

**Debreceni Egyetem**  
**Informatikai Kar**

**INFLÁCIÓ ELŐREJELZÉSE STATISZTIKAI  
MODELLEKKEL**

Témavezető:  
Dr. Gáll József  
egyetemi docens

Készítette:  
Nagy Gyula Tamás  
gazdaságinformatikus

Debrecen

2010



## **Plágium - Nyilatkozat**

Szakdolgozat készítésére vonatkozó szabályok betartásáról nyilatkozat

Alulírott Nagy Gyula Tamás (Neptunkód: E1GUB2) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy az INFLÁCIÓ ELŐREJELZÉSE STATISZTIKAI MODELLEKKEL című szakdolgozat/diplomamunka (a továbbiakban: dolgozat) önálló munkám, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt, illetve a feladatot kiadó oktatót nem tévesztettem meg.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot nem magam készítettem vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Debreceni Egyetem megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Nagy Gyula Tamás

hallgató

Debrecen, 2010. november 18.

## Tartalomjegyzék

Plágium - Nyilatkozat .....	1
1. Bevezetés.....	4
2. Az infláció és mérése .....	6
2.1. Az infláció és a fogyasztói árindex fogalma .....	6
2.2. A fogyasztói árindex mérése .....	6
2.3. A fogyasztói kosár összetétele .....	8
2.3.1. Súlyok változása a fogyasztói kosárban .....	8
2.4. Jól méri a CPI az inflációt? .....	9
2.5. A KSH által publikált további indexek .....	10
3. Inflációs célkövetés és előrejelzés.....	12
3.1. Inflációs célkövetés .....	12
3.1.1. Miért káros az infláció? .....	12
3.1.2. Inflációs célkövetés Magyarországon .....	13
3.2. Az MNB inflációs előrejelzése .....	13
3.2.1. Az előrejelzés, a várakozások és az infláció kapcsolata.....	15
3.3. Dezaggregált költségbegyűrűzés-alapú ökonometria model.....	16
3.3.1. A modell felépítése.....	16
3.3.2. A költségbegyűrűzés tulajdonságai .....	17
3.3.3. Előrejelzések pontossága.....	17
3.3.4. A modell javítása.....	19
4. Idősormodellek.....	20
4.1. Wilkie modell.....	20
4.2. Sztochasztikus idősorelemzés .....	21
4.2.1. Az idősorelemzés típusai.....	22

4.2.2. Stacionaritás .....	23
4.2.3. Egységgyökpróbák .....	23
4.2.4. Sztochasztikus folyamatok .....	24
4.2.5. Modellilleszkedési mutatók.....	26
4.2.6. Box-Jenkins modellezés .....	26
5. Infláció előrejelzése.....	28
5.1. Stacionaritás vizsgálata .....	28
5.2. Naiv referencia modellek .....	32
5.3. SARIMA modellek .....	37
5.4. Wilkie modell.....	39
5.5. Előrejelzés .....	41
6. Összegzés .....	44
7. Irodalomjegyzék.....	46

## 1. Bevezetés

Infláció, GDP, költségvetési hiány. Ez a három gazdasági mutató, amelyet a sajtó és a közvélemény a legjobban figyelemmel kísér, köszönhetően az Európai Unió tagságunknak, az euró bevezetését megcélzó tervünknek, illetve a gazdasági válságnak. Ebből egy átlagos ember számára az infláció a legjobban kézzelfoghatóbb, hiszen pénzzel minden nap kapcsolatba kerülünk, és mindenki a saját bőrén tapasztalja, hogy az árak folyamatosan emelkednek. Az infláció nemcsak a hétköznapi embereknek fontos, hiszen a központi bankok tevékenysége értékelésének egyik, néhány esetben szinte egyetlen szempontja a fogyasztói árszínvonal változásával mért infláció alakulása.

Általános vélemény, hogy az infláció káros, mert elszegényít. Az emberek nincsenek tisztában az infláció okaival, mérésével, hatásaival, költségeivel.

Az infláció eredetileg orvosi szakkifejezés volt, a felfúvódás latin neve. Közgazdasági jelentését az angolból nyerte, az eredeti jelentés analógiájaként a pénzmennyiség felfúvódásaként értelmezték. A kifejezés az 1861-64 évi amerikai polgárháború idején jelent meg, annak az állapotnak a jellemzésére, amikor a papírpénzben kifejezett árszínvonal az ércpénzben kifejezethez képest jóval nagyobb mértékben emelkedett. Ez a jelenség persze korábban is előfordult, csak nem így nevezték. Ázsiónak hívták a fém pénznek a papírpénzhez képest mutatkozó többletértékét, illetve diszázsiónak a papírpénznek a fém pénzhez képest bekövetkező értékcsökkenését. Az infláció közismert, általánosan használt fogalom az I. világháború és az azt követő nagymértékű pénz elértéktelenedés idején vált. Az első infláció a Római Birodalomban i.e. 3. században jelentkezett, mert a császárok egyre jobban hígították a fém pénz nemesfém tartalmát.

Magyarországon az infláció szó nem ébreszt kellemes emlékeket, hiszen nálunk volt a történelem legnagyobb áremelkedése a II. világháború után. Ekkor az árak 15 óránként a duplájára emelkedtek, az idősebbek pedig még emlékeznek arra, amikor a hiperinfláció idején pénzt söpörtek az utcán, rengeteg, értéktelen papírdarabot. A szocializmust az állami tulajdon és a tervgazdálkodás jellemezte, infláció nem volt vagy csak nagyon alacsony. Ez a szocializmus jellegzetességeinek volt köszönhető. Egyrészt az árakat központilag szabályozták, mesterségesen alacsonyan tartották. Másrészt nem voltak független szakszervezetek, akik a munkavállalók bérköveteléseit képviselték volna. Továbbá a

vállalatok nem emeltek árakat, mert nem voltak profitorientáltak. A rendszerváltás után bevezették a szabadáras rendszert. Az áraknak hirtelen kellett alkalmazkodni az új piaci viszonyokhoz, ez a relatív árak torzulásához, és az infláció megjelenéséhez vezetett. Hosszú időn keresztül krónikusan magas volt az áremelkedés üteme, ennek megfékezése a gazdaságpolitika egyik legfontosabb eleme lett. Az évtized második felében, 1997-től kezdődően az infláció üteme jelentősen és fokozatosan csökkent és 2000-re 10% alá került. A jegybanktörvény ma a monetáris politika számára elsődleges célként írja elő az alacsony infláció, vagyis az árstabilitás elérését és fenntartását.

Dolgozatom elején definiálom az infláció fogalmát, majd annak mérésével foglalkozok, bemutatva a KSH által publikált indexeket. Kiemelt részletességgel foglalkozok a fogyasztói árindexszel. A következő fejezetben bemutatom az inflációs célkövetés rendszerét és az MNB által készített előrejelzéseket, és ezek fontosságát a gyakorlati életben. Majd bemutatom az idősoranalízis típusait, előrejelzések során használható modelleket, illetve módszereket. A legnagyobb hangsúlyt a gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott sztochasztikus modellekre fektetem. Végül pedig ráillesztem a magyarországi fogyasztóiár-index idősorára a már harmadik fejezetben elméletben bemutatott SARIMA modelleket és a Wilkie-modellt. És végül kiválasztom a legjobban illeszkedő modellt, amivel előrejelzést készítek.

## **2. Az infláció és mérése**

### **2.1. Az infláció és a fogyasztói árindex fogalma**

Az infláció az árszínvonal emelkedése. Közgazdasági értelemben csak akkor beszélnek inflációról, ha az árszínvonal nem egyszeri alkalommal, hanem folyamatosan emelkedik. Pénzünk elinflálódik, ha ugyanannyi pénzért egyre kevesebb árut tudunk vásárolni. A szokatlanul magas inflációt hiperinflációnak nevezzük. Az infláció mérőszámaként különféle árindexeket használunk, amelyek megmutatják az átlagos árszintek arányát két időpont között. Sok ilyen indexet lehet számolni, mert az értékesítés különböző csoportjait vehetjük a súlyrendszer alapjául.

A leggyakrabban használt inflációs mérőszám a fogyasztói árindex (CPI, Consumer Price Index), amit Magyarországon a KSH készít el. A CPI egy állandó fogyasztói kosárnak az árváltozása egy bázisévhez képest. A kosarat olyan termékek és szolgáltatások alkotják, amelyeket egy átlagos fogyasztó felhasznál. A CPI a vásárolt fogyasztás árindexe. Ha tudjuk, hogy mennyi a jövedelmünk, akkor alkalmas arra, hogy pénzjövedelmünk reálértékéről tájékoztasson.

### **2.2. A fogyasztói árindex mérése**

A KSH a „Fogyasztóiár-index füzetek” [16] című kiadványában részletesen ismerteti a CPI mérésének módszerét. A reprezentánsok a használati értéket meghatározó, legfontosabb minőségi jellemzőkkel körülhatárolt, viszonylag nagy volumenű termék-, illetve szolgáltatásfeleségek.

A reprezentánsok árait a KSH munkatársai minden hónapban felírják az ország különböző településein található üzletekben, szolgáltatóhelyeken, illetve piacokon. Ezeket felíróhelyeknek nevezik. A felírás a hónap 1. és 20. napja közé esik. Fontos, hogy az árindex az adott havi valóságos kínálatot tükrözze, ezért a ténylegesen kapható áruk árait írják fel. Másik követelmény, hogy az index kifejezze a tényleges keresletet is, ezért abban az esetben,

ha egy reprezentánsból több választékelem is található, akkor a leginkább keresett áru árát jegyzik fel. További fontos követelmény, az adott tételek minőségi összehasonlíthatósága, tehát az állandóság, folyamatosság is. Ezt egyrészt a reprezentánsoknak a főbb minőségi jellemzőkkel meghatározott definíciói biztosítják, továbbá az is, hogy a felíróhelyeken az árösszeírók arra törekednek, hogy folyamatosan ugyanannak a választékelemnek az árát jegyzik fel, amellyel a felírást kezdték.

Minden megyében több helyen feljegyzik minden reprezentánsnak az árát, így havonta reprezentánsenként 35–150, összesen majdnem hetvenezer ár gyűlik össze az árindexszámításhoz. A gyógyszerek, gyógyászati segédeszközök esetében a vásárló által ténylegesen kifizetett összeget, azaz a gyógyszerértéket jegyzik fel. A szerencsejátékoknál szolgáltatási díjon a sorsjegyekre kifizetett összegek és a felvett nyereményösszegek különbségét értik.

Egy reprezentáns országos havi ára a reprezentánsról az adott hónap folyamán az összegyűjtött valamennyi ár egyszerű számtani átlaga. Néhány reprezentáns (főleg szolgáltatás) árát központi nyilvántartások alapján rögzítik, például a postai díjakat. A reprezentáns egyedi árindexe a tárgyhavi és bázishavi árának hányadosa.

Bizonyos reprezentánsok (új személygépkocsik, személyi számítógépek és egyéb tartós fogyasztási javak) esetében végeznek minőségi kiigazításokat. Ilyenkor a széles körben elfogadott explicit, illetve implicit kiigazítási módszereket használják (opcióárzás, az explicit értékítéleten alapuló módszer, a direkt, illetve az indirekt átlapolás).

A fogyasztóiár-statisztika jelenleg 960 reprezentáns (árucikk és szolgáltatás) megfigyelésén alapul, amelyeket 141 árucsoportra osztanak. Ahhoz, hogy az árindexek a valóságnak megfelelően fejezzék ki az árváltozások hatását a lakossági kiadásokra, szükség van azok fogyasztásban betöltött szerepének, súlyának meghatározására.

A fogyasztóiár-index számításához felhasznált súlyok a termék- és szolgáltatáscsoportoknak a lakosság vásárolt fogyasztásában elfoglalt arányát fejezik ki. Ezek az arányok alapját a nemzeti számlák fogyasztási adatai adják, kiegészítve a háztartás-statisztikai felmérések és egyéb források adataival. A súlyokat évente felülvizsgálják, a tárgyév két évvel megelőző év lakossági fogyasztása alapján. A súlyok 2010-ben a 2008-as fogyasztási szerkezetnek megfelelőek, és minden hónapban azonosak.



## 2.3. A fogyasztói kosár összetétele

A kosárban csak vásárolt termékek és szolgáltatások szerepelnek, a beruházási/termelési célú illetve a nem közvetlen pénzbeli kiadások fejében elérhető javak (Pl.: háztartási keretek között előállított javak vagy közösségi szolgáltatások) nem. (Ez alól van egy kivétel, a saját tulajdonú lakás.) Fontos szempont volt, hogy a fogyasztói árindex konzisztens legyen a GDP-statisztikában szereplő lakossági vásárolt fogyasztás kategóriával. Ezzel magyarázható, hogy a használt cikkek árai – ismét egy kivételtől eltekintve (használt gépkocsi) – kimaradtak a fogyasztói árindexből. A 2010-es súlyarányokat tartalmazó táblázatot a KSH honlapján talált adatok alapján állítottam össze.

2.3.1. táblázat: Fogyasztói kosár összetétele 2010-ben

<b>Főcsoportok</b>	<b>Súlyok a CPI-ben 2010</b>	<b>Súlyok a CPI-ben 2009</b>
Élelmiszerek	23,223	23,058
Szeszes italok, dohányárúk	9,483	9,247
Ruházkodási cikkek	4,403	4,628
Tartós fogyasztási cikkek	6,851	8,490
Háztartási energia	9,903	9,118
Egyéb cikkek, üzemanyagok <sup>1</sup>	17,272	16,920
Szolgáltatások	28,865	28,539
Összesen	100,000	100,000

### 2.3.1. Súlyok változása a fogyasztói kosárban

A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) minden évben felülvizsgálja különböző okokból az inflációszámítás alapját képező fogyasztói kosarat. Az egyik ok, hogy sok olyan szolgáltatás van, amelyek néhány évvel korábban még nem is létezett (internet) vagy ingyenesek volt (parkolás). Nemcsak az újonnan megjelenő, de az eltűnő jóságok figyelembe

---

<sup>1</sup> A gyógyszerek és gyógyárúk ebbe a csoportba tartoznak.

vétele is nehézséget okoz. A vállalatok gyakran alkalmazzák a modellváltást. Ilyenkor régi termékeiket lecserélik, és egy újabbal helyettesítik őket.

A 2010-es változásokat ismerteti Kocsis Zoltán [14] Népszabadságban megjelent cikke. Idén a megfigyelt termékek és szolgáltatások 960 darabos csoportja 37 új elemmel bővült, 16-ot pedig töröltek. A listára rákerült néhány Eurostat által javasolt termék, annak érdekében, hogy tagállamok fogyasztása jobban összehasonlítható legyen. Ilyen például a lazac, amely nem tartozik a magyar háztartások alapvető élelmiszerei közé. Új elemként jelent meg a digitális fotókidolgozás, az okostelefon, a tv+internet+telefon csomag, vagy a hordozható DVD-lejátszó. Lekerült viszont az olajos hal, az izzólámpa és a műsor nélküli videokazetta is.

