

1 Hedonic Regressions and Price Indices - Application to the Personal Computers' Price Index in Croatia

Valerija Botrić*

Abstract

Different quality adjustment methods have been used in the consumer price index compilation process in market economies. During the last few years the application of hedonic regression method has increased remarkably. This paper shortly describes the method, overviews its use for statistical and other purposes, and discusses the possibility of its implementation in the price index compilation in Croatia. Personal computers were chosen for the empirical exercise. The first reason is that their share in the household consumption is increasing, and the second reason is that literature suggests that hedonic regression method should be initially applied to the personal computers' subindex.

Key words: hedonic regressions, consumer price indices, quality change.

JEL classification: C43, E31

* Valerija Botrić, Assistant, Institute of Economics, Zagreb.

1. Hedonističke regresije i indeksi cijena - primjena na kretanje cijena osobnih računala u Hrvatskoj

Valerija Botrić*

Sažetak

Prilikom izračunavanja indeksa potrošačkih cijena primjenjuju se različite metode prilagodbe za razliku u kvaliteti. U posljednje vrijeme naročito se proširila primjena metode hedonističke regresije. Ovaj rad sadrži kratki prikaz metode, pregled njezine upotrebe, te pokazuje na koji način bi se metoda mogla primijeniti u statističkom praćenju kretanja cijena u Hrvatskoj. Za prikaz primjene metode odabrana su osobna računala. Prvi razlog je taj što njihov udio u strukturi potrošnje hrvatskih kućanstava raste, a drugi što se ta metoda u svijetu upravo najčešće primjenjuje kod osobnih računala.

Ključne riječi: hedonističke regresije, indeksi potrošačkih cijena, promjena kvalitete.
JEL klasifikacija: C43, E31

* Valerija Botrić, asistent, Ekonomski institut, Zagreb.

Zabavljam dr. sc. Dinku Dubravčiću, dr. sc. Andrei Mervar, dr. sc. Sandri Švaljek, kao i anonimnom recenzentu na korisnim primjedbama. Autor ostaje odgovoran za sve preostale propuste i pogreške.

1. Hedonističke regresije - pojam i primjena

Pojednostavljeno govoreći, hedonističke regresije¹ su regresijske jednadžbe u kojima je zavisna varijabla cijena nekog proizvoda (dobra ili usluge), a nezavisne varijable su različite karakteristike tog proizvoda. Hedonističke regresijske jednadžbe su reducirani oblik ekonomskog modela, kojim se nastoji objasniti utjecaj razlika u ukusima potrošača, različitih tehnologija, pa čak i strateškog ponašanja poduzeća na diferenciranim tržištima proizvoda, na cijenu koja se na tržištu ostvaruje². Osnovni koncept na temelju kojeg se primjenjuju hedonističke regresije je pretpostavka da potrošači, prilikom donošenja odluka o kupovini nekog proizvoda, uspoređuju i vrednuju karakteristike sličnih proizvoda. Hedonističke regresije u svojoj osnovi predstavljaju analitičku metodu kojom se nastoji utvrditi koliko poboljšanje neke karakteristike objašnjava razliku u cijeni između dva slična proizvoda. Na taj način je moguće utvrditi koji dio razlike u cijeni može biti pojašnjen razlikom u kvaliteti, a koji je dio uvjetovan drugim faktorima. Zbog te karakteristike metoda se koristi u brojnim statističkim uredima u svijetu, kako bi se prilikom izračunavanja inflacije, doista pratila čista promjena cijene.

Međutim, primjena ove metode je značajno šira od izdvajanja utjecaja promjene kvalitete u svrhu statističkog praćenja kretanja cijena. U literaturi, hedonističke regresije često se primjenjuju u empirijskim radovima ocjene razlika u kvaliteti stanovanja, za ocjenu koristi od zaštite prirode ili pak za ocjenu kvalitete vina. Osnovni motiv za izradu ovog rada je činjenica da se u ovom trenutku metoda ne primjenjuje u Hrvatskoj u statističke svrhe. Stoga je osnovna namjera ovog rada, osim pregleda teoretske i empirijske literature³, prikazati kakav bi utjecaj eventualna buduća primjena ove metode mogla imati na statističko mjerenje inflacije u Hrvatskoj.

¹ *Engleski izraz je hedonic regressions. Kako je njihova primjena u Hrvatskoj relativno rijetka, odgovarajući se pojam nije do sada uvriježio u praksi. Međutim, u prijevodima stručne literature, kao što je na primjer Turvey i dr. (1998), koristi se izraz hedonističke regresije, te će se stoga taj izraz koristiti i u nastavku.*

² *Schultze i Mackie (2002, str. 149).*

³ *Za detaljniji pregled na koji način statistički uredi Finske, Francuske, Kanade i SAD-a primjenjuju metodu hedonističkih regresija za procjenu razlika u kvaliteti osobnih računala, ali i drugih proizvoda kao što je najamnina, automobili, strojevi za pranje posuda i drugi proizvodi, vidjeti u Čizmić (2003).*

Struktura rada je sljedeća. U drugom poglavlju navode se mikroekonomske postavke na kojima se temelji primjena hedonističkih regresija. Treće poglavlje sadrži kratku povijest primjene metode, kao i pregled najvažnijih pitanja i problema koji su se tijekom primjene javljali, s posebnim naglaskom na primjenu metode u statističke svrhe. Četvrto poglavlje sadrži empirijsku primjenu metode na primjeru hrvatskog tržišta osobnih računala, kao i interpretaciju rezultata. Posljednje poglavlje je posvećeno zaključnim razmatranjima.

