

ODHAD PRAVDEPODOBNOSTNÉHO ROZDELENIA PREDIKCIE INFLÁCIE

FAN CHART – GRAFICKÁ PREZENTÁCIA

Tomáš Oparty, Miroslav Gavura, Národná banka Slovenska

Predikcia hlavných makroekonomických ukazovateľov je prvým krokom pri poskytovaní informácií o tom, kde ekonomika smeruje. Každá predikcia ľubovoľnej ekonomickej veličiny je však aj predmetom neistoty, t. j. nesie so sebou isté riziká. Tie vychádzajú jednak z neistoty vývoja exogénnych premenných, ako aj z chyby prameniacej z použitého zjednodušeného modelu pri príprave predikcie. Preto sa pravidelne stáva, že spolu s predikciou sú zverejňované aj jej možné riziká (odchýlky), ktoré poukazujú na alternatívne vychýlenia predikcie. Veľkosť týchto rizík môže byť vnímaná aj ako miera vierohodnosti predpovede.

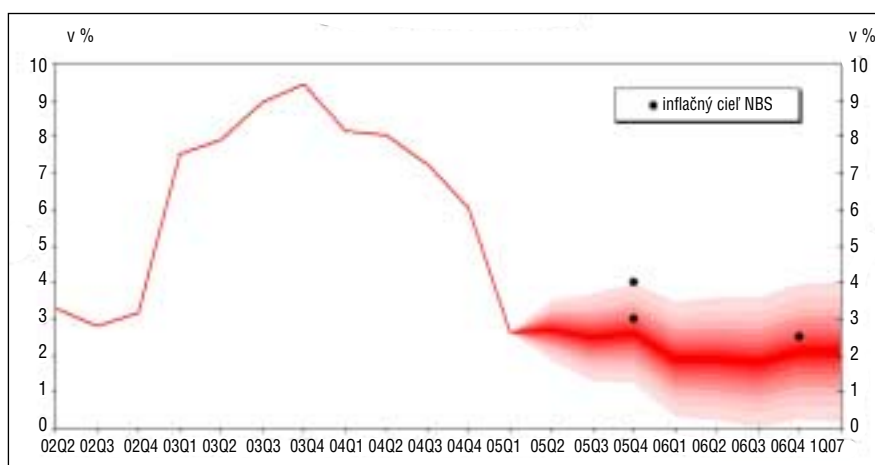
V tomto článku sa pokúsime opísať jednoduchý prístup k odhadu rizika predikcie a spôsob prezentácie výsledkov so zameraním na infláciu. Jednou z možností prezentácie strednodobej predikcie inflácie spolu s jej možnými rizikami je grafický výstup znázorňujúci odhad pravdepodobnostného rozdelenia jej predikcie, tzv. fan chart (vejárový graf). Fan charty boli prvýkrát použité v Bank of England v roku 1996 a vďaka ich názornosti a ľahko pochopiteľnej forme ich následne začali využívať viaceré centrálné banky. Pre názornosť a lepšiu predstavu hneď v úvode opíšeme fan chart znázorňujúci predikciu inflácie SR po 1. štvrtrok 2007 zo strednodobej predikcie NBS (apríl 2005).

Opis grafu

Fan chart je graf zobrazujúci odhady intervalov, v ktorých sa bude nachádzať predikovaná ekonomická veličina (napr. inflácia). Tento graf predstavuje rozšírenie bodovej predikcie o predpoveď chyby predikcie, ktorá je reprezentovaná šírkou intervalu.

Základom grafu je centrálna predikcia (central view, base line), čo je najpravdepodobnejší vývoj inflácie pre dané obdobie – bodová predikcia. Táto predikcia predsta-

Graf 1 Predikcia inflácie HICP



vuje najtmavšiu časť, resp. čiaru grafu. Postupne sa roztvárajúci vejár znázorňuje nárast rizík centrálnej projekcie, čo poukazuje na fakt, že miera neistoty (chyba predikcie) stúpa z rastúcim časom. Dva rovnako sfarbené svetlejšie pruhy, pod a nad centrálnou projekciou, predstavujú rozšírenie intervalu, v ktorom sa bude nachádzať budúca hodnota inflácie o veľkosť, ktorá zodpovedá nárastu spoľahlivosti o 10 % oproti prechádzajúcemu intervalu; hovoríme o tzv. intervaloch spoľahlivosti¹. Posledné dva pásy predstavujú nárast spoľahlivosti na konečnú, 90-percentnú hranicu. Z toho vyplýva, že podľa predikcie v grafe 1 bude na konci roku 2006 inflácia s pravdepodobnosťou 90 % medzi hodnotami 0,2 % a 4,0 %².