A 2010-es súlyok kialakításánál a KSH a 2008. évi fogyasztási adatokat vette alapul, de figyelembe vette a tavalyi változásokat is. A tavalyi adatokból kiderül, hogy a lakosság kevesebb tartós fogyasztási cikket vett, például jóval kevesebb autót fogyott. Ennek köszönhetően az infláció kiszámításakor a tartós fogyasztási cikkek a 2009-es 8,490 százalékhelyett csak 6,851 százalékkal számítanak be. Ezzel szemben megnőtt a súlya a benzinnek, a vezetékes gáznak és a közlekedési szolgáltatásoknak is, mivel többet költöttünk rájuk 2009-ben. Az élelmiszerek súlya 0,1 százalékkal emelkedett. Feltűnő, hogy a hazai vásárlók ragaszkodnak a kávéhoz, teához és cigarettához. Az alapélelmiszereken belül is különbözően alakult az egyes termékfajták súlya: kissé növekedett a kenyér és a tésztafélék részesedése, stagnáltak a húsok, míg kissé csökkent (a sajt kivételével) a tej-tejtermékek, illetve a friss gyümölcsök aránya.

## **2.4. Jól méri a CPI az inflációt?**

Sok közgazdász szerint a CPI felülbecsüli az inflációt. 1995-ben az Amerikai Egyesült Államokban összeült egy öt neves közgazdászból álló bizottság, feladatuk a CPI-vel kapcsolatos mérési hibák tanulmányozása volt. Jelentésük szerint a CPI évente 0,7-2 százalékponttal fölfelé torzít, a torzítás mértéke a legjobb becslésük szerint is 1 százalékpont.

Kovács Ilona [15] cikkében a CPI torzító tényezőivel foglalkozik. A felmerülő problémák egy része a helyettesítéssel kapcsolatos. A termékek és szolgáltatások egymás közötti helyettesítése azért következik be, mert áremelkedés esetén ezek árai gyakran és

különböző mértékben változnak. A fogyasztók érzékelve ezt áttérhetnek a relatíve olcsóbb áruk és szolgáltatások vásárlására.

A helyettesítési hatás másik formája az üzletek közötti helyettesítés. Ez akkor fordul elő, amikor a hagyományos üzletek mellett megjelennek új, kevésbé drága elosztó csatornák. Ezek megjelenésük évében kimaradnak a statisztikai adatfelvételből, ugyanis még nem szerepeltek a bázisidőszakban.

A fogyasztói árindex további korlátja az új jószágok és a minőségváltozás kezelése. Az új termékek és szolgáltatások esetében a probléma forrása, hogy általában csak jelentős késéssel kerülnek be az árindexekbe. Ha egy új termék forgalomba kerül, akkor a vevők jól járnak, mert több termék közül választhatnak. Tehát az új termékek megjelenése növeli a pénz vásárlóértékét.

A minőségi változások okozta probléma az új jószágok megjelenésével részben összefügg, hiszen a legtöbb új termék vagy szolgáltatás megjelenése után folyamatos minőségjavuláson megy keresztül. Az árindexekben ez akkor válik problémává, ha a minőségjavulás nem tükröződik teljes mértékben az árban.

## **2.5. A KSH által publikált további indexek**

Harmonizált fogyasztói árindex (HICP- Harmonized Index of Consumer Prices) az EU-ban használt fogyasztói árindex. A „harmonizált” azt jelenti, hogy minden uniós tagállam azonos módszertan alkalmazásával számítja ki az indexet, ezt az EUROSTAT koordinálja. Ez az uniószerthe egységes index garantálja az országok közötti összehasonlíthatóságot. Számításakor a külföldiek itteni fogyasztását is figyelembe veszik.

COICOP (Classification of Individual Consumption by Purpose) egy tízes számrendszerű, négy szintű, tartalmában harmonizált nemzetközi nómenklatúra. A fogyasztási kiadások vizsgálatakor e csoportosítást alkalmazzák.

Változatlan adótartalmú árindex (VAI) az ún. indirekt adók változásának az érintett árakra gyakorolt azonnali, közvetlen hatását szűri ki, azaz azt méri, hogy mekkora lenne az infláció, ha a viszonyítási (bázis) időszakhoz képest nem változtak volna a fogyasztói termékeket és szolgáltatásokat terhelő adók. Az indirekt adók olyan adók, ahol az adóalany és az adó teherviselője elválik egymástól, és az adó közvetlenül áthárítható a fogyasztókra.

A maginfláció mentes az átmeneti zajt keltő hatásoktól, a rövid távú zavaró tényezőktől, figyelmen kívül hagyja az esetleges árváltozásokat (mint pl. az időjárás okozta ármozgásokat), az áralakulás tartós, hosszú távú tendenciáját fejezi ki. A maginfláció mérőszáma így módon az átmeneti sokkoktól megtisztított index, az infláció trendjét adja. A témával részletesen foglalkozik Kerékgyártó Györgyné- Szabó Éva [12]. Cikkében rámutat arra, hogy a maginfláció mérésére nincs nemzetközileg elfogadott módszer, Magyarországon a kihagyásos módszerrel készítik. Az indexből kihagyják azokat a termékeket és szolgáltatásfeleségeket, amelyek különösen nagy áringadozásokat mutatnak, zajosan viselkednek. A kizárt csoportok:

- Nem feldolgozott élelmiszerek;
- Háztartási energia;
- Járműüzemanyagok;
- TB által támogatott gyógyszerek;
- Hatósági áras szolgáltatások.

A maginflációs mutató 1994. decemberi bázison készül az index újrasúlyozásával, illetve szezonális kiigazítással. A szezonális kiigazítás a TRAMO\SEATS módszerrel történik.

### **3. Inflációs célkövetés és előrejelzés**

#### **3.1. Inflációs célkövetés**

Az inflációs célkövetés rendszerében a jegybank végső célja az infláció alacsony szinten való stabilizálása (árstabilitás), melyet az inflációra vonatkozó előrejelzések, várakozások rövid kamatokon keresztüli kontrolljával ér el. Minden fejlett ország jegybankjának törvényi kötelezettsége az árstabilitás elérése és fenntartása, mert az infláció akadályozza a gazdaság egészséges fejlődését, tehát káros.

##### **3.1.1. Miért káros az infláció?**

A magas infláció jelentős társadalmi költségekkel jár, ugyanis a magas infláció ingadozó infláció is. Legkárosabb eleme, hogy a jövedelmek nem szándékolt újraelosztását okozza, tipikusan a bérből és nyugdíjakból élők kárára. A magas infláció az árak nagyobb változékonyságával jár, növelve a bizonytalanságot. Ha gyakran változnak az árak, akkor az emberek nehezen tudják eldönteni, hogy mi számít drágának vagy olcsónak. Tehát az infláció változékonysága zavarja az árak információtartalmát, ami egy jól működő piacgazdaság egyik alapja. Így a kereslet és kínálat változásainak értékelése eltorzul, ami akadályozza az erőforrások hatékony felhasználását. Magasabb infláció magasabb nominális kamatokkal jár együtt, amelynek hatására megnövekednek a hitelfelvevők nominális törlesztési kiadásai a rendelkezésre álló jövedelemhez képest. Ez a hitelmegállapodások lejáratí idejének rövidülését okozza. További probléma, hogy az inflációs bizonytalanság a gazdasági kapcsolatok rövidülésével jár, mivel a legtöbb ember kockázatkerülő, ennek köszönhetően a gazdasági aktivitás jelentősen lecsökkenhet.

Az árstabilitást általában egy alacsony, de nem zérus inflációs szintben határozzák meg, a lefelé irányuló nominális merevségek, a defláció veszélye, a pozitív nominális kamat szükségessége és a fogyasztói ár-indexben lévő mérési hibák miatt (lásd Kiss és Krekó [11]). Az inflációs célkövető országok többségében a jegybankok 2-3% körüli inflációs célt határoznak meg, az Európai Központi Bank pedig „2% alatti, de ahhoz közeli” értékben definiálja az árstabilitást.

### 3.1.2. Inflációs célkövetés Magyarországon

Az Magyar Nemzeti Bank 2001-ben döntött a szűk sávós árfolyamrendszer és a csúszó leértékelés feladása, valamint az inflációs célkövetéses stratégia bevezetése mellett. Az inflációs célt a jegybank a kormánnyal együtt határozza meg, és ennek rendeli alá kamat- és árfolyampolitikáját.

Az inflációs célkövetés bevezetésekor a jegybank elsődleges feladata még nem az árstabilitás fenntartása, hanem annak elérése volt. Ezért az első években a jegybank és a kormány nem törekedett az árstabilitásnak megfelelő inflációs szint pontos meghatározására, ehelyett 1,5-2 évre előre jelentették be az év végi célokat. A mérsékelt infláció elérése után azonban 2005. augusztusban a kormány és az MNB középtávú inflációs célt tűzött ki, amit a 2007-től kezdődő időszakra a 12 havi teljes fogyasztói árindex 3%-os értékében határozott meg. A korábbi, év végi célokkal szemben a jelenlegi cél folyamatosan érvényben van. A folyamatos érvényű cél legfontosabb előnye, hogy kiszámíthatóbb környezetet biztosít a gazdasági szereplők számára, segíti az inflációs várakozások állandósulását, ezáltal hozzájárul ahhoz, hogy az infláció tartósan alacsony, az árstabilitásnak megfelelő szinten maradjon.

3.1.2.1. táblázat: Az MNB meghirdetett inflációs céljai

Dátum	Kitűzött cél
2001. december	$7 \pm 1\%$
2002. december	$4,5 \pm 1\%$
2003. december	$3,5 \pm 1\%$
2004. december	$3,5 \pm 1\%$
2005. december	$4 \pm 1\%$
2006. december	$3,5 \pm 1\%$
2007-től	3% (középtávú folyamatos cél)

### 3.2. Az MNB inflációs előrejelzése

Az inflációs célkövetés egyik eleme a jegybank publikus inflációs előrejelzése, amit Magyarországon az MNB készít el, és negyedévente publikál a „Jelentés az infláció alakulásáról” című kiadványban. Az MNB a jelenben rendelkezésre álló információkon

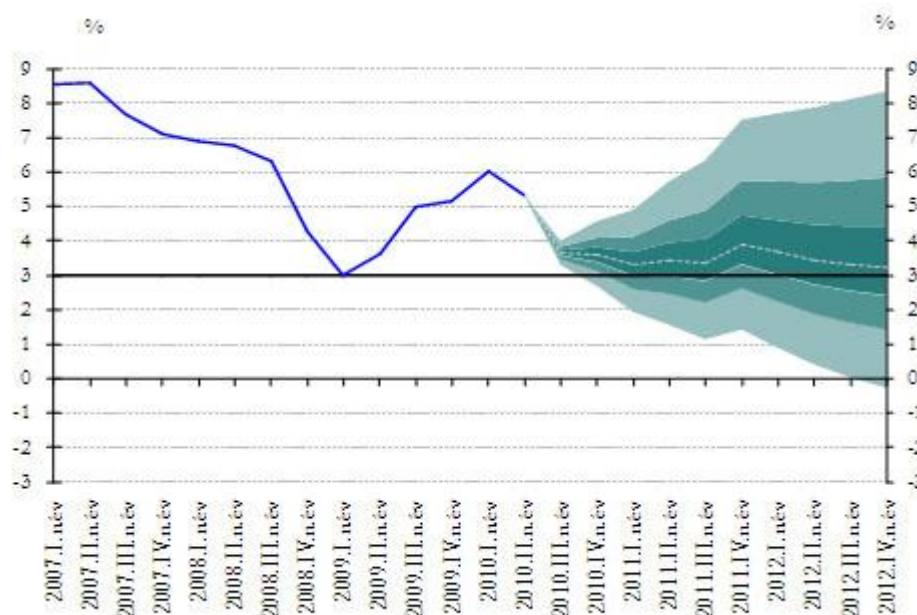
alapuló fogyasztói árindex előrejelzést összeveti a kitűzött inflációs céllal, és a különbség csökkentése céljából a monetáris eszköztárban változásokat hajt végre. Ha az előrejelzett érték számottevően meghaladja a célértéket, szigorítanak a monetáris kondíciókon, azaz kamatot emelnek, míg ha a várható infláció alacsonyabb a célnál, akkor lazítanak, azaz csökkentik a kamatot. Kamatemelés esetén restriktív, csökkentés esetén expanzív monetáris politikát alkalmaznak. Az MNB Monetáris Tanácsa havonta legalább kétszer ülésezik, minden hónap második ülésén tárgyalva a jegybanki alapkamatláb módosításának kérdését. A Monetáris Tanács egyszerű többségével határozza meg az új kamatszintet, szavazategyenlőség esetén az MNB elnökének szavazata dönt.

Hatékony megvalósításához megbízható inflációs előrejelző technikákra, a gazdaság és a monetáris politika hatásmechanizmusának kellő ismeretére van szükség.

3.2.1. táblázat: A 2010. augusztusi inflációs jelentés inflációs előrejelzése (MNB [20])

	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Fogyasztói infláció	4,7 %	3,5 %	3,4 %

Az inflációs cél és az előrejelzés egymáshoz viszonyított helyzetének és a várható kockázatoknak az értékelését segíti az inflációs jelentésben publikált legyezőábra. A legyezőábráról leolvasható legfontosabb információ a legvalószínűbb inflációs pálya (alappálya), valamint az ehhez tartozó bizonytalanság mértéke és esetleges aszimmetriája. A bizonytalanság mértékét a sávok szélessége mutatja: a szélesebb sáv nagyobb, a keskenyebb pedig kisebb bizonytalanságot jelent. A bizonytalanság aszimmetriája leolvasható az azonos árnyalatú alsó és felső sávok szélességéből. Szélesebb felső sáv inkább felfelé irányuló, szélesebb alsó sáv inkább lefelé irányuló kockázatot jelent. Az alábbi ábra az aktuális inflációs előrejelzés legyezőábráját mutatja.



3.2.1. ábra: Az aktuális inflációs előrejelzés legyezőábrája (MNB [20])

### 3.2.1. Az előrejelzés, a várakozások és az infláció kapcsolata

A jegybanki bejelentések nem pusztán információt közölnek a piac szereplőivel, hanem befolyásolják a piaci szereplők várakozásait. A várakozásoknak pedig nagy szerepe van a jövőbeli infláció alakulásában. A jegybankok megnövekedett függetlenségével párhuzamosan a jegybanki tájékoztatás is egyre fontosabbá vált. A jegybanki közlemények megnövekedett fontosságának két fő oka van. Az egyik, hogy a pénz- és tőkepiacok liberalizálása a piacok nagyfokú integrálódásához vezetett, amelyre utoljára a 19. század végén volt példa. Ilyen piacokon a várakozásoknak sokkal nagyobb szerepe van az árak meghatározásában, mint az állam által agyonszabályozott piacokon. A jegybanki nyilatkozatoknak fontos szerepük van a piaci várakozások koordinálásában, mivel a piaci szereplők nagy figyelmet szentelnek minden jegybank által kiadott bejelentésnek.

