

Ingyatlanárindexek számításának módszertana*

Horváth Áron,
a Budapesti Corvinus Egyetem
tanársegédje
E-mail: aron.horvath@uni-corvinus.hu

A tanulmány az ingatlanárindexek készítéséről ad áttekintést. Ismerteti az egyszerű leíró statisztikákból számított indexek korlátait, majd részletezi a többszöri eladáson alapuló (repeated sales) technikát, a hedonikus indexszámítás alapjait, a hibrid számítási módszert és az értékelésen alapuló származtatott index készítésének módját. A különböző módszertannal számított indexekre példákat is hoz, főleg egyesült államokbeli és brit forrásból. A szerző egyik célja, hogy hozzájáruljon a magyarországi ingatlanárindexek fejlesztéséhez, ezért összehasonlító elemzést végez, melyből az derül ki, hogy a különböző technikák alapján számított indexek hasonlóan mutatják a hosszabb távú trendeket, de rövid távon jelentős eltérések mutatkoznak. Ezt az eredményt alátámasztja egy homogén terület (a káposztásmegyeri lakótelep) hirdetési adatain végzett elemzéssel is. Az elemzés tanulsága, hogy az ingatlanárindexek készítéséhez elengedhetetlen a minél részletesebb és alaposabb adatgyűjtés, majd ennek alapján a felhasználók igényei szerinti többfajta index publikálása tanácsos.

TÁRGYSZÓ:
Indexszámítás.

* A szerző köszönetét fejezi ki a tanulmány lektorának, *dr. Vita Lászlónak* javaslataiért. A fennmaradó hibák természetesen a szerzőt terhelik.

Az ingatlanpiaci összefüggések feltárásához feltétlenül szükségesek az ingatlanok általános árszintjének alakulását mutató adatok. Tanulmányomban ilyen ingatlanárindex számításával foglalkozom. Az árindexszámításnak természetesen széleskörű elméleti jellegű és alkalmazásorientált irodalma is hozzáférhető, de az ingatlanok esetében a helyzet két fő szempontból speciális. Az egyik ok az ingatlanok teljes heterogenitása: nincs két egyforma lakás, a különböző lakásoknak különbözőképpen alakul az értéke, ezért nagyon nehéz az átlagos árszint számításához szükséges átlagolási elvet meghatározni. A másik ok a megfigyelések (a minta) szelektivitása: nem tudjuk az összes ingatlanról, hogy mennyit ér, hanem csak időnként figyelhetjük meg egyes darabok értékét. Az ingatlanpiac különlegességei miatt az ingatlanárindexek számításának sajátos módszertana alakult ki, amit részletesen ismertetek. Ezt alkalmazásorientáltan teszem, mert bár különböző tanulmányokban előfordulnak az ingatlanok általános árszintjének alakulását mutató adatok, de Magyarországon nincs általánosan elfogadott ingatlanárindex. A tanulmánnyal céloom az is, hogy felhívjam a figyelmet egy ilyen árindex megalkotásának fontosságára.

Az indexkészítés különböző technikáit történetileg rendeztem sorba, ez a rendezés pedig a módszertani nehézségek tekintetében is érvényes, mert a legkorábban alkalmazott eljárás a legegyszerűbb, az újabbak pedig egyre bonyolultabbak. Az egyszerű mutatók számítása után részletesen foglalkozom a többszöri eladáson alapuló (repeated sales index), a hedonikus és a hibrid módszerrel. Bemutatok egy speciális eljárást is, amely az ingatlanadó alapjául szolgáló hivatalos értébecslést használja fel az ingatlanok közötti különbségekből származó nehézségek kiküszöbölésére. A 6. fejezetben ezután összevetem a különböző módszerek erősségeit és gyengeségeit, majd ismertetem néhány összehasonlító vizsgálat eredményét. Végezetül az általam létrehozott mintegy háromezer hirdetési adatból álló káposztásmegyeri adatbázison – a lehetőségekhez mérten – különböző módszertan alapján számított ingatlanárindexeket alkotok. A különböző módszertannal számított indexek között, elsősorban rövid távon, kisebb-nagyobb eltérések tapasztalhatók, amik alátámasztják a bonyolultabb számítás alkalmazásának szükségességét.

1. Egyszerű mutatók

A legkorábban számított indexek természetesen egyszerű statisztikai eszközök felhasználásával készülnek. Az ingatlanárindex értékét az adott időszakban fellelhető

ingatlanárak sokaságának valamilyen elemi középérték mutatójának segítségével adják meg. A leggyakoribb, hogy az ingatlaneladási-árak átlagát, vagy mediánját számítják. Ezek az egyszerű statisztikák akkor mutathatják az ingatlanpiac állapotát torzításmentesen, ha a mintavétel (az adott periódusban lezajló tranzakciók viszonya az összes ingatlanhoz) véletlen. Ez a feltétel általában nem teljesül. Ha például több, drága házat adnak el, mint az előző időszakban, akkor a minta (a tranzakciók) alapján számított átlag (vagy medián) akkor is emelkedik, ha az ingatlanok általános ár-szintje nem emelkedett. A triviális hibalehetőségek ellenére a piac hosszú távú, robusztus jelenségeit ezek a mutatók is tükrözik.

1.1. Egyszerű ingatlanárindexek

Manapság a legtöbb ingatlanárindexet bonyolultabb módszerek segítségével készítik, de ezek mellett általában közzéteszik az ugyanazon adatbázison számított egyszerű mutatókat is. Néhány nevezetes ingatlanárindex számítási módján pedig minden fejlesztés ellenére sem változtattak. Az egyik (az amerikai közvélemény számára legismertebb) mutató is egyszerű módszertannal készül. A *National Association of Realtors* (NAR – Ingatlanügynökök Országos Egyesülete) indexe, amelyet az Egyesült Államok ingatlaneladásainak 30-40 százalékát tartalmazó adatbázisból számítanak, egy egyszerű (területi súlyozású) átlag. Előbb négy régióra külön-külön medián- és átlagárát állítanak elő, majd ezek (súlyozott) átlagaként képzik a nemzeti indexet. Speciális helyi index a szintén egyesült államokbeli *Jersey House Price Index*, amely 2003-ig a belvárosban eladott háromszobás lakások árának átlagolásával készült. Most már szélesebb körből is bevonnak ingatlanokat a számításba, de a módszertan nem bonyolódott sokat, a különböző típusok esetében kiszámítják az eladási árak átlagát, és a részátlagok átlagaként képzik a helyi aggregált indexet.

2. A többszöri eladáson alapuló módszer

A többszöri eladáson alapuló (TEA – repeated sales) módszer jellegzetes technikája az ingatlanárindex számításának. Az eljárás azon az ötleten alapul, hogy ugyanazon ingatlan két időpontban megfigyelt ára közötti különbség tisztán csak az árváltozást mutatja, mert nem változtatja a képet az ingatlanok tulajdonságainak eltérése. A módszer erre építve úgy hidalja át a lakások sokféleségének problematikáját, hogy csak azon ingatlanok adatait használja fel, amelyek esetében több eladási adat is rendelkezésre áll. A tulajdonságok árakra gyakorolt hatásának kiszűrése óriási előny, hi-

szen így az index számításához nincs szükség az ingatlanok összes jellemzőjére, csak az áradatakra.

Először *Bailey, Muth és Nours* [1963] használta a többszöri eladáson alapuló módszert az ingatlanok sokféleségéből adódó probléma kezelésére. Az úttörő forma szerint az egyes ingatlanok árváltozása véletlenszerűen tér el az általános ingatlanár-szint változásától.

$$y_i = \log \left(\frac{P_{i,s_i}}{P_{i,b_i}} \right) = p_{i,s_i} - p_{i,b_i} = \log \left(\frac{M_s}{M_b} \right) + u_{i,s_i,b_i} = m_s - m_b + u_{i,s_i,b_i},$$

ahol az i -edik ingatlant b_i időpontban P_{i,b_i} áron vásárolták és s_i időpontban P_{i,s_i} áron adták el, így $p_{i,t}$ az i -edik ingatlan t -edik periódusbeli árának logaritmus. Ennek megfelelően y_i az eladási és a vételi ár hányadosának logaritmus (ami nagyjából az áremelkedés mértéke százalékos formában). M_t az ingatlanok általános ár-szintje a t -edik periódusban, m_t az árindex logaritmus, u_i pedig a véletlen hibtag.

Az általános árindexet dummy változók együtthatójaként lehet becsülni. Ehhez az előző összefüggést a következő alakra kell átírni:

$$y_i = \log \left(\frac{P_{i,s_i}}{P_{i,b_i}} \right) = \sum_{t=0}^T m_t x_{i,t} + u_{i,s_i,b_i}.$$

Illetve ugyanezt mátrixformával rövidítve:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xm} + \mathbf{u}, \quad /1/$$

ahol \mathbf{X} egy 0, 1 és -1 elemeket tartalmazó mátrix, melyben az i -edik sor j -edik eleme -1, ha a mintában szereplő i -edik ingatlant a j -edik periódusban adták el először, és 1 ha a j -edik periódusban váltott tulajdonost másodszer, azaz: $x_i = [\dots \ 0 \ -1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ \dots]$. Ha egy ingatlant kettőnél többször is eladtak az adott időszakban, akkor egy ingatlanhoz több megfigyelés is tartozhat. Egy adat származhat az első és a második eladás közötti árváltozásból, egy másik pedig a második és a harmadik eladás közötti árváltozásból. Amennyiben a hibtag független azonos eloszlású (FAE) nulla várható értékkel, akkor az /1/ egyenlet OLS-bebecslésével kapható az árindex sorozata. Konstans tag nélkül végezve a becslést kaphatjuk az m_t együtthatók becsült értékét, és ebből képezhető az $M_t = e^{m_t}$ index.