Odhad pravdepodobnostného rozdelenia

Fan charty, ako sme už uviedli, zobrazujú odhad intervalu spoľahlivosti, ktorého šírka reprezentuje veľkosť odhadu rizika predikcie. Interval spoľahlivosti je určený tzv. pravdepodobnostným rozdelením. Z tohto dôvodu sa často hovorí o odhade pravdepodobnostného rozdelenia.

¹ Nejde o 10-percentný nárast intervalu, ale o nárast intervalu, ktorý zodpovedá nárastu pravdepodobnosti o 10 %.

² Interval 0,2 až 4,0 (prierez „vejárom“) v 4. štvrtroku 2006 je intervalom spoľahlivosti.



Pri jeho odhade vychádzame z predpokladu, že poznáme hustotu rozdelenia – funkciu, ktorá znázorňuje rozloženie pravdepodobnosti – a tým sa predikcia obmedzí na odhad parametrov tohto rozdelenia. Pri zostrojovaní fan chartov sa vychádza z predpokladu, že chyby predpovede môžu mať zošikmené normálne rozdelenie s parametrami μ , σ a γ ³.

Inými slovami, je potrebné predikovať (odhadnúť) dve hodnoty, najpravdepodobnejší vývoj μ a veľkosť chyby predpovede σ , prípadne odhadnúť ešte tretiu hodnotu γ , ktorá udáva vychýlenosť chyby vzhľadom na centrálnu projekciu.

- **Centrálna predikcia** – predstavuje najlepší odhad v pravdepodobnostnom zmysle, t. j. body, ktoré majú najväčšiu pravdepodobnosť, tzv. modus. Vypracovanie centrálnej predikcie inflácie je prvým krokom potrebným pri získavaní informácií potrebných pre centrálnu banku na nastavenie menových nástrojov. Centrálna predikcia inflácie pre strednodobý horizont predstavuje bodový odhad vytvorený na základe výstupov modelovej simulácie a expertných odhadov.

- δ – odhad chyby predikcie – predstavuje odhad volatility centrálnej predikcie, tzv. smerodajnej odchýlky. V grafe 1 udáva veľkosť intervalu spoľahlivosti, teda šírku „vejára“ v danom období. Šírka vejára v danom štvrtroku sa rovná približne 4-násobku odhadu chyby predikcie pre daný štvrtrok. Odhad smerodajnej odchýlky je aproximáciou neistoty predikcie, ktorá môže vychádzať jednak z neistoty vývoja exogénnych premenných, ale aj z chyby použitého analytického nástroja (ekonometrického modelu).

- γ – rozloženie rizika – je mierou, ktorá určuje, aká „časť chyby“ sa nachádza pod a aká nad centrálnou predikciou; hovoríme o tzv. šikmosti (skewness). V grafe 1 šikmosť predstavuje posun intervalu spoľahlivosti napr. smerom nahor vzhľadom na centrálnu projekciu, pri zachovaní veľkosti intervalu. Ako príklad možno uviesť predpoklad vývoja cien ropy. V prípade, že existuje riziko vyšších cien ropy, ako bola stanovená trajektória pri príprave centrálnej predikcie, zvyšuje sa riziko dosiahnutia vyššej inflácie. To by predstavovalo širší interval nad centrálnou predikciou a užší pod ňou.

Odhady chyby predikcie

Metódy odhadu chyby predikcie je možné rozdeliť podľa spôsobu odhadu do dvoch skupín. Prvá skupina obsahuje prístupy založené na odhade chyby z ekonometrického modelu. Ide buď o implicitnú chybu modelu, alebo o chyby vyhodnotené na základe tzv. šokov, ktoré vstupujú do modelovej simulácie. Tieto šoky môžu byť deterministické alebo stochastické.