2. Utemeljenost primjene hedonističkih regresija u ekonomskoj teoriji

Kao i kod svih ekonometrijskih modela koji se često primjenjuju u praksi, tako se i u slučaju primjene hedonističkih regresija ponekad zanemaruje njihova teoretska utemeljenost. Zbog razjašnjavanja nekih dvojbi u primjeni ili kod interpretacije empirijskih rezultata, od izuzetne je važnosti poznavanje teorije, pa započinjemo s kratkim pregledom literature iz ovog područja. Prema Hultenu (2003), postoje dva osnovna teoretska modela koja opravdavaju primjenu hedonističkih regresija u praksi. To je model koji se temelji samo na potražnji i onaj koji uključuje i ponudu.

a) Model koji se temelji na potražnji

Ovaj model je vremenski ranije razvijen, a temelji se na mikroekonomskom konceptu korisnosti (utiliteta). Prema tom konceptu, potrošačeva spremnost da kupi neki proizvod, odnosno da prihvati njegovu cijenu, ovisi o korisnosti koju očekuje od skupa karakteristika tog proizvoda. Pojam hedonističkih regresija povezan je sa korisnošću koju potrošač uživa konzumiranjem dodatne karakteristike nekog proizvoda. Na temelju ocijenjenih regresijskih jednadžbi otkrivaju se preferencije potrošača za određenim skupom korisnih karakteristika nekog proizvoda. Diewert (2003) je pokazao da je moguće konstruirati skup uvjeta pod kojima se hedonistička jednadžba može temeljiti na funkciji korisnosti. Taj skup uvjeta je vrlo ograničavajući, a sastoji se u sljedećem:

- potrošači imaju zajedničku funkciju korisnosti za proizvode za koje se ocjenjuje hedonistička funkcija, pri čemu funkcija korisnosti ovisi o karakteristikama proizvoda;
- ukupna korisnost potrošača jednaka je zbroju korisnosti proizvoda za koji se ocjenjuje hedonistička funkcija i korisnosti ostalih proizvoda;
- potrošač ne mora imati sustav preferencija za svaki pojedini model proizvoda koji postoji na tržištu, ali preferencije potrošača ovise o karakteristikama proizvoda;
- krivulje indiferencije imaju negativni nagib i derivabilne su u odnosu na skup karakteristika proizvoda iz hedonističke funkcije;
- potrošači mogu kupiti samo nenegativne cijele brojeve nekog proizvoda.

Ovaj pristup obuhvaća samo aspekt tržišne potražnje, dok u potpunosti zanemaruje stranu ponude. Konačna cijena proizvoda, dakle zavisna varijabla u regresiji, ovisi i o ponudi i potražnji na tržištu, tako da se jedna strana ne može izostaviti iz razmatranja.

b) Model koji se temelji na ponudi i potražnji

Rosen (1974) je razvio pristup koji obuhvaća sučeljavanje krivulje potražnje potrošača s heterogenim preferencijama prema proizvodima s različitim karakteristikama i odgovarajućim funkcijama ponude za svaki proizvod s različitim karakteristikama. Prema ovom pristupu, hedonistička funkcija može se smatrati ovojnicom koja povezuje različita ravnotežna stanja. Međutim, uvjeti ravnoteže u ovako definiranom modelu također su ograničavajući i vrijede samo u uvjetima savršene konkurencije. Kada se razmatraju ostali tržišni oblici, model se dodatno komplicira. Prema ovom bi modelu ocijenjeni koeficijenti poželjnih karakteristika proizvoda u hedonističkoj funkciji trebali biti pozitivni. Granična sklonost donošenja odluke o kupovini nekog proizvoda s određenom karakteristikom mora biti jednaka graničnom trošku proizvodnje te karakteristike. U praksi je često moguće da neka karakteristika ima negativni koeficijent. Noviji modeli⁴, temeljeni na istom konceptu koji uključuje i stranu ponude i stranu potražnje, nadograđuju Rosenov model na način da cijena karakteristike nekog

⁴ Vidjeti Pakes (2002).

proizvoda ovisi o граниčnom trošku i tržišnom položaju proizvođača, pri čemu tržišni položaj ovisi o elastičnosti potražnje za pojedinom karakteristikom proizvoda. Na taj način se nastoji pojasniti postojanje negativnih koeficijenata u hedonističkoj funkciji i napustiti uvjete savršene konkurencije.

Za statističko praćenje kretanja cijena, relevantno je što se događa sa hedonističkom funkcijom u slučaju promjene njezinih sastavnica - u slučaju promjene cijene proizvoda ili u slučaju promjene kvalitete proizvoda. U slučaju inflacije (općeg porasta razine cijena, pa tako i cijena promatranog proizvoda), troškovi proizvodnje jedne ili nekoliko karakteristika proizvoda rastu u odnosu na referentno razdoblje. To se odražava u pomaku hedonističke funkcije prema gore. Kako istovremeno nije došlo do promjene karakteristika tog proizvoda, preferencije potrošača nisu se promijenile, osim što će oni - u slučaju da nije došlo do istovremenog povećanja njihovih primanja - biti u mogućnosti kupiti manju količinu istog proizvoda.