Szokásos eljárás a kezdőperiódus értékét 100-ra normálni. Természetesen ez egy egyszerű művelettel megoldható: $\overline{M}_t = 100e^{m_t - m_0}$.

Ha az index értéke sűrű időszakra (havi gyakorisággal) készül, akkor sok együtt-hatót kell becsülni. Ha az időtávok rövidege miatt kevés adat áll rendelkezésre egy-egy időszakban, akkor \mathbf{X} mátrix oszlopai hasonlóak lehetnek, így felléphet a multikollinearitás veszélye. Ez ellen a legkönnyebb úgy védekezni, hogy hosszabb időtávú (negyedéves, éves) indexet kell készíteni. Szükség esetén technikailag is kezelhető a probléma, *Webb* [1981] maximum likelihood módszerrel ekvivalens GLS-beclést javasol a multikollinearitás kezelésére.

A TEA-becslések esetében általános megfigyelés, hogy amikor hosszabb idő telik el a tranzakciók között, nagyobb a hibatarag értéke, azaz a hibatarag varianciája függ az eladások között eltelt időtől, így az azonos eloszlására tett feltevés nem teljesül. Ennek a heteroszkedaszticitásnak a kezelésére *Case* és *Shiller* [1987] 3 lépcsős GLS-(3S-GLS) becslést javasolt, ami máig a leggyakrabban alkalmazott TEA-módszer. Tegyük fel, hogy az ingatlanok árai ezek szerint egy véletlen bolyongást követő tagtól is függenek, azaz hosszabb időtáv esetén jobban eltávolodhatnak az általános ár-szinttől.

$$p_{i,t} = m_t + h_{i,t} + u_{i,t},$$

ahol m_t az általános árindex logaritmus, $h_{i,t}$ egy m_t -vel korrelálatlan véletlen bolyongás, ahol $\Delta h_{i,t} \sim (0, \sigma_h^2)$, és $u_{i,t}$ eladási specifikus véletlen hibatarag $u_{i,t} \sim (0, \sigma_u^2)$. A becslés három lépésből áll:

1. Először meg kell becsülni /1/ egyenletet OLS-módszerrel.
2. Utána a négyzetes hibákat regresszálni kell egy konstansra és a tranzakciók között eltelt intervallumra.

$$\hat{u}_{i,t}^2 = k_1 + k_2 (s_i - b_i) + k_3 (s_i - b_i)^2 + z_{i,t}.$$

Itt a konstans tag $2\sigma_u^2$, a két időtartamtól függő tag pedig σ_h^2 becslését adja.

3. Végül a súlyozott legkisebb négyzetek módszerével ismét meg kell becsülni /1/ egyenletet úgy, hogy a megfigyeléseket az előző pontban becsült hibanégyzetek gyökével kell leosztani.

$$\frac{\mathbf{y}}{e} = \mathbf{m} \frac{\mathbf{X}}{e} + \frac{\mathbf{u}}{e},$$

$$\text{ahol } e_{i,t} = \sqrt{\widehat{u}_{i,t}^2} = \sqrt{\widehat{k}_1 + \widehat{k}_2 (s_i - b_i) + \widehat{k}_3 (s_i - b_i)^2} .$$

Ezt a módszert ma is széles körben alkalmazzák, igaz, még további finomításokat is fejlesztettek. *Dreiman* és *Pennington-Cross* [2002] a hibák aszimmetriájának modellezésével pontosítanak tovább, *Cho* [1996] egyéb módszertani fejlesztéseket is ismertet.

Palmquist [1979] megmutatta, hogy TEA-beccsléssel nem lehet kiszűrni az öregezés hatását, mert ha egy lakást 1980-ban újonnan vettek és 1990-ben tízévesen adtak el, akkor nyilvánvaló, hogy az új lakás viszonylag magasabb, a tízéves relatíve alacsonyabb értéket képvisel a piacon, így az árkülönbség nem tulajdonítható kizárólag az általános árváltozásnak. Így a TEA-módszerrel készülő index szisztematikusan lefelé torzítva mutatja a konstans minőségű lakások árváltozását. A szakirodalom nagy része szerint a torzítást kezelni nem kell, de érdemes tudni róla. Kisebb része viszont arra tesz javaslatot, hogy pótlólagos, aggregált ingatlanpiaci amortizációs adat alapján érdemes korrigálni az indexet.

Az ellenérvek a módszer alkalmazásával szemben a minta speciális voltából adódnak. A többszöri eladások alapján számított indexek lényege, hogy a minőségi változatlanyságot kihasználva csak az árváltozásokra vonatkozó információkat használják az árszintváltozás becsléséhez, de ez veszélyeket is magában rejt. Ha a minőségi azonosság sérül, tehát például a két tranzakció között felújították az adatbázisban szereplő lakást, akkor a felújított ingatlan jobb, így az áremelkedés egy része nem az ingatlanok általános árszintemelésének tulajdonítható, hanem az egyedi ingatlan javulásának, azaz a számított index emiatt is torzíthat. *Case* és *Shiller* [1987] ezért arra figyelmeztet, hogy célszerű kiemelni az adatbázisból a változó minőségű ingatlanokra vonatkozó adatokat is, amivel tovább csökken a felhasznált minta nagysága, így jelentős mennyiségű információ marad felhasználatlanul.

Mivel a TEA-módszer alkalmazása során az adatbázisoknak speciálisan azt a részét hasznosítják, amelyekben a többször is eladott ingatlanokra vonatkozó adatok vannak, az index becslése abban az esetben is torzíthat, ha kapcsolat tételezhető fel az ingatlanok eladásának gyakorisága és értékük változása között. Ezt a problémát *mintaszелеkciós torzításként* emlegetik, mert az adatbázisoknak csak egy része vonatkozik olyan ingatlanokra, amelyek több tranzakcióban vettek részt adott időszakban, hiszen az ingatlanok viszonylag ritkán cserélnek tulajdonost. Ennek kapcsán a legtöbbször emlegetett típus az első otthonként funkcionáló, kisebb és kevésbé felszerelt lakás, amelyekben csak a diák- és pályakezdő éveit tölti a fiatalok többsége. A tipikusan rövidebb tulajdonlási időszak azt is jelenti, hogy ezek a lakások több tranzakcióban szerepelnek, azaz általában túlreprezentáltak a TEA-becslés adatbázisában. A nagyobb családi házak esetében pedig valószínűleg épp fordított a jelenség, mert a rugalmasan kialakított, személyre (családra) szabott otthonokból viszonylag

ritkábban akarnak elköltözni. *Tranzakciógyakorisági torzítás* (trading frequency bias) pedig azért jelentkezik, mert a szűrt mintában a különböző típusú ingatlanok többször is tulajdonost cserélhetnek, így az is előfordulhat, hogy a megfigyelhető árváltozás mértéke kapcsolatban van azzal, hogy milyen gyakorisággal cserél tulajdonost az ingatlan. *Case, Pollakowsky és Wachter* [1997] például azt találták az általuk vizsgált mintán, hogy gyakrabban szerepelnek tranzakciókban azok az ingatlanok, amelyek ára gyorsan emelkedett.

2.1. Többszöri eladáson alapuló indexek

A TEA-módszer alapján készülő indexek széles körben használatosak, hiszen könnyen becsülhetők. Miután az adatoknak töredéke hasznosul, ezért ott alkalmazzák, ahol még ez a pazarlás is megengedhető, azaz nagyon nagy adatbázisok esetében. Az *OFHEO Repeat Sales* index a két nagy amerikai jelzálogintézmény, a Federal Home Loan Mortgage Corporation (Freddie Mac) és a Federal National Mortgage Association (Fannie Mae) mintegy 25 évnnyi, 6,9 millió adatára épül. Az indexet 1996-ban kezdték el publikálni, mértani típusú és a súlyozott legkisebb négyzetek módszerével készítik.

A *Mouseprice.com House Price Index* a földhivatal (HM Land Registry) adatbázisára épül, ahová a törvény szerint minden ingatlaneladás bekerül, és az első olyan brit¹ ingatlanpiaci index, amelyik TEA-módszerrel készül. Az adatbázist 2000 áprilisától dolgozták fel, és a havi mintegy százezer tranzakció több, mint 12 százaléka hasznosul a TEA-módszerhez szükséges szűrés után is. A Mouseprice.com mértani típusú, OLS-becsléssel készített index, azaz nem használják fel *Case* és *Shiller* [1987] heteroszkedaszticitást kezelő fejlesztését. A tranzakciók egytől három hónapig terjedő időtartam alatt kerülnek be az adatbázisba, ahol megtisztítják a hibáktól, outlierektől, így mindezen időigényes munkálatok elvégzése után az indexet körülbelül negyedévnnyi késéssel publikálják.