Az inflációs célkövetés csak akkor működhet megfelelően, ha az emberek hitelesnek tartják az MNB előrejelzéseit, mert így a várakozások befolyásolhatóak. A hitelességhez tartozik a jegybank függetlensége. Ezért a jegybank teljesen a kormány hatókörén kívül áll, vezetőit pedig hosszú időszakra választják. Ha a gazdaság szereplői arra számítanak, hogy a jegybank következetes stabilizációs politikát folytat, és az infláció a beavatkozás hatására



mindig visszatér a kitűzött célhoz, akkor ez beépül a várakozásokba, és segít, hogy a piaci szereplők úgy alkalmazkodjanak a sokkokhoz, hogy ne keletkezzen inflációs nyomás.

### 3.3. Dezaggregált költségbegyűrés-alapú ökonometriai modell

Az MNB előrejelzéseinek megbízhatóságának növelésének érdekében született ez a modell, amit Várpalotai Viktor [27] publikált 2003-ban, és a jegybank a korábbi előrejelző modellekkel párhuzamosan használ.

A modell a fogyasztói kosárban lévő jóságok árát akarja előrejelezni, amelyek árát a piac határozza meg. A termékek árát költségösszetevőik változásával magyarázza. Azt a folyamatot próbálja modellezni, ahogy a költségek fokozatosan begyűrűznek a fogyasztói árakba. A modell tulajdonképpen két fő kérdés megválaszolásában segít, az egyik, hogy a költségelemek változásának hatására hogyan változnak az árak, illetve hogy mi történik abban az időszakban, amikor a költségek és az árak változása szétválik.

#### 3.3.1. A modell felépítése

A modell kiinduló adatai a KSH által 160 csoportos bontásban közölt havi fogyasztói árindexek. A szolgáltatások és termékek összevonásával olyan homogén, aggregált csoportokat alakítottak ki, amelyek felhasználási szempontból hasonlítanak egymásra, illetve amelyekről feltételezhető, hogy költség szerkezetük is közel megegyezik. Így a 143 önálló csoportból 43 alcsoportot képeztek, ami által az alcsoportok súlyarányai is homogénebbé váltak.

A modell feltételezi, hogy a termékek ára különböző költségelemekből tevődik össze. (Pl.: munkaköltségek, energia, nyersanyagok, mezőgazdasági nyers termények, külföldi import, valamint olyan költségekből is, amelyek egyben maguk is fogyasztói kosárban szereplő jóságok, mint a kenyér esetében a liszt vagy ruhánál a szövet). Minden képzett jóságcsoporthoz meghatározták, hogy az ára milyen költségelemekből tevődött össze.

Feltételezték, hogy az árak a költségekből az alábbi Cobb-Douglas típusú költségfüggvénnyel határozhatóak meg:

$$P_{i,t} = (A_i e^{\lambda_i t} C_{1,t}^{\gamma_1} C_{2,t}^{\gamma_2} \cdot \dots \cdot C_{n-1,t}^{\gamma_{n-1}} C_{n,t}^{(1-\gamma_1-\gamma_2-\dots-\gamma_{n-1})}) H_i,$$

ahol ahol  $P_{i,t}$  az  $i$ -ik jóság fogyasztói árindexe  $t$ -ben,  $C_{j,t}$  a  $j$ -ik költség elem árindexe  $t$ -ben,  $A_i$  a költségeket árrá normáló tényező,  $\lambda_i$  a termelékenységváltozás üteme,  $H_i$  pedig az

összköltségarányos konstans haszonkulcsszorzó. A költségsúlyok és az egyéb paraméterek becsléséhez a fenti függvény logaritmizált alakját használták.

Ezután a feladat a modellegyenlet parametrizálása és becslése volt. Tekintve, hogy közgazdaságilag a költségsúlyok csak pozitívak lehetnek, de ezt az egyenlet hagyományos ökonometriai becslése nem tudja garantálni. Ezt kiküszöbölve szakértői megfontolásokat tettek a nem megfelelő előjelű, illetve a túl nagynak vagy kicsinek bizonyuló költségsúlyokra, majd újra becsülték az egyenleteket. Az iterációt addig folytatták, amíg a paraméterek mindegyike pozitív és elfogadható nagyságú nem lett.

### **3.3.2. A költségbegyűrűzés tulajdonságai**

A hagyományos ökonometriai becslés nehézségekbe ütközik, a költségbegyűrűzési folyamat alábbi jellemzői miatt:

1. A költségek az árakba lassan gyűrűznek be;
2. A különböző költségtényezők eltérő sebességgel gyűrűznek be;
3. A késleltetett költségváltozások együtthatói nem lehetnek negatívak;
4. A késleltetett költségváltozások együtthatói nem függetlenek egymástól.

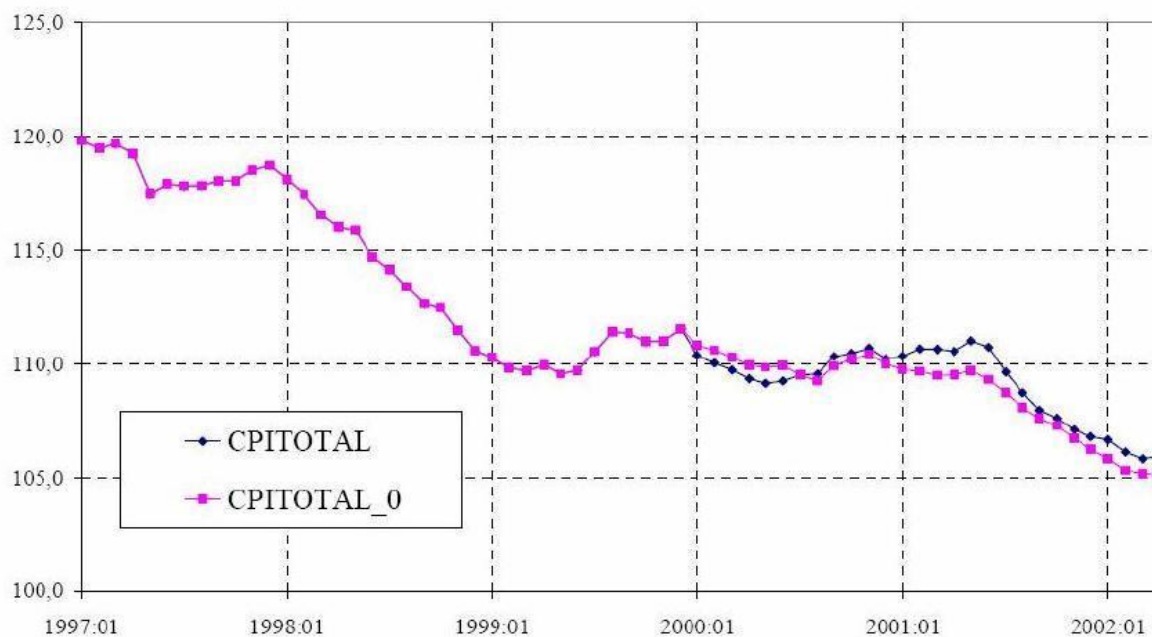
A begyűrűzési profilokat úgy kell becsülni, hogy egyrészt a begyűrűzési paraméterek nemnegatívak és simák (nem tartalmazznak ugrásokat) legyenek, másrészt ne kelljen túl sok paramétert becsülni. A megoldást a nemparametrikus osztott késleltetés segítségével találták meg.

### **3.3.3. Előrejelzések pontossága**

A modell előrejelző képességét úgy vizsgálták, hogy megnézték, hogy a múltban milyen előrejelzéseket szolgáltatott volna. Ezért készítettek két ex-ante szimulációt, az egyiket 1999 decemberétől, a másikat pedig 2000 decemberétől. A szimuláció során adottak vették az exogén változókat (bérek, mezőgazdasági felvásárlási árak, árfolyam, import árak, kőolaj ár, regulált árak).

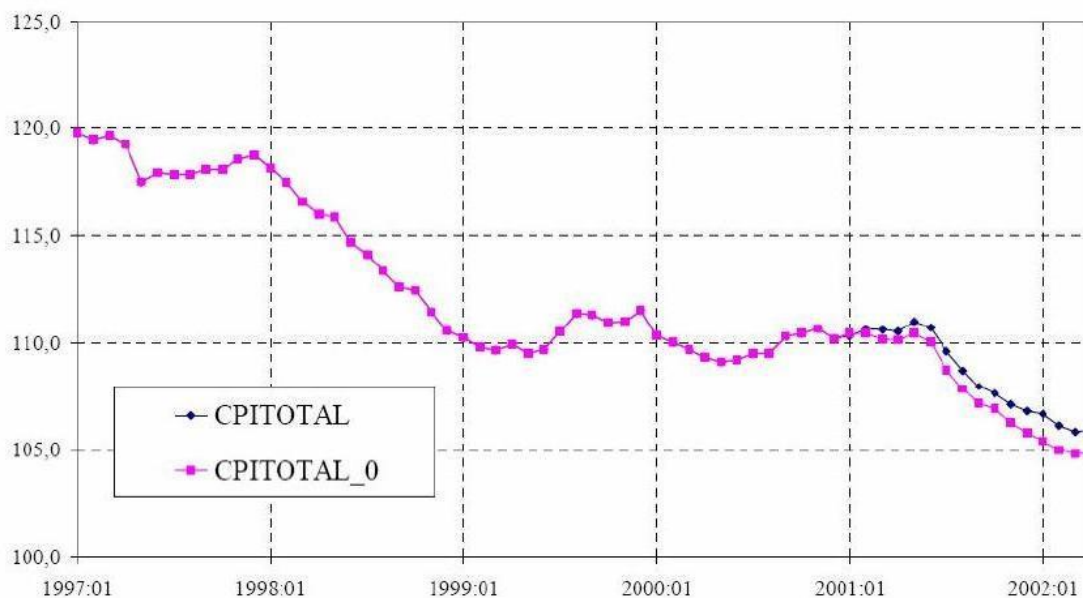
Az elkészített szimulációk nagyon jól közelítik a fogyasztói árindex tényleges alakulását, de ehhez hozzájárul a kőolaj árak, mezőgazdasági felvásárlási árak, és a regulált árak pontos ismerete.

### Teljes fogyasztói árindex: tény és ex ante előrejelzés



3.3.3.1. ábra: Az 1999 decemberétől készített modell előrejelző képessége (Várpalotai [27])  
(CPITOTAL:tényleges, CPITOTAL\_0:előrejelzés)

### Teljes fogyasztói árindex: tény és ex ante előrejelzés



3.3.3.2. ábra: Az 2000 decemberétől készített modell előrejelző képessége (Várpalotai [27])  
(CPITOTAL:tényleges, CPITOTAL\_0:előrejelzés)

### **3.3.4. A modell javítása**

A szerző maga is felsorol néhány tényezőt, amelyben a modell még javításra szorul.

1. Alapadatok felhasználhatóságának javítása. A KSH által közölt egyes részletes fogyasztóibázisárindex-adatok töréseket tartalmaznak. Ennek kiszűrésével javítható lenne a költségbegyűjtés becslése.
2. A fogyasztói árak megtisztítása a jövedéki adóktól, adóváltozásoktól.
3. Újabb költségelemek bevonása, ugyanis utólag kiderült, hogy nem mindig a megfelelő költségelemeket használtak az adott jószágcsoporthoz az árak magyarázatául. Ennek köszönhetően pontosabb hosszútávú egyenleteket lehetne alkotni.
4. Keresleti változó beépítése. A hosszútávú költségegyenletek becslésekor azt tapasztalták, hogy az egyenletek reziduuma ciklikusak.

## 4. Idősormodellek

Az előrejelzés (prognosztika) feladata a jövőben várható folyamatok, események feltárása, modellezése, lehetséges alternatívák kidolgozása. Szoros kapcsolatban áll a tervezéssel, de az előrejelzés a feltárással és a megismerésre koncentrál, addig a tervezésnél a végrehajtáson és a cselekvésen van a hangsúly. Az előrejelzésben nagy szerepet töltenek be a múlt és jelen jellemzői, adatai, hiszen segítségükkel nyomon követhető a vizsgált jelenség dinamikája, ami feltétlenül szükséges a folyamat jövőbeli alakulásának megismeréséhez.

### 4.1. Wilkie modell

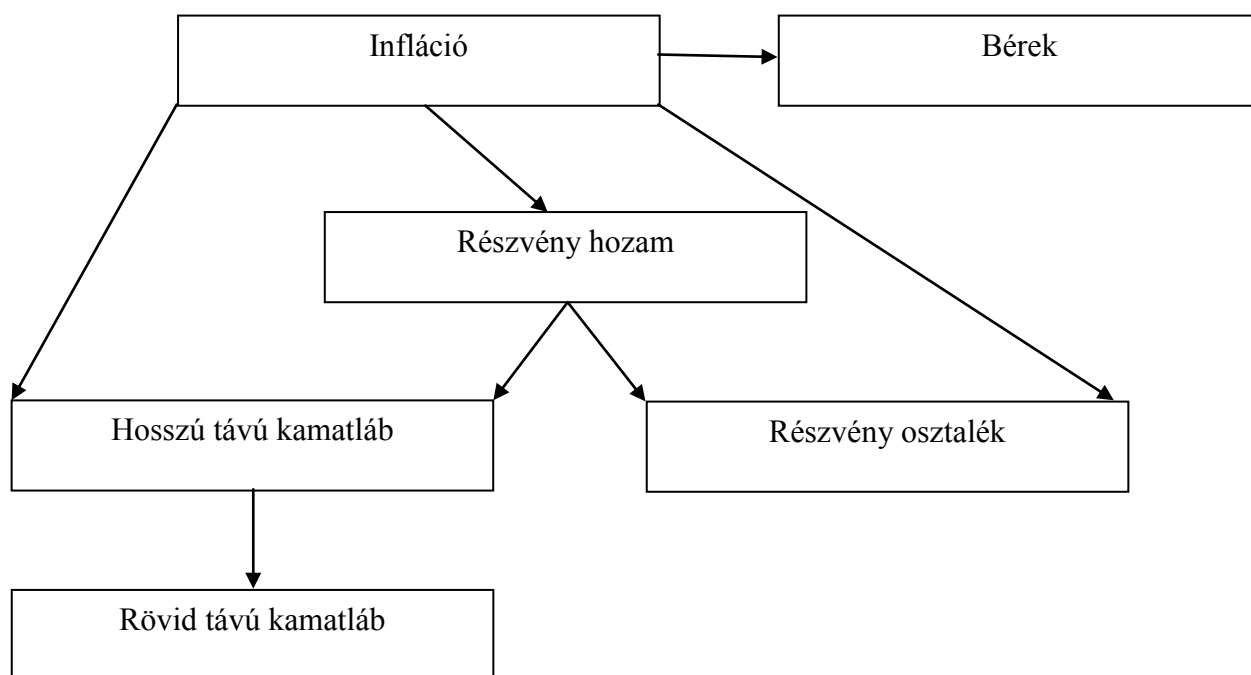
A Wilkie modell egy A.D. Wilkie által kidolgozott sztochasztikus alapú modell, amely különböző gazdasági mutatókat modellez.

