



Asymetrický fan chart – grafická prezentácia rizika predikcie inflácie

Juraj Huček, Miroslav Gavura
Národná banka Slovenska

Predikcia makroekonomických ukazovateľov je prvým krokom pri poskytovaní informácie o tom, kam ekonomika smeruje. Každá takáto predikcia však v sebe nesie určitú mieru neistoty, resp. rizika.

ASYMETRICKÉ ROZLOŽENIE RIZIKA PREDIKCIE

Neistota predikcie je spojená jednak s rizikom vo vstupných predpokladoch exogénnych premenných, s používaním zjednodušených ekonomických modelov, ale môže súvisieť napríklad aj s revíziou dát. Všetky tieto riziká spôsobujú odklon skutočných hodnôt jednotlivých ukazovateľov od ich bodových predikcií. Preto je zrejme, že bodová predikcia nemusí byť postačujúca na vytvorenie komplexného obrazu o očakávanom vývoji jednotlivých ukazovateľov. Namiesto bodových odhadov sú v praxi riziká najčastejšie zohľadnené vo forme zverejňovania intervalových predikcií. Moderným informačným nástrojom na komunikáciu neistoty vyplývajúcej z predikcie makroekonomických ukazovateľov je v posledných rokoch grafický výstup znázorňujúci odhad pravdepodobnostného rozdelenia predikcie uvažovaného ukazovateľa, tzv. *fan chart* (vejárový graf). Grafy typu fan chart prvýkrát použila Bank of England v roku 1996 a vďaka názornosti a ľahko pochopiteľnej forme ich následne začali používať viaceré centrálné banky.

V súčasnosti sa v prognostickom procese NBS využíva fan chart pri prezentácii odhadu vývoja inflácie v rámci strednodobej predikcie¹. Je založený na jednoduchom empirickom prístupe, v ktorom je neistota predikcie inflácie (šírka intervalu okolo bodovej predikcie) odhadnutá na základe historických chýb predikcií. V tomto prípade sa predpokladá, že pravdepodobnosť dosiahnutia vyššej inflácie v porovnaní s bodovou (*baseline*) predikciou je rovnaká ako pravdepodobnosť dosiahnutia nižšej inflácie. V grafickej forme je to znázornené rovnakou šírkou intervalu nad a pod *baseline* predikciou. Hovoríme o symetrickom rozložení rizika, resp. symetrickom fan charte.

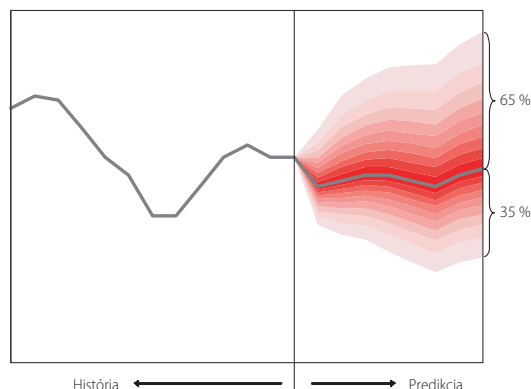
Symetrický fan chart síce rieši otázku neistoty predikcie, ale neumožňuje zohľadniť aktuálne (reálne) riziká šokov v ekonomike (napríklad vyšší ako očakávaný zahraničný dopyt, zmeny v cenách ropy či väčší ako očakávaný rast nominálnych miezd). Sú to riziká, ktoré môžu neistotu predikcie vychýliť asymetricky nahor alebo nadol.

Existuje totiž veľa reálnych situácií, keď je potrebné (nevyhnutné) s takýmito rizikami uvažovať. Rizikový faktor, napríklad v podobe možného rýchlejšieho rastu cien ropy oproti predpokladom *baseline* predikcie, by v realite predstavoval jednostranné prorastové riziko. Naplnenie takéhoto rizika by znamenalo, že inflácia by s väčšou pravdepodobnosťou (viac ako 50%) mala byť oproti prognóze vyššia. Súčasne sa tak znižuje pravdepodobnosť (menej ako 50%), že inflácia sa bude pohybovať pod prognózou. Rovnako by došlo aj k posunu, nie však k rozšíreniu intervalov smerom k vyšším úrovniam. Je však potrebné zdôrazniť, že *baseline* predikcia sa tým nezmení a naďalej bude predstavovať najpravdepodobnejší scenár vývoja inflácie². Nebude však už v strede očakávaného intervalu. Grafická prezentácia predikcie zohľadňujúca takýto typ rizík predstavuje posun od symetrického k asymetrickému fan chartu.