U slučaju kada se promijeni kvaliteta jedne ili više karakteristika proizvoda koji se prati, promjena u hedonističkoj funkciji javlja se iz dva razloga. Prvi je promjena karakteristika postojećih proizvoda, a drugi je pojava novih proizvoda. U prvom slučaju, na tržištu se javljaju proizvodi s poboljšanim karakteristikama, čija proizvodnja u prethodnom razdoblju nije bila isplativa. U drugom slučaju, na tržištu se javljaju potpuno novi proizvodi, koji prethodno nisu postojali na tržištu. Takve promjene na tržištu posljedica su promjena i na strani ponude i na strani potražnje. Na strani ponude, radi se o uvođenju novih tehnoloških rješenja u proces proizvodnje. Na strani potražnje, promjene mogu biti posljedica demografskih promjena, promjena ukusa potrošača, porasta životnog standarda. Obje promjene mogu utjecati ili na pomak uzduž iste hedonističke funkcije ili pomak cijele hedonističke funkcije. Promjene karakteristika osobnih računala zbog brzog razvoja tehnologije pripadaju u kategoriju pomaka cijele hedonističke funkcije i to na niže.

3. Povijest primjene metode hedonističkih regresija - osnovni funkcionalni oblici i problemi

Prva primjena metoda hedonističkih regresija zabilježena je još 30-ih godina dvadesetog stoljeća⁵. Uvođenje pojma hedonističkih regresija pripisuje se Andrew T. Courtu, koji je 1939. godine u izdanju tvrtke General Motors Corporation *The Dynamics of Automobile Demand* napisao prilog pod nazivom "Hedonic Price Indexes with Automotive Examples".

Primjena metoda hedonističkih regresija u statističkom praćenju kretanja cijena, odnosno inflacije, uvedena je tek sredinom 80-ih i to najprije u SAD-u. Razlog za njihovu primjenu u te svrhe relativno je jednostavno pojasniti. Većina statističkih ureda prilikom izračunavanja indeksa potrošačkih cijena primjenjuje Laspeyresovu formulu - konstantne količine referentnog razdoblja uz promjenu cijena između tekućeg i referentnog razdoblja⁶. To statističke urede suočava sa sljedećim problemom - da bi se mogla primijeniti Laspeyresova formula nužno je da se uzorak proizvoda unutar razdoblja za koje se izračunava indeks ne mijenja. Drugim riječima, statistički uredi uspoređuju *isto sa istim*, kako bi osigurali da izračunati indeks odražava *čistu* promjenu cijena, a ne i neke druge faktore. Međutim, ubrzanim tehnološkim napretkom kod proizvoda koji su uključeni u potrošačku košaricu referentnog stanovništva, postalo je vrlo otežano pronalaziti slične proizvode - proizvode sličnih karakteristika - unutar razdoblja na koje se odnosi indeks. Stoga su statistički uredi hedonističke regresije počeli koristiti kako bi pokušali utvrditi koliko nove karakteristike proizvoda, koje ranije nisu bile dostupne potrošačima, utječu na razliku u cijeni. Primjena je u početku, naravno, bila tek eksperimentalna - 1995. godine su u SAD-u, koji prednjači u primjeni

⁵ Vidjeti, na primjer Pakko (2002) ili Triplett (2001).

⁶ Primjena pojmova koji su vezani uz izračunavanje indeksa potrošačkih cijena izaziva velike nesuglasice između različitih zemalja, metodologija i stručnjaka iz tog područja. Određeni napor u smjeru ujednačavanja pojmova koji se koriste u metodologijama različitih zemalja, barem na području indeksa potrošačkih cijena, učinila je Međunarodna organizacija rada (ILO). U okviru revizije priručnika za izračunavanje indeksa potrošačkih cijena nalazi se tako i prijedlog harmoniziranja pojmova. Detalji se mogu pronaći na <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/download/gloss.pdf>. Taj izvor predlaže da se uvede pojam referentnog razdoblja za indeks, referentnog razdoblja za ponderu i referentnog razdoblja za cijene umjesto prethodno korištenog pojma bazni indeks, bazno razdoblje za ponderu i bazno razdoblje za cijene. U ovom radu slijedit će se te preporuke.

metode, na tek 0,2 posto proizvoda iz uzorka za praćenje kretanja cijena bile su primijenjene hedonističke regresije⁷.

Najveći poticaj primjeni hedonističke regresije u izračunavanju indeksa potrošačkih cijena dao je Boskinov izvještaj⁸. Radi se o izvještaju koji je 1996. godine pod vodstvom M. Boskina izradila stručna skupina koju je imenovao Kongres SAD-a. Osnovni zadatak te stručne skupine bio je utvrditi pristranost u indeksu potrošačkih cijena koja proizlazi iz neodgovarajućeg tretiranja problema kvalitete proizvoda, prilikom zamjene dva proizvoda u uzorku. Stručna skupina je ocijenila da je prema dotadašnjem načinu izračunavanja indeks potrošačkih cijena na godišnjoj razini viši 0,55 postotna boda, nego što bi bio da se doista izračunava *čisti* indeks cijena. U istom izvještaju je ukupna procijenjena pristranost indeksa potrošačkih cijena bila procijenjena na 1,1 postotna boda. To ujedno znači da svi drugi utjecaji zajedno (kao što je formula za izračunavanje indeksa ili reprezentativnost košarice proizvoda) doprinose gotovo isto toliko pristranosti ukupnog indeksa, kao i problem razlike u kvaliteti. Pod utjecajem rezultata tih analiza metode procjene razlika u kvaliteti počele su se sve više upotrebljavati u postupku izračunavanja indeksa potrošačkih cijena. Tako Landefeld i Grimm⁹ navode da se za potrebe izračunavanja deflatora bruto domaćeg proizvoda SAD-a, za približno 18 postotaka finalne potrošnje koristi indeks prilagođen metodom hedonističke regresije. Taj podatak upućuje na relativno veliki utjecaj koji metoda ima u statističkom praćenju ekonomskih pokazatelja, ali i o naglom porastu primjene u relativno kratkom razdoblju. Iako ova metoda do danas nije primjenjivana u Hrvatskoj, može se očekivati da će s vremenom ova ili druge¹⁰ metode prilagodbe za razliku u kvaliteti biti korištene u okviru statističkog praćenja kretanja cijena. Stoga je nužno da korisnici podataka budu pravovremeno upoznati s osnovnim karakteristikama metode, kako bi u trenutku njezine primjene bili svjesni prednosti i nedostataka statističkih podataka koje