3. A hedonikus módszer

A hedonikus módszer általános eljárás mindenfajta árindex készítésekor a jóságok sokféleségének kiszűrésére. Hasonló módszerrel kezelik a fogyasztói kosárban

¹ Valójában az adatbázisban csak angliai és walesi ingatlanok találhatóak, így az index nem fedi le Nagy-Britannia egész területét.

szereplő termékek technológiai fejlődését is (Vita [2000]). A módszer azon az elméleti megfontoláson alapszik (például Feenstra [1995]), hogy a tárgyak haszna volta-képpen a tulajdonságaikból adódik. A módszer egyik formája a hedonikus árindex készítése. Hedonikus árindex készítése során azt használják ki, hogy ha az ingatlanok ára a tulajdonságaiktól függ, akkor a különböző tulajdonságok hatásának kiszűrése után általános árszintváltozást találunk.

Tehát a hedonikus módszer során az ingatlanok árát a tulajdonságaikkal magyarázzák:

$$p_{kj} = b_{k0} + b_{k1}q_{1kj} + b_{k2}q_{2kj} + \dots + b_{kp}q_{pkj} + u_{kj},$$

ahol p_{kj} jelöli a j -edik ingatlan k -adik időszakbeli árát (vagyis általában az árának logaritmusát, mert Palmquist [1979] vizsgálata alapján a szemilogaritmikus forma a legmegfelelőbb). Az ingatlan tulajdonságait pedig a q -k jelölik, q_{pkj} a j -edik ingatlan, k -adik időszakbeli jellemzője a p -edik tulajdonságból. Tehát ha a p -edik tulajdonság a szobák száma, és $q_{pkj} = 2$ akkor ez azt jelenti, hogy a j -edik ingatlan a k -adik periódusban 2 szobája volt. A változók között gyakran szerepelnek proxy változók is, mert számos fontos minőségi jellemző, jellegéből adódóan, nehezen írható le mennyiségi mutatóval. A leggyakoribb ilyen áthidaló megoldás a földrajzi elhelyezkedés bevonása a vizsgálatokba. A lakcím természetesen nem klasszikus értelemben vett hedonikus, minőségi jellemző, de mégis jelentős információtartalma van annak, hogy egy budapesti ingatlan a második vagy a tizedik kerületben van-e. Hedonikus árindexek becslésekor az összes fellelhető változóból általában a Schwarz- [1978] kritérium alapján szokás kiválasztani az adott esetben legmegfelelőbbeket (Wolverton–Senteza [2000]).

Miután a b_{kp} együtthatók azt mutatják meg, hogy az egyes tulajdonságokból egy egységnyi többlet (például eggyel több fürdőszoba) átlagosan mennyivel emeli az ingatlan árát, ezért ezek az együtthatók az egyes tulajdonságok árnyékárai. A becslés ezen formájában minden periódusban minden tulajdonsághoz rendel árnyékárát, azaz megengedi, hogy a különböző tulajdonságok árnyékára, értéke időben változzon. (Lehet, hogy régebben a gépkocsibeálló léte nem emelte nagyban meg a lakás értékét, mert nem volt annyi autó, de miután fizetős lett a parkolás, ezt a lehetőséget többre értékelik az emberek.) Az árindex számításának módja egy etalon lakóház választása, amely megfelelő súlyozással jeleníti meg a piacon levő ingatlanok sokaságát. Súlyrendszerként használatos például az egyes tulajdonságok átlaga az egész ingatlanállományban. A rögzített súlyokkal kapcsolatos problémák kezelésére ma már általános módszer a Fisher-index használata, azaz kiszámolják a Laspeyres- és a Paasche-indexeket és ezek mértani átlagát képezik. A Laspeyres-index szokás szerint a tulajdonságok bázisidőszaki értékével súlyoz-

va készül, a Paasche-index készítéséhez pedig a tulajdonságok tárgyidőszaki értékeit használják súlyrendszernek.

A hedonikus módszer másik formája a *korlátozott hedonikus index*, amelyben a korlátozottság az együttthatók, az árnyékárak időbeli rögzítésére vonatkozik. Így az ehhez kapcsolódó egyenlet:

$$p_j = b_0 + b_1 q_{1j} + b_2 q_{2j} + \dots + b_p q_{pj} + \sum_{i=2}^l m_i x_{ij} + u_j.$$

Itt a b együttthatóknak nincs időindexe, azaz az árnyékárak változatlanok az idő múlásával is. Ebből következően ebben az esetben másfajta indexszámításra van szükség, amit az új, szummás tag együttthatóinak becslése eredményez. Az x_{ij} -k a megfigyelt adat időszakához tartozó dummy változók, azaz $x_{ij} = 1$ ha a j -edik ingatlant az i -edik periódusban adták el. Az indexet így természetesen az m_i együttthatók becslése eredményezi. Ugyanez az összefüggés felírható rövidebb, mátrixformában is:

$$\mathbf{p} = \mathbf{Qb} + \mathbf{Xm} + \mathbf{u}, \quad /2/$$

ahol a \mathbf{p} vektorban található a megfigyelt ingatlanok árai, \mathbf{b} a tulajdonságok árnyékárainak vektora, \mathbf{Q} mátrix j -edik sorának k -edik eleme a j -edik ingatlan k -edik tulajdonságának mértéke, \mathbf{m} az árindex logaritmusának vektora, és \mathbf{X} mátrix j -edik sorának t -edik eleme 1, ha a j -edik ingatlanra vonatkozó megfigyelés a t -edik periódusból származik.

A hedonikus módszer esetében döntő kérdés, hogy sikerül-e megtalálni mindazokat a tulajdonságokat jellemző mutatókat, amik befolyásolják az ingatlanok értékét. A lakások árát befolyásoló tényezők között a méreten kívül magyarázó változó lehet az elhelyezkedés, a szűkebb és tágabb lakókörnyezet, az intézmények közelsége, a kivitelezés minősége, az ingatlan kora, a végzett felújítások jellege, a tulajdonosi struktúra, a kiegészítő helységek jellege és nagysága. Az ingatlanárindexekkel foglalkozó írások körében klasszikusnak számító *Kain* és *Quigley* [1970] tanulmány például 39 magyarázóváltozót vizsgál a regresszióba, melyeket négy csoportba sorolnak: 1. az ingatlan műszaki minőségét jellemző tényezők, 2. az ingatlan elhelyezkedését leíró tényezők, 3. a tágabb lakókörnyezetet leíró tényezők és 4. a társadalmi környezethez kapcsolódó (közlekedési és egyéb) tényezők. A változók között olyan tulajdonságok magyarázóereje is szignifikánsnak bizonyul, mint a problémás szomszédok, a panoráma és az iskolák közelsége. *Conniffe* és *Duffy* [1999] a rendelkezésre álló ír adatbázison hasonlította össze a korlátozott és a korlátozatlan hedonikus árindexeket. Magyarázóváltozóként regi-

onális dummy változókat, a méretet, az ingatlanhoz tartozó garázst, a teraszt, a központi fűtést, a friss építést, az ikerház jelleget és az első lakásvásárlóra vonatkozó változókat szerepeltették, mindegyik koefficienszt szignifikánsnak találták, és nem okoztak meglepetést a számított előjelek sem. Miután a földrajzi elhelyezkedés az egyik legfontosabb befolyásoló tényezője a lakásáraknak, illetve a különböző tulajdonságok értéke régióként is változhat (Kaliforniában kevesebbet ér a modern fűtési rendszer, mint Kanadában), ezért nagyobb adatbázis esetén szokásos eljárás az is, hogy előbb regionális, helyi ingatlanárindexeket készítenek, és utána ezeket aggregálják.

A hedonikus indexek készítésének természetesen nagy nehézsége, hogy a tranzakciókban szereplő ingatlanok minőségi jellemzőire is szükség van a becsléshez. Bár általában a túl kevés rendelkezésre álló adat okoz bajt, de még ilyenkor is előfordulhat, hogy a kevés adat ellenére multikollinearitás lép fel. Például a szobák száma és a lakóterület nagysága egymással szoros kapcsolatban levő változók, ezért mindkettő magyarázóváltozóként való szerepeltetése csökkentheti a becslés hatásosságát. A számszerűen nehezen megragadható tulajdonságok kiszűrésére lehetséges módszer a nem mérhető tulajdonságaikban hasonló ingatlanok adatain végzett becslés. *Bover* és *Velilla* [2002] új építésű spanyol lakóparkok lakásainak hasonlóságát használja ki, és becslés hedonikus árindexet.

3.1. Hedonikus módszerrel készülő indexek

Nagy-Britannia legnagyobb jelzáloghitelező intézménye, a *Halifax* publikál legrégibben havi ingatlanárindexet. Az egész országot átfogó indexet 1983 januárjától számítják, és a bank jelzáloghitelezéshez kapcsolódó adatain alapul. Magyarázóváltozóként a következőket szerepeltetik:

- az ingatlan elhelyezkedése,
- az ingatlan típusa,
- az ingatlan kora,
- az ingatlan szobáinak száma,
- az ingatlan fürdőszobáinak száma,
- az ingatlan autóbeállóinak száma,
- a tulajdonviszony jellege,
- a központi fűtés léte,
- a kert léte,
- az ingatlanhoz kapcsolódó birtok léte,
- az ingatlan elérhetősége.