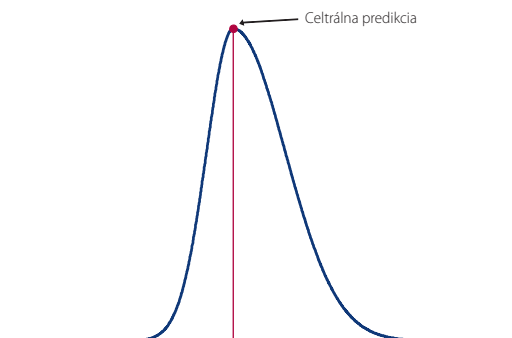
Hlavným prínosom používania asymetrických fan chartov by teda malo byť rozšírenie pohľadu na existujúce riziká sprevádzajúce predikciu. Ide predovšetkým o riziká, ktoré zvyšujú, resp. znižujú pravdepodobnosť dosiahnutia vyššej, resp. nižšej inflácie v porovnaní s *baseline* predikciou. Rovnako by tento prístup mal prispieť aj k porovnaniu

- 1 Bližšie informácie k problematike symetrických fan chartov a ich využitie v NBS sú v článku: T. Oparty, M. Gavura: Odhad pravdepodobnostného rozdelenia predikcie inflácie, *Fan Chart – grafická prezentácia*, BIATEC, ročník 13, 5/2005, Národná banka Slovenska.
- 2 *Baseline* predikcia predstavuje modus predpokladaného pravdepodobnostného rozdelenia.

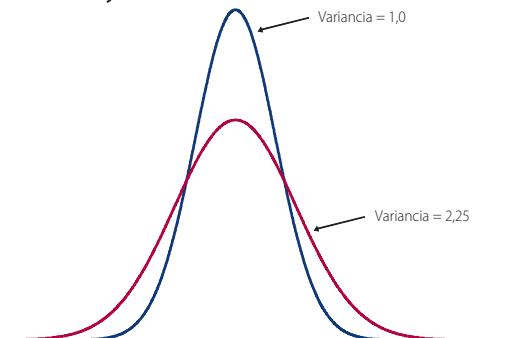
Graf 1 Ilustratívny príklad asymetrického fan chartu s prevládajúcimi prorastovými rizikami



Zdroj: NBS.


Graf 2 Hustota šikmého normálneho rozdelenia


Zdroj: NBS.

Graf 3 Hustota normálneho rozdelenia s rozdielnymi varianciami


Zdroj: NBS.

3 Jednoduchým a zároveň elegantným spôsobom na zavedenie šikmosti je nadefinovanie dvojdielného normálneho rozdelenia (v angličtine označované ako Two-piece normal distribution TPN), ktoré je zložené z dvoch normálnych rozdelení s rovnakou strednou hodnotou a rôznymi rozptylmi. Viac o ňom je uvedené v samostatnej technickej poznámke na konci článku.

4 Pretože fan chart sa robí na 8 štvrťrokov dopredu od obdobia tvorby aktuálnej strednodobej prognózy, ku každému pravdepodobnostnému rozdeleniu v danom štvrťroku treba odhadnúť jeho štandardnú odchýlku. Pre prvé 4 štvrťroky do budúcnosti sa odhadne štandardná odchýlka vždy so zodpovedajúcim časovým posunom, t. j. odhad odchýlky na 1. štvrťrok do budúcnosti sa počíta zo štandardných odchýlok minulých chýb predikcií, ktoré boli uskutočňované na obdobie 3 mesiacov, odhad na 2. štvrťrok sa počíta z odchýlok chýb minulých predikcií na obdobie 6 mesiacov a pod. Zvyšné odhady na 5. až 8. štvrťrok sa aproximujú logaritmickým trendom. Tento spôsob bol zvolený preto, lebo najväčšia miera neistoty sa vyskytuje v prvých štyroch štvrťrokoch. V ďalších obdobiach sa predpokladá, že behaviorálne väzby podstatne znižujú rast neistoty.

5 V prípade NBS ide predovšetkým o zamestnancov odboru menovej politiky (podieľajúcich sa priamo alebo nepriamo na tvorbe prognózy).

rizík medzi dvoma predikciami. Rozšírenie doteraz používaného fan chartu o analýzu rizík by malo prispieť k zvýšeniu transparentnosti v oblasti formovania očakávaní. Umožňuje zrozumiteľnejšie podávať informácie o očakávaných asymetrických rizikách. Okrem grafickej formy je, samozrejme, možné spolu s fan chartom prezentovať aj číselné hodnoty intervalov pravdepodobnosti či pravdepodobnosť splnenia alebo nespĺnenia inflačného cieľa.