⁷ Vidjeti Hulten (2003).

⁸ Hulten (2003); engl. Boskin Report.

⁹ Preneseno iz Benkard i Bajari (2003).

¹⁰ Neke od ostalih metoda prilagodbe za razliku u kvaliteti koje se koriste pri izračunavanju indeksa potrošačkih cijena su: procjena troškova dodatnih opcija, metoda troškova proizvodnje, metoda povezivanja, metoda imputiranja srednje vrijednosti usporedivih proizvoda, metoda preklapanja.

koriste. U nastavku slijedi kratki prikaz osnovnih funkcionalnih oblika koji se koriste za ocjenjivanje hedonističkih regresijskih jednadžbi.

Kao što je već navedeno, zavisna varijabla u hedonističkim regresijama je cijena proizvoda, a na desnoj strani jednadžbe nalaze se karakteristike proizvoda. Osnovni funkcionalni oblici, koji se koriste u praksi su sljedeći¹¹:

a) Linearni model

Kod linearnog modela, zavisna varijabla je izražena kao linearna kombinacija nezavisnih varijabli, odnosno:

$$(1) \quad p = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

pri čemu je:

p... cijena proizvoda

x_i ... i-ta karakteristika proizvoda

$$\beta_i = \frac{\partial p}{\partial x_i} \quad \dots \text{hedonistička cijena karakteristike } x_i$$

Hedonistička cijena karakteristike proizvoda, odnosno koeficijent u ocijenjenoj linearnoj regresijskoj jednadžbi, u ovom modelu označava graničnu promjenu cijene proizvoda u slučaju unapređenja i-te karakteristike proizvoda. Diewert (2003) navodi da se ovaj funkcionalni oblik, iako često primjenjivan u praksi, ne bi trebao primjenjivati, jer ne proizlazi iz teoretskog modela na kojem bi se trebao temeljiti.

b) Eksponecijalni model

Kod ekspancijalnog modela, zavisna varijabla je izražena kao umnožak ekspancijalnih vrijednosti nezavisnih varijabli, odnosno izraženo pomoću jednadžbe:

¹¹ Podjela prema Brachinger (2003). Vidjeti u Diewert (2003) na koji način se iz pretpostavki modela može izvesti određeni funkcionalni oblik hedonističke funkcije.

$$(2) \quad p = \beta_0 \prod_{k=1}^K e^{\beta_k x_k}$$

Logaritmiranjem jednadžbe, ovaj model se može linearizirati, te se dobiva oblik pogodniji za ocjenjivanje:

$$(3) \quad \ln p = \ln \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

Prilikom primjene tog modela, kao i u svim slučajevima kada se ocjenjuje transformirana originalna jednadžba, potrebno je obratiti pažnju na interpretaciju rezultata. Hedonističke cijene u tom slučaju definirane su pomoću sljedećeg izraza:

$$(4) \quad \frac{\partial p}{\partial x_i} = \beta_i p$$

Stoga se u ovom slučaju, ocijenjeni koeficijent koji se nalazi uz pripadajuću karakteristiku proizvoda x_i interpretira kao stopa porasta cijena. Ovaj oblik hedonističke funkcije se u praksi često naziva polulogaritamskim, jer je zavisna varijabla u lineariziranom izrazu logaritmirana, a nezavisne nisu logaritmirane.

c) Dvostrukologaritamski model

Hedonistička funkcija je u ovom slučaju specificirana na način da je zavisna varijabla jednaka umnošku nezavisnih varijabli potenciranih pripadajućim koeficijentima, odnosno izraženo pomoću jednadžbe:

$$(5) \quad p = \beta_0 \prod_{k=1}^K x_k^{\beta_k}$$

Ovaj izraz se također može linearizirati logaritmiranjem, te se dobiva sljedeći oblik:

$$(6) \quad \ln p = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \dots + \beta_k \ln x_k$$

Hedonističke cijene karakteristika proizvoda u ovom modelu dobivene su pomoću sljedećeg izraza:

$$(7) \quad \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{\beta_i}{x_i} p$$

Ocijenjeni koeficijenti uz nezavisne varijable mogu se interpretirati kao parcijalne elastičnosti. Drugim riječima, taj koeficijent pokazuje za koliko postotaka će se povećati cijena proizvoda promatrana u određenoj točki, ako se i-ta karakteristika proizvoda promijeni za 1 posto.