A *Nationwide* vállalat 1952 óta teszi közzé az ingatlanárak alakulására vonatkozó adatait. A negyedéves idősort 1974 óta publikálja. Havonta közli az átlagos árakat a különböző ingatlantípusokra, és ezek átlagát aggregált mutatóként. 1989 óta hedonikus módszeren alapuló számítást végez. Magyarázóváltozóként a következőket szerepelteti:

- az ingatlan elhelyezkedése,
- az ingatlan alapterülete,
- az ingatlan típusa,
- az ingatlan fürdőszobáinak száma,
- az ingatlan autóbeállóinak száma,
- az ingatlan hálósobáinak száma,
- a tulajdonviszony jellege,
- a központi fűtés léte,
- új lakás dummy,
- a szomszédság jellemzése.²

A brit nemzeti statisztika házindexe a *National Statistics House Price Index / ODPM* (Office of the Deputy Prime Minister) havi gyakoriságú, és 2003 szeptemberétől készül hedonikus módszerrel. Az indexet ötven jelentős brit jelzálogpiaci szereplőtől származó adatbázis alapján számítják. Ez a jelzálog-adatbázis pedig Nagy-Britanniában az összes tranzakció majdnem 75 százalékát lefedi. Ennél csak a földhivatali (Land Registry) adatok jelentenek szélesebb lefedettséget, hiszen ott szerepel az összes tranzakció, de utóbbi adatbázisba az ingatlanok kevesebb tulajdonsága kerül be, és a feldolgozás mintegy három hónapot vesz igénybe, ami jelentős csúszást jelentene az elektronikusan gyorsan hozzáférhető pénzügyi adatbázishoz képest. A földhivatali adatok a következő jellemzőket tartalmazzák:

- az ingatlan elhelyezkedése,
- az ingatlan típusa,
- az ingatlan lakószobáinak száma,
- az ingatlan hálósobáinak száma,
- a hely jellege,
- elsővásárló dummy,
- új lakás dummy,
- a szomszédság jellemzése és kombinációik, mint például: ingatlan típusa × új építés dummy.

² A *Nationwide* demográfiai, társadalmi jellemzők alapján 54 fajta övezetbe sorolja az ingatlanok elhelyezkedését (például nyugdíjas övezet, vagy lakótelepi övezet). Ezt a kategorizálást a szomszédság jellemzésére szokták használni.

Az Egyesült Államokban hedonikus módszertannal készül a Népszámlálási Hivatal ingatlanárindexe (*Census Bureau single family house price indexe*) és az Egyesült Államok Közgazdasági Elemző Hivatala (*U.S. Bureau of Economic Analysis multifamily house price indexe*) ingatlagárindexe is.

4. A hibrid (vegyes) módszer

A hibrid módszer ötvözi a többszöri eladáson alapuló és a hedonikus módszer előnyeit. Ha rendelkezésre állnak többszöri eladáson alapuló adatok, akkor a becslési eljárással kiszűrhető az ingatlan egyedi jellemzőinek befolyásoló hatása, így azonos nagyságú mintán a TEA-módszer hatásosabb, mint a hedonikus. Azonban általában nem azonos nagyságú minták állnak rendelkezésre, mert a többszöri eladások halmaza csak egy részhalmaza az összes tranzakció halmazának. A részhalmaz nagysága a hely jellegétől és az időtáv hosszúságától függően 2-25 százalék között lehet, de mindenképpen szignifikánsan kisebb az egész halmaznál. A hibrid módszer azzal tökéletesíti a hedonikus módszert, hogy felhasználja az ismételt eladásokból származó információt is, így az index becslése hatásosabb lesz. Ez az elméleti alapvetés több adatbázison is jelentős eredményeket hozott, például svéd nagyvárosok ingatlanjainak adatait feldolgozva *Englund, Quigley és Redfearn* [1999] szignifikánsan kisebb konfidenciaintervallumot kapott, mint a TEA-módszerrel készített indexek esetében.

A hibrid eljárást először *Case és Quigley* [1991] ajánlotta, és egy speciális helyi adatbázison alkalmazta is. Később *Quigley* [1995] a hibatagokra vonatkozó némileg szigorúbb feltételezések mellett GLS-becslési eljárást javasolt. A továbbiakban utóbbi ismertetem részletesen, mert ez a legtöbbször hivatkozott és alkalmazott eljárás. A becslés a hedonikus módszernél ismertetett összefüggésből indul ki /2/:

$$\mathbf{p} = \mathbf{Qb} + \mathbf{Xm} + \mathbf{u}.$$

De felhasználja azt a plusz információt, hogy egyes ingatlanokat többször adtak el, és becsüli a következő egyenletet is:

$$p_j = b_0 + b_1 q_{1j} + b_2 q_{2j} + \dots + b_p q_{pj} + \sum_{i=2}^t m_i x_i + \sum_{n=1}^N \xi_n d_n + \varepsilon_j, \quad /3/$$

ahol a d_n tag egy, az ingatlanra vonatkozó dummy változó, amely 1 értéket vesz fel,

ha az aktuális adat az n -edik ingatlanra vonatkozik.³ (N annyival kisebb az összes megfigyelésnél, ahány többszöri eladási adat szerepel az adatbázisban.) Az előző két becslést a többszöri eladásokat tartalmazó részmintán végezve kiszámíthatjuk $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ -et és $\hat{\sigma}_u^2$ -et, amelyek a hibák varianciájának torzítatlan becslései. Ezekből származtatható $\hat{\sigma}_\xi^2$ is.

$$\hat{\sigma}_\xi^2 = \frac{\hat{\sigma}_u^2 \cdot \frac{F-N}{F} - \hat{\sigma}_\varepsilon^2}{N},$$

ahol F a $\hat{\sigma}_u^2$ szabadságfoka. *Quigley* [1995] speciális feltételezése a lakásárak árindexről való véletlen bolyongására vonatkozik, így az eljárás hasonló, mint a TEA-becslés bonyolultabb formájánál bemutatott módszer.

$$\frac{E(\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it'})^2}{\sigma_\varepsilon^2} = k_1(s_i - b_i) + k_2(s_i - b_i)^2.$$

Az előző folyamat paraméterei a reziduumok felhasználásával a következő egyenlet segítségével becsülhetők:

$$\hat{\varepsilon}_{i,t}^2 = k_1 + k_2(s_i - b_i) + k_3(s_i - b_i)^2 + z_{i,t}.$$

Ezt ismét a többszöri eladások szűkített mintáján becsülve kapjuk \widehat{k}_1 és \widehat{k}_2 értéket, amelyet felhasználva adódik a /3/ egyenlet variancia-kovariancia mátrixa.

$$E(\xi_i + \varepsilon_{it}, \xi_j + \varepsilon_{jt}) = \begin{cases} 0 & i \neq j \text{ esetén} \\ \hat{\sigma}_\xi^2 + \hat{\sigma}_\varepsilon^2 \left[1 + \widehat{k}_2(t - \tau) + \widehat{k}_3(t - \tau)^2 \right] & i = j \text{ esetén} \end{cases},$$

³ A hibatagokra vonatkozó feltételezések a következők:

$$\begin{aligned} E(\xi_i) &= 0 & E(\varepsilon_{it}) &= 0 \\ E(\xi_i)^2 &= \sigma_\xi^2 & E(\varepsilon_{it})^2 &= \sigma_\varepsilon^2 \\ E(\xi_i, \xi_j) &= 0 & E(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) &= 0 \\ E(\xi_i, \varepsilon_{jt}) &= 0 \end{aligned}.$$

amelynek felhasználásával súlyozott legkisebb négyzetek módszerével újra becsülhető a /3/ egyenlet immár a teljes adatbázison.

Hill, Knight és Sirmans [1997] hatásosabb, a bemutatottnál általánosabb maximum likelihood módszert ír le, ami azonban csak numerikus maximalizálással kezelhető. A hibrid index több információt feldolgozó módszerével hatásosabb becsléshez juthatunk, aminek az ára a nagyobb számításigény. Ez a nehézség a számítástechnika fejlődésével egyre kevésbé jelent akadályt. Viszont *Case, Pollakowski és Wachter* [1991] számításai szerint a hibrid modellek (az eredeti Case–Quigley-modelltől eltérően) nem bizonyultak hatásosabbnak a hedonikusnál.

A hibrid módszer a bemutatottnak megfelelően a korlátozott hedonikus módszert teszi hatásosabbá. Ezért az információk hatékony felhasználása mellett, a korlátozott hedonikus módszer hátrányai is érvényesülnek.