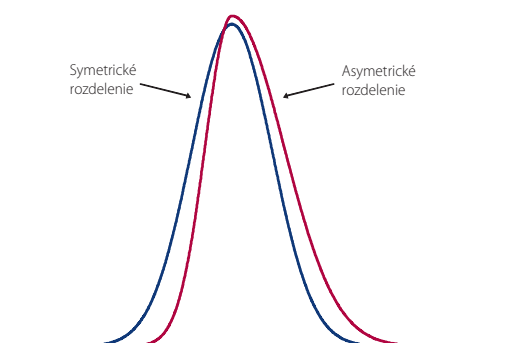
Fan chart, ako spôsob grafického zobrazenia vývoja intervalov spoľahlivosti pre prognózu inflácie po štvrťrokoch v čase, je v skutočnosti určitým zjednodušením skutočného rozdelenia pravdepodobnosti. Pri príprave asymetrického fan chartu treba v prvom rade riešiť otázku zostrojenia asymetrického pravdepodobnostného rozdelenia prognózy inflácie v jednom časovom bode. Pre jednoduchosť a široké využitie sa preto používa nesymetrické normálne rozdelenie, ktorého konštrukcia vychádza z normálneho symetrického rozdelenia. Zjednodušené sa dá povedať, že je potrebné odhadnúť, ako je neistota (riziko) predikcie rozložená pod a nad baseline predikciou. Na zostrojenie asymetrického fan chartu je potrebné poznať tri hlavné parametre: centrálnu predikciu, neistotu predikcie a asymetriu, čo sú vlastne ekonomické interpretácie nesymetrického normálneho rozdelenia s parametrami μ -modus, σ -odhad volatility, tzv. smerodajná odchýlka, a γ -šikmost (skewness) rozdelenia.³

Centrálna predikcia je prognóza, ktorá vychádza z baseline scenára (centrálnej predikcie, graf 2). V našom prípade je centrálna predikcia prognóza medziročnej inflácie zo strednodobej predikcie. Z hľadiska pravdepodobnosti je to predikcia, ktorá sa považuje za najviac pravdepodobnú, a teda z matematického pohľadu je to modus rozdelenia (μ). To však nevylučuje alternatívu, že skutočná hodnota budúcej inflácie nebude vyššia alebo nižšia. Vždy sa však predpokladá, že centrálna predikcia predstavuje vývoj inflácie konzistentný s najpravdepodobnejšími trajektóriami ekonomických faktorov. Úvaha o tom, že centrálna predikcia je modus, vychádza predovšetkým z procesu prípravy strednodobej predikcie, kde

sa po viacerých stretnutiach určí finálna predikcia ako alternatíva, o ktorej sa predpokladá, že je najpravdepodobnejšia. Ak by predikčný proces prebiehal inak, napríklad, že by sa zvažovali viaceré možnosti, lebo existuje presvedčenie, že každá z týchto alternatív bude mať svoju váhu v budúcej inflácii, tak by bolo skôr vhodnejšie centrálnu predikciu brať ako vážený priemer z alternatív. Výsledná predikcia by sa v takomto prípade skôr dala považovať za aproximáciu strednej hodnoty asymetrického normálneho rozdelenia.

Neistota predikcie hovorí o tom, aká je pravdepodobnosť, že skutočná inflácia sa bude líšiť od prognózy. Čím je neistota väčšia, tým viac rastie pravdepodobnosť, že rozdiel medzi skutočnou hodnotou inflácie a centrálnou predikciou bude veľký (graf 3). Neistota prognózy je aproximovaná varianciou (σ) pravdepodobnostného rozdelenia a odhaduje sa pomocou štandardnej odchýlky variancie chýb minulých predikcií (RMSE – Root mean square error)⁴. Existujú aj iné možnosti, ako určiť riziko predikcie, napríklad použitím ekonomického modelu na simuláciu vývoja inflácie a následne odhad jej rizika. Nevýhodou v takomto prípade je riziko chyby samotného modelu, v ktorom sa simulácie robia. Na základe jednoduhosti, ako aj faktu, že variancia chýb predikcie inflácie nie je závislá od použitého modelu, bolo rozhodnuté použiť ju ako spôsob merania neistoty predikcie.

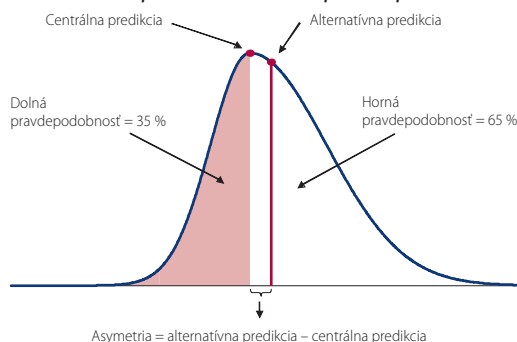
Asymetria predikcie definuje, ako je neistota rozložená pod a nad centrálnou predikciou, teda či je väčšia pravdepodobnosť, že inflácia bude vyššia alebo nižšia, než určuje strednodobá predikcia (graf 4). Asymetriu možno určiť dvoma ekvivalentnými spôsobmi – dolnou pravdepodobnosťou alebo alternatívnou predikciou. Pre konkrétny výber jedného z nich boli rozhodujúce nasledujúce vlastnosti, ktoré by želaný odhad mal vykazovať. V prvom rade, keďže určenie asymetrie vyžaduje predovšetkým expertný odhad o rozložení rizika v budúcnosti, parameter by mal byť zrozumiteľný. Druhá vlastnosť, potrebná pre odhad, je relatívna jednoduchosť pri transformácii informácie z parametra do asymetrie pravdepodobnostného rozdelenia. V oboch prípadoch je potrebné údaje získať od viacerých respondentov pomocou dotazníka⁵.