d) Logaritamski model

U ovom modelu hedonistička funkcija specificirana je na sljedeći način:

$$(8) \quad p = \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \dots + \beta_k \ln x_k$$

a hedonističke cijene karakteristike proizvoda dane su sljedećim izrazom:

$$(9) \quad \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{\beta_i}{x_i}$$

Najveći problem koji se javlja u primjeni hedonističkih regresija je utvrđivanje skupa karakteristika proizvoda koje utječu na cijenu proizvoda. Sukladno teoriji, potrebno bi bilo odabrati onaj skup karakteristika proizvoda koji utječu na odluku potrošača o kupnji proizvoda i odluku proizvođača o proizvodnji. Upitno je, međutim, u kojoj mjeri skup karakteristika može podjednako odražavati želje i proizvođača (ponuđača) i potrošača. Kod proizvoda kod kojih je razvoj tehnologije relativno brz, kao što su to osobna računala, potrošači vrlo često ne uzimaju u obzir sve razlike u tehnologiji između dva proizvoda, već svoju odluku o kupnji donose na temelju sasvim drugih karakteristika - na primjer, dizajn proizvoda¹². Ovakve karakteristike koje su teško opazive i u pravilu nisu uključene u regresijske jednadžbe, često mogu utjecati na pristranost ocijenjenih koeficijenata. Nadalje, kako svi potrošači nemaju jednake preferencije, a i kako se ukusi tijekom vremena mogu mijenjati, tako ocijenjeni koeficijenti mogu biti vrlo nestabilni, posebice tijekom dužeg razdoblja.

¹² Sličan primjer može se pronaći i kod proizvoda kod kojih razvoj tehnologije nije toliko brz, ali je vjerojatno ipak brži od prosjeka. Radi se o automobilima, kod kojih boja proizvoda može imati podjednaku važnost kao i neka druga tehnička karakteristika koja, na primjer, omogućava veću sigurnost u vožnji.

Bez obzira na odabrani oblik hedonističke funkcije, metoda se može primijeniti za potrebe imputiranja cijene ili za imputiranje indeksa. U slučaju imputiranja cijene, ocijenjeni koeficijenti se koriste kako bi se korigirala cijena proizvoda i to bilo u referentnom razdoblju za cijene ili u tekućem razdoblju za cijene. Korigirana cijena proizvoda je u tom slučaju usporediva u oba razdoblja za koja se izračunava indeks cijena. Alternativno, ocijenjeni koeficijenti iz hedonističke funkcije mogu se izravno koristiti kao procijenjeni podindeks za proizvod za koji se provodi metoda procjene razlike u kvaliteti. U osnovi, razlikuju se tri pristupa primjeni metode hedonističkih regresija:

3.1. Primjena za potrebe korigiranja prikupljenih podataka

Korigiranje prikupljenih podataka se koristi u slučajevima kada snimatelji cijena zamjenjuju proizvode iz uzorka koji se koristi za izračunavanje indeksa potrošačkih cijena sa sličnim, ali ne potpuno identičnim proizvodom. Ocijenjeni koeficijenti regresijske jednadžbe se tada koriste kako bi se korigirala cijena proizvoda, te kako bi se dva proizvoda "svela na zajednički nazivnik", odnosno učinila usporedivim.

Ovom metodom se indeks ne izračunava izravno, već se imputira cijena proizvoda prilagođena za ocijenjenu razliku u kvaliteti. Koeficijenti iz regresijske jednadžbe služe da se ocijeni koliko su potrošači spremni platiti razliku u kvaliteti, koja je vjerojatno posljedica neke karakteristike proizvoda. Prilagodba cijene proizvoda radi izračunavanja cijene usporedivog proizvoda, provodi se na način da se od snimljene cijene proizvoda na tržištu oduzme ocijenjena vrijednost koja proizlazi iz činjenice što taj proizvod sada raspoložuje dodatnom karakteristikom¹³. Izračunavanje indeksa slijedi naknadno, uobičajenim postupkom na temelju skupa korigiranih cijena i originalno snimljenih cijena za koje nije potrebno provesti prilagodbu za razliku u kvaliteti.

¹³ U slučaju kada statistički ured korigira cijene referentnog razdoblja, tada se cijeni referentnog razdoblja dodaje ocijenjena vrijednost karakteristike.

Metoda sa stajališta statističkog ureda ima prednost, jer podatke za ocjenu regresijske jednadžbe nije potrebno kontinuirano prikupljati, odnosno nije potrebno koristiti podatke tekućeg mjeseca, već je moguće koristiti i podatke prikupljene tijekom prethodnog mjeseca. Nadalje, jednom ocijenjeni koeficijenti mogu se koristiti tijekom nekoliko narednih mjeseci¹⁴. Međutim, iz te činjenice proizlaze i osnovne zamjerke ovoj metodi. Naime, ukoliko se podaci ne odnose na novije razdoblje, tada nije moguće tvrditi da ocijenjeni koeficijenti doista odražavaju spremnost potrošača da plate određenu dodatnu jedinicu neke karakteristike proizvoda u tekućem razdoblju u odnosu na referentno razdoblje za cijene. Upravo iz tog razloga, preporučuje se primjena neke od metoda koja će nametati korištenje ažurnih podataka.

