

originalni
naučni
rad

UDK 338.27:336.748.12
336.763.3



dr. Nataša Kožul

Samostalni ekspert i konsultant za
investiciono bankarstvo
nkozul@gmail.com

Originalna verzija
teksta je na
engleskom jeziku

IZVOĐENJE PROGNOZE INFLACIJE IZ CENA DRŽAVNIH OBVEZNICA

Rezime

U finansijskom istraživanju i praksi, široko je prihvaćeno da se nominalne kamatne stope, izvedene iz cena raznih finansijskih proizvoda različitih ročnosti sastoje od odgovarajućih realnih kamatnih stopa i inflacije. Mada se srpovodi ekstenzivno istraživanje o odnosima između ove tri varijable, procena njihovih nivoa i dalje je u velikoj meri zasnovana na pregledima industrije i tržišnim podacima. Pošto ta informacija samo ukazuje na tekuća očekivanja u pogledu kretanja kamatne stope i inflacije tokom vremena, određena upozorenja treba imati u vidu kada se tumače te veličine. U SAD i Velikoj Britaniji, gde su tržišta državnih obveznica najveća i najaktivnija, komparativna analiza između konvencionalnih državnih obveznica i obveznica čiji je prinos vezan za inflaciju pruža meru očekivanja inflacije. Međutim pošto takve analize implicitno uzimaju da je investiranje u državne obveznice praktično bez rizika, pitanje je da li su izvedene procene od bilo kakve vrednosti u tekućim ekonomskim uslovima. Dalje, ovaj pristup ne može da se generalizuje na druge zemlje, gde je broj proizvoda kojima se trguje iz kojih se može utvrditi bilo koji odnos između kamatnih stopa i inflacije ograničen i gde važe drugačiji ekonomski odnosi. Ovaj rad ima za cilj da prikaže pregled metodologija koje se koriste za prognoziranje stopa inflacije iz cena državnih obveznica, usmeravajući pažnju na ključne pretpostavke i ograničenja tih pristupa. Cilj je utvrditi njihovu preciznost i time njihovu vrednost kod utvrđivanja realnih prinosa raznih proizvoda vezanih za kamatne stope.

Ključne reči: prinosi državnih obveznica, Fišerova jednačina, CPI, inflacija, gilts vezane za indeks

Rad primljen: 24.04.2014.

Odobren za štampu: 23.09.2014.

JEL: D84, E31, E43, G12

UDC 338. 27: 336. 748. 12
336. 763. 3

*original
scientific
paper*

DERIVING INFLATION FORECASTS FROM GOVERNMENT BOND PRICES

Nataša Kožul MSc, PhD

Independent expert and
investment banking consultant
nkozul@gmail.com

Summary

In financial research and practice, it is widely accepted that nominal interest rates derived from the prices of various financial products of different maturities comprise of corresponding real interest rates and inflation. While extensive research has been conducted on the relationship between these three variables, estimation of their levels is still largely based on the industry surveys and market data. As this information only indicates the current expectations of interest rate and inflation movements over time, a number of caveats should be noted when interpreting such measures. In the US and the UK, where the government bond markets are the largest and most active, a comparative analysis between conventional government bonds and those whose yield is linked to inflation provides a measure of inflation expectations. However, as such analyses implicitly assume that investment in government bonds is virtually risk free, it is questionable whether the derived estimates are of any value in current economic conditions. Moreover, this approach cannot be generalized to other countries, where number of traded products from which any relationship between interest rates and inflation can be determined is limited and different economic conditions prevail. Thus, this paper aims to present an overview of the methodologies used to forecast inflation rates from government bond prices, drawing attention to the key assumptions and limitations of these approaches. The goal is to ascertain their accuracy, and thus their value in determining the real yields of various interest rate-linked products.

Keywords: government bond yields, Fisher equation, CPI, inflation, index-linked gilts

JEL: D84, E31, E43, G12

The original
version of the
text is in English

Paper received: 24.04.2014

Approved for publishing: 23.09.2014

Uvod

Znanje o očekivanjima inflacije važno je iz nekoliko razloga. Prvo, poređenje inflacionih targeta države sa tržišnim prognozama daje pogled ekspertske percepcije kredibilitnosti monetarne politike. Drugo, realni povraćaji po instrumentu mogu se utvrditi samo kada se uzme u obzir inflacija. Dalje, poređenje različitih investicionih opcija zahteva procenu osnovne vremenske strukture inflacije. Najzad, devizne transakcije implicitno obuhvataju ne samo devizni kurs, već takođe i inflaciju u dve zemlje. Zato, pošto inflacija pogađa širok spektar finansijskih odluka, od ponašanja u potrošačkoj kupovini do investiranja u složene finansijske proizvode, bitno je razumeti ulogu koju ona ima u određivanju cena finansijskih instrumenata. Istorijski, prognoze inflacije u Americi i Britaniji tipično su se zasnivale na poređenju između cena konvencionalnih državnih obveznica i obveznica vezanih za indeks potrošačkih cena (CPI). Mada je kupovna moć potrošača, utvrđena kroz poređenje troškova standardne korpe i prosečnog prihoda, korisna mera inflacije, ta informacija se obično objavljuje sa zakašnjenjem, tako da su raspoloživi podaci istorijski, a ne tekući. Dalje, proizvodi vezani za CPI uvode dalje kašnjenje, jer ih je većina vezana za nivo CPI na početku plaćanja kupona, što izvođenje upotrebljivih informacija o stopama inflacije čini vrlo otežanim. Najzad, analize zasnovane na državnim obveznicama obično implicitno uzimaju da su one nerizični proizvodi, što može biti netačno u vreme finansijskih kriza. Otuda, da bi se prevazišli ti nedostaci analitičkih metoda, inflacija se obično prognozira na osnovu anketa ekonomista i učesnika na tržištu. Međutim, taj pristup nije samo subjektivan i dugotrajan, već zavisi i od istinitosti ispitanika, što se ne može garantovati. Otuda, cilj ovog rada je prikazivanje pregleda pretpostavki i ograničenja uobičajeno korišćenih pristupa prognoziranju inflacija, fokusiranjem na njihovu upotrebljivost u ekonomijama gde tržišta državnih obveznica nisu tako razvijena kao u SAD i Britaniji.