Graf 4 Hustota normálneho rozdelenia


Zdroj: NBS.

Pre dolnú pravdepodobnosť je potrebné vedieť určiť pravdepodobnosť, s akou sa bude inflácia nachádzať pod, resp. nad centrálnou predikciou. V prípade symetrie je riziko rozložené rovnomerne pod aj nad centrálnou predikciou (to znamená, že v 50 % prípadoch bude inflácia pod centrálnou predikciou a obdobne v 50 % nad centrálnou predikciou), dolná pravdepodobnosť bude teda 50 %. V prípade asymetrie je neistota rozložená nerovnomerne, napr. pod centrálnou predikciou je možných 35 % realizácií inflácie a nad predikciou 65 % realizácií. Dolná pravdepodobnosť teda predstavuje 35 %. Tento spôsob určenia asymetrie je na prvý pohľad menej prehľadný, pretože konkrétnemu respondentovi nedáva priamo predstavu o dopade, resp. výške inflácie v prípade naplnenia rizika, t. j. respondent musí vedieť odpovedať na otázku: „Aká je pravdepodobnosť, že inflácia bude nad, resp. pod centrálnou predikciou inflácie, za predpokladu existencie šoku, nezahrnutého v centrálnej predikcii?“

Vhodnejším spôsobom merania asymetrie je využiť alternatívnu predikciu, čo je vlastne prognóza inflácie, ktorá vychádza z asymetrického šoku⁶. Pre respondenta tak alternatívna predikcia predstavuje odpoveď na otázku: „O koľko sa zmení prognóza inflácie, za predpokladu existencie šoku, nezahrnutého v centrálnej predikcii?“ Tento spôsob je transparentnejší a pre respondenta jednoduchšie identifikovateľný, nakoľko alternatívnu predikciu možno určiť pomocou expertného odhadu či simuláciou z modelu. Tiež treba vyzdvihnúť technickú jednoduchosť tohto spôsobu pri následnom odvodení konkrétneho tvaru nesymetrického normálneho rozdelenia.

Graf 5 Hustota šikmého normálneho rozdelenia – alternatívna predikcia a dolná pravdepodobnosť


Zdroj: NBS.

Asymetriu vyjadrenú alternatívnou predikciou možno previesť na dolnú pravdepodobnosť, a naopak, asymetriu vyjadrenú pomocou dolnej pravdepodobnosti možno previesť na asymetriu charakterizovanú alternatívnou predikciou (graf 5). Je možné vytvoriť konverznú tabuľku, ktorá prevedie jednotlivé percentá dolnej pravdepodobnosti pri fixovanej neistote na čitateľnejší odhad, a to na alternatívnu predikciu.

VYHODNOTENIE RIZÍK PREDIKCIE INFLÁCIE P2Q-2009

Na zistenie možných rizík predikcie inflácie je zostavený dotazník, ktorý slúži na získanie expertného odhadu o rozložení rizika (asymetrií) predikcie budúcej inflácie v strednodobom horizonte. Obsahuje vybrané ukazovatele (z domáceho aj exogénneho prostredia), ktoré priamo alebo nepriamo vplyvajú na infláciu. Z vyplnených dotazníkov sa vypočítajú priemerné dopady na infláciu v jednotlivých ukazovateľoch. Dopady za jednotlivé roky sa následne sčítajú a tým tvoria výsledný dopad (t. j. o koľko by sa predikovaná baselina inflácia zmenila, ak by sa všetky tieto riziká naplnili). Takto získané údaje sa využijú priamo na zostrojenie asymetrického fan chartu s využitím alternatívnej predikcie. Samotné vyhodnotenie dotazníka navyše poskytne množstvo informácií pre hlbšiu analýzu rizík jednotlivých faktorov ovplyvňujúcich infláciu.

Výstupy symetrického a asymetrického rozloženia rizika môžu mať tabuľkovú (číselnú) a grafickú formu. Kým číselná forma predstavuje najmä hodnoty získané dotazníkovým prieskumom, grafická forma poskytuje názornú predstavu o rozložení

⁶ V tomto prípade alternatívna predikcia predstavuje z matematického hľadiska strednú hodnotu.