Wilkie [29] először 1986-ban publikálta modelljét, majd ezt később többször módosította, kibővítette. Az eredeti modell tartalmazta az inflációt, a részvény osztalékot, a részvény osztalék hozamokat és a hosszú távú kamatlábakat. A modell adatsora az Egyesült Királyság éves adatait tartalmazta 1919-től 1982-ig. Az 1995-ös javított modellben [30] több bővítés történt a korábbihoz képest:

- 1994-ig tartalmazza az adatokat, de figyelmen kívül hagyja az 1919-1923-as időszakot.
- A modellbe bekerültek a fizetések, a rövid távú kamatlábak, az ingatlan bérleti díjak és hozamok, valamint az indexált értékpapírok, valuta árfolyamok
- A megfigyelések nem éves, hanem általában havi gyakoriságúak
- A modellt kiterjesztette más országokra is.

Én az 1995-ben publikált modelljét fogom használni.

Az infláció becslésére egy egyszerű modellt ajánlott, amely más változót nem tartalmaz, ugyanis az infláció magyarázó változóként más változók egyenleteiben szerepel.



4.1.1. ábra: Infláció magyarázó szerepe más változóknál

A Wilkie-féle modellben az inflációt egy konstans taggal bővített egylépéses autoregressziós folyamat írja le, azaz

$$LI_t = m_i + a_i * (LI_{t-1} - m_i) + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, T;$$

, ahol  $\varepsilon \sim N(0; \sigma_i)$ ,  $\sigma_i > 0$ .

$LI_t = \log \frac{C_t}{C_{t-12}}$ , ahol  $C_t$  a fogyasztói árindex  $t$  időpontban.

## 4.2. Sztochasztikus idősoranalízis

Az idősorok adott pillanatokhoz kapcsolódó adatokból álló számsorozatok. Gazdasági idősoroknak nevezzük valamely gazdasági változó egyenlő időközönkénti időpontokban mért megfigyeléseinek halmazát.

#### 4.2.1. Az idősorelemzés típusai

Ha egyszerre csak egy adatsort vizsgálunk, akkor egyváltozós idősorelemzést végzünk. Az idősorelemzés legfőbb célja az adatsorok dinamikájának vagy időbeli szerkezetének a meghatározása. Tehát azt vizsgáljuk, hogy egy változó időben hogyan változik, hogyan lehet időbeni lefutását leírni, elemezni, előre jelezni. Az idősorelemzési módszereket két fő csoportba sorolhatjuk: frekvenciatartomány- és időtartomány-alapú eljárások.

A frekvenciatartományra alapuló modellekben az adott idősort véletlen amplitúdójú, egymástól független koszinusz- és szinuszgörbék összegeként fejezik ki. Az időtartomány-alapú eljárások az idősorok jelenlegi és múltbeli értékei között teremtenek kapcsolatot. Dolgozatomban csak ilyen típusú modellekkel fogok foglalkozni.

A determinisztikus idősorelemzés alapelve az, hogy az idősorok hosszú távon érvényesülő, eleve determinált pályát követnek. A véletlent elfogadja, de azt szükséges rossznak, zavaró elemnek tekinti, hatását igyekszik kiszűrni.

A simító eljárások különleges helyet foglalnak el az idősormodellek között. A determinisztikus modellezésnél jobban figyelembe veszik az idősor véletlen jellegét, belső összefüggéseit. A véletlen hatását simítással (kiátlagolással) próbálják kisebbiteni, ezáltal a determinisztikus jelleget emelik ki. Alapvető filozófiájuk az igazodás, az előrejelzések hibáiból való szisztematikus tanulás, a folyamatos pályakorrekció. A simító eljárások jól használhatóak egyszerűbb előrejelzési célokra, nem igényelnek bonyolult műveleteket, de egy összetett folyamatnál már tovább kell fejleszteni a modellt (többszörös simítás, egyéb tényezők figyelembe vétele).

A sztochasztikus idősorelemzés ezzel szemben elsődlegesen a rövid távú hatások elemzésével foglalkozik. A sztochasztikus szó görög eredetű, jelentése „véletlennek kitett”. Felfogása szerint a véletlen szerves része a modellezni kívánt folyamatnak, tehát beépül abba. Az idősor egyes elemeit ismert vagy részben ismert tulajdonságú valószínűségi változóknak tekinti.

### 4.2.2. Stacionaritás

Fontos dolog a vizsgált folyamat stacionaritása. A később ismertetett autoregresszív folyamatok például csak akkor becsülhetők, illetve előrejelezhetőek, ha a vizsgált folyamat, illetve az arra illesztett modell kielégíti a tágabb értelemben vett stacionaritás kritériumait.

Egy stacionárius folyamat ugyanis lehet szűkebb értelemben stacionárius (szigorúan, vagy elsőrendően stacionárius), illetve tágabb értelemben stacionárius (gyengén, vagy másodrendően stacionárius).

Ha a folyamat szűkebb értelemben vett stacionáriusa, akkor a  $Y(t)$  folyamat eloszlás-, ill. sűrűségfüggvényei bármely időeltolással szemben invariánsak lesznek.

Az  $\{y_t, t \in T\}$  sztochasztikus folyamat szűkebb értelemben stacionárius, ha az  $\{y_{t+s}, t \in T_0\}$  vektor eloszlása a  $T$  halmaz véges  $T_0$  részhalmazaira független  $s$ -től.

Tágabb értelemben stacionárius (gyengén stacionárius) egy  $y(t)$  folyamat, amelyre teljesül, hogy

$$M_y(t) = E[y(t)] = m_y,$$

továbbá az autokorrelációs függvényére fennáll, hogy

$$R_{yy}(t_1, t_2) = R_{yy}(t_1 - t_2) = R_{yy}(\tau).$$

Tehát a várható érték minden pontban azonos, továbbá az autokorrelációs függvény nem függ a konkrét időpontoktól, csak a két időpont különbségétől ( $|t_1 - t_2| = \tau$ ).

Tehát egy sztochasztikus folyamat stacionaritása úgy is megfogalmazható, hogy a statisztikai jellemzői időben állandók. Néhány gazdasági idősor eleve kielégíti az említett feltételeket. Amelyek viszont nem, azokban az esetekben egyszerű transzformációk segítségével biztosítható a stacionaritás.

### 4.2.3. Egységgyökpróbák

Ramanathan [22] az alábbi definíciót fogalmazza meg: az egységgyökpróbák azt a Box-Jenkins-eljárás közben alkalmazott módszert formalizálják, amely során az idősorok stacionárius voltáról egyszerűen a korrelogram szemügyre vétele alapján döntünk.

#### 4.2.3.1. Dickey-Fuller próba

Először tekintsük az alábbi modellt:

$$y_t = \gamma + \delta t + \alpha y_{t-1} + \varepsilon_t$$



,ahol  $\gamma = \beta_0(1-\alpha) + \beta_1\alpha$  és  $\delta = \beta_1(1-\alpha)$ . Ha  $\alpha=1$ , akkor az egyenletben egységgyök van jelen.

Hipotéziseinket többféleképpen is megfogalmazhatjuk:

$H_0: \alpha = 1$ ,  $H_1: \alpha \neq 1$ ;

$H_0: y_t$  differenciastacionárius,  $H_1$ : trendstacionárius;

$H_0: y_t$  nem stacionárius,  $H_1$ : nem stacionárius.

Ha  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 0$  teljesül akkor az idősor differenciastacionárius, ha  $|\alpha| < 1$ , akkor viszont trendstacionárius.

Felmerült az a probléma, ha  $\alpha = 1$ , akkor nem használhatjuk a legkisebb négyzetes becslések eloszlására vonatkozó szokásos elméletet. Ugyanis  $\alpha = 1$  nullhipotézis mellett  $\alpha$  legkisebb négyzetes becslései egy egynél kisebb érték körül szóródnak, de ez a torzítás a megfigyelések számának növekedésével csökkenthető. A probléma megoldására Dickey és Fuller egy LR-tesztet javasolt, levezette a határeloszlását, és táblázatokat adtak meg a próba végrehajtásához, amelyben az F-statisztikához tartozó kritikus értékek sokkal nagyobbak, mint a hagyományos értékek.

#### 4.2.4. Sztochasztikus folyamatok

A legegyszerűbb folyamat a fehér zaj. Egymástól független, 0 várható értékű és azonos szórásnégyzetű véletlen változók sorozata, tehát stacionárius, teljesen véletlen folyamat.

Véletlen bolyongás típusú folyamatokat gyakran részvényárfolyamok leírására használják. Tegyük fel, hogy  $\varepsilon_t$  egy tisztán véletlen folyamat. Az  $X_t$  folyamat véletlen bolyongás, ha

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Mivel a várható érték és a variancia nem függetlenek  $t$ -től, ezért a folyamat nem stacionárius, de az első differenciája már igen.

A mozgóátlagolású folyamatok a különböző időpontokhoz tartozó fehér zajok lineáris kombinációja, azaz az idősor jelenlegi értékét a jelenlegi és a megelőző időpontok véletlen változóinak függvényében írja le. A

$$X_t = \beta_0\varepsilon_t + \beta_1\varepsilon_{t-1} + \dots + \beta_m\varepsilon_{t-m}$$

képlettel definiált folyamatot  $m$ -ed rendű mozgóátlag-folyamatnak nevezzük és MA( $m$ )-mel jelöljük és  $\varepsilon_t$  tisztán véletlen folyamat.

Ha  $\varepsilon_t$  egy tisztán véletlen folyamat, akkor az

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \dots + \alpha_r X_{t-r} + \varepsilon_t$$

képlettel leírt folyamatot  $r$ -ed rendű autoregresszív folyamatnak nevezzük és  $AR(r)$ -rel jelöljük. Ebben az esetben tulajdonképpen olyan regresszióról van szó, ahol az eredményváltozót a saját késleltetett értékeivel magyarázzuk.

Az  $AR$ - és az  $MA$ -modellek egyesítéseként autoregresszív mozgóátlagmodelleket kapunk ( $ARMA$ ). Az  $ARMA(p, q)$  modellt a következőképpen írhatjuk fel:

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q},$$

ahol  $\varepsilon_t$  tisztán véletlen folyamat.

A gyakorlatban előforduló folyamatok nagy része jól közelíthető  $ARIMA$  folyamatokkal, ugyanis a valóságban az idősorok többsége nem stacionárius, és többszöri differenciálás révén alakítjuk stacionáriusokká. Így autoregresszív, integrált mozgóátlagfolyamatot kapunk (Autoregressive Integrated Moving Average,  $ARIMA$ ). Az integrált jelző onnan származik, hogy a differenciált adatokra felírt stacionárius  $ARMA$  modellből összegzéssel vagy integrálással kaphatjuk meg az eredeti, nem stacionárius adatokra vonatkozó modellt. Az  $ARIMA$  modellt két trend és egy fok paraméterrel jellemezzük:  $ARIMA(p, s, q)$ , ahol  $p$  az autoregresszió rendje,  $s$  a differenciálás (integrálás) foka,  $q$  a mozgóátlag rendje. Általános tapasztalat, hogy az integrált modelleknél elegendő egyszer differenciálni a sort ahhoz, stacionáriussá váljon. Néha viszont előfordul, hogy a differenciákat még egyszer kell differenciálni.

Amennyiben a vizsgált idősor szignifikáns szezonalitást is tartalmaz, akkor (a differenciálások után már stacionárius) ún. szezonális autoregresszív integrált mozgóátlag folyamatnak tekintjük, és egy multiplikatív, ún.  $SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)$  modell típussal írjuk le, ahol  $P$  és  $D$  a szezonhatásban található autoregresszív, mozgóátlagolású folyamatok rendje, illetve a  $P$  stacionaritáshoz szükséges differenciaképzések száma. A  $SARIMA$  (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average,  $ARIMA$ ) modellek viszonylagos egyszerűségük ellenére jól alkalmazhatóak összetett időbeli folyamatok leírására. A tapasztalatok (lásd: Lieli [17]; Baran, Gáll, Ispány és Pap [1]) azt mutatják, hogy a rövid távú előrejelzések tekintetében (3-7 hónapos távlatban) az idősor modellek pontosabbak a bonyolultabb makromodellekhez és a piaci szereplőkhöz képest.

#### 4.2.5. Modellilleszkedési mutatók

Átlagos négyzetes eltérés (Root Mean Squared Error, RMSE):

$$\sqrt{\frac{1}{h+1} \sum_{t=s}^{s+h} (\hat{y}_t - y_t)^2}$$

Átlagos abszolút hiba (Mean Absolute Error):

$$\frac{1}{h+1} \sum_{t=s}^{s+h} |\hat{y}_t - y_t|$$

A Theil-féle egyenlőtlenségi mutató az illeszkedés jóságát mérő mutatószám, amely mindig 0 és 1 közé esik. A 0 a tökéletes illeszkedést jelenti, az 1 pedig az előrejelzés és a tényleges értékek teljes függetlenségét. Képlete:

$$\sqrt{\frac{1}{h+1} \sum_{t=s}^{s+h} (\hat{y}_t - y_t)^2} \bigg/ \left( \sqrt{\frac{1}{h+1} \sum_{t=s}^{s+h} \hat{y}_t^2} + \sqrt{\frac{1}{h+1} \sum_{t=s}^{s+h} y_t^2} \right)$$

A minél több változó felvétele növeli a modell illeszkedési mértékét, viszont túltanuláshoz is vezethet, ha túl sok együttható létezik. A modellek jóságának vizsgálatára használható az Akaike-féle információs kritérium (AIC) és a Schwartz-féle bayesi kritérium (BIC vagy BSC). Ez a két gyakorlatban használt kritérium, ami egyszerre veszi figyelembe az illeszkedés jóságát és a becsült együtthatók számát. A két mutatószámot az alábbi képletekkel számoljuk:

$$\text{AIC}(p) = n \log(\text{RSS} / (n-p)) + 2p,$$

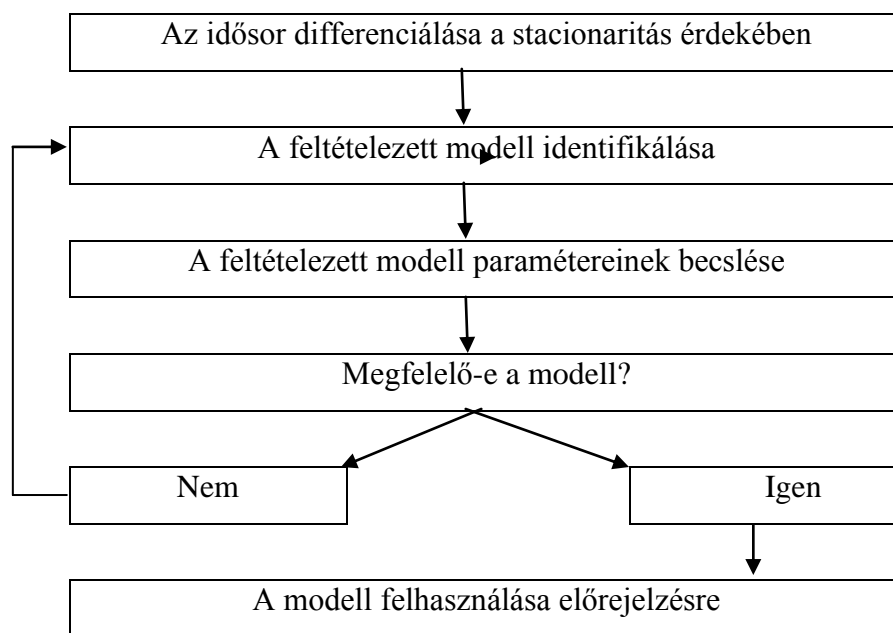
$$\text{BIC}(p) = n \log(\text{RSS} / (n-p)) + p \log n.$$

Az  $n$  a minta nagysága, RSS a reziduális négyzetösszeg,  $p$  a becsült paramétere száma. A magyarázó változók számának növekedését a Schwartz-féle kritérium jobban bünteti. Két modell közül a jobb, amelyiknél kisebb az AIC- vagy BIC-érték.