3.2. Hedonističke regresije uz korištenje binarne varijable

Binarne varijable se u hedonističkim regresijama prvenstveno primjenjuju da bi označile vremensko razdoblje, iako je moguće i da označavaju postojanje neke karakteristike proizvoda. Konkretno, u slučaju kada se pri ocjeni jednadžbe koriste podaci za više vremenskih razdoblja, moguće je svakom vremenskom razdoblju pridružiti binarnu varijablu. Iz ocijenjenog koeficijenta uz binarnu varijablu izravno se zatim izvodi indeks promjene cijena odabranog proizvoda. Ako je odabran polulogaritamski ili dvostrukologaritamski funkcionalni oblik, indeks se prema Triplettu (2001) tada izračunava kao odnos geometrijskih sredina cijena u dva razdoblja. S obzirom da statistički uredi u posljednje vrijeme uvode geometrijsku sredinu za izračunavanje prosječnih vrijednosti cijena proizvoda na nižim razinama agregacije, smatra se da je ovaj pristup značajno usklađen s ostalim metodološkim segmentima izračunavanja indeksa potrošačkih cijena.

Prednosti primjene ove metode uglavnom su istovjetne nedostacima prethodne, i obrnuto. Dodatna prednost je što nije potrebno uparivati podatke prije primjene regresijske jednadžbe, odnosno regresiju je moguće provesti na cijelom skupu podataka, a ne samo na onom koji se koristi za izračunavanje indeksa. S time se

¹⁴ Triplett (2001) smatra da je nužno barem 3 puta godišnje iznova ocjenjivati jednadžbu s novijim podacima, kako bi korekcija bila vjerodostojnija.

može postići da dodatne informacije iz šireg skupa podataka pozitivno utječu na kvalitetu ukupnog dobivenog indeksa. S druge strane, ako se u jednadžbi istovremeno ocjenjuju podaci iz više vremenskih razdoblja, tada dodavanje podataka za novo vremensko razdoblje mijenja ocijenjene koeficijente u prethodnim razdobljima, što bi zahtijevalo reviziju prethodno objavljenog indeksa cijena. Iz tog razloga neki statistički uredi izbjegavaju primjenu ove metode¹⁵.

3.3. Primjena hedonističkih regresija za izračunavanje superlativnih¹⁶ indeksa

Ovaj pristup je u najvećoj mjeri utemeljen na ekonomskoj teoriji i teoriji indeksnih brojeva, a pomoću njega se pokušava konstruirati superlativni indeks¹⁷. Napomenimo samo da, s obzirom da sam indeks cijena koji se uobičajeno izračunava pomoću Laspeyresove formule ne odgovara idealnom¹⁸ indeksu cijena, nije nužno da primjena metode korekcija za razlike u kvaliteti dovodi do idealnih teoretskih rješenja. Osnovni nedostatak primjene metode hedonističke regresije pri pokušajima konstruiranja superlativnih indeksa su ograničenja koja proizlaze iz nužnosti raspolaganja podacima o vrijednosnim ponderima svakog proizvoda. Vrijednosni ponderi u slučaju indeksa potrošačkih cijena bili bi podaci o vrijednosti kupovine svakog proizvoda - vrijednost je umnožak količine i cijene - referentnog stanovništva. Iako neki autori¹⁹ razrađuju uvjete u kojima primjena količinskih pondera može zamijeniti vrijednosne pondere, u praksi se metoda može primijeniti jedino u slučaju raspolaganja sa tzv. scanner²⁰ podacima.

¹⁵ Vidjeti Ball i Allen (2003).

¹⁶ *Engleski pojam je superlative indexes. Superlativni indeksi su oni koji prema teoriji indeksnih brojeva zadovoljavaju sva svojstva. Više o poželjnim svojstvima indeksa cijena vidjeti u Dievert (1999).*

¹⁷ *Više o samom problemu povezivanja hedonističkih regresija i izvođenja idealnih indeksa cijena vidjeti u Dievert (2003).*

¹⁸ *Pri čemu se idealni indeks cijena definira kao onaj sa svim poželjnim svojstvima navedenim u okviru teorije indeksnih brojeva.*

¹⁹ Vidjeti, na primjer Okamoto (2003).

²⁰ *Scanner podaci su podaci prikupljeni izravno od prodajnih mjesta, a sadrže osim naziva proizvoda, njegovih karakteristika i cijene, broj ili vrijednost ostvarenih transakcija na tom prodajnom mjestu.*

Primjerenost scanner podataka se još uvijek istražuje, a kontinuirano prikupljanje takvih velikih baza podataka teško je osigurati u praksi.

3.4. Problemi primjene metode hedonističkih regresija u statističke svrhe

Iako je razvidno da metoda usporedbe proizvoda iste kvalitete tijekom različitih vremenskih razdoblja koju primjenjuju statistički uredi ne može u potpunosti omogućiti praćenja čiste promjene cijena, potrebno je naglasiti da statistički uredi razvijaju i druge metode procjena razlika u kvaliteti. Osnovna zamjerka brzom širenju primjene metode hedonističke regresije u statističke svrhe je njezino neprekidno nekritičko korištenje, posebno kod većeg broja proizvoda. Naime, pronalaženje karakteristika proizvoda koje utječu na cijenu proizvoda mukotrpan je posao. Prikupljanje odgovarajućih podataka također može dodatno iscrpiti statistički ured. Taj skup karakteristika ne mora biti stalan tijekom vremena, a ako se neke od važnih karakteristika ne uključe u regresijsku jednadžbu ocijenjeni koeficijenti mogu biti pristrani. Sveukupno, odnos troškova i koristi ne sugerira uvijek uvođenje metoda hedonističkih regresija u statističko praćenje kretanja cijena.