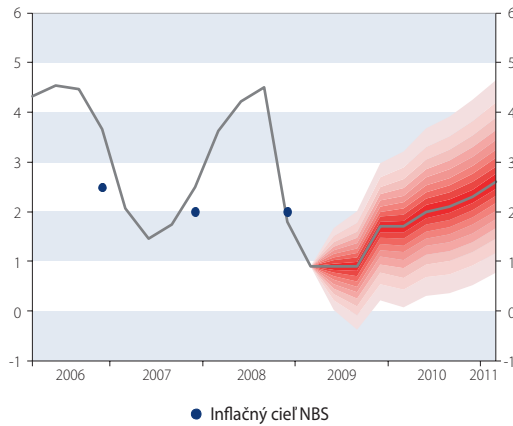
Tab. 1 Centrálna predikcia a alternatívna predikcia

	III. 2009	VI. 2009	IX. 2009	XII. 2009	III. 2010	VI. 2010	IX. 2010	XII. 2010	III. 2011
Centrálna predikcia	0,90	0,90	0,90	1,70	1,70	2,00	2,10	2,30	2,60
Alternatívna predikcia	0,90	0,85	0,82	1,60	1,64	1,99	2,14	2,38	2,71

Zdroj: NBS.



Graf 6 Asymetrické rozdelenie rizika fan chart – Strednodobá predikcia inflácie HICP P2Q-2009 (%)



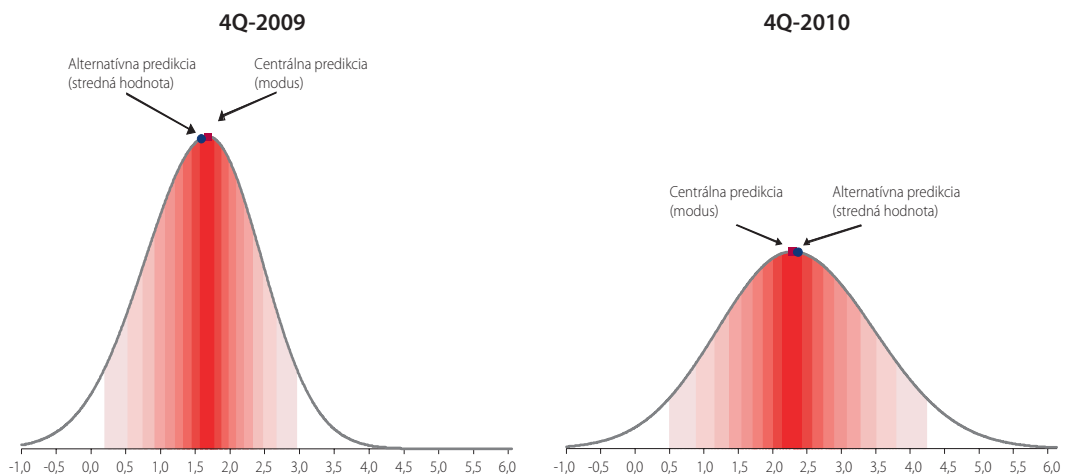
Zdroj: NBS.

rizík okolo centrálnej predikcie s dôrazom kladným na fakt, že baseline predikcia je tá najpravdepodobnejšia úroveň inflácie.

Na základe vyhodnotenia dotazníka predikcie inflácie z P2Q-2009 možno predpokladať, že prognóza inflácie je realistická, keď v žiadnom z vybraných faktorov neboli identifikované vyššie riziká. Všetky riziká možno považovať za malé až zanedbateľné s minimálnym dopadom na infláciu. Celkovo by zisťované rizikové faktory mohli infláciu mierne znížiť (o 0,10 p. b.) ku koncu roka 2009, a naopak, v rokoch 2010 a 2011 existujú mierne prorastové riziká (0,08 p. b. ku koncu roka 2010 a 0,18 p. b. ku koncu roka 2011).

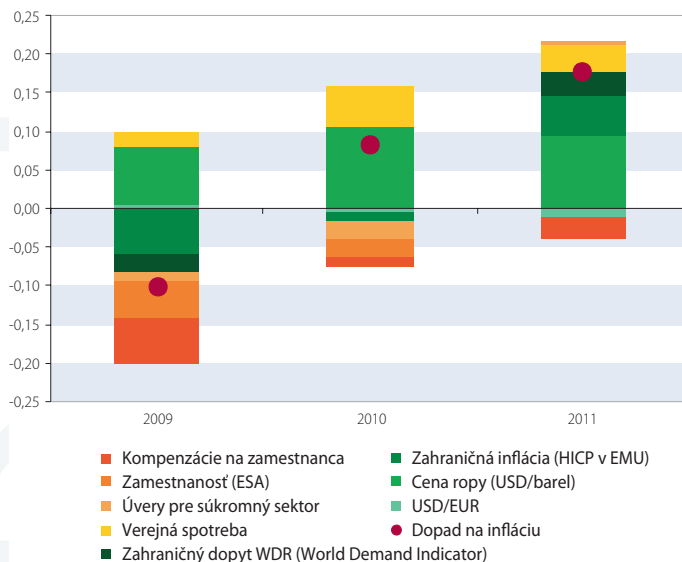
Tab. 2 názorne opisuje rozdiely v pravdepodobnostiach dosiahnutia hodnôt inflácie v prípade baseline predikcie a v prípade, že by došlo k naplneniu rizík predikcie t. j. rizikového scenára

Graf 7 Prierez fan chartom 4Q-2009 a 4Q-2010



Zdroj: NBS.