5. Értékelésen alapuló származtatott index (Sale Price Appraisal Ration – SPAR)

Bourassa–Hoesli–Sun [2006] egy jól használható ötlettel könnyíti meg az adatigényes számításokat. Javaslatuk alapján az időszakonként rendelkezésre álló ingatlanértékek segítségével kevés és egyszerű számítással frissíthető az index. Az elv tulajdonképpen a TEA-módszerhez hasonló. Az ugyanazon ingatlan mostani és régebbi ára közötti eltérés csak az árváltozást tükrözi, így kiszűrhető a minőségi eltérések zavaró tényezője. Viszonyítási alapként az ingatlanok hivatalos becsült értékét használják, aminek előnye a TEA-módszerrel szemben, hogy az ingatlanok egész sokaságára rendelkezésre áll egy adott időszakban. Ezt a hivatalos értéket felhasználva az index a következő egyszerű formulával számítható:

$$M_t = \frac{\left[\sum_{j=1}^{n_t} (P_{jt} / A_{j0}) / n_t \right]}{\left[\sum_{j=1}^{n_{t-1}} (P_{jt-1} / A_{j0}) / n_{t-1} \right]} M_{t-1}.$$

ahol M_t egy egyenlő súlyozású index, P_{jt} pedig az eddigieknek megfelelően a t -edik periódusban eladott j -edik ingatlan eladási ára. Az ingatlan hivatalos becsült értékét a bázisidőszakban A_{j0} jelöli. A módszer alkalmazhatósága természetesen attól függ, hogy rendelkezésre áll-e megfelelő minőségű adat az ingatlanok értékéről.

Miután az ingatlanok értékét leginkább hedonikus módszerek alapján határozzák meg, ezért ez az eljárás tulajdonképpen csak használja egy alaposabb számítás eredményeit, azaz nem nevezhető önálló módszernek. Kiválóan alkalmas viszont arra, hogy a ritkábban sorra kerülő hedonikus becslés eredményeként előállítható ingatlanárszint adatait sűrítse.

Az állami értékbecslés felhasználásával számítják az új-zélandi *Quotable Value* ingatlanárindexet.⁴ Új-Zélandon a helyi önkormányzatok adóztatási céllal legalább három évente minden ingatlanra becsléstetnek egy hivatalos értéket. A Quotable Value ezt a hivatalos értékbecslést hasznosítja, és a mutatót a folyamatosan beérkező tranzakciós adatok segítségével számítják.

6. Az indexkészítési módszerek összehasonlítása

Az ingatlanárindexek áttekintésének összefoglalásaként bemutatom a különböző számítási módszerek egymáshoz viszonyított előnyeit és hátrányait. Az ingatlanárindexekkel szembeni elvárásokat (*Bourassa–Hoesli–Sun* [2006] gondolatait felhasználva) öt szempontba rendeztem, melyek közül kettő elvi, három pedig technikai jellegű. A következőkben ezek alapján röviden vizsgálom az eddigiekben ismertetett technikákat.

1. Az index lehetőleg szűrje ki a minőség javulásából eredő ár-emelkedést, azaz legyen konstans minőségű. (Itt találhatunk ellenérveket, mert ha a lakáshoz jutás lehetőségét akarjuk az indexszel mérni, akkor nem biztos, hogy ki kell szűrni a változásokat.)
2. Az index legyen reprezentatív, azaz a lehető legjobban kezelje a mintavételi hibát.
3. A már egyszer közzétett indexértékeket ne módosítsák a folyamatosan generálódó új adatok.
4. Legyen könnyű számítani.
5. Számításához minél kevesebb adatra legyen szükség.

⁴ Az indexet 1982-ig értéksúlyozású formában számították:

$$M_{Et} = \frac{\left[\sum_{j=1}^{n_t} (P_{jt} / A_{j0}) \right]}{\left[\sum_{j=1}^{n_{t-1}} (P_{jt-1} / A_{j0}) \right]} M_{Et-1}.$$

Az első feltételt abszolút szűrőként alkalmazom, és a 1. táblázatban csak a konstans minőségű indexet produkáló módszereket hasonlítom össze. A minden ismételt eladás alapján számított TEA-index jellemzője, hogy nem produkál konstans minőséget, ezért a legszűkebb adatbázison alapuló TEA-index, a hedonikus és a hibrid módszer tulajdonságait foglaltam össze.

1. táblázat

Az indexkészítési módszerek kritériumoknak való megfelelése

Módszer	Kicsi a mintavételi hiba	Visszamenőleg nem kell módosítani	Kicsi adatszükségletű	Könnyű számítani
Konstans minőségű TEA	.	-	+	+
Hedonikus	-	+	-	-
Korlátozott hedonikus	-	-	-	-
Hibrid	-	-	-	.

Megjegyzés. A „+” jel azt jelenti, hogy a vizsgált módszer az adott szempont szerint jól teljesít, a „-” pedig azt, hogy hiányosságai vannak az adott kritérium szerint.

Már többször említettem, de az 1. táblázat első oszlopával is hangsúlyozom, hogy a mintavételi hibából eredő torzítást az ingatlanpiac jellegéből adódóan egyik módszer sem tudja tökéletesen kezelni. Miután a TEA-módszer még a hozzáférhető mintát is szűkíti, ezért itt súlyosabb torzítást okozhat a nem véletlen mintaszelekció.

Az új időszakok adatainak folyamatos megjelenése módosíthatja a múltban kiszámított értékeket a TEA-módszernél, illetve a hibrid módszernél is, mert újabb információ keletkezhet a régi adatokról. A hedonikus becslés esetében a változó komponensű index értékét nem módosítja. A korlátozott (dummy változós) hedonikus pedig az index típusától függően érintheti (a tárgyévi súlyozású Paasche-index típusú utólag is változhat), de ez a veszély kiküszöbölhető. Az, hogy lényegesen több információ szükséges az ingatlanok tulajdonságairól a hibrid, és a hedonikus indexek számításához, ellensúlyozza más szempontok szerinti előnyeiket, azaz még nehezebbé teszi a választást a technikák között. A számítási nehézségek szempontját a számítástechnika és a speciális szoftverek fejlődésével egyre kevésbé érzem fontosnak.

6.1. Azonos adatbázison végzett vizsgálatok

Az elvi összehasonlításon túl lényeges szempont, hogy a jelentősen nagyobb erőfeszítéssel létrehozott indexek valóban különböznek-e egyszerűbben produkálható társaiktól. Ezzel a kérdéskörrel számos vizsgálat foglalkozik, és az összehasonlítást

azonos adatbázison alapuló számítások alapján végzik. Négy kérdésre kerestem a választ a feldolgozott tanulmányokban:

1. Jelentősen más idősort produkálnak-e az egyszerű statisztikákból számított indexek a bonyolultabb módszerekhez képest?
2. Torzít-e a többszöri eladáson alapuló módszer alapján számított index?
3. Állandóak-e az árnyékárak a hedonikus regressziókban?
4. Eltérnek-e a hedonikus és a többszöri eladások alapján számított indexek?

Az első kérdés esetében a válasz egyértelműen pozitív. Az adatbázisok átlagaként vagy mediánjaként számított indexek a legtöbb esetben hosszú távon nem mutatnak nagy torzítást a bonyolultabb módszertannal készülő indexekhez képest (*Mark–Goldberg* [1984], *Conniffe–Duffy* [1999], *Meese–Wallace* [1997]). Az idősorok hosszú távú tendenciák, trendek leírására alkalmasak, rövid távon azonban számos esetben kimutatható a torzítás, így nem lehet megelégedni ilyen naiv indexek számításával.

A második kérdésre adott válasz egybeesik a TEA-számítás ellen hangoztatott érvekkel. A legtöbb adatbázisban valóban kimutatható a módszer alapján számított indexek torzítása. *Case*, *Pollakowski* és *Wachter* [1991], *Mark* és *Goldberg* [1984] valamint *Meese* és *Wallace* [1997] tanulmányaiban a szüretlen TEA-módszeren alapuló modellek szignifikánsan kisebb áremelkedést mutattak ki (a kor miatti lefelé torzítás megmutatkozott, és ezen túl valószínűleg még a minta is torzított). A szüretlen adatbázis alapján, TEA-módszerrel készített index rosszul teljesített: nagyon torzított volt és nem bizonyult hatásosnak. A kutatók az adatbázis alaposabb vizsgálata után általában mintaszelekciót találtak. A kevés ellenpélda egyike *Palmquist* [1980] számítása, mely esetében a konstans minőségű TEA-módszerrel végzett becslés és a hedonikus módszerrel végzett 95 százalékos valószínűséggel egybeesett.

A harmadik kérdésre nagyobb területet és hosszabb időtartamot átfogó indexek esetében negatív válaszokkal találkoztam. *Palmquist* [1980], *Mark* és *Goldberg* [1984], *Conniffe* és *Duffy* [1999], *Meese* és *Wallace* [1997] tanulmánya mind elutasítja a hedonikus becslés árnyékárainak állandóságát.

A negyedik kérdésre adott válasz már részben benne volt a másodikra adott feleletben. A többszöri eladáson alapuló indexek torzítása miatt a hedonikus számítással készült indexek eltérő eredményt hoztak. A különbség csökken, ha az öregedéssel kapcsolatos problémákat aggregált amortizációs adatok felhasználásával kezelik.

Összességében úgy gondolom, hogy az ingatlanárindexek számítása során felmerülő legfontosabb feladat a minél nagyobb és részletesebb adatbázis gyűj-

tése, és a mintaszelekciós torzítás kezelése. Tehát ha valaki ingatlanárindexet akar készíteni, akkor el kell kezdenie részletes adatokat gyűjteni, és az adatbázis feldolgozását többféle technika alapján elvégezve kiválaszthatja az esetileg legmegfelelőbbnek ítélt módszert, illetve többfajta számítással készült indexet is közzétehet.