Drugi razlog koji posebno naglašava Hulten (2003) je stara uzrečica "dobar porez je stari porez", koja primijenjena na statističke podatke glasi "dobar podatak je podatak prema uvriježenoj metodologiji". Nepovjerenje prema statističkim podacima, bez obzira na stupanj razvoja gospodarskog ili statističkog sustava, prisutno je u svim zemljama. U tranzicijskim zemljama to nepovjerenje je dodatno izraženo zbog činjenice da se velik broj statističkih pokazatelja u kratkom roku mijenja, što korisnicima onemogućava usporedbu osnovnih statističkih pokazatelja tijekom dužeg vremenskog razdoblja - za predtranzicijsko i tranzicijsko razdoblje. Uvođenje prethodno nekorištenih metoda može izazvati dodatnu sumnju u vjerodostojnost statističkih podataka od strane korisnika. Međutim, kao što navodi von der Lippe (2001), statistički uredi u socijalističkim zemljama također su primjenjivali svojevrsnu prilagodbu za promjenu kvalitete proizvoda. Osnovna razlika sastojala se u tome što je ta prilagodba bila prvenstveno usmjerena na konačni rezultat, odnosno ukupni indeks. "Metoda" se,

uglavnom, sastojala u odabiru onih proizvoda u uzorak, čija kvaliteta se najvjerojatnije tijekom dužeg razdoblja neće mijenjati, a kada bi se unatoč tome ukazala potreba za zamjenom proizvoda, primjenjivala se ona taktika koja je u konačnici rezultirala nižom stopom inflacije. Uvođenje novih metoda, kao što je metoda hedonističke regresije, kojom se mijenjaju podaci prikupljeni na terenu, korisnici mogu doživjeti kao povratak u razdoblje manipuliranja statističkim podacima.

U nastavku će se na podacima o cijenama osobnih računala prikupljenim u Hrvatskoj ilustrirati mogućnost primjene metode hedonističke regresije. Pri tome će se prikazati metoda koja se temelji na korigiranju prikupljenih podataka i metoda koja se temelji na primjeni binarnih varijabli.

4. Mogućnosti primjene u Hrvatskoj - malo istraživanje tržišta osobnih računala

U statističkim uredima se metode hedonističke regresije najčešće primjenjuju za korekcije razlika u kvaliteti kod onih proizvoda kod kojih je napredak tehnologije najbrži. U trenutku pisanja ovog rada, praćenje cijena računala nije bilo obuhvaćeno u indeksu cijena na malo niti u indeksu troškova života koje prati Državni zavod za statistiku. Istovremeno, prema istraživanju GfK centra za istraživanje tržišta²¹, podaci za veljaču 2002. godine su pokazivali da 29 posto kućanstava posjeduje osobno računalo, pri čemu je taj postotak u kontinuiranom porastu. Stoga je logično očekivati da će se i u statističkom praćenju kretanja cijena s vremenom početi pratiti cijene osobnih računala, a time i pojaviti prostor za primjenu hedonističkih regresija. Schultze i Mackie (2002, str. 129) predlažu statističkim uredima da primjenu hedonističkih regresija za procjenu razlika u kvaliteti počnu provoditi upravo na osobnim računalima, a tek postupno prošire primjenu i na druge proizvode, ukoliko se metoda pokaže uspješnom.

²¹ Podaci se nalaze na internet stranici www.gfk.hr/press/brnet.htm.

Podaci o kretanju cijena računala na hrvatskom tržištu za potrebe ovog rada prikupljeni su praćenjem internet stranica poduzeća koja se bave prodajom računala. Praćeni su podaci o kretanju cijena samo za stolna (desktop) računala, dok prijenosna računala nisu uzimana u obzir. Poduzeća su odabrana nasumce, pri čemu je osnovni kriterij bio da se na njihovim internet stranicama nalazi dostupan cjenik proizvoda, te da se taj cjenik redovito tijekom promatranog vremena ažurira. U uzorku se nalaze sljedeće tvrtke: Analogbit, Formel, Hgspot, InfoGama, Infocor, Infoplus (PC Lab), King računala, IBB Computer Shop i Ve-mil. Cijene su prvi puta prikupljene 19. studenog 2002. godine, a zatim u prosincu 2003. godine. Za konkretan datum snimanja odabrano je razdoblje između 14. i 19. u mjesecu, pri čemu je snimanje obavljano tijekom radnog dana u tjednu. Tim se postupkom nastojalo imitirati snimanje cijena u statističkom uredu. Kako bi se ilustrirao problem s kojim se suočavaju statistički uredi, iz ukupnog uzorka prikupljenih podataka u studenom 2002. godine analizirani su cjenici poduzeća i odabrano je 57 stolnih računala za koje su bili dostupni podaci o cijeni i različitim karakteristikama. Isti postupak je proveden ponovno za podatke u 2003. godini. U prosincu 2003. godine ista poduzeća su u dostupnim cjenicima imala 54 računala.