Graf 8 Dopad na infláciu podľa rizikových faktorov (%)



Zdroj: NBS.

pre nadefinované prípady. Hodnoty, rovnako ako zobrazené grafy, potvrdzujú vyššiu pravdepodobnosť poklesu inflácie oproti centrálnej predikcii ku koncu roka 2009 a rastu ku koncu roka 2010.

V roku 2009 sa za najvýraznejšie, i keď malé, riziká považujú zamestnanosť, kompenzácie na zamestnanca a zahraničná inflácia s tlmiacim dopadom na infláciu. Najvyššie prorastové riziko spomedzi všetkých vybraných faktorov predstavuje cena ropy. Proinflačnými faktormi je okrem cien ropy aj verejná spotreba, pričom spolu len v malej miere ovplyvňujú deflračný vplyv ostatných faktorov.

Najväčšie proinflačné riziká, i keď stále malé, by mali byť **v roku 2010** cena ropy a verejná spotreba, ktoré v danom roku prevážia výškou rizika všetky ostatné deflračné faktory. Výsledkom je celkovo prorastové riziko.

V roku 2011 je už značná väčšina faktorov prorastových vzhľadom k inflácii, pričom najväčšie riziko pre jej rast môžu mať cena ropy a zahraničná inflácia.



Tab. 2 Pravdepodobnosti dosiahnutia vybraných hodnôt inflácie

P2Q-2009	4Q09		4Q10	
Rozloženie rizík	Asymetrické riziko	Symetrické riziko	Asymetrické riziko	Symetrické riziko
Pravdepodobnosť prekročenia 2 % ⁷	32 %	36 %	63 %	60 %
90 % interval spoľahlivosti	(0,22; 2,97)	(0,32; 3,08)	(0,52; 4,25)	(0,44; 4,16)
Riziko poklesu inflácie pod centrálnu predikciu	54 %	50 %	48 %	50 %
Riziko deflácie	3,2 %	2,1 %	1,6 %	2,1 %

Zdroj: NBS.

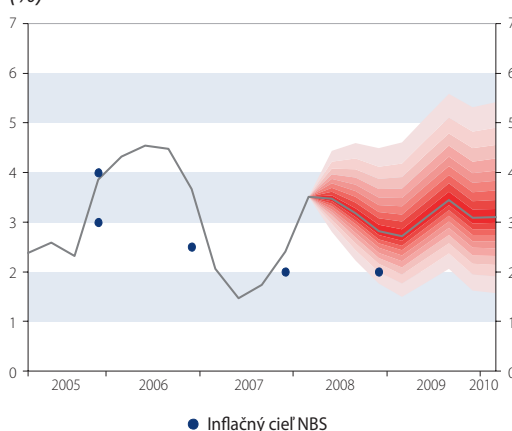
7 Referenčná hodnota ECB.

Kedže malé riziká v P2Q-2009 na prvý pohľad graficky neposkytujú názornú predstavu o asymetrii, uvádzame graf 9 zo Strednodobej predikcie P2Q-2008, kde boli identifikované výraznejšie riziká (aj z pohľadu grafickej prezentácie) smerom k vyššej inflácii, čo je zobrazené širším pásmom nad baseline predikciou. Teda v horizonte predikcie bola vyššia pravdepodobnosť, že inflácia bude dosahovať skôr vyššie ako nižšie hodnoty. Očakávané riziká sa v konečnom dôsledku potvrdili, keď sa inflácia HICP ku koncu roka 2008 odhadovala na 2,8 % a v skutočnosti dosiahla hodnotu 3,5 %.

ZÁVER

Na záver možno povedať, že rozšírenie rozloženia pravdepodobnosti o asymetriu poskytuje pre Národnú banku Slovenska krok vpred v transparentnosti a formovaní očakávaní pre odbornú verejnosť. Dáva názornejší a reálnejší obraz o rozložení rizík, umožňuje ex-post zahrnúť nové informácie do predikcie, ktoré v čase samotnej tvorby predikcie neboli k dispozícii. Okrem grafického znázornenia poskytuje aj možnosť vyjadriť pravdepodobnosť dosiahnutia inflácie v určitom intervale, resp. nad alebo pod určitú hodnotu v prípade naplnenia možných rizík. V neposlednom rade treba pripomenúť, že uvedený postup s príkladmi možno aplikovať aj

Graf 9 Asymetrické rozdelenie rizika fan chart – Strednodobá predikcia inflácie HICP P2Q-2008 (%)



Zdroj: NBS.

na iné makroekonomické veličiny, ktoré by tiež prispeli k názornejšej predstave o neistote a rozložení rizík predikcie.