Fisherova jednačina

Ključna pretpostavka u osnovi većine

pristupa prognoziranju inflacije je da su kamatne stope kotirane na tržištu *nominalne stope*, koje se sastoje od dve komponente - *realnih stopa* i *inflacije* (Kožul, 2012a). Ova premisa je zasnovana na Fišerovoj jednačini, koja se u finansijama koristi za izvođenje odnosa između sledeće tri varijable. Označivši nominalne kamatne stope kao i , realne kamatne stope kao r i inflaciju kao π , jednačina se može napisati kao (Fisher, 1977):

$$i \approx r + \pi$$

Navedeni izraz razvijen je u daljem tekstu. Na primer, ako investitor kupi obveznicu sa godišnjim prinomom i , posle godinu dana će dobiti $(1 + i)$. Međutim, ako se cena obveznice tokom tog perioda promeni na $(1 + \pi)$, realna vrednost obveznice je:

$$1 + r = \frac{1 + i}{1 + \pi}$$

To se može rearanžirati da bi se dobilo rešenje za i , na sledeći način:

$$1 + i = (1 + \pi)(1 + r)$$

$$1 + i = 1 + r + \pi + r\pi$$

Tako, pošto su inflacija i kamatne stope malih vrednosti, njihov proizvod $r\pi$ je zanemarljiv u poređenju sa drugim uslovima, što vodi aproksimaciji:

$$i \approx r + \pi$$

Isti rezultat može da se dobije iz sledeće dve ekspanzije Prvog reda Taylora:

$$\frac{1}{1 + x} \approx 1 - x$$

$$(1 + x)(1 + y) \approx 1 + x + y$$

Zamenjujući kamatne stope i inflaciju u navedenim izrazima:

$$1 + r = \frac{1 + i}{1 + \pi} \approx (1 + i)(1 - \pi) \approx 1 + i - \pi$$

$$r \approx i - \pi$$

U ekonomici, ova jednačina se koristi kada se pokušava modeliranje ponašanja nominalne i realne stope (Barro, 1997). U finansijama, njena primena je prvenstveno u izračunavanjima prinosa obveznica do dospeća, ili kod utvrđivanja interne stope povraćaja za razne investicije. U kontekstu ovog rada, ona jednostavno obezbeđuje matematičku potvrdu za široko prihvaćen odnos između kamatnih stopa i inflacije, što je implicirano u većini

Introduction

Knowledge of inflation expectations is important for several reasons. Firstly, comparison of the government's inflation targets with market forecasts provides a view of the experts' perception of the monetary policy credibility. Secondly, real returns on investment can only be determined once inflation is taken into account. Moreover, comparing different investment options requires estimation of the underlying inflation term structure. Finally, cross-currency transactions implicitly incorporate not only the exchange rate, but also inflation in the two countries. Thus, as inflation affects a broad spectrum of financial decisions, from consumer purchasing behaviours to investments in complex financial products, it is essential to understand the role it plays in pricing financial instruments. Historically, in the US and the UK, inflation forecasts were typically based on a comparison between the prices of the conventional government bonds and those linked to Consumer Price Index (CPI). While consumer purchasing power, determined through a comparison of the cost of the standard basket of goods and average income, is a useful measure of inflation, this information is usually published with a time lag, thus the available data is historical, rather than current. Moreover, products linked to CPI introduce a further delay, as most are linked to the CPI level at the start of the coupon payment, making deriving useful information on inflation rates very difficult. Finally, analyses based on government bonds usually implicitly assume that these are risk-free products, which may not be true at the time of financial crises. Thus, to overcome these inherent flaws of analytical methods, inflation is often forecast based on surveys of economists and market participants. However, this approach is not only subjective and time-consuming, but also dependent on the truthfulness of the respondents, which cannot be guaranteed. Hence, the aim of this paper is to present an overview of the assumptions and limitations of the commonly used inflation forecasting approaches, focusing on their utility when used in economies where government bond markets are not as well developed as in the US and the UK.

