0.86	0.95	0.88
PC - full panel	0.92	0.82	0.95	0.89
DFM - full panel	1.06	1.10	1.04	1.07
GDFM - full panel	1.09	0.98	1.01	1.02
AR(1)	1.10	1.14	1.09	1.11
historical mean	1.13	1.02	0.97	1.03
4Q averages	1.00	1.00	1.00	1.00

Note: RMSE-s are presented relative to the naive model of 4Q averages. The RMSE-s of NTF are expressed relative to the naive model run on unrevised GDP data.

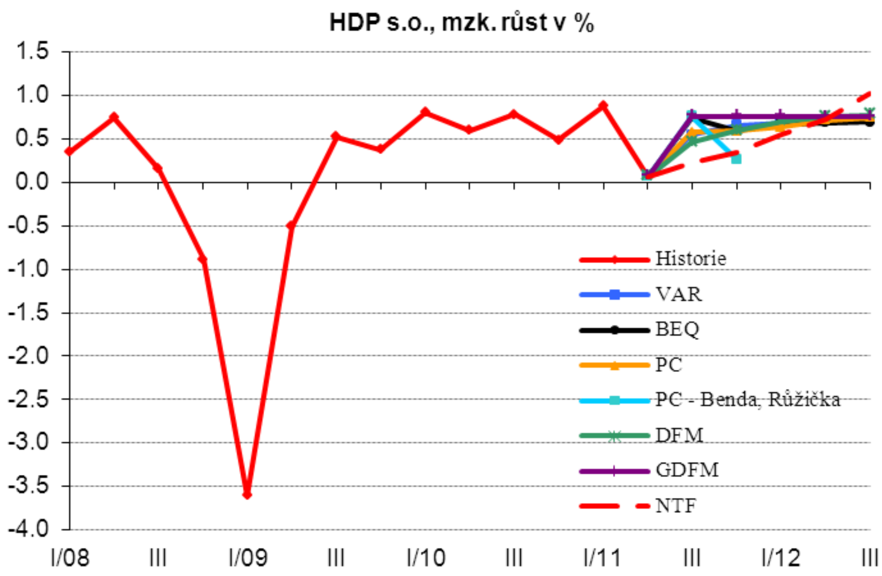
IV. Čo použiť pre Slovensko?

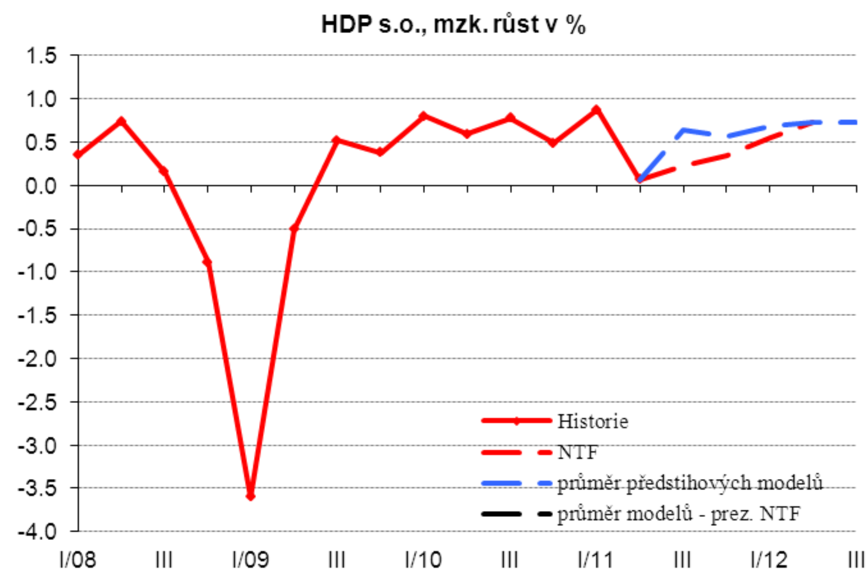
- Je málo indikátorov (cca. 30-40?)
- ... preto skôr malé modely: DFM, U-MIDAS
- ... z väčších max. tie jednoduchšie: PC, príp. 2S-DFM
- Modely používať ako benchmark pri expertnej prognóze
- Pravidelné aktualizácie:

  vplyvy nových mesač. dát na KD prognózu HDP

IV. Čo použiť pre Slovensko?

Skúsenosti z ČNB: KD modely používané ako benchmark



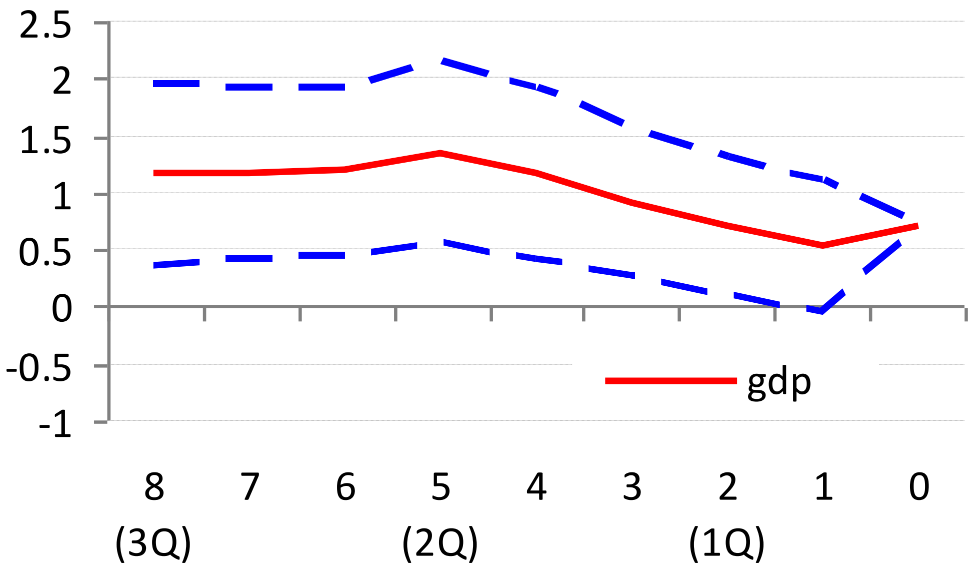


peter.toth@mfsr.sk

IV. Čo použiť pre Slovensko?

Skúsenosti z ČNB:

Model PC, q-o-q rasty HDP, priemerný RMSE: 1,0 p.b. !!!



inštitút finančnej politiky

Otázky

peter.toth@mfsr.sk