Implicitná chyba modelu sa používa zriedka, pretože

³ Bližší opis je uvedený v boxe Hustota normálneho rozdelenia.

býva analyticky vyjadriteľná len pre niektoré jednoduché typy predikčných modelov. Naopak, veľmi často používaným prístupom býva odhad chyby na základe šokov. Tento prístup v sebe skrýva výhodu, ktorou je jeho nezávislosť na dĺžke a dostupnosti historických dát. Táto výhoda býva častým dôvodom na použitie tohto prístupu. Na druhej strane jeho nevýhodou je absencia chyby nesprávneho nastavenia šokov. Z filozofie prístupu vyplýva, že nezohľadňuje ani chybu, ktorá môže byť spôsobená nesprávnym výberom samotného modelu.

Metódy druhej skupiny sú založené na vyhodnocovaní historických dát, hovoríme o empirickom spôsobe odhadu chyby. Tieto metódy sú z pohľadu výhod a nevýhod v opačnej pozícii v porovnaní s metódami z prvej skupiny. Odhad vypočítaný pomocou týchto metód v sebe obsahuje takmer všetky riziká spojené s nesprávnosťou výberu modelu, jeho následnej chyby a odbúrava chybu pri voľbe šokov. Na druhej strane jeho nevýhoda spočíva v absolútnej závislosti od dostupnosti dát a v samotnej myšlienke, že budúci odhad je založený na minulosti. V prípade prechodu na novú metodiku odhadu predikovanej veličiny môže dochádzať k nekonzistentnosti a skresleniu odhadu.

Empirický spôsob odhadu smerodajnej odchýlky pre fan chart predikcie inflácie v SR

Na ilustráciu sme vybrali metódu odhadu chyby predikcie z druhej skupiny, t. j. na základe historických chýb predikcií inflácie. Hlavným dôvodom a zároveň výhodou použitia tejto metódy je relatívne rozsiahly súbor dostupných dát krátkodobých predikcií inflácie NBS za obdobie 2000 – 2004. Na základe odchýlok skutočnej inflácie od predikcie možno z takejto zdrojovej databázy odhadnúť chybu predikcie na najbližšie štyri štvrtroky.

Pre odhad chyby predikcie (smerodajnej odchýlky) na prvé štyri štvrtroky (rok dopredu) bola použitá štatistika RMSE (Root Mean Square Error)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2},$$

kde $e_t = \tilde{y}_t - y_t$ je odchýlka predikcie \tilde{y}_t od skutočnosti y_t v čase t .

Pre odhad chyby predikcie na jeden štvrtrok dopredu boli použité všetky 3-mesačné predikcie od roku 2000 do 2004 a ich odchýlky. Ten istý postup bol následne aplikovaný na odhady chýb na dva až štyri štvrtroky dopredu.

Z dôvodu nedostatočného počtu dát pre dvojročné predikcie bola na odhad smerodajných odchýlok na štvrtroky 5 – 8, t. j. odhad chyby predikcie na druhý rok dopredu, použitá regresná metóda (odhad pomocou logaritmickeho trendu).

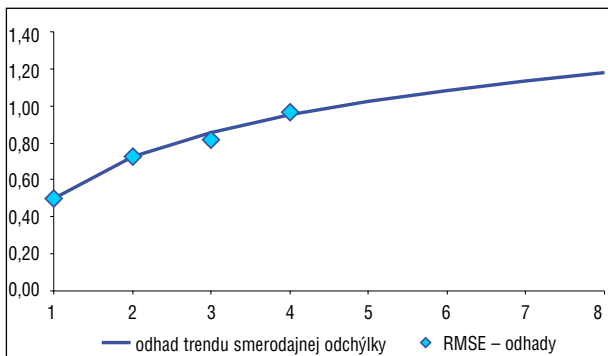
Poznamenajme, že v prvej fáze vývoja fan chartov sme sa zamerali na odhad symetrického pravdepodobnostného



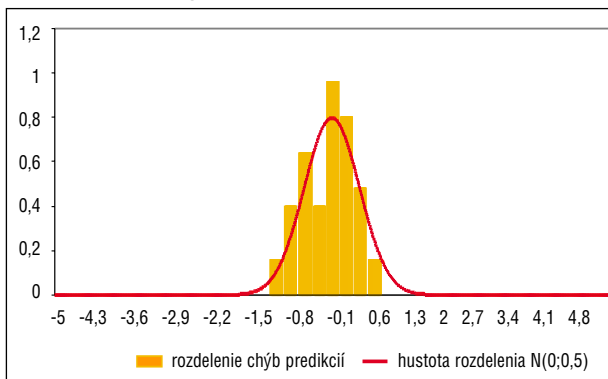
Tab. 1 Odhad smerodajnej odchýlky predikcie inflácie