Fisher Equation

The key assumption underlying most inflation forecasting approaches is that the interest rates quoted in the markets are *nominal rates*, comprising two components—*real rates* and *inflation* (Kozul, 2012a). This premise is based on the Fisher equation, used in finance to derive the relationship between these three variables. Denoting the nominal interest rate as i , real interest rate as r , and inflation as π , the equation can be written as (Fisher, 1977):

$$i \approx r + \pi$$

The expression above is derived below. For example, if an investor purchases a bond with annual yield i , in a year's time, it will be redeemed for $(1 + i)$. However, if during that period the bond price has changed to $(1 + \pi)$, the real value of the bond is:

$$1 + r = \frac{1 + i}{1 + \pi}$$

This can be rearranged to solve for i , as follows:

$$1 + i = (1 + \pi)(1 + r)$$

$$1 + i = 1 + r + \pi + r\pi$$

Thus, as both inflation and interest rates are small values, their product $r\pi$ is negligible compared to the other terms, leading to the approximation:

$$i \approx r + \pi$$

The same result can be obtained from the following two 1st order Taylor expansions:

$$\frac{1}{1 + x} \approx 1 - x$$

$$(1 + x)(1 + y) \approx 1 + x + y$$

Substituting the interest rates and inflation into the above expressions:

$$1 + r = \frac{1 + i}{1 + \pi} \approx (1 + i)(1 - \pi) \approx 1 + i - \pi$$

$$r \approx i - \pi$$

In economics, this equation is used when attempting to model nominal and real interest rate behaviors (Barro, 1997). In finance, its application is primarily in bond yield to maturity calculations, or in determining the internal rate of return for various investments. In the context of this paper, it simply provides the mathematical justification for the widely

teoretski zasnovanih metoda prognoziranja inflacije o kojima se govori u narednoj sekciji.

Teoretski zasnovani metodi prognoziranja inflacije

U Velikoj Britaniji, gilts vezane za indeks, tj. obveznice sa plaćanjima vezanim za Indeks maloprodajnih cena (RPI), ekvivalent CPI-u u SAD, prvi put su uvedene 1981. godine, i od tada njihovo prisustvo na tržištu državnih obveznica značajno je raslo (Deacon & Derry, 1994). U suštini, njihova vrednost otplate glavnice i kupona vezana je za promene RPI-a, implicitno uključujući inflaciju. Međutim, pošto su kuponska plaćanja tipično polugodišnja i zasnovana na vrednosti RPI na početku kuponskog perioda, te obveznice ne mogu da budu pravi indikatori tekuće inflacije. Dalje, pošto se RPI objavljuje za prethodni mesec, on takođe odražava istorijsku a ne aktuelnu stopu inflacije. Ukratko, kuponsko plaćanje koje prima investor odražava inflaciju od pre sedam do osam meseci. Tako, realno se dobit realizuje ako inflacija padne u prethodnom periodu i obrnuto (Arak & Kreichner, 1985). Dalje, kada se izračunava prinos otplate gilta vezanih za indeks, moraju biti poznate neke pretpostavke o budućoj vremenskoj strukturi inflacije, kao što je prikazano kroz odnos cena/prinos dalje.

S pozivom na napred datu Fišerovu jednačinu, cena obveznice može se izraziti kako sledi:

$$P = \frac{(1+i)C}{(1+r)(1+\pi)} + \frac{(1+i)(1+\pi)C}{(1+r)^2(1+\pi)^2} + \dots + \frac{(1+i)(1+\pi)^{n-1}(R+C)}{(1+r)^n(1+\pi)^n}$$

gde je

C = neto vrednost kupona, posle odbijanja poreza (zavisno od vrste investitora)

R = konačna otplata

i = poznata stopa inflacije, izvedena iz RPI indeksa objavljenog pre tekućeg kuponskog perioda

r = pravi prinos, koji odgovara realnoj kamatnoj stopi u osnovi nominalne stope

π = je procenjena prosečna inflacija za ostatak perioda do dospeća obveznice

n = broj nedospelih kuponskih plaćanja do konačne otplate

Posle pojednostavljenja, gornja jednačina

može se napisati kao:

$$P = \frac{(1+i)C}{(1+r)(1+\pi)} + \frac{(1+i)C}{(1+r)^2(1+\pi)} + \dots + \frac{(1+i)(R+C)}{(1+r)^n(1+\pi)}$$

Ovo jasno pokazuje da čak i proizvodi zasnovani na poznatoj inflaciji implicitno uzimaju neku vrednost inflacije koja bi se primenila tokom njihovog trajanja.

Shodno tome, većina praktičara, kod utvrđivanja vremenske strukture inflacije, oslanja se na ankete iz industrije, pojednostavljene modele inflacije ili njihovu kombinaciju.

Istraživanja inflacije

Vođeni pretpostavkom da investitori i tržišni praktičari deluju na racionalan način, počivši columnist Joseph Livingston otpočeo je Livingston Survey 1946. godine, koji je preuzela Federalna rezervna banka Filadelfije 1990. godine. To istraživanje očekivanja ekonomista sumira prognoze ekonomista iz vlade, bankarstva, industrije i akademija sa ciljem da se pruže neke informacije o njihovim pogledima na buduće ekonomske i tržišne događaje (Deacon & Deary, 1994). Slično tome, u Velikoj Britaniji, Gallup Poll (otpočeo 1935) i UK CBI Industrial Trends Survey (otpočeo 1958) imaju za cilj da pruže industriji gledišta o širokom krugu pitanja, uključujući optimizam u pogledu opštih i izvoznih uslova poslovanja, veličine porudžbine i proizvodnje za domaće tržište i izvoz, stope zaposlenosti, investiranja, kapaciteta, autputa, isporuka, zaliha, cena, ograničenja za autput, ograničenja za investiranje, konkurentnost, inovacije i trening. Mada te ankete (i druge takve vrste) nude bogatstvo informacija, ti podaci se ne prenose lako u matematičke modele. Dalje, kritikovane su u pogledu svoje istinitosti pošto polaze od toga da učesnici ankete odgovaraju istinito i racionalno. S druge strane, sa gledišta mnogih ekonomista, čak i iracionalne odluke imaju vrednost, ako rezultiraju kretanjima tržišta koja se mogu meriti i analizirati. Iz tog razloga, kada se prognozira inflacija, mnogi tržišni praktičari inkorporišu te ankete u svoje modele, od kojih neke kratko izlažemo u daljem tekstu. Međutim, treba imati u vidu da sprovođenje

accepted relationship between interest rates and inflation, which is implicit in most theory-based inflation forecasting methods discussed in the following section.