Na základe uvedených výhod podložených ilustračnými a konkrétnymi príkladmi sa Národná banka Slovenska rozhodla od druhého polroku 2009 publikovať asymetrický fan chart ako súčasť strednodobej predikcie.

Technická poznámka

Odvodenie TPN rozdelenia

V tejto časti je uvedený spôsob odvodu TPN (*Two-piece normal*) rozdelenia z odhadnutých parametrov. V našej metodológii je asymetrické rozdelenie vytvorené spojením dvoch symetrických normálnych rozdelení so strednou hodnotou μ a varianciami σ_1 , resp. σ_2 . Aby platilo, že

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1, \quad (1)$$

musia byť obe funkcie hustoty ešte vhodne prevážené konštantou. Náhodná premenná X má teda spojité TPN rozdelenie pravdepodobnosti, ak jej funkcia hustoty nadobúda tvar (2), kde μ teraz už nemusí byť stredná hodnota.

$$f(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma_1 + \sigma_2} \cdot \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma_1^2}\right], \quad \text{ak } x < \mu$$

$$f(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma_1 + \sigma_2} \cdot \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma_2^2}\right], \quad \text{ak } x \geq \mu \quad (2)$$

Všeobecne správnejšie je, ak sa μ považuje za modus, podľa definitorického vzťahu pre modus spojitého rozdelenia (3) σ_1 , σ_2 sú zvyšné parametre TPN rozdelenia, ktoré obsahujú informáciu jednak o variancii a jednak o asymetrii.

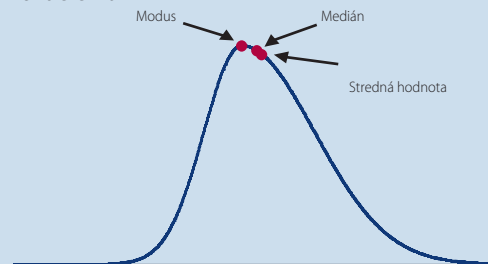
$$\left. \frac{df(x)}{dx} \right|_{x=\mu} = 0 \quad (3)$$



8 John, S. (1982): „The three Parameter Two-Piece Normal Family of Distributions and Its Fitting“, *Communications in Statistics – Theory and Methods*, 11(8), 879-885.

Technická poznámka – pokračovanie

Poloha štatistík v prípade asymetrického rozdelenia



Zdroj: NBS.

Špeciálnym prípadom je absencia asymetrie, ak $\sigma_1 = \sigma_2$. Vtedy sa TPN rozdelenie pretransformuje do „klasického“ normálneho rozdelenia s varianciou $\sigma_1 = \sigma_2$ a modus a stredná hodnota rozdelenia sú totožné. V prípade asymetrie to tak nie je a stredná hodnota, modus a medián sa nerovnajú, ako ukazuje vyššie uvedený graf.

V prípade dominancie horného rizika bude stredná hodnota > medián > modus, naopak v prípade dolného rizika bude sekvencia opačná (stredná hodnota < medián < modus). Stredná hodnota a 2. a 3. centrálny moment TPN rozdelenia sa dajú zapísať podľa (4)⁸:

$$E(x) = \mu + \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot (\sigma_2 - \sigma_1) \quad (4)$$

$$\text{Var}(x) = \left(1 - \frac{2}{\pi}\right) \cdot (\sigma_2 - \sigma_1)^2 + \sigma_1 \sigma_2$$

$$T(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot (\sigma_2 - \sigma_1) \left[\left(\frac{4}{\pi} - 1\right) (\sigma_2 - \sigma_1)^2 + \sigma_1 \sigma_2 \right]$$

Keďže $T(x)$ je proporcionálny ku $E(x) - \mu$, pričom táto časť definuje aj jeho znamienko ($T(x)$ sa dá napísať ako $(E(x) - \mu) \cdot k$, $k > 0$), asymetria sa môže určiť aj z rozdielu $E(x) - \mu$. Takýto spôsob charakterizácie asymetrie je použitý ďalej, pretože sa s ním pracuje jednoduchšie ako s tretím centrálnym momentom. Pre konštrukciu rozdelenia je potrebné určiť hodnoty μ , σ_1 , σ_2 zo sústavy

$$\begin{aligned} E(x) - \mu &= \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot (\sigma_2 - \sigma_1) \\ \text{Var}(x) &= \left(1 - \frac{2}{\pi}\right) \cdot (\sigma_2 - \sigma_1)^2 + \sigma_1 \sigma_2 \end{aligned} \quad , \sigma_1, \sigma_2 > 0 \quad (5)$$

μ sa odhadne ako centrálna predikcia. Za predpokladu centrálnej predikcie ako modusu je stredná hodnota v diskretnom prípade vážený pravdepodobnostný priemer všetkých možných realizácií inflácie pre daný alternatívny šokový scenár. Stredná hodnota sa odhadne pomocou alternatívnej predikcie. Pri jej tvorbe sú dve možnosti:

1. Alternatívna predikcia je jediný odhad inflácie pri šokovom variante. Potom táto predikcia predstavuje zároveň odhad strednej hodnoty rozdelenia. (Príkladom je jediný expertný odhad alternatívnej predikcie, resp. konsenzuálny odhad.)