#### 4.2.6. Box-Jenkins modellezés

Az ARIMA modellezésre George Box és Gwilym Jenkins statisztikusok hoztak nyilvánosságra egy módszert 1970-ben. A módszer lépései:

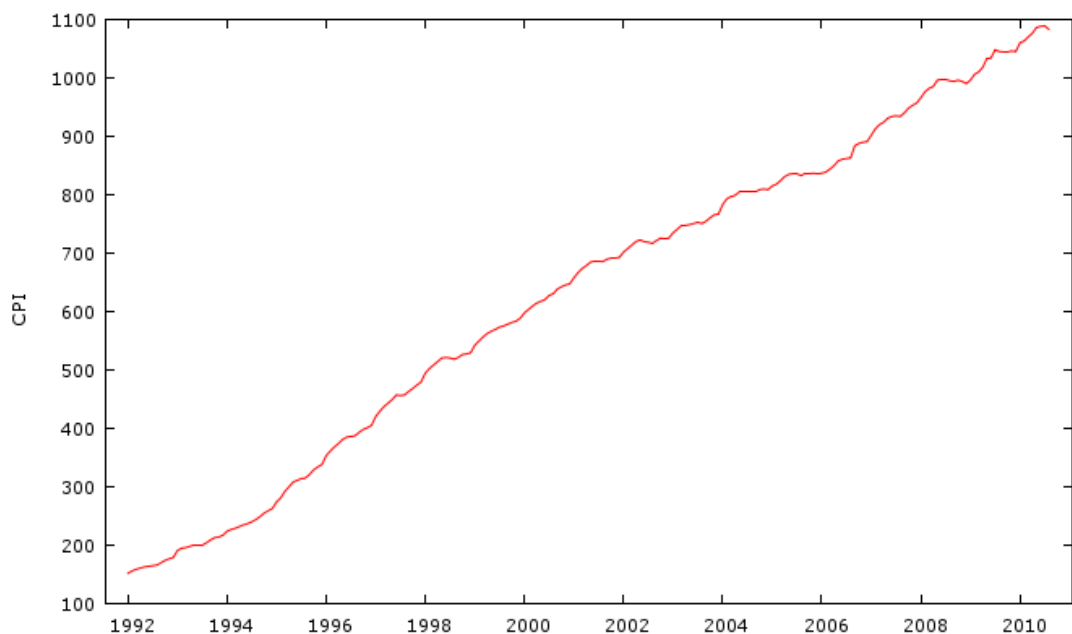
1. lépés: az idősor differenciálása, amíg az stacionárius lesz. Ezt megtehetjük az idősor korrelogramjának tanulmányozásával.
2. lépés: az identifikáció, a kiinduló modell felírása. Meghatározzuk a megfigyelt idősor jellemzőit, és megkeressük, hogy melyik elméleti modellel mutat leginkább hasonlóságot. Ilyenkor a  $p$ ,  $d$ ,  $q$  illetve a  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  paramétereket kell megbecsülnöm az ACF, PCF alakja alapján.
3. lépés: az alfa és béta modell-paraméterek becslése. A modell beazonosítása után az együtthatókat a legkisebb négyzetek módszerét felhasználva úgy kell megbecsülni, hogy az illeszkedés a lehető legjobb legyen. Itt kell megvizsgálni, hogy a becsléssel kapott együtthatók lényegesen különböznek-e nullától.
4. lépés: ellenőrzés. Itt kell eldöntenünk, hogy jó volt-e az illesztés. Ha nem, akkor más modellel újabb iterációt kell végezni.



4.2.6.1. ábra: Box-Jenkins modellezés lépései (Maddala [18])

## 5. Infláció előrejelzése

Szakdolgozatomban a KSH által mért havi fogyasztói árindexet (forrás: KSH) használtam fel, a felhasznált adatok 1992 januárjától 2010. augusztusig terjednek, és a fogyasztói árváltozást az 1990-es év bázisához viszonyítva írják le. A felhasznált adatsor az alábbi ábrán ábrázoltam.



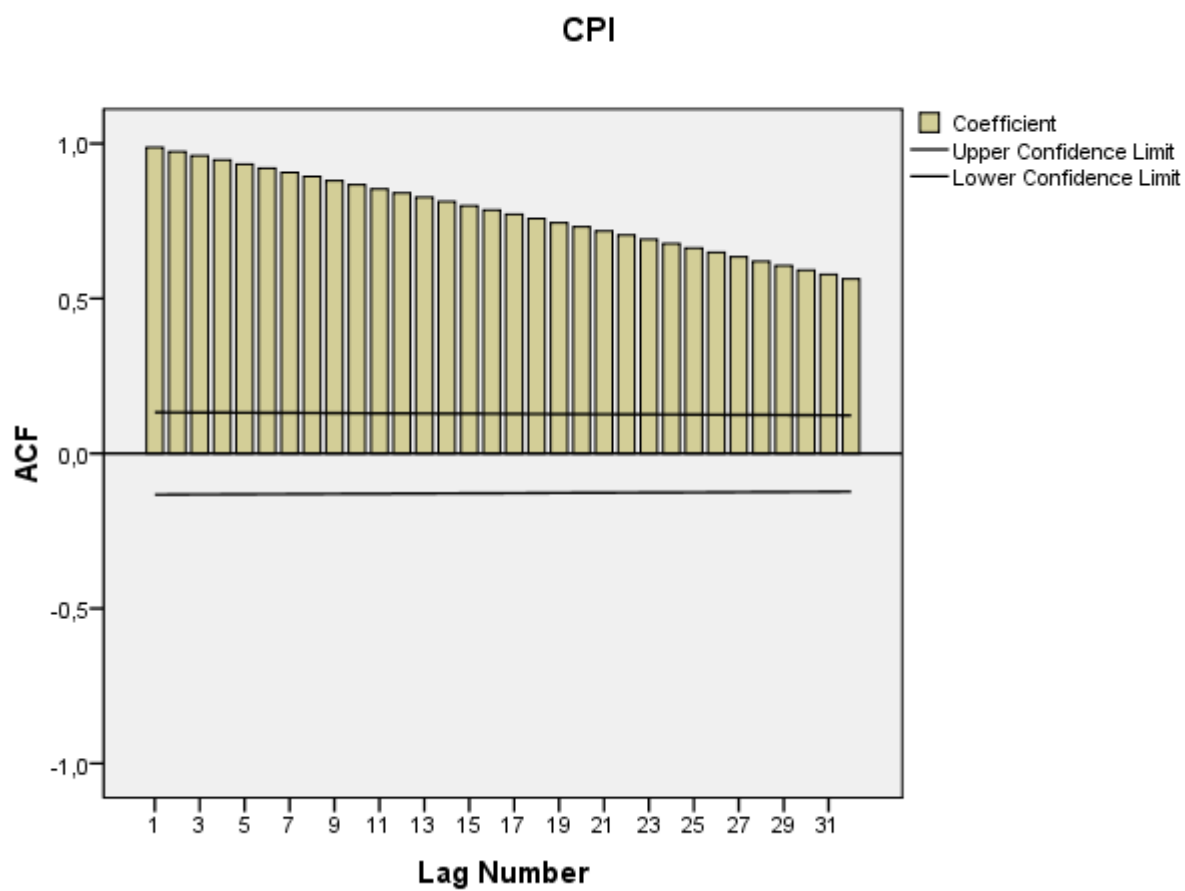
5. 1. ábra. A fogyasztói árindex időszora (1992-2010)

A különböző statisztikai modelleket a magyarországi fogyasztói árindex havi idősorára illeszttem, és erre számolom ki az előrejelzéseimet. Ehhez az SPSS (verzió:16.0) és a GRETL (verzió: 1.9.1) programot használtam. Szakdolgozatomban nem célom az infláció alakulásának közgazdaságtani vizsgálata, illetve magyarázata.

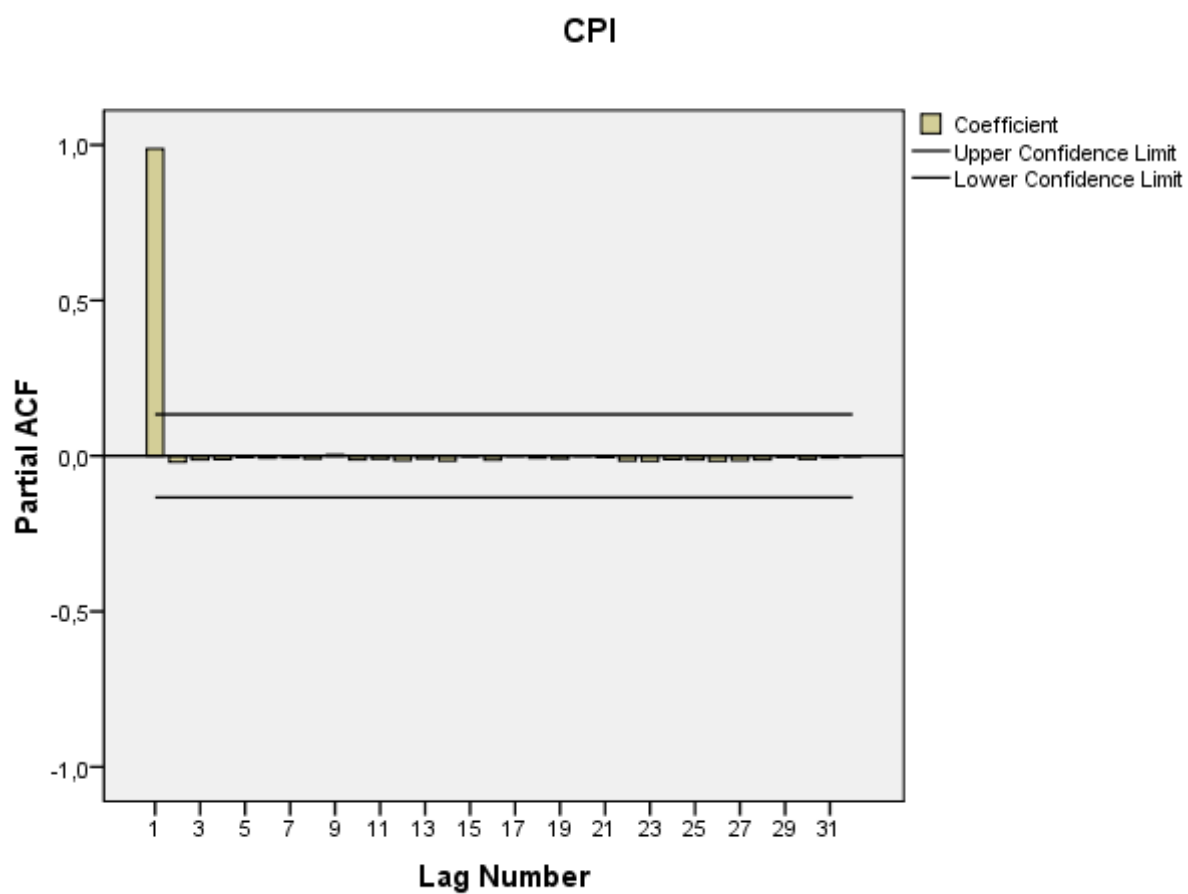
### 5.1. Stacionaritás vizsgálata

Először az idősor stacionaritását vizsgáltam függvényekkel és egységgyökteszttel. Az autokorreláció és a parciális autokorreláció függvény lefutásából arra következtethetünk, hogy

az idősor nem stacionárius.



5.1.1. ábra: A CPI ACF függvénye



5.1.2. ábra: A CPI PACF függvénye

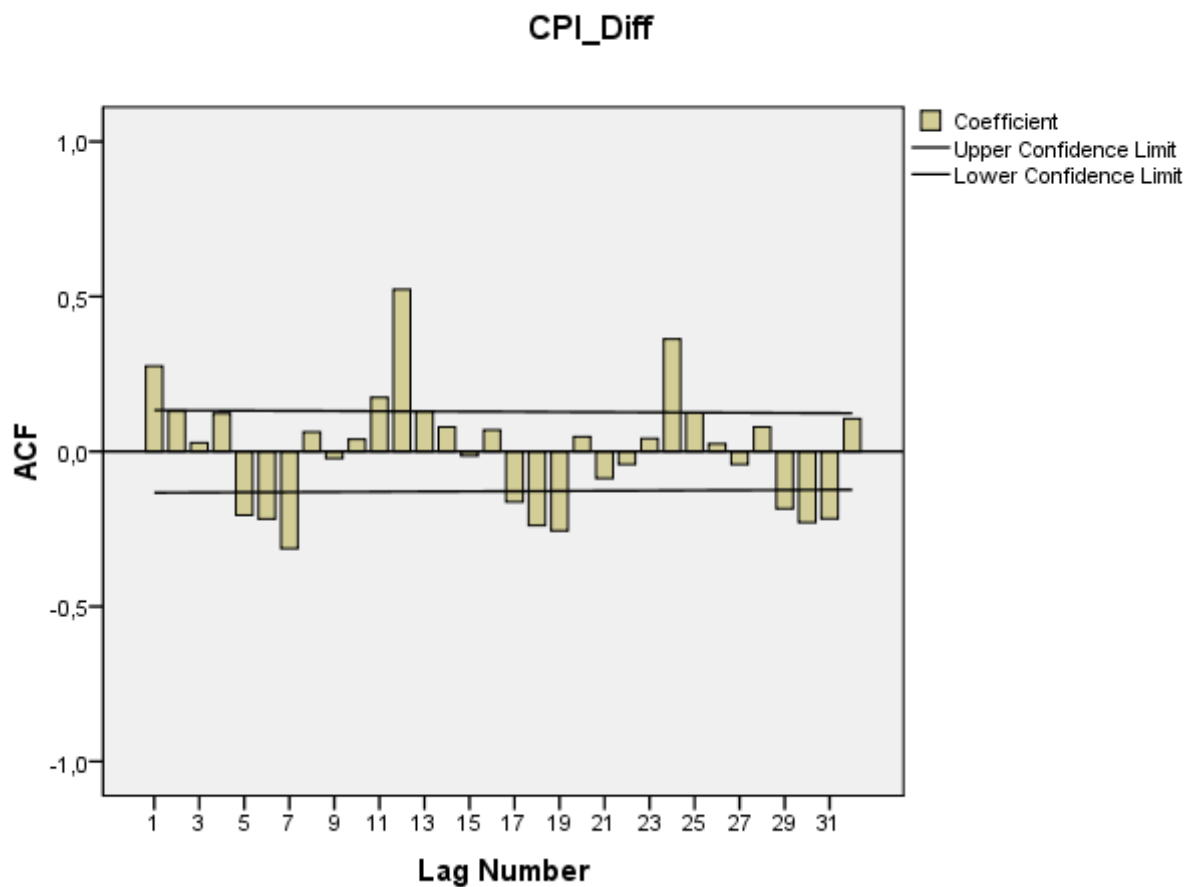
Az egységgyök jelenlétét a kiterjesztett Dickey – Fuller teszttel vizsgáltam.