Theory-based Inflation Forecasting Methods

In the UK, index-linked gilts, i.e., bonds with payments linked to Retail Price Index (RPI), equivalent to CPI in the US, were first introduced in 1981, and since then, their presence in the government bond market had grown considerably (Deacon & Derry, 1994). In essence, their redemption value and coupon payments are linked to the changes in RPI, thus implicitly accounting for inflation. However, as the coupon payments are typically made semi-annually, and are based on the RPI value at the beginning of the coupon period, these bonds cannot be seen as true indicators of the current inflation. Moreover, as RPI index is published for the preceding month, this too reflects the historical, rather than actual inflation rate. In short, the coupon payment the investor receives reflects the inflation value seven to eight months prior. Thus, in real terms, gain is realized if inflation declines over the preceding period and vice versa (Arak & Kreichner, 1985). Moreover, when calculating the redemption yield of the index-linked gilt, some assumptions about the future inflation term structure must be known, as shown through the price/yield relationship below.

Recalling the Fisher equation above, bond price can be expressed as follows:

$$P = \frac{(1+i)C}{(1+r)(1+\pi)} + \frac{(1+i)(1+\pi)C}{(1+r)^2(1+\pi)^2} + \dots + \frac{(1+i)(1+\pi)^{n-1}(R+C)}{(1+r)^n(1+\pi)^n}$$

where:

C is the net coupon value, after the tax deduction (dependent on the investor type)

R is the redemption payment

i is the known inflation rate, derived from the RPI index published prior to the current coupon period

r is the real yield, corresponding to the real interest rate underlying the nominal rate

π is the estimated average inflation for the

remaining period until bond maturity

n is the number of outstanding coupon payment until redemption.

After simplification, the above equation can be written as:

$$P = \frac{(1+i)C}{(1+r)(1+\pi)} + \frac{(1+i)C}{(1+r)^2(1+\pi)} + \dots + \frac{(1+i)(R+C)}{(1+r)^n(1+\pi)}$$

This clearly demonstrates that even the products based on known inflation still implicitly assume some inflation value that would apply over their lifetime.

Consequently, most practitioners rely on either industry surveys, simplified inflation models, or a combination of both, when determining the inflation term structure.

Inflation Surveys

Driven by the assumption that the investors and market practitioners act in a rational manner, the late columnist Joseph Livingston started the Livingston Survey in 1946, which was taken over by The Federal Reserve Bank of Philadelphia in 1990. This survey of economists' expectations summarizes the forecasts of economists from government, banking, industry, and academia with the aim to provide some information of their views of the future economic and market developments (Deacon & Derry, 1994). Similarly, in the UK, Gallup Poll (started in 1935) and UK CBI Industrial Trends Survey (commenced in 1958) aim to provide industry views on a wide range of issues, including optimism regarding the general and export business conditions, domestic and export production and order capacity, employment rates, investment, capacity, output, deliveries, stocks, prices, constraints to output, constraints on investment, competitiveness, innovation and training. While these polls (and others of this type) offer a wealth of information, this data is not easily translated into mathematical models. Moreover, they were criticized for their veracity, as they assume that the survey participants would respond truthfully and rationally. On the other hand, in a view of many economists, even irrational decisions are of value, if they result in market movements that can be measured and analyzed. For this reason, when forecasting inflation, many market practitioners

anketa i prikupljanje i objavljivanje rezultata zahteva vreme, tako da čak i ova mera uvodi kašnjenje u procene inflacije.

“Prost” pristup proceni inflacije

Najprostiji način da se dobiju procene inflacije oslanja se na Fišerovu jednačinu, tako što se uzima da je inflacija za određeni vremenski horizont jednaka razlici između nominalnih i realnih kamatnih stopa. Stope inflacije se obično izvode iz poređenja prinosa na giltove vezane za indeks sa prinosima na konvencionalne državne obveznice iste ili slične ročnosti. Taj pristup karakterišu svi nedostaci o kojima je bilo reči napred i proces je dalje komplikovan teškoćom da se nađu podudarni parovi obveznica koji se mogu koristiti radi poređenja. Dalje, kao što je prikazano napred, cene giltova vezanih za indeks implicitno inkorporišu procenu buduće inflacije, otuda, procena inflacije izvedena iz prostog poređenja zasnovana je na ranije datoj proceni. Najzad, pošto metodologija utvrđivanja cene kao i procena inflacije pružaju *prosečnu stopu inflacije* za period analize a ne *očekivanje inflacije* na kraju tog perioda, kada se formira vremenska struktura inflacije, ta vrednost mora da se dekomponuje korišćenjem jednog od pristupa primenjenog kod formiranja krive prinosa kamatne stope. Zato, tom pristupu nedostaje unutrašnja konzistentnost i retko se koristi sam bez bilo kakve reference na podatke iz ankete ili drugih metoda.