7. Egy példa: káposztásmegyeri index

A számos indexkészítési technikát egy homogén budapesti területet lefedő, hirdetési adatokból összeállított adatbázison alkalmaztam. Az adatbázist az *Expressz* napilap káposztásmegyeri ingatlanokra vonatkozó apróhirdetéseinek alapján állítottam össze. 1995-től kezdődően negyedéves gyakorisággal gyűjtöttem ki az adatokat. A negyedévekből havi részmintát vettem, február, május, augusztus és november hétfői és csütörtöki számaint dolgoztam fel. Az adatfelvitel során, a lehetőségek szerint, kiszűrtem az ismétlődő hirdetéseket. A megjelent eladási ajánlatokból a hirdetés dátumát, az ingatlan nagyságát, a kínálati árat és egy minőségi extrainformációt közlő dummy változót rögzítettem. A dummy változó akkor kapott 1 értéket, ha a hirdetés szövegében szerepelt a „frissen felújított” vagy az „igényesen felújított” kifejezés, illetve, ha a hirdetésből kiderült, hogy a lakás négyemeletes, cseréptetős házban található. Hipotézisem szerint, amit a későbbi vizsgálatok meg is erősítettek, ezek a jellemzők szignifikánsan emelik a lakás értékét. Nem vettem figyelembe viszont olyan, minőségre utaló hasonló jellemzőket, mint a „csempe burkolatos fürdőszoba”, a „légkondicionálással felszerelt” vagy a „csendeskörnyezetben”. Egyrészt mert ezek ritkák és sokfélék voltak, másrészt mert tapasztalataim szerint ezek a tulajdonságok csak csekély mértékben emelik a lakás árát. Az árindexek alapjául szolgáló adatbázis összefoglaló jellemzőit a 2. táblázat közli.

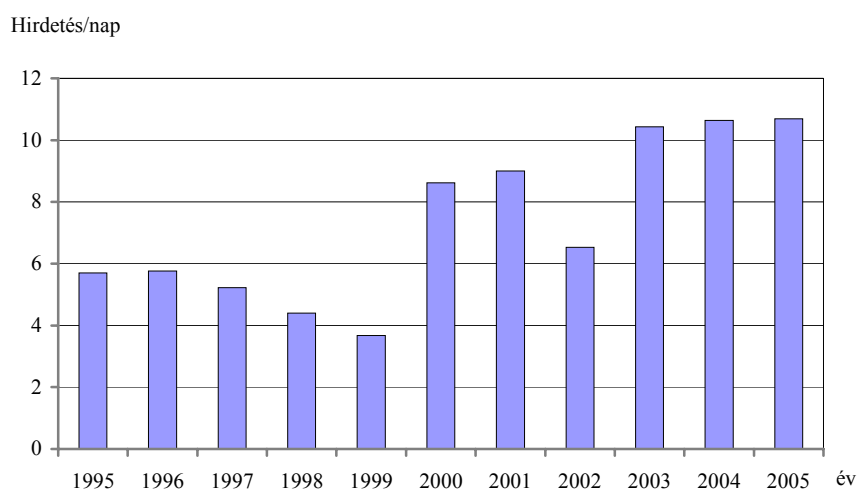
2. táblázat

Az adatbázis jellemzői

Jellemző	Adat
Hirdetések	2830 darab
Feldolgozott lapszámok	391 nap
Negyedévek	47 negyedév
Átlagos lakásnagyság	66,37 négyzetméter
Minőség dummy = 1	793 darab

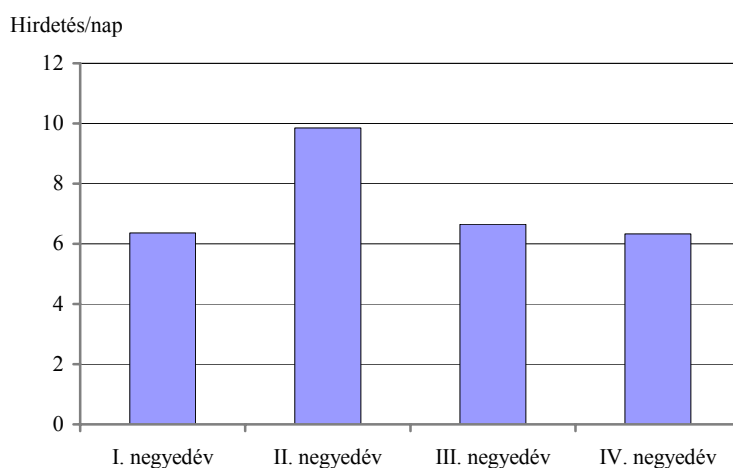
Az 1. ábrán a feldolgozott hirdetések évenkénti számáról láthatunk adatokat. Egyre több lakáshirdetés jelenik meg, így az újabb évekből könnyebb volt nagyobb mintát gyűjteni.

1. ábra. A hirdetések mennyiségének éves alakulása



A 2. ábrán ugyanez az adat látható a negyedévek tekintetében. A május kiemelkedő hónap, mert ekkor jelenik meg a legtöbb lakáshirdetés, a többi időszak között pedig nem látszik jelentős különbség.

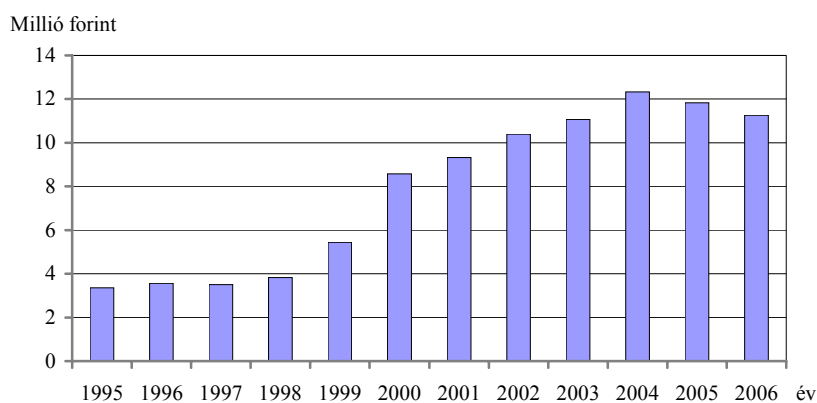
2. ábra. A hirdetések mennyiségének szezonális alakulása



7.1. Az indexkészítés

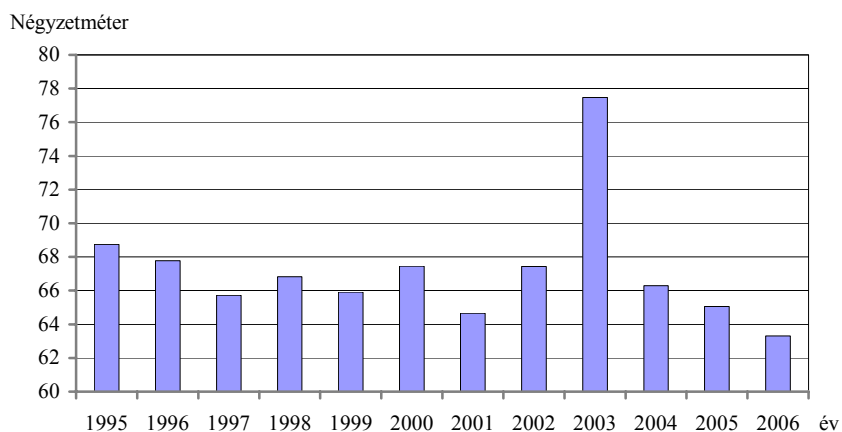
A 3. ábrán láthatjuk, hogy a lakások átlagára (nem túl meglepő módon) emelkedett az elmúlt időszakban. A kérdés az, hogy vajon ez az emelkedés csak az általános árszint emelkedésének tulajdonítható, vagy a lakások tulajdonságainak változása árnyalhatja a képet.

3. ábra. A lakások átlagárának alakulása



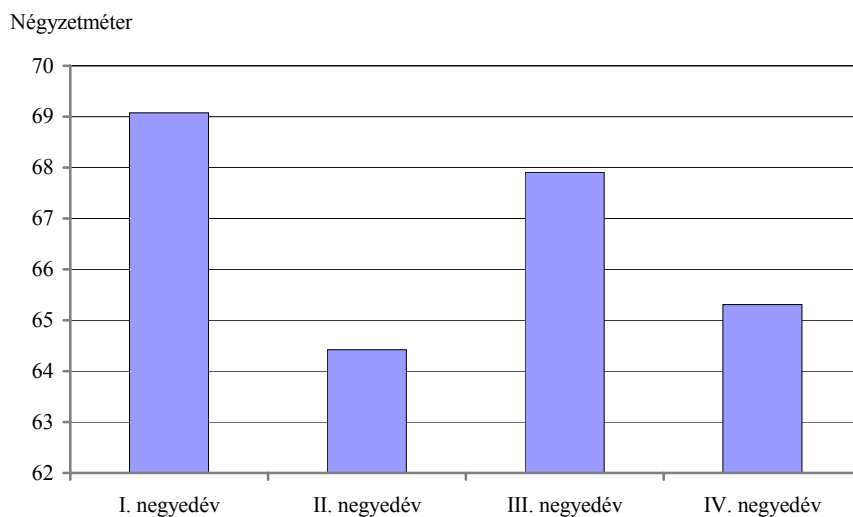
Lássuk ezután a lakások jellemzőit, amelyek támpontot adhatnak egy bonyolultabb index készítéséhez. A kaposztásmegyeri lakások homogenitása időben jól teljesül, az eladó lakások alapterülete nagyjából egyforma, az egyetlen kivétel a 2003-as adathalmaz. (Lásd a 4. ábrát.)