5.1.1. táblázat: Dickey-Fuller teszt eredménye

Lags	test without constant	test with constant	with constant and trend
0	1	0,7279	0,9949
1	1	0,7941	0,9591
2	1	0,7771	0,9662
3	0,9993	0,7591	0,9539
4	0,9953	0,7381	0,9368
5	0,9998	0,6833	0,9907
6	0,9996	0,6256	0,996

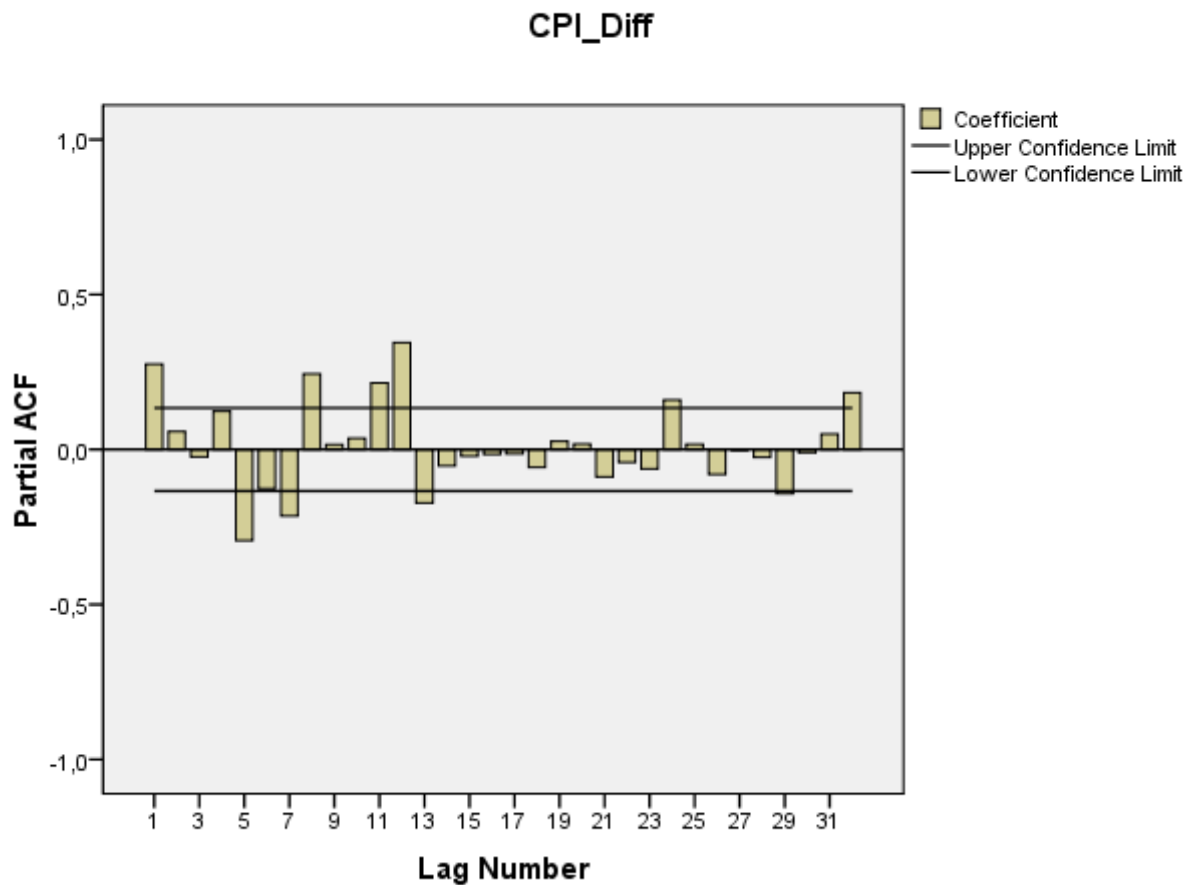
Az eredmények alapján az egységgyök jelenlétét magas szinten elfogadjuk.

Mivel a  $C_t$  idősor nem stacionárius, ezért veszem a CPI idősorának első differenciáját, amit  $\Delta C_t = C_t - C_{t-1}$ -vel definiálok.



5-1.3. ábra: A CPI első differenciájának ACF függvénye





5-2.4. ábra: A CPI első differenciájának PACF függvénye

## 5.2. Naiv referencia modellek

A modellillesztést először két naiv referencia modellel kezdtem, amit Baran, Ispány, Gáll és Pap [1] is használt tanulmányában. Ezzel arra voltam kíváncsi, hogy egyszerűbb modellekkel mennyire pontos előrejelzés készíthető. Ugyanis csak akkor érdemes összetettebb modellt használni, ha a hiba jelentősen csökken.

Az első modellem sztochasztikus tulajdonságokat hordoz, ugyanis a havi inflációt egy konstans, az egy évvel korábbi érték és egy hibtag segítségével próbálja modellezni:

$$I_t = \alpha + I_{t-12} + \varepsilon .$$

A konstans a legkisebb négyzetek módszerével becsültem, majd azt vizsgáltam, hogy jelentősen különbözik-e a 0-tól. Az alábbi eredményeket kaptam:

5.2.1. táblázat: Az LKN módszer eredménye

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0,0935422	0,0456920	-2,047	0,0419

95%-os szinten elvetjük a nullhipotézist, tehát az  $\alpha$  szignifikáns.

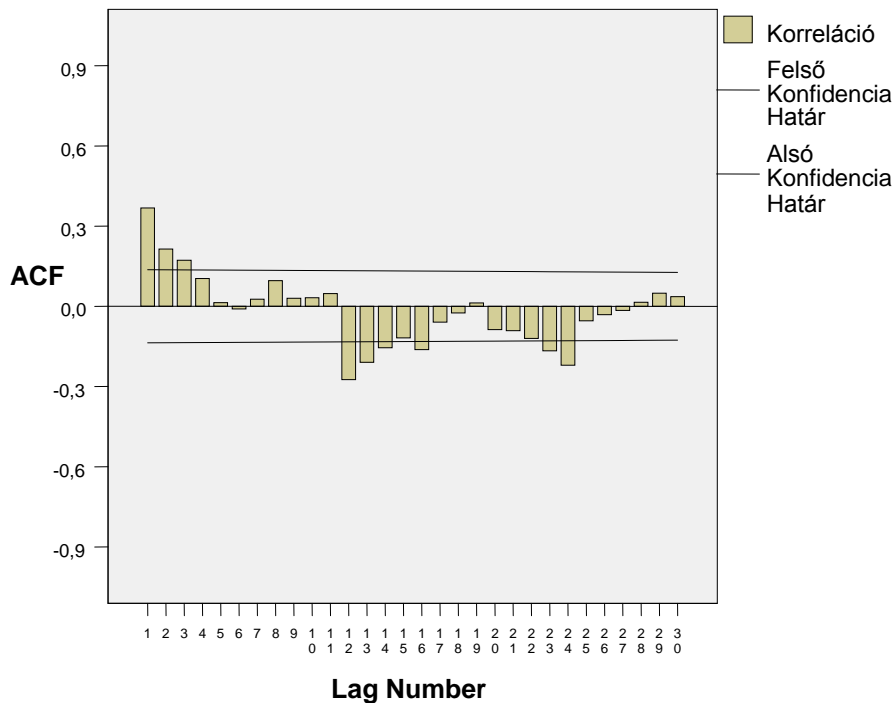
A maradékok normalitását a Kolmogorov-Smirnov próba segítségével teszteltem, az autókorrelációról pedig grafikont készítettem.

5.2.2. táblázat: Kolmogorov-Smirnov teszt eredménye

			Hiba
N			211
Normal Parameters(a,b)	Mean		,000000
	Std. Deviation		,6637148
Most Extreme Differences	Absolute		,078
	Positive		,078
	Negative		-,076
Kolmogorov-Smirnov Z			1,128
Asymp. Sig. (2-tailed)			,157

a Test distribution is Normal.

### Maradékok



5.2.1. ábra: A maradékok ACF függvénye

Az eredményekből látható, hogy a maradékok nem függetlenek egymástól, de a normalitásukat elfogadjuk.

A másik modell inkább determinisztikus tulajdonságokat hordoz. A fogyasztói árindex egy lineáris időtrend, 12 darab szezonális segédváltozó és egy hibatag függvényében van felírva.

$$C_t = \beta t + \sum_{s=1}^{12} \beta_s D_{s,t} + \varepsilon_t$$

, ahol  $t = 1, 2, \dots, T$  és  $D_{s,t}$  ( $s = 1, \dots, 12$ ) egy szezonális segédváltozót, amely az adott év  $s$ -edik hónapjában 1 értéket vesz fel, minden más esetben pedig 0-t.

5.2.3. táblázat: A szezonális komponensek becslése

	<b>Becslés</b>	<b>Szignifikancia</b>
Január	151,624	0,000
Február	154,002	0,000
Március	155,484	0,000
Április	156,020	0,000
Május	157,766	0,000
Június	155,512	0,000
Július	153,152	0,000
Augusztus	148,530	0,000
Szeptember	150,078	0,000
Október	149,935	0,000
November	148,070	0,000
December	145,594	0,000
Idő	4,659	0,000

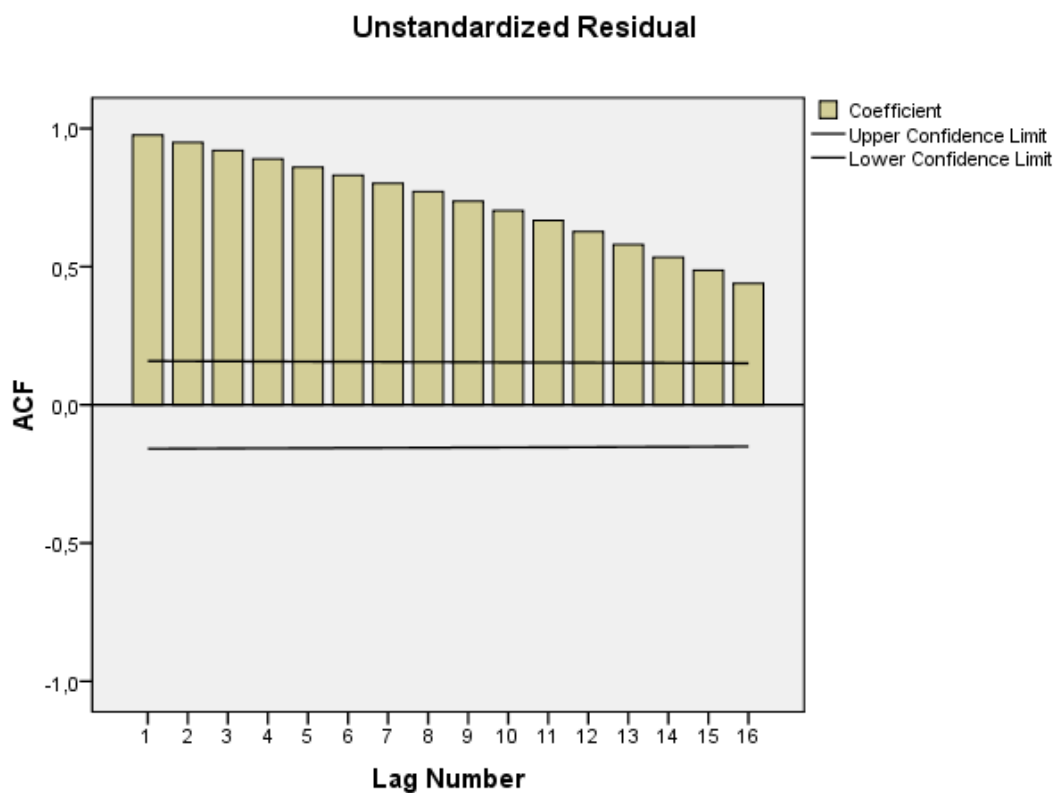
Teszteltem a maradékok normalitását, amit a Kolmogorov-Smirov próba alapján elvettem.

5.2.4. táblázat: A Kolmogorov-Smirnov teszt eredménye

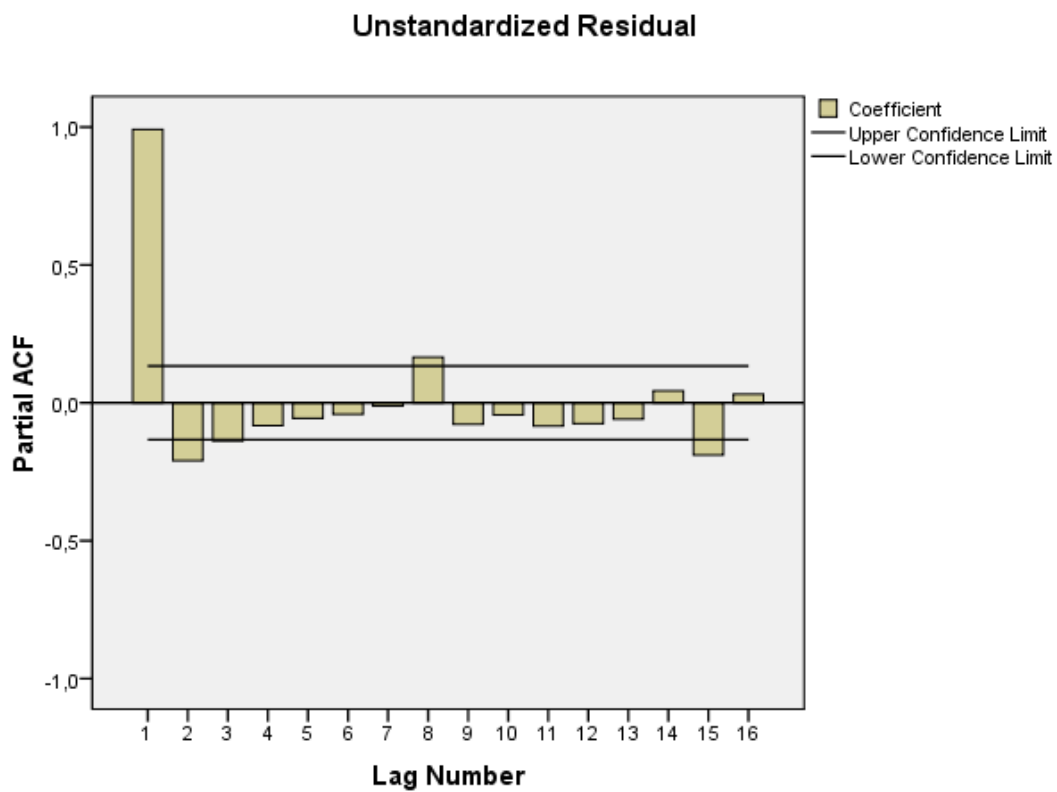
		Unstandardized Residual
N		156
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	,0000000
	Std. Deviation	19,01463013
Most Extreme Differences	Absolute	,122
	Positive	,096
	Negative	-,122
Kolmogorov-Smirnov Z		1,529
Asymp. Sig. (2-tailed)		,019

a. Test distribution is Normal.