Procena “prelomnih” nivoa inflacije

Da bi se rešilo pitanje unutrašnje konzistentnosti, prosečna inflacija za određeni budući vremenski period dobija se poređenjem prinosa državne obveznice vezane za indeks sa prinosom konvencionalne obveznice slične ročnosti, korišćenjem složenije forme Fišerove jednačine. To rezultira prognozama prelomne tačke inflacije, gde bi investitori bili indiferentni u pogledu toga da li da investiraju u konvencionalnu ili obveznicu vezanu za indeks, što treba da donese isti nominalni povraćaj. U toj metodologiji koristi se kombinovana forma Fišerovog identiteta, tj.:

$$1 + \frac{i}{2} = (1 + \pi)^{1/2} + (1 + \frac{r}{2})$$

Implicitna u ovom pristupu je pretpostavka *neutralnosti rizika*, što implicira da investitori ne treba da zahtevaju bilo kakvu kompenzaciju za premiju rizika vezanu za inflaciju, nezavisno od držanja konvencionalne ili obveznice vezane za indeks. Pod tom pretpostavkom, kombinovana forma Fišerovog identiteta i jednačina utvrđivanja cene obveznice vezane za indeks dovoljne su da se izvede procena stope inflacije. Mada se ovaj pristup široko primenjuje, njegova glavna kritika proizilazi iz pokušaja da se obveznice podudaraju u pogledu ročnosti. Pošto se duracija obveznice tipično koristi kada se upoređuju investicije ove vrste, izgledalo je logično da se to proširi na prognoziranje inflacije.

Procena inflacije prelomne tačke korišćenjem državnih obveznica podudarne duracije

Duracija obveznice je mera osetljivosti obveznice na fluktuiranje kamatnih stopa. Najjednostavnije, duracija se može razumeti kao vreme potrebno da bi cena obveznice bila otplaćena. Tako, pošto dve obveznice mogu da se porede u pogledu duracije kada se odlučuje o investiranju, razumno je da se ovaj pristup koristi kod uparivanja državnih obveznica i obveznica vezanih za indeks u svrhu izvođenja procena inflacije. Konkretnije, duracija pokazuje odnos između cene obveznice i nominalnih stopa i na taj način implicitno realne stope i inflacije. Zato, verovatnije je da dve obveznice sa podudarnom duracijom imaju isti realni prinos u poređenju sa obveznicama uparenim po ročnosti. Međutim, pošto obveznice jednake duracije mogu da imaju znatno različite ročnosti (na primer, viši prinos rezultira kraćom duracijom, dok obveznice za zero kuponom imaju duraciju jednaku njihovoj ročnosti), vrlo je teško tumačiti rezultate takvih poređenja. Ako, na primer, jedna obveznica ima ročnost od sedam a druga od deset godina, da li izvedena stopa inflacije treba da odgovara sedmogodišnjem ili desetogodišnjem periodu, ili nekom srednjem roku?

incorporate these surveys in their models, some of which are discussed briefly below. However, it should be borne in mind that conducting the polls and compiling and publishing the results takes time, thus even this measure introduces lag in the inflation estimates.

The “Simple” Approach to Inflation Estimation

The simplest way to obtain an inflation estimate relies on the Fisher equation, thus assuming that inflation for a specific time horizon is equal to the difference between nominal and real interest rates. Inflation rates are commonly derived by comparing the yields of index-linked gilts with those of conventional government bonds of the same or similar maturity. This approach is characterized by all the shortcomings discussed above, and the process is further complicated by the difficulty in finding matching bond pairs that can be used in the comparison. Moreover, as was shown above, index-linked gilt prices implicitly incorporate an estimate of future inflation; hence, the inflation estimate derived from this simple comparison is based on its previously made estimate. Finally, as the bond pricing methodology, as well as the inflation estimate, provide the *average inflation rate* over the analyzed period, rather than the *inflation expectation* for the end of that period, when building the inflation term structure, this value must be decomposed using one of the approaches employed when building the interest rate yield curve. Thus, this approach lacks internal consistency and is rarely used alone, without any references to survey data or other methods.

Estimating “Break-even” Inflation Levels

In order to address the issue of internal consistency, the average inflation for a specific future time period is obtained by comparing the index-linked government bond yield with that of a conventional bond of similar maturity, using a more complex form of Fisher equation. This results in break-even inflation forecasts, whereby investors should be indifferent as to

whether to invest in conventional or index-link bond, which should yield the same nominal return. In this methodology, a compound form of Fisher identity is used, i.e.:

$$1 + \frac{i}{2} = (1 + \pi)^{1/2} + (1 + \frac{r}{2})$$

Implicit in this approach is the *risk neutrality* assumption, which implies that investors should not require any compensation for inflation-related risk premium, irrespective of holding conventional or index-linked bond. Under this assumption, the compound form of Fisher identity and the index-linked bond pricing equation are sufficient to derive the inflation rate estimate. While this approach is widely used, its main criticism derives from the attempts to match bonds on their maturity. Given that bond duration is typically used when comparing investments of this type, it seemed logical to extend this to inflation forecasting.

Estimating Break-even Inflation using Duration-matched Government Bonds

Bond duration is a measure of bond’s sensitivity to the fluctuations in interest rates. In simplest terms, duration can be understood as the time it would take for the bond price to be redeemed. Thus, given that two bonds can be compared in terms of their duration when deciding on an investment, it is reasonable to use this approach when matching index-linked and government bonds for the purpose of deriving inflation estimates. More specifically, duration indicates the relationship between the bond price and nominal rates, and thus implicitly real rates and inflation. Therefore, it is more likely that two duration-matched bonds would have the same real yield than those matched by maturity. However, as bonds of equal duration may have significantly different maturities (as, for example, higher yield results in shorter duration, while zero-coupon bonds have duration equal to their maturity), it is very difficult to interpret results of such comparisons. If, for example, one bond has maturity of seven and other of ten years, should the derived inflation rate correspond to the seven- or ten-year period, or some intermediate term?