1Q	2Q	3Q	4Q	5Q	6Q	7Q	8Q
0,500	0,729	0,819	0,963	1,024	1,083	1,133	1,177

Graf 2 Odhad smerodajnej odchýlky



Graf 3 Porovnanie hustoty normálneho rozdelenia a rozdelenia chýb predikcií inflácie (1Q)



ho rozdelenia. Týmto predpokladom sme vynechali odhad rozloženia rizika a predpokladali, že toto rozloženie je symetrické vzhľadom na centrálnu projekciu, t. j. tendencia omylu k vyšším a nižším hodnotám inflácie je rovnako pravdepodobná. Opodstatnenosť tohto rozhodnutia je zrejmá z grafu 3, ktorý zobrazuje rozloženie rizika pri predikcii na jeden štvrťrok dopredu. Je vidieť, že riziko je do veľkej miery rozložené symetricky okolo najpravdepodobnejšej hodnoty reprezentovanej najvyšším stĺpcom histogramu.

Záver

Národná banka Slovenska bude od roku 2005 prezentovať predikciu inflácie vo forme fan chartov štyrikrát ročne ako súčasť strednodobej predikcie vývoja ekonomiky. Prezentácia predikcie inflácie v takejto podobe umožňuje rozšíriť pohľad centrálnej banky o odhad miery neistoty a rizika okolo bodovej predikcie. V prípade, že nie sú identifikované špecifické riziká predikcie, rozloženie neistoty a rizika môže byť symetrické, podobné prezentovaným výsledkom. V prípade špecifických rizík môžu byť pripravené alternatívne scenáre vývoja inflácie, čím sa miera rizika môže posunúť nad, resp. pod centrálnu predikciu. V takomto prípade by bol výsledný interval nesymetrický okolo bodovej predikcie. Ako sme už uviedli, pri odhade rizika predikcie v budúcnosti bude dôležitým nástrojom ekonometrický model. Na základe simulácií (deterministických alebo stochastických) bude možné presnejšie odhadnúť mieru neistoty a rizika predikcie inflácie.

Hustota normálneho rozdelenia

Náhodná veličina X má normálne rozdelenie s parametrami μ a σ práve vtedy, keď jej hustota má tvar:

$$f(x) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right].$$

Základnou vlastnosťou normálneho rozdelenia je jeho symetrickosť vzhľadom na strednú hodnotu. V tomto boxe predstavíme postup používaný na vyjadrenie hustoty nesymetrického rozdelenia. Jednoduchým a zároveň elegantným spôsobom na zavedenie šikmosti je nadefinovanie dvojdielného (two-piece) normálneho rozdelenia, ktoré je zložené z dvoch normálnych rozdelení s rovnakou strednou hodnotou a rôznymi rozptylmi.

$$f(x) = A \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma_1^2}\right], \text{ pre } \mu - x \quad f(x) = A \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma_2^2}\right], \text{ pre } \mu > x,$$

kde $A = \left(2\pi\left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}\right)^2\right)^{-1/2}$. Alternatívny spôsob zavedenia nesymetrickosti do predpisu hustoty normálneho rozdelenia je zavedenie novej veličiny – šikmosti. Hustota má nasledujúci tvar:

$$f(x) = \frac{2}{(1-\gamma)^{-1/2} + (1+\gamma)^{-1/2}} (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \left((x-\mu)^2 + \gamma \left(\frac{(x-\mu)^2}{|x-\mu|} \right) (x-\mu)^2 \right)\right],$$

kde σ predstavuje chybu predikcie a γ šikmosť.

Zoznam použitej literatúry:

1. Kenneth, F. Wallis, Forecast uncertainty, its representation and evaluation, Tutorial lectures IMS Singapore, 3-6 May.
2. Kenneth, F. Wallis, An Assessment of Bank of England and

National Institute, Inflation Forecas Uncertainties, January 2004.

3. Anděl, J., Statistické metody. Matfyzpress, KU Praha 1993.
4. Britton, E., Fisher, P., Whitley, J.: The Inflation Report projections: understanding the fan chart.