4. ábra. A hirdetett lakások alapterületének alakulása



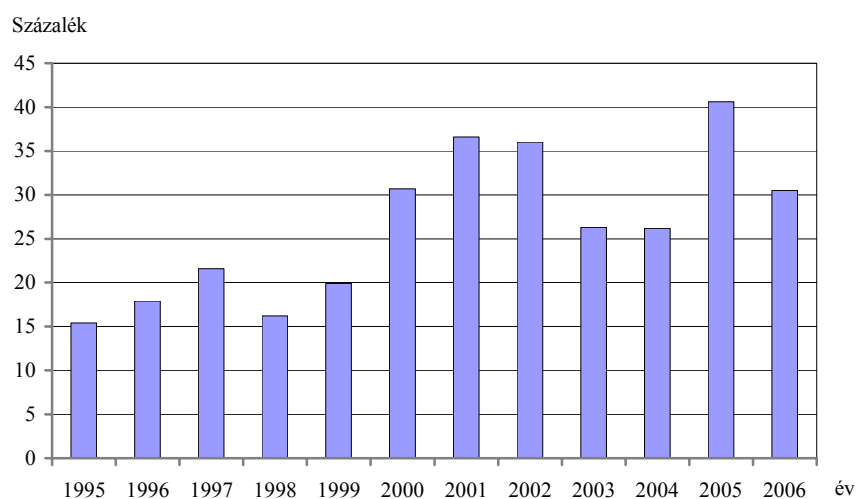
Szezonálisan sincs jelentős eltérés, a lakások nagysága szűk sávon belül mozog. (Lásd az 5. ábrát.)

5. ábra. A hirdetett lakások alapterületének szezonális alakulása



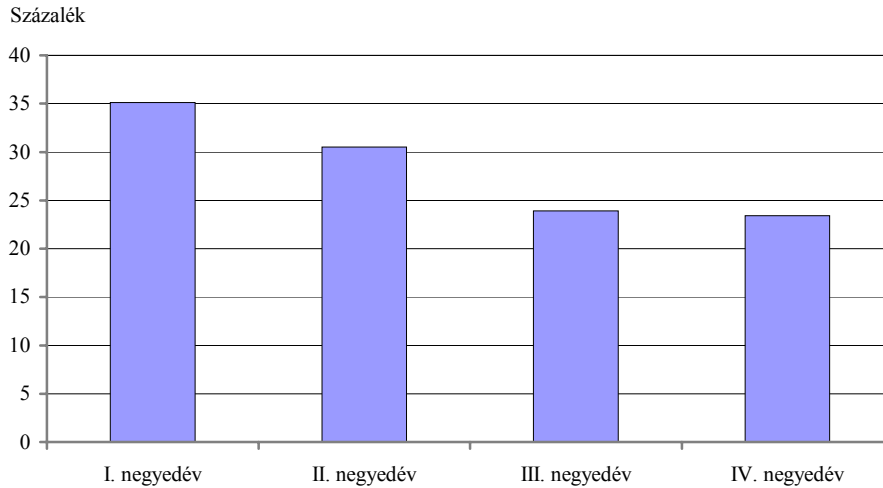
A minőség alakulása a mintában már inkább mutat időben változó jeleket. A 6. ábrán azt láthatjuk, hogy az ezredforduló után több lakást hirdettek jobb minőségi paraméterekkel.

6. ábra. A hirdetett lakások minőségi jellemzőjének (dummy változó) alakulása



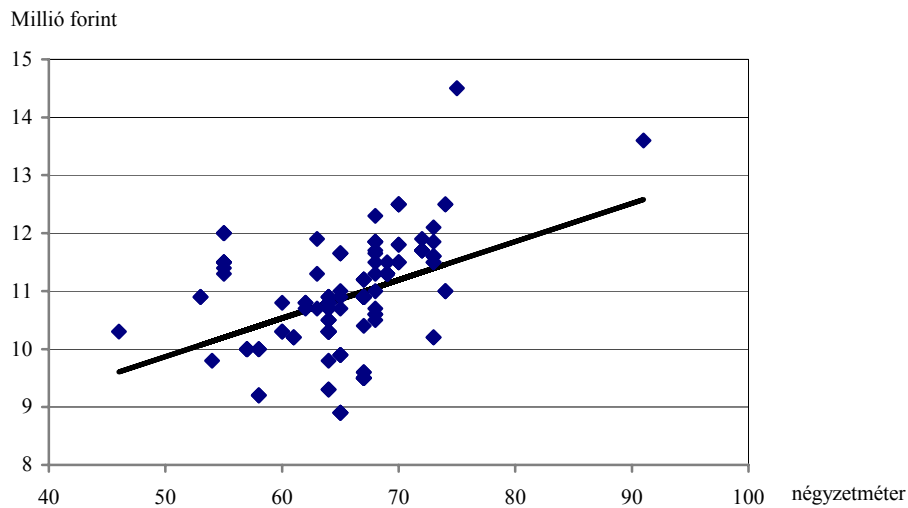
Szezonálisan itt sincs nagy ingadozás, mint azt a 7. ábrán láthatjuk.

7. ábra. A hirdetett lakások minőségi jellemzőjének (dummy változó) szezonális alakulása



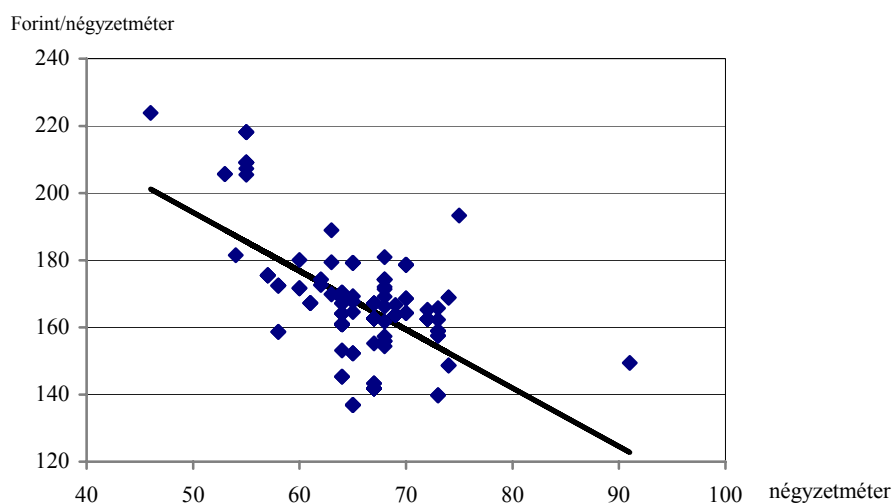
A hedonikus index készítéséhez megvizsgáltam, hogy a rendelkezésre álló potenciális magyarázóváltozók közül melyik lehet kapcsolatban az árakkal. A legtöbb adatot (152) tartalmazó negyedévet vizsgálva ellenőriztem is a sejtéseket. 2003 augusztusában a lakások ára és az alapterület közötti kapcsolat valóban pozitív.

8. ábra. Az ár és az alapterület kapcsolata (2003. augusztus)



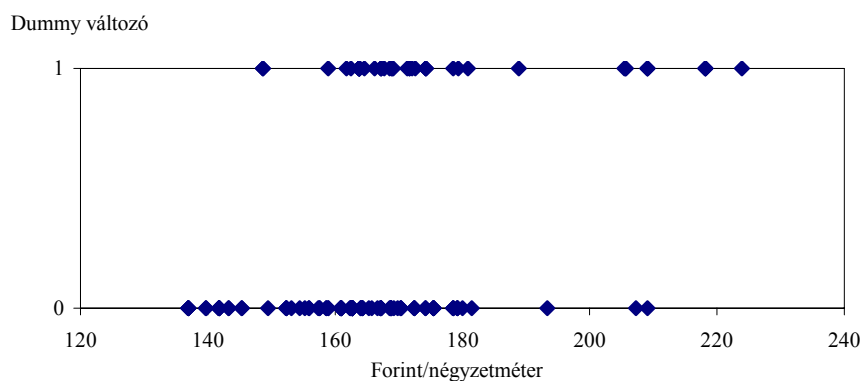
Ezek szerint van értelme a négyzetméterre számított fajlagos ár használatának. A négyzetméterár viszont csökken a nagyság növekedésével, ami szintén nem meglepő.

9. ábra. A négyzetméterre jutó ár és az alapterület kapcsolata (2003. augusztus)



A másik jellemző tekintetében sem ér meglepetés. Azt láthatjuk, hogy a némileg önkényesen meghatározott minőségi változónak van hatása az árra.