Diskusija

Kako je napred prikazano, čak je i merenje tekućih nivoa inflacije teško bez polaznih pretpostavki. Tako, kada se pokušava prognoziranje inflacionih trendova, praktičari iz industrije moraju da pribegnu kombinovanju raznih metoda zasnovanih na teoriji i anketama, od kojih svaki ima svoje nedostatke. U svom nedavnom radu, Seifried i Zunft (2011) analizirali su tržište duga vezanog za indeks u SAD da bi utvrdili da li su prelomne stope inflacije izvedene iz podataka sa tržišta pouzdana mera prave inflacije. Dalje, autori su uporedili prognoze zasnovane na rezultatima anketa sa svojim nalazima, zaključujući da, mada ima malo korelacije između inflacije izvedene iz tržišta i zasnovane na anketi, prva je i dalje najbolja tekuća mera buduće inflacije. Istraživanje o vezi između proizvoda vezanih za indeks i inflacije je obimno i potiče iz 1980-tih godina, kada su ti instrumenti prvi put ponuđeni (Hamilton, 1985, Arak & Kreichner, 1985). Od tada, mnogi praktičari analizirali su i modelirali inflaciju, u najvećoj meri fokusiranjem na tržišta SAD i Velike Britanije, kao najveća i najaktivnija. Na primer, Jordan, Jorgensen i Kuipers (2000) analizirali su američko STRIPS (odvojena trgovina kamatom i glavnicom registovanih hartija od vrednosti) tržište, dok je Sack (2000) pružio sličnu i povezanu analizu TIPS (trezorskih hartija od vrednosti zaštićenih od inflacije) proizvoda. Pošto STRIPS omogućavaju investitorima da drže i trguju odvojenim komponentama kamate i glavnice iz odabranih nota Trezora i obveznica kao posebnim hartijama od vrednosti, one su neposredno vezane za TIPS kao podklase obveznica Trezora. Na taj način, te analize pružaju korisne informacije o vrednosti tih instrumenata kao mere buduće inflacije. Kako je Sack (2000) tvrdio, za hartije Trezora, glavna motivacija iza emitovanja obveznica vezanih za indeks je njihova zaštita od nepredviđene fluktuacije inflacije, što bi se odrazilo na tražnju investitora za višim prinosima na konvencionalne obveznice. Dalje, pošto te hartije od vrednosti nisu likvidne kao drugi oblici državnog duga, njihove cene ne mogu u potpunosti da odraze kompenzaciju za inflaciju. Kao što su Seifried i Zunft (2011) istakli, pored očekivane inflacije, prelomne stope inflacije izvedene iz tržišnih

podataka uključuju i premiju rizika, zavisno od toga koliko averziju prema riziku imaju investitori; premija za rizik likvidnosti, zbog dispariteta između raspoloživih ugovora na tržištima konvencionalnog duga i duga vezanog za indeks; rizik neizvršenja partnera, koji je bio zanemarljiv pre ekonomskog pada, ali sada predstavlja realno pitanje; za kursni rizik; rizik kamatne stope, kao i druge komponente vezane za metodologije utvrđivanja cena, kao što su pitanja konveksnosti i kapitalisanja. Ti rizici i njihovi efekti na cene obveznica najbolje se ilustruju kroz diskusiju promena cena obveznica u različitim tržišnim uslovima.

Kao i kod bilo kog tržišnog proizvoda, cenu obveznice pokreće ponuda i tražnja, pored ostalih faktora.

Sa povećanjem cene obveznice, njen prinos do dospeća i očekivani povraćaj padaju, rezultirajući sa nižom tražnjom. Pošto su cene obveznica i kamatne stope obrnuto povezane, više cene obveznica impliciraju niže kamatne stope, što tipično ohrabruje zaduživanje, tj, povećava tražnju za obveznicama. Tako, pomeranje cena obveznica rezultira u pomeranju ravnotežne stope na kojoj su ponuda i tražnja izjednačene. Neki od faktora koji utiču na tražnju za obveznicama jesu:

1. Promene u bogatstvu - unapređenja u ekonomiji i na taj način povećano bogatstvo vodi povećanoj tražnji za obveznicama.
2. Promene u očekivanim kamatnim stopama / povraćajima - rast kamatnih stopa smanjuje vrednost obveznica i time tražnje.
3. Promene u očekivanoj inflaciji - kada se inflacija povećava, kupovna snaga se smanjuje i investitori traže manje obveznica.
4. Promene u relativnoj likvidnosti obveznica - ako je tržište obveznica manje likvidno u odnosu na druge oblike investiranja, tražnja za obveznicama će da padne.