2. Pre daný druh šoku môže existovať viac možných odhadov dopadov na infláciu (viaceré expertné odhady z dotazníka). Potom sa alternatívna predikcia určí ako vážený pravdepodobnostný priemer všetkých predikcií. Je na zváženie, či budú všetky pravdepodobnostné váhy rovnaké, alebo sa pre niektoré realizácie inflácie predpokladá väčšia pravdepodobnosť. Takto určená alternatívna predikcia potom tiež predstavuje odhad strednej hodnoty rozdelenia.

Variancia rozdelenia sa aproximuje varianciou chýb minulých predikcií, ako bolo opísané v časti o asymetrickom rozložení rizika predikcie. Riešením sústavy je potom kvadratická rovnica (5), z ktorej sa dá vypočítať riešenie pre σ_1 . Spoločná podmienka pre riešiteľnosť rovnice v reálnych číslach a pre ostrú nezápornosť koreňov dáva vzťah (6).

$$\begin{aligned} \sigma_1^2 + \sigma_1 \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} (E(x) - \mu) + k \frac{\pi}{2} (E(x) - \mu)^2 - \\ - \text{Var}(x) = 0, \text{ kde } k = 1 - \frac{2}{\pi} \end{aligned} \quad (6)$$

$$|E(x) - \mu| \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} - 1 < \sqrt{\text{Var}(x)} \quad (7)$$

Od koreňov rovnice aj riešení sústavy (5) sa požaduje ostrá nezápornosť. Podmienka (7) znamená, že parametre pre konštrukciu rozdelenia TPN nemožno voliť ľubovoľne, naopak je potrebné, aby pri ich odhade bol dodržaný tento vzťah. Ekvivalentne sa podmienka dá chápať aj tak, že pri fixovanej variancii existuje otvorený interval (E_{\min}, E_{\max}) , v ktorom sa odhad strednej hodnoty pomocou alternatívnej predikcie musí nachádzať. Prakticky však treba zvoliť interval alternatívnych predikcií ešte o niečo užší. E_{\min} , resp. E_{\max} sa určia tak, aby zodpovedali dolnej pravdepodobnosti 65%, resp. 35%. Reštrikcia sa robí z toho dôvodu, že príliš veľká asymetria robí centrálnu predikciu nedôveryhodnou.

Podobne sa dá odvodiť aj vzťah asymetrie prostredníctvom dolnej pravdepodobnosti. Ak $P(x \leq X)$ chápeme ako kumulatívnu distribučnú funkciu TPN, dolná pravdepodobnosť sa dá chápať ako $P(x \leq \mu)$. Ak sa dolná pravdepodobnosť označí ako Z , môže sa vyjadriť:

$$z = \int_{-\infty}^{\mu} f(x) dx = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (8)$$

Ak sa Z získa podľa expertného odhadu, s využitím vzťahu pre varianciu podľa (5) a vzťahu pre Z podľa (8) sa môžu odvodiť obe relevantné štandardné odchýlky pre konštrukciu TPN rozdelenia. Po určení σ_1 , σ_2 takýmto spôsobom možno ku každej dolnej pravdepodobnosti priradiť zodpovedajúcu alternatívnu predikciu zo vzťahu pre strednú hodnotu podľa (5). Naopak, ak sú štandardné odchýlky určené pomocou alternatívnej predikcie, potom z rovnice (8) k nej možno priradiť zodpovedajúcu dolnú pravdepodobnosť.

Literatúra:

1. Anděl J. (1993): *Statistické metody*. Matfyzpress, KU Praha 1993.
2. Erik Britton, Paul Fisher, John Whitley (1998): *The Inflation Report projections: understanding the fan chart*. Bank of England, Quarterly Bulletin, February 1998.
3. John, S. (1982): *The three Parameter Two-Piece Normal Family of Distributions and Its Fitting*. *Communications in Statistics – Theory and Methods*, 11(8), 879-885.
4. Kenneth F. Wallis (2004): *An Assessment of Bank of England and National Institute, Inflation Forecas Uncertainties*, January 2004.
5. Oparty Tomáš, Gavura Miroslav (2005): *Odhad pravdepodobnostného rozdelenia predikcie inflácie, Fan chart – grafická prezentácia*. BIATEC, ročník 13, 5/2005, Národná banka Slovenska.