10. ábra. A minőség és az négyzetméterre jutó ár kapcsolata (2003. augusztus)

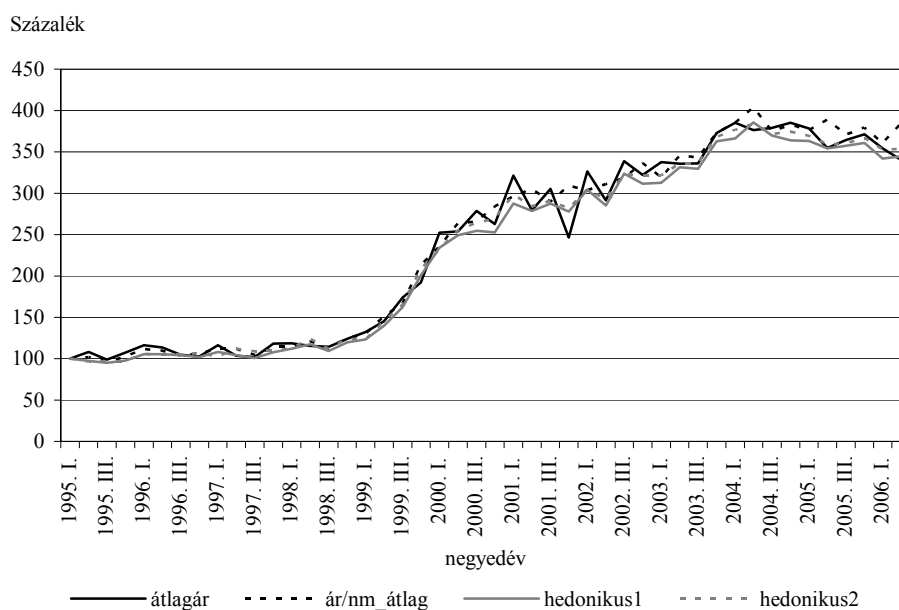


A rendelkezésre álló eredmények, valamint számos módszer alapján elkészítettem a káposztásmegyeri ingatlanárindexet.⁵ Az indexek közül négy látható a 11. ábrán.

⁵ Az összes index letölthető a www.uni-corvinus.hu/makro oldalról.

Az ingatlanok átlagárát, az egy négyzetméterre jutó árak átlagát, valamint a legjobban illeszkedő sima és korlátozott hedonikus becsléssel készített indexeket mutatja be. A sima (hedonikus1) és a korlátozott hedonikus (hedonikus2) becsléssel készült indexben is 3 magyarázóváltozót szerepeltettem: 1. alapterület, 2. alapterület², 3. minőség.

11. ábra. Négyféle módszer alapján készített ingatlanárindex



Láthatjuk, hogy az indexek rövid távú ingadozásában jelentős eltérés van, de a várakozásoknak megfelelően a hosszú távú változásokat hasonlóan mutatják. Erről tanúskodik az indexek negyedéves, illetve éves változásának korrelációs mátrixa is. (Lásd a 3. és 4. táblázatot)

3. táblázat

A négyféle index negyedéves változásának korrelációja

Negyedéves korreláció	Átlagár	Ár/négyzetméter	Hedonikus1	Hedonikus2
Átlagár	1	0,28	0,75	0,51
Ár/négyzetméter átlag		1	0,71	0,71
Hedonikus 1			1	0,87
Hedonikus 2				1

4. táblázat

A négyféle index éves változásának korrelációja

Éves korreláció	Átlagár	Ár/négyzetméter	Hedonikus1	Hedonikus2
Átlagár	1	0,994	0,988	0,986
Ár/négyzetméter átlag		1	0,990	0,988
Hedonikus 1			1	0,991
Hedonikus 2				1

Tehát a különböző módszertannal készített indexek még ezen a nagyon homogén adatbázison is különböző ingadozást mutattak rövid távon, míg a hosszú távú árváltozást hasonlóképpen jelent meg.

*

Ebben az írásban az ingatlanárindexek számításának technikáit tekintetem át. A különböző módszertanok vizsgálata során arra jutottam, hogy nincs egyedül üdvöztető eljárás. Egy ingatlanpiaci árindex megalkotásához a lehető legrészletesebb adatgyűjtés szükséges, és a felhasználók, a célközönség igényeinek megfelelően akár több típusú index készítése a legjobb megoldás.

Irodalom

- BAILEY, M. J. – MUTH, R. F. – NOURSE, H. O. [1963]: A regression method for real estate price index construction. *Journal of American Statistical Association*. 58. évf. 12. sz. 933–942. old.
- BOURASSA, S. C. – HOESLI, M. – SUN, J. [2006]: A simple alternative house price index method. *Journal of Housing Economics*. 15. évf. 1. sz. 80–97. old.
- BOVER, O. – VELILLA, P. [2002]: Hedonic house prices without characteristics: The case of new multiunit housing. *European Central Bank Working Paper*. 117. sz.
- CASE, B. – POLLAKOWSKI, H. O. – WACHTER, S. M. [1991]: On choosing among house price index methodologies. *Real Estate Economics*. 19. évf. 3. sz. 333–352. old.
- CASE, B. – POLLAKOWSKI, H. O. – WACHTER, S. M. [1997]: Frequency of transaction and house price modeling. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 14. évf. 2. sz. 173–187. old.
- CASE, B. – QUIGLEY, J. M. [1991]: The dynamics of real estate prices. *The Review of Economics and Statistics*. 73. évf. 1. sz. 50–58. old.
- CASE, K. E. – SHILLER, R. [1987]: Prices of single-family homes since 1970: New indexes for four cities. *New England Economic Review*. 79. évf. 9–10. sz. 45–56. old.
- CHO, M. [1996]: House price dynamics: A survey of theoretical and empirical methods. *Journal of Housing Research*. 7. évf. 2. sz. 145–172. old.
- CONNIFFE, D. – DUFFY, D. [1999]: Irish house price indices – Methodological issues. *The Economic and Social Review*. 30. évf. 4. sz. 403–423. old.

- DREIMAN, M. H. – PENNINGTON-CROSS, A. [2002]: *Alternative methods of increasing the precision of weighted repeat sales house prices indices*. OFHEO Working Papers. 02–2. sz.
- ENGLUND, P. – QUIGLEY, J. M. – REDFEARN, CH. L. [1999]: The choice of methodology for computing housing price indexes: Comparisons of temporal aggregation and sample definition. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 19. évf. 2. sz. 91–112. old.
- FEENSTRA, R. C. [1995]: Exact hedonic price indexes. *The Review of Economics and Statistics*. 4. sz. 634–653. old.
- GOETZMANN, W. [1992]: The accuracy of real estate indexes: Repeat sales estimators. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 5. évf. 1.sz. 5–53. old.
- GOETZMANN, W. – PENG, L. [2001]: *The bias of the RSR estimator and the accuracy of some alternatives*. Yale School of Management Working Papers. ICF- 00-27. sz.
- HILL, R. C. – KNIGHT, J. R. – SIRMANS, C. F. [1997]: Estimating capital asset price indexes. *The Review of Economics and Statistics*. 79. évf. 2. sz. 226–233. old.
- KAIN, J. F. – QUIGLEY, J.M. [1970]: Measuring the value of housing quality. *Journal of the American Statistical Association*. 65. évf. 330. sz. 532–548. old.
- MARK, J. H. – GOLDBERG, M. A. [1984]: Alternative housing price indices: An evaluation. *AREUEA Journal*. 12. évf. 1. sz. 30–49. old.
- MEESE, R. A. – WALLACE, N. E. [1997]: The construction of residential housing price indices: A comparison of repeat-sales, hedonic-regression and hybrid approaches. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 14. évf. 1–3. sz. 51–73. old.
- PALMQUIST, R. B. [1979]: Hedonic price and depreciation indexes for residential housing: A comment. *Journal of Urban Economics*. 6. évf. 2. sz. 267–271. old.
- PALMQUIST, R. B. [1980]: Alternative techniques for developing real estate price indexes. *Review of Economics and Statistics*. 62. évf. 8. sz. 442–448. old.
- QUIGLEY, J. M. [1995]: A simple hybrid model for estimating real estate price indexes. *Journal of Housing Economics*. 4. évf. 12. sz. 1–12. old.
- SCHWARZ, G. [1978]: Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*. 6. évf. 2. sz. 461–464. old.
- SHILLER, R. [1991]: Arithmetic repeat sales price estimators. *Journal of Housing Economics*. 1. évf. 1. sz. 110–126. old.
- VITA L. [2000]: A hedonikus árindexről. In: Hunyadi László (szerk.): *Fél évszázad a statisztika szolgálatában*. KSH. Budapest.
- WEBB, C. [1981]: *The expected accuracy of a real estate price index*. Working paper. Department of Mathematics. Chicago State University. Munkaanyag.
- WOLVERTON, M. – SENTEZA, J. [2000]: Hedonic estimates of regional constant quality house prices. *Journal of Real Estate Economics*. 19. évf. 3. sz. 235–253. old.

Summary

This article surveys the methodology of creating a house-price index. Simple statistics, repeated sales, hedonic price, hybrid indexes and sales appraisal ratios are studied. The methods are presented with British and U.S. examples. To foster the development of Hungarian house-price in-

dices, detailed comparison of the various indices is given. It seems that there is not much digression in the long run trends of different indices, however the difference is significant in the short run. This general statement is demonstrated on a Hungarian database collected from advertisements. To sum up, to develop house price indices one must collect a careful and detailed database in the first place. More than one indices, based on different methodologies, are to be constructed and published.