Među faktorima koji utiču na ponudu obveznica, najistaknutiji su:

1. Promene u zaduživanju države - država popunjava deficit budžeta emitovanjem obveznica. Na taj način njihova ponuda i karakteristike direktno su vezane za državnu potrošnju.
2. Promene u očekivanoj inflaciji - dok porast inflacije smanjuje realni povraćaj za investiture, on smanjuje realne troškove

Discussion

As shown above, measuring even the current inflation levels is difficult without making assumptions. Thus, when attempting to forecast inflation trends, industry practitioners have to resort to a combination of various theory-based and survey methods, each carrying its own drawbacks. In their recent work, Seifried and Zunft (2011) analyzed US index-linked debt market in order to ascertain whether the break-even inflation rates derived from the market data are a reliable measure of true inflation. Moreover, the authors have compared the survey-based inflation forecasts with their findings, concluding that, while there is little correlation between market-derived and survey-based inflation, the former is still the best currently available measure of future inflation. Research on the link between index-linked products and inflation is extensive, dating back to the 1980s, when these financial instruments first started to be offered (Hamilton, 1985; Arak & Kreichner, 1985). Since then, many practitioners have analyzed and modelled inflation, mostly focusing on the US and UK markets, as the largest and most active ones. For example, Jordan, Jorgensen, and Kuipers (2000) analyzed the US STRIPS (Separate Trading of Registered Interest and Principal of Securities) market, while Sack (2000) provided similar, and related, analysis of the TIPS (Treasury Inflation-Protected Securities) products. As STRIPS allow the investors hold and trade the individual interest and principal components of eligible Treasury notes and bonds as separate securities, these are directly linked to TIPS as a sub-class of Treasury bonds. Thus, these analyses provide useful information of the value of these instruments as a measure of future inflation. As Sack (2000) argued, for the Treasury, the main motivation behind issuing index-linked bonds is its protection against unforeseen inflation fluctuations, which would be reflected in the investor demand for higher yields on conventional bonds. Moreover, as these securities are not as liquid as other forms of government debt, their prices may not fully reflect the inflation compensation. As Seifried and Zunft (2011) pointed out, in addition to the expected inflation, break-even inflation rates derived from market data include risk

premium, dependent on how risk-averse the investors are; liquidity risk premium, due to the disparity between available contracts in conventional and index-linked debt markets; counterparty default risk, which used to be negligible before the economic downturn, but is now a real issue; currency risk; interest rate risk; as well as other components associated with pricing methodologies, such as convexity and compounding issues. These risks and their effects on bond prices are best exemplified through a discussion of changes in bond prices under different market conditions.

As with any market product, bond price is driven by supply and demand, among other factors.

As the bond price increases, its yield to maturity and the expected return decline, resulting in lower demand. As bond prices and interest rates are inversely related, higher bond prices imply lower interest rates, which typically encourage borrowing, i.e., increase the demand for bonds. Thus, shift in bond prices results in the shift in the equilibrium rate, under which supply and demand are equal. Some of the factors influencing the bond demand are:

1. Changes in wealth - improvements in economy, and thus increased wealth, lead to increased demand for bonds.
2. Changes in expected interest rates/returns - growth in interest rates decreases the bond value, and thus demand.
3. Changes in expected inflation - when inflation increases, the purchasing power decreases, and investors demand fewer bonds.
4. Changes in the relative bond liquidity - if bond market is less liquid, relative to other forms of investment, demand for bonds will decline.

Among the factors affecting the bond supply, the most notable are:

1. Changes in government borrowing - government supplements budget deficits by issuing bonds. Thus, their supply and characteristics are directly related to government spending.
2. Changes in expected inflation - while rising inflation decreases the real return for investors, it decreases the real cost of borrowing for bond issuers, resulting in increased bond supply.

zaduživanja za emitente obveznica, što rezultira povećanjem ponude obveznica.

- Promene uslova poslovanja - poboljšani ekonomski uslovi i poreski podsticaji čine poslovni razvoj atraktivnim, povećavajući na taj način potrebu za zaduživanjem. Za veće firme, to može rezultirati emitovanjem obveznica, povećavajući na taj način ponudu obveznica.

Generalno, kada se razmatraju metodologije koje će se koristiti za procenu inflacije, mora se imati u vidu dvojaka priroda svih proizvoda i time državnih obveznica. Ovo, kombinovano sa drugim faktorima koji su napred navedeni, otežava izvođenje procena inflacije. Rezime u daljem tekstu može poslužiti kao korisna smernica za utvrđivanje kretanja ponude i tražnje za obveznicama, kao i promena kamatnih stopa, kada se povećavaju razne promenljive:

| Promenljiva | Tražnja za obveznicama | Ponuda obveznica | Kamatna stopa |
|-------------------------|------------------------|------------------|---------------|
| Bogatstvo | + | | - |
| Očekivane kamatne stope | - | | + |
| Očekivana inflacija | - | + | ? |
| Relativni rizik | - | | + |
| Relativna likvidnost | + | | - |
| Uslovi poslovanja | | + | + |
| Zaduživanje države | | + | + |

Napomena: Oznake + i - pokazuju povećanje i smanjenje.

Zaključak

Uprkos velikom korpusu literature posvećene inflaciji i prognoziranju inflacije, ostaje teško predvideti ključne promenljive. Značajan teoretski rad u ovoj oblasti rezultirao je dobro poznatom Filipsovom krivom koja je imala za cilj da poveže nisku inflaciju sa visokom zaposlenošću i obrnuto, što je kasnije zamenjeno Kejnzijanskim i Novo Kejnzijanskim ekonomskim modelima koji razlikuju između inflacije koju pokreće tražnja i inflacije koju pokreću troškovi (Kožul, 2012b). Mnogi praktičari radije izvlače informacije iz tržišnih podataka, što je rezultiralo mnogim pokušajima da se izvede vremenska struktura očekivanja inflacije (Remolona, Wickens, & Gong, 1998, Ang & Bekaert, 2003; Hördahl, 2008; Adrian, & Wu 2010). Međutim, kada se

istorijske procene inflacije uporede sa stvarnom inflacijom za odgovarajuće vremenske periode, očigledno je da se ne mogu smatrati pouzdanom merom vremenske strukture inflacije. Konkretno, u ekonomijama gde tržišta obveznica nisu dobro razvijena i raspoloživi ugovori oskudni, čak i takve procene ne mogu da se čine bez uvođenja znatnih grešaka zbog nedostatka podataka i brojnih pretpostavki. Nedavni ekonomski pad osporio je čak fundamentalnu premisu da su državne obveznice nerizične

hartije od vrednosti. Prema tome, jasno je da su nove mere inflacije potrebne, idealno kombinujući dobru teoriju sa aktuelnijim tržišnim podacima.