Az autókorrelációs függvények alapján látható, hogy a maradékok nem korrelátlanak.



5.2.2. ábra: A maradékok ACF grafikonja



5.2.3. ábra: A maradékok PACF grafikonja

### 5.3. SARIMA modellek

Mivel az eredeti idősorom nem stacionárius, az első differenciájára ( $\Delta C_t$ ) illeszttem a további modelleket.

A SARIMA modellek között az AIC és BSC kritériumok értéke alapján döntöttem. A legjobb modellnek a SARIMA  $(1,0,1)^{12}(0,1,1)$ -t választottam.

5.3.1. táblázat: A különböző SARIMA modellek összehasonlítása

	AIC	BSC	MAE
$(1,0,0)^{12}(1,1,1)$	1067,46	1084,219	2,026
$(1,0,1)^{12}(0,1,1)$	1065,853	1082,613	2,025
$(1,0,1)^{12}(1,1,1)$	1066,5	1085,611	2,028
$(0,0,1)^{12}(0,1,1)$	1073,119	1086,527	2,071

Az alábbi paraméterbecsléseket kaptam:

5.3.2. táblázat: Az ARIMA modell paraméterei

	Estimate	SE	t	Sig.
diff-Model_1 diff No Transformation Constant	-,023	,098	-,236	,814
AR Lag 1	,692	,132	5,243	,000
MA Lag 1	,417	,166	2,509	,013
6 Seasonal Difference	1			
MA, Seasonal Lag 1	,804	,061	13,123	,000

A modell az alábbi egyenletet jelenti a  $\Delta C_t$  idősorra:

$$\mu + \alpha (\Delta C_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t + \beta \varepsilon_{t-1} + \gamma \varepsilon_{t-12} - \beta\gamma \varepsilon_{t-13},$$

ahol  $\mu$  jelöli a konstanst,  $\alpha$  az AR,  $\beta$  a MA,  $\gamma$  a szezonális MA együtthatót.

Behelyettesítve az alábbi egyenletet kapjuk:

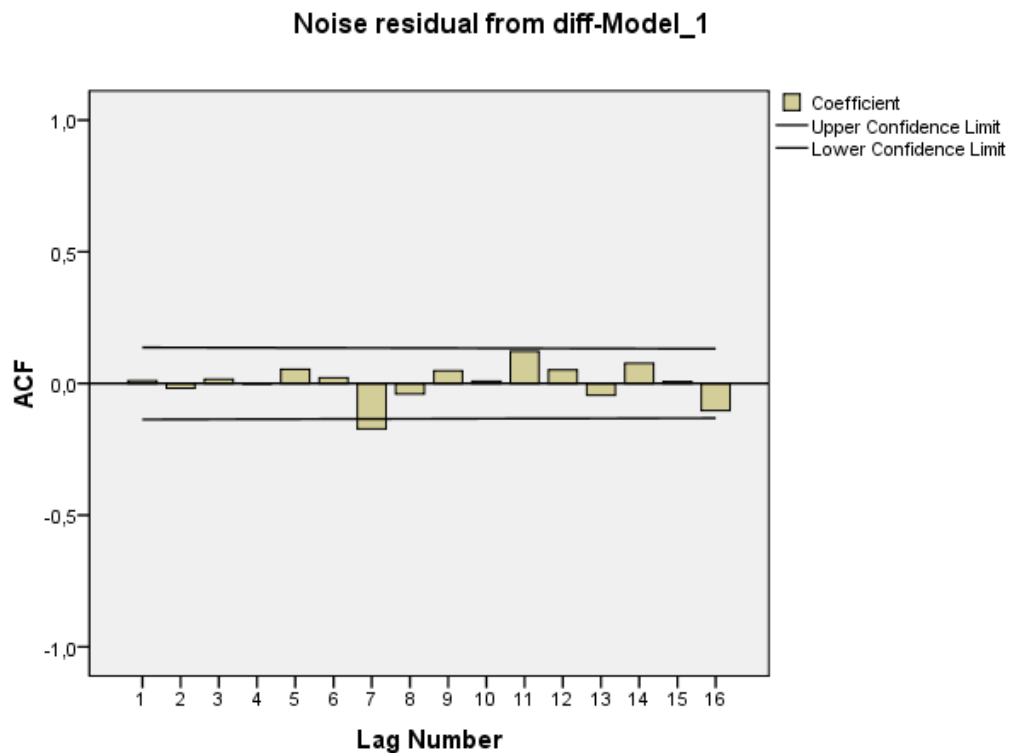
$$\Delta C_t = -0,023 + 0,692 (\Delta C_{t-1} + 0,023) + \varepsilon_t + 0,417 \varepsilon_{t-1} + 0,804 \varepsilon_{t-12} - 0,3353 \varepsilon_{t-13}.$$

A maradékok normalitását elutasítjuk, de az autokorrelálatlanságukat elfogadjuk.

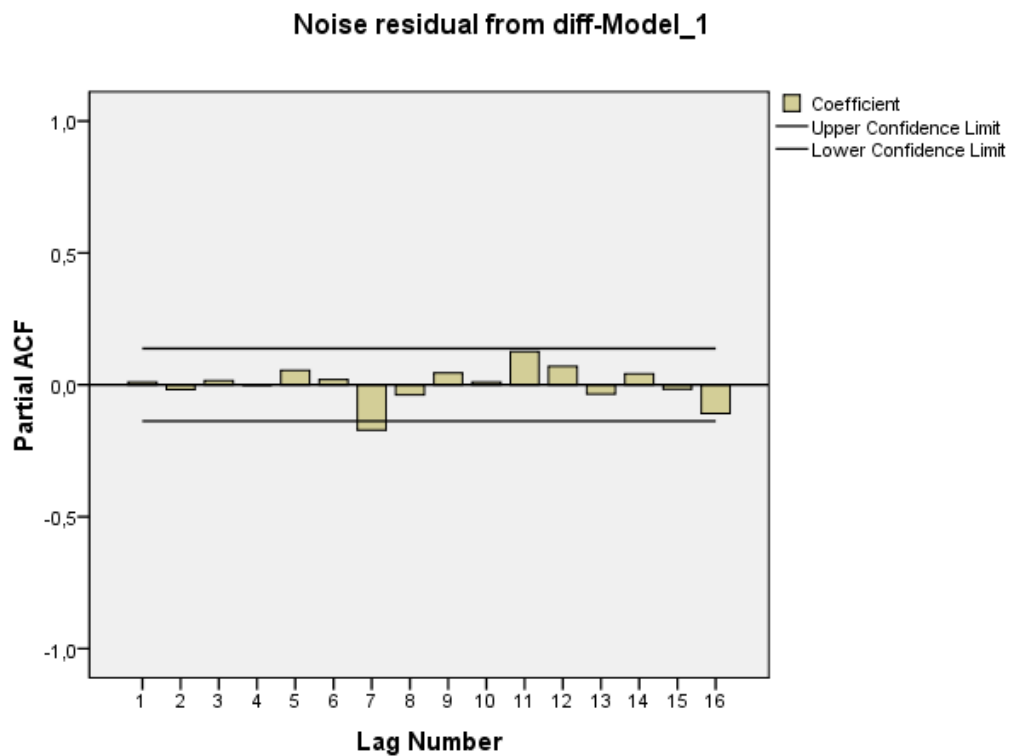
5.3.3. táblázat: A maradékok normalitásának vizsgálata

		Noise residual from diff- Model_1
N		211
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	,0864
	Std. Deviation	2,90919
Most Extreme Differences	Absolute	,097
	Positive	,097
	Negative	-,088
Kolmogorov-Smirnov Z		1,413
Asymp. Sig. (2-tailed)		,037

a. Test distribution is Normal.



5-3.1. ábra: A maradékok ACF függvénye



5.3.2. ábra: A maradékok PACF függvénye

## 5.4. Wilkie modell

Ebben a részben a gyakorlatban gyakran alkalmazott Wilkie-féle modellt illesztettem a hazai adatokra, és elemzem, hogy mennyire alkalmas a magyarországi infláció előrejelzésére. Az  $LI_t$  idősorra illesztettem egy konstanssal bővített ARIMA (1,0,0) modellt.

5.4.1. táblázat: A Wilkie modell paraméterei

				Estimate	SE	t	Sig.
Wilkie-Model_1	Wilkie	No Transformation	Constant	,053	,046	1,168	,244
			AR Lag 1	,997	,005	195,156	,000

A kapott modell:

$$LI_t = 0,053 + 0,997 * (LI_{t-1} - 0,053) + \varepsilon_t$$

Látható, hogy sem a maradékok függetlensége, sem az autókorrelátlansága nem teljesül.

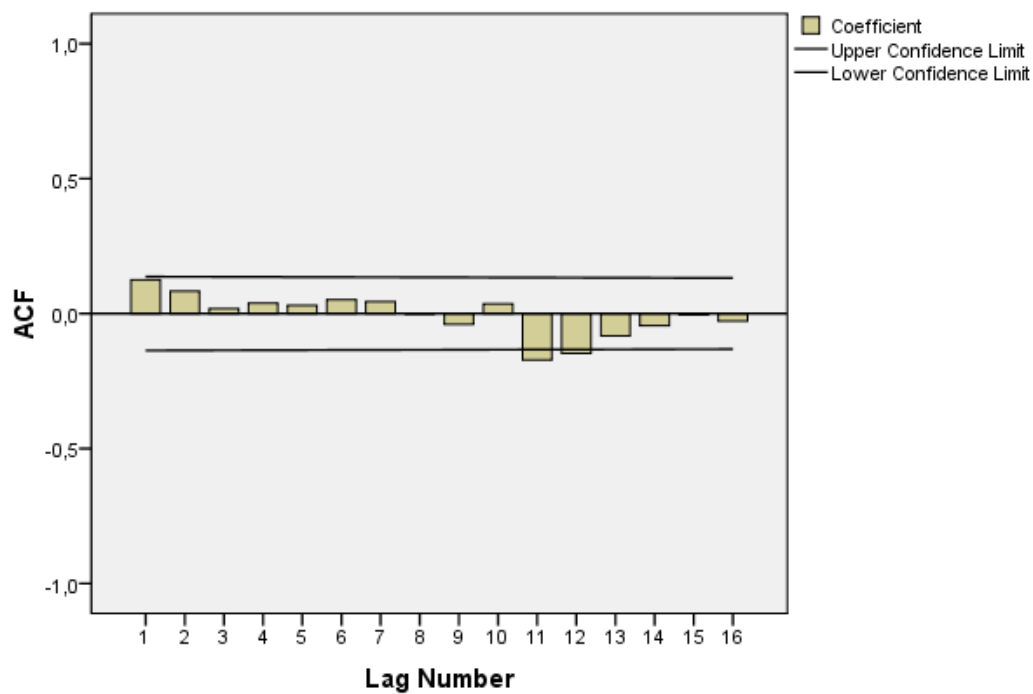


5.4.2. táblázat: A maradékok normalitásának vizsgálata

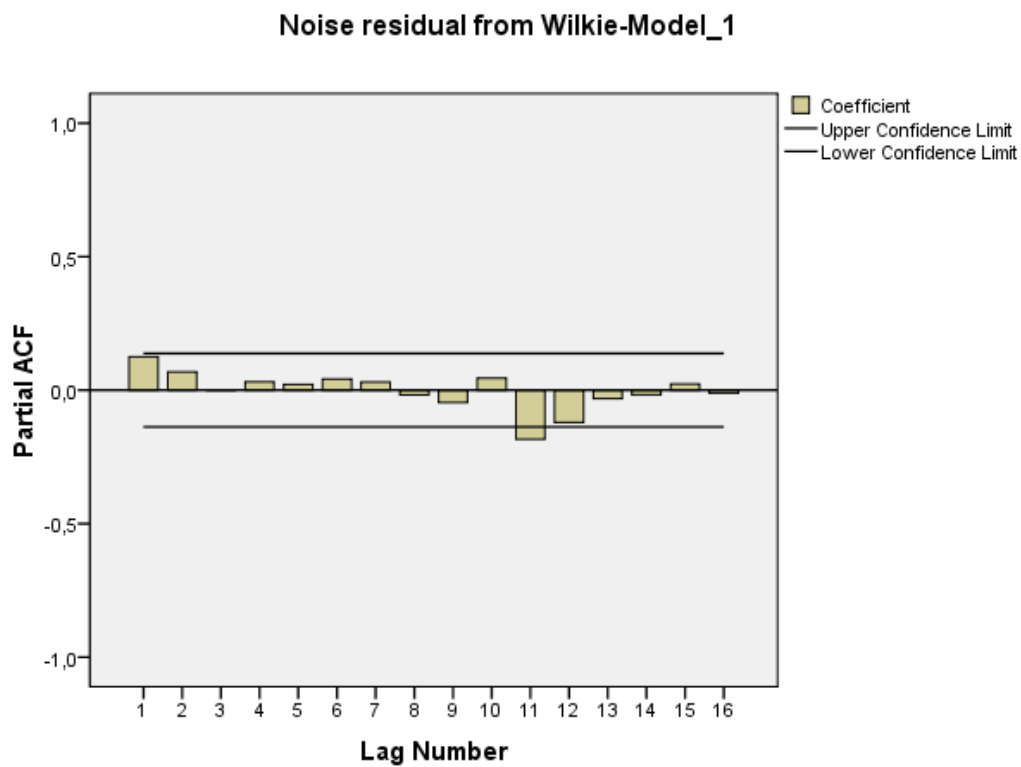
		Noise residual from Wilkie- Model_1
N		211
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	-,00019725
	Std. Deviation	,004081568
Most Extreme Differences	Absolute	,160
	Positive	,160
	Negative	-,135
Kolmogorov-Smirnov Z		2,325
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

a. Test distribution is Normal.