3. Changes in business conditions - improved economic conditions and tax incentives make business expansion attractive, thus increasing the need for borrowing. For larger firms, this may result in bond issuance, thus increasing the bond supply.

In sum, when considering methodologies to be used for estimating inflation, one must be mindful of the two-sided nature of all products, and thus government bonds. This, combined with other factors discussed above, makes deriving inflation estimates difficult. The summary below can serve as a useful guideline, for determining the direction of bond supply and demand, as well as interest rate changes, when various variables increase:

| Variable | Bond Demand | Bond Supply | Interest Rate |
|-------------------------|-------------|-------------|---------------|
| Wealth | + | | - |
| Expected Interest Rates | - | | + |
| Expected Inflation | - | + | ? |
| Relative Risk | - | | + |
| Relative Liquidity | + | | - |
| Business Conditions | | + | + |
| Government Borrowing | | + | + |

Note: the + and - signs indicate increase and decrease, respectively.

Conclusion

Despite extensive body of literature devoted to inflation and inflation forecasts, this crucial economic variable remains difficult to predict. Notable theoretical work in this field resulted in the well-known Phillips curve that aimed to link low inflation to high unemployment and vice versa, which was later replaced by Keynesian and New Keynesian economic models that distinguish between demand-related and cost-driven inflation (Kozul, 2012b). Many practitioners preferred to draw information from the market data, which resulted in many attempts to derive the term structure of inflation expectations (Remolona, Wickens, & Gong, 1998; Ang & Bekaert, 2003; Hördahl, 2008; Adrian, & Wu 2010). However, when historical inflation estimates are compared the actual inflation for the corresponding time periods, it is evident that these cannot be viewed as reliable a measure of inflation term structure. In particular, in economies where government bond markets are not well developed and available contracts scarce, even such estimates cannot be made without introducing significant errors due to lack of data and numerous assumptions. Recent economic downturn has challenged even the fundamental premise of government bonds being risk-free securities. Thus, new inflation measures are clearly needed, ideally combining sound theory with more current market data.

Literatura / References

1. Adrian, T., & Wu, H. (2010). The Term Structure of Inflation Expectations. *Federal Reserve Bank of New York Staff Report No. 362*. Retrieved from http://newyorkfed.org/research/staff_reports/sr362.pdf
2. Ang, A., & Bekaert, G. (2003). The term Structure of Real Rates and Expected Inflation. Paper presented at the Federal Reserve Bank of San Francisco Interest Rate and Monetary Policy conference March 19-20, 2004. Retrieved from http://www.frbsf.org/economics/conferences/0403/ang_realrates.pdf
3. Arak M., & Kreichner, L. (1985). The real rate of interest: inferences from the new UK indexed gilts. *International Economic Review*, 26(2), 399-408.
4. Barro, R. J. (1997). *Macroeconomics* (5th ed.), Cambridge: The MIT Press. Deacon, M., & Derry, A. (1994). Deriving Estimates of Inflation Expectations from the Prices of UK Government Bonds. *Bank of England Working Paper No. 23*. Retrieved from <http://www.bankofengland.co.uk/archive/Documents/historicpubs/workingpapers/1994/wp23.pdf>
5. Fisher, I. (1977). *The Theory of interest*. Philadelphia: Porcupine Press. Hamilton, J. (1985). Uncovering Financial Market Expectations of Inflation. *Journal of Political Economy*, 93, 1224-1241.
6. Hördahl, P. (2008). The inflation risk premium and the term structure of interest rates. *BIS Quarterly Review*, September, 23-38. Retrieved from http://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt0809e.pdf

7. Jordan, B. D., Jorgensen, R.D., & Kuipers, D. R. (2000). The Relative Pricing of U.S. Treasury STRIPS: Empirical Evidence. *Journal of Financial Economics*, 56, 89-123.
8. Kozul, N. (2012a). The relationship between nominal interest rates, real rates and inflation term structure. *Bankarstvo*, 41(3), 10-21.
9. Kozul, N. (2012b). Inflation forecasting: A comparison between conventional Phillips curves and new Keynesian-Phillips curve. *Bankarstvo*, 41(6), 72-83.
10. Remolona, E. M., Wickens, M. R., & Gong, F. F. (1998). What was the Market's View of U.K. Monetary Policy? Estimating Inflation Risk and Expected Inflation with Indexed Bonds. *Federal Reserve Bank of New York*, Staff Reports 57.
11. Sack, B. (2000). Deriving Inflation Expectations from Nominal and Inflation-indexed Treasury Yields. *Division of Monetary Affairs, Board of Governors of the Federal Reserve System*. Retrieved from <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2000/200033/200033pap.pdf>
12. Seifried, S., & Zunft, C. (2011). Breakeven inflation rates implied by US government bonds. *Structured Solutions AG*. Retrieved from http://www.solactive.com/wp-content/uploads/2011/11/Inflation_final.pdf