Noise residual from Wilkie-Model\_1



5-4.1. ábra: A maradékok ACF függvénye



5.4.2. ábra: A maradékok PACF függvénye

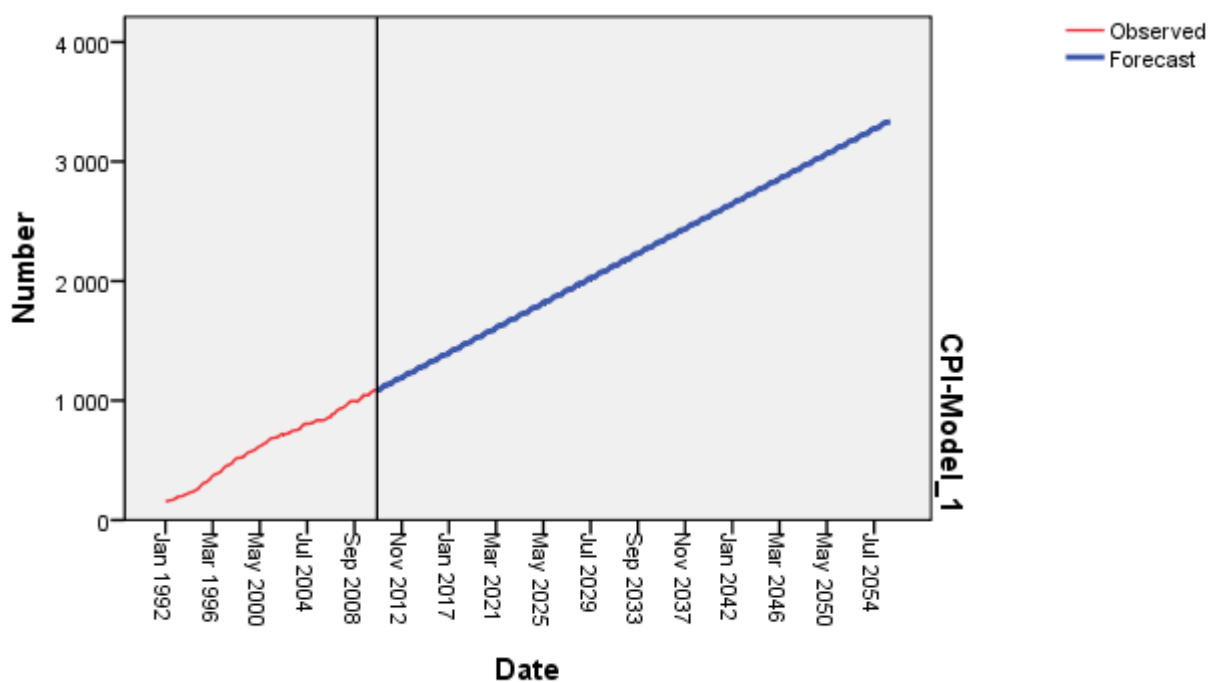
## 5.5. Előrejelzés

Először úgynevezett dinamikus előrejelzést készítettem, az előrejelzés alapját 2009. augusztusig tartó adatok adták, az idősorban hátralévő egy év adatait pedig a kiválasztott modellel becsültem.

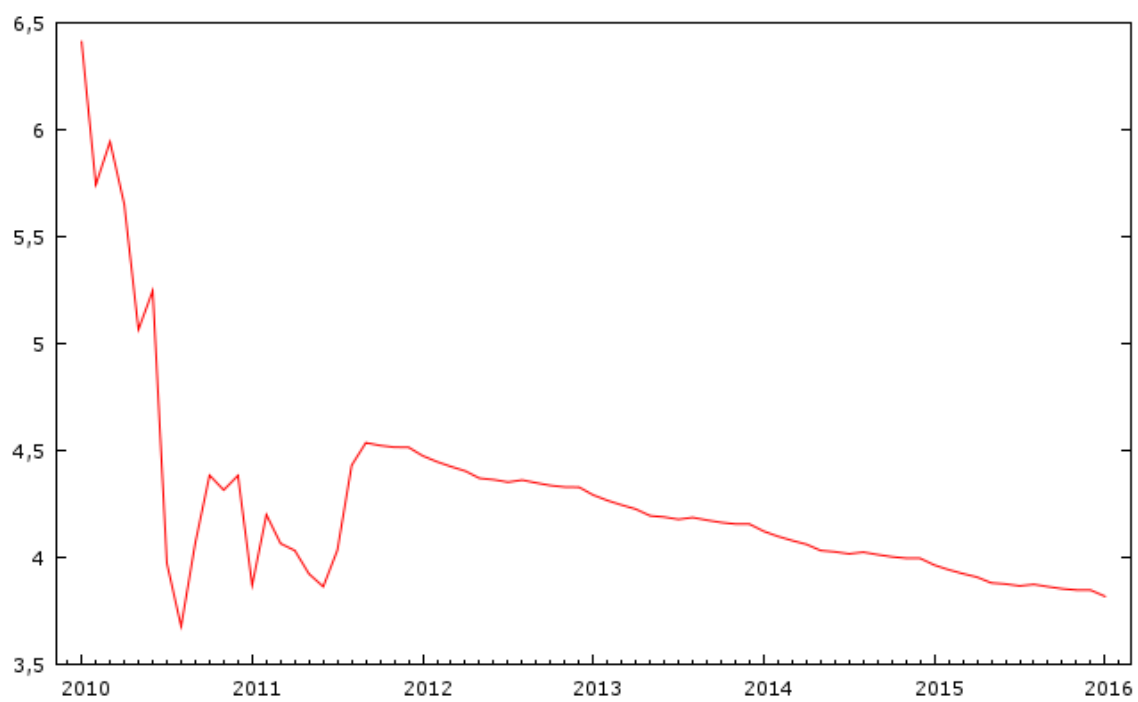
5.5.1. táblázat: Dinamikus előrejelzés

	<b>Tényleges</b>	<b>Előrejelzett</b>
2009. szeptember	1042.0	1047.5247
2009. október	1042.0	1051.4939
2009. november	1045.0	1053.1228
2009. december	1044.0	1053.4238
2010. január	1059.0	1061.6749
2010. február	1062.0	1069.7629
2010. március	1069.0	1075.2719
2010. április	1075.0	1080.4075
2010. május	1085.0	1089.3027
2010. június	1087.0	1090.9420
2010. július	1088.0	1094.7821
2010. augusztus	1082.0	1093.2117

Majd előrejelzést készítettem a CPI- re és az inflációra 2055 végéig.



5.5.1. ábra: CPI előrejelzése 2055. december 31-ig



5.5.2. ábra: Infláció előrejelzése 2015. december 31-ig

## 6. Összegzés

Szakedolgozatom célja a magyarországi infláció előrejelzése volt statisztikai modellekkel, illetve az inflációs előrejelzés szerepének bemutatása a monetáris politikában, amiket sikerült elérnem. Az előrejelzés elkészítése előtt a fogyasztói árindex mérésével foglalkoztam, ugyanis a KSH a CPI-ből számolja az éves inflációs rátát ( $I_t^{(12)}$ ), ami az előző év azonos havához viszonyított emelkedési ütemet mutatja:

$$I_t^{(12)} = \frac{C_t}{C_{t-12}}$$

Azonban az infláció mérése felvet néhány problémát, ugyanis még nem küszöbölték ki a fogyasztói árindex torzító hatását. A bemutatott árindexek közül a maginfláció jól használható előrejelzés készítésére, ugyanis megakadályozza az átmeneti sokkora való túlreagálást. Ennek ellenére nem szoríthatja háttérbe a fogyasztói árindexet, ami az egyik legfontosabb makro mérőszám. Összefoglalva, megállapítható, hogy legjobb árindex nincsen, minden index minősége attól függ, hogy minek a mérésére használjuk.

Azt inflációs célkövetés rendszerében fontos szerepet tölt be az MNB inflációs előrejelzése. Ehhez az MNB különböző módszereket kombinál, amelyek meglehetősen pontos előrejelzéseket adnak. Ez a sikeresség részben a központi bank elemzőinek is köszönhető, akik folyamatosan dolgoznak új modelleken, illetve a meglévők javításán. A dolgozatomban Várpalotai Viktor 2003-ben publikált modelljét mutattam be. A pontos prognosztikák nagyban hozzájárulnak, hogy a jegybank megtartsa hitelességét, és befolyásolni tudja a várakozásokat. A kiszámítható gazdasági környezet pedig kedvező a beruházások számára, így gazdaságélénkítő szerepe van.

Az előrejelzés információs bázisát kizárólag a CPI havi idősorának múltbéli értékei képezték. A felhasznált adatok 1992 januárjától 2010 augusztusáig terjedtek. Az idősor szezonálisan nem kiigazított, a szezonaritást a modelleken belül kezeltem. Vizsgáltam az idősor ( $C_t$ ) stacionaritását, ami nem teljesült, ezért vettem az első differenciáját ( $\Delta C_t$ ). Az általam készített előrejelzések során több statisztikai modellt illesztettem a CPI idősorára, amihez az SPSS és a GRETl nevű programokat használtam. A SARIMA (1,0,1)<sup>12</sup> (0,1,1) modellt találtam a legjobban illeszkedőnek, aminek az általános alakja:

$$\Delta C_t = \mu + \alpha (\Delta C_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t + \beta \varepsilon_{t-1} + \gamma \varepsilon_{t-12} - \beta\gamma \varepsilon_{t-13}.$$

Behelyettesítve a paraméterek becsléseit, az alábbi modellt kaptam:

$$\Delta C_t = -0,023 + 0,692 (\Delta C_{t-1} + 0,023) + \varepsilon_t + 0,417 \varepsilon_{t-1} + 0,804 \varepsilon_{t-12} - 0,3353 \varepsilon_{t-13}.$$

Az így kapott modell sokkal jobbnak bizonyult, mint a kiindulásként használt naiv referencia modellek. A Wilkie-féle modellt is teszteltem, ami bár elmarad a SARIMA modellektől, de egyszerűsége ellenére kielégítő eredményt ad. Az elkészített előrejelzéseim az inflációnak csökkenő tendenciát jósolnak. Ez megfelel a kitűzött inflációs céloknak, ugyanis az euró bevezetésének egyik feltétele az árszínvonal tartósan alacsonyan tartása.

Zárásként szeretném megjegyezni, hogy az idősorelemzés mechanikus alkalmazása sokszor veszélyes lehet, mert az idősor adatai mögött meghúzódó minőségi változásokat nem tudjuk figyelembe venni az elemzés során. Csak a számértékekre figyelünk, és a trendeket meg a szezonalitást keressük. A gazdasági életben érdemes tehát más módszerekkel, pl.: szakértői véleményezés, együttesen alkalmazni az idősorelemzést. Az idősorok alapján kapott előrejelzési adatokat iránymutatóként szolgálnak, egyfajta tájékoztatásként, de mindig ki kell egészíteni a többi elemzési és tervezési technikával is, csak így biztosítható az előrejelzés sikere.

## 7. Irodalomjegyzék

- [1] Baran Sándor-Gáll József-Ispány Márton-Pap Gyula (2005): Magyarországi makrogazdasági változók előrejelzése sztochasztikus modellekkel, tanulmány
- [2] Cserháti Ilona (2000): A fiskális politika elemzése makromodellel átmeneti gazdaságban, Doktori (Phd) értekezés
- [3] Csermely Ágnes (2006): Az inflációs cél követésének rendszere Magyarországon, Közgazdasági Szemle, LIII. évf., 2006. december (1058–1079. o.)
- [4] Dietmar, Meyer (1997): Bevezetés a makroökonómiába, AULA Kiadó, Budapest
- [5] Erdős Tibor (1998): Infláció, Akadémiai Kiadó, Budapest
- [6] Ferenczi Barnabás – Valkovszky Sándor - Vincze János (2000): Mire a jó a fogyasztói-ár statisztika, MNB füzetek
- [7] Földvári Péter (2007): Útmutató a GRETL ökonometriai szoftver használatához, ökonometriai példákkal, oktatási segédanyag
- [8] Hunyadi László - Vita László (2002): Statisztika közgazdászoknak, Központi Statisztikai Hivatal, Budapest
- [9] Jakab M. Zoltán - Kovács Mihály András - Lőrincz Szabolcs (2000): Az export előrejelzése ökonometriai módszerekkel, MNB füzetek
- [10] Jaksity György (2003): A pénz nyugtalan természete,  
<http://www.mindentudas.hu/jaksity/20030929jaksity20.html>
- [11] Kiss Gergely - Krekó Judit (2004): Optimális infláció magyarországon, MNB füzetek
- [12] Kerékgyártó Györgyné- Szabó Éva (2001): A mag(core) infláció és mérése a hazai gyakorlatban, [http://www.lib.uni-corvinus.hu/gt/20010304/Kerekgyarto\\_Gyorgyne\\_szerk.pdf](http://www.lib.uni-corvinus.hu/gt/20010304/Kerekgyarto_Gyorgyne_szerk.pdf)
- [13] Ketskeméty László-Izsó Lajos (2005): Bevezetés az SPSS programrendszerbe, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- [14] Kocsis Zoltán (2010): Kipakoltak a fogyasztói kosárból,  
[http://nol.hu/gazdasag/20100216-kipakoltak\\_a\\_fogyasztoi\\_kosarbol](http://nol.hu/gazdasag/20100216-kipakoltak_a_fogyasztoi_kosarbol)
- [15] Kovács Ilona (2003): A fogyasztói árindex torzító tényezői, Közgazdasági Szemle, L. évf., 2003. július–augusztus (702–712. o.)

- [16] Központi Statisztikai Hivatal (2007): Fogyasztóiár-index füzetek 72. sz., Központi Statisztikai Hivatal, Budapest
- [17] Lieli Róbert (1999): Az idősormodelleken alapuló inflációs előrejelzések: egyváltozós módszerek, MNB füzetek
- [18] Maddala , G. S. (2004): Bevezetés az ökonometriába, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest
- [19] Mankiw, N. Gregory (2002): Makroökonómia, Osiris Kiadó, Budapest
- [20] Magyar Nemzeti Bank (2010): Jelentés az infláció alakulásáról, MNB
- [21] Orova Lászlóné (2010): Az új termék elterjedési modellek üzleti alkalmazásának módszertani kérdései, Doktori (Phd) értekezés
- [22] Ramanathan, Ramu (2003): Bevezetés az ökonometriába alkalmazásokkal, Panem Kft., Budapest
- [23] Simon András (2001): Infláció, Magyar Elektronikus Könyvtár, Budapest
- [24] Szemere Róbert (2004): A változatlan adótartalmú fogyasztóiár-indexről, <http://www.vg.hu/gazdasag/makrogazdasag/a-valtozatlan-adotartalmu-fogyasztoiar-indexrol-60272>
- [25] Tusnády Gábor - Ziermann Margit (1986): Idősorok analízise, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- [26] Vágó Zsuzsanna: Idősorok sztochasztikus modelljei, oktatási segédanyag
- [27] Várpalotai Viktor (2003): Dezaggregált költségbegyűrés-alapú ökonometria infláció-előrejelző modell, MNB füzetek
- [28] Várpalotai Viktor (2008): Modern Bayes-i ökonometria elemzések, Ph.D. értekezés
- [29] Wilkie, A. D. (1986): A stochastic investment model for actuarial use, Transactions of the Faculty of Actuaries, (341-381.o.)
- [30] Wikie, A. D. (1995): More on stochastic asset model for actuarial use, British Actuarial Journal, (777-964 o.)



# **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Gáll József egyetemi docens Úrnak, aki a munkám során felmerült szakmai kérdésekben segítséget nyújtott.