Osnovna metoda kojom se koristi statistički ured prilikom izračunavanja indeksa cijena je praćenje cijene odabranog proizvoda na tržištu. Stoga je, iz ovako konstruiranog uzorka, analizirano u kojoj mjeri se proizvodi koji su postojali na tržištu u studenom 2002. godine i dalje nalaze na tržištu krajem 2003. godine. Uparivanje je provedeno samo prema osnovnim karakteristikama računala - brzini procesora i veličini memorije. Ako su u konfiguraciji postojale razlike u sastavnicama s većim izdacima - na primjer, u konfiguraciji u jednom razdoblju nalazio monitor, a u drugom ne - tada je usporedba svedena na usporedivu konfiguraciju na način da se pomoću cjenika komponenti oduzme cijena onog dijela konfiguracije koji je bio "višak" u nekom razdoblju. Međutim, ako su razlike na stavkama kod kojih su izdaci manji, tada nije provedeno svođenje na zajedničke karakteristike. Od ukupnog broja računala u uzorku, samo 10 računala prema svojim osnovnim karakteristikama može se smatrati usporedivim u oba promatrana razdoblja. Na temelju ovog se može zaključiti da bi statistički ured u razdoblju od godine dana morao zamijeniti 83 posto originalnog uzorka. Rezultati su prikazani u Tablici 1.

Tablica 1. USPOREDBA NEKIH KARAKTERISTIKA OSOBNIH RAČUNALA NA HRVATSKOM TRŽIŠTU U RAZDOBLJU STUDENI 2002. - PROSINAC 2003.		
	studen 2002.	prosinac 2003.
Prosječna cijena, HRK	7885,62	4327,72
Prosječna veličina memorije, MB	206,60	263,11
Prosječna brzina procesora, Ghz	1,64	2,15
Prosječna veličina hard diska, GB	32,97	60,19
Prosječna veličina monitora, inch	16,22	17,00
Udio računala s CDROM, %	70,18	27,78
Udio računala s DVD, %	22,81	37,04
Udio računala s CDRW, %	10,53	55,56
Broj opažanja	57	54

Izvor: izračun autora.

Na temelju usporedbe računala iz uzorka može se primijetiti značajan pad prosječnih cijena osobnih računala. Istovremeno, kod svih osnovnih karakteristika računala zabilježeno je značajno poboljšanje karakteristika. Ovakva kretanja su karakteristična za tržišta osobnih računala u svim zemljama.

U okviru statističkog praćenja cijena, najčešće se provodi tehnika svođenja na zajedničke karakteristike, koja od snimatelja cijena zahtijeva da na tržištu pronalazi usporedivi proizvod, odnosno proizvod koji tijekom dva uzastopna razdoblja ima iste karakteristike. Primjena ove metode bi u slučaju računala u vrlo kratkom razdoblju dovela do toga da snimatelj cijena prati proizvod koji se više uopće ne prodaje na tržištu ili se prodaje, ali nije reprezentativan. Drugim riječima, statistika može pratiti proizvod koji će relativno mali broj potrošača doista i kupiti. Taj problem reprezentativnosti proizvoda je posebno izražen kod proizvoda kod kojih je promjena tehnologije česta. Kako proizvođači istovremeno na tržištu međusobno konkuriraju ne samo kvalitetom (novom tehnologijom), nego i cijenom, tako su noviji modeli proizvoda često jeftiniji ili iste cijene kao i postojeći proizvodi, ali uz poboljšane karakteristike. Time postojeći proizvodi postaju sve više nekonkurentni, te čak i ako se i dalje nalaze na tržištu, njihov tržišni udjel postaje zanemariv. Kod proizvoda kod kojih postoji brži napredak tehnologije, nekonkurentnim proizvodima najčešće neće padati cijena, već će se

povući sa tržišta. Međutim, to znači da će u okviru indeksa cijena koji prati statistički ured, biti zabilježeno stagniranje cijena, iako u stvarnosti padaju prosječne cijene tih proizvoda, prilagođene za promjenu kvalitete.

Odabrani skup karakteristika računala prikazan u Tablici 1 koji se koristi za usporedbu sličnosti računala je uobičajen u literaturi. Na temelju do sada provedenih istraživanja za druge zemlje (ili skupine zemalja), upravo su te karakteristike računala bile najznačajnije za pojašnjenje kretanja cijena. Tako, na primjer, Benkard i Bajari (2003) u svojoj studiji koriste ukupno 26 karakteristika računala, od kojih su neke: binarna varijabla za operativni sustav, CPU oznaka, kapacitet RAM-a, kapacitet hard diska, SCSI, CDROM, DVD, modem, brzina modema, binarna varijabla za monitor, veličina monitora, zip drive i slično. Ball i Allen (2003) analiziraju posebno tržište prijenosnih, a posebno stolnih računala. Za stolna računala koriste sljedeći skup karakteristika: vrsta procesora i brzina, veličina i tip memorije, hard disk, veličina monitora, DVD, CD-RW, DVD-RW, Combo, vrsta grafičke kartice, vrsta zvučne kartice, operativni sustav i ostalo (printer, scanner, digitalna kamera i slično). Karakteristike koje se koriste za prijenosna računala ne odstupaju značajno od navedenih.

U nastavku slijedi opis primjene metode hedonističkih regresija na opisani skup podataka. Analizirana je mogućnost primjene dviju metoda - prva se temelji samo na podacima iz jednog mjeseca, a druga na podacima iz dva razdoblja. Najprije će se objasniti primjena metode koja se temelji na podacima iz jednog razdoblja.

A) Regresijska jednadžba ocijenjena na temelju podataka iz jednog vremenskog razdoblja

Usporedbe radi, regresijska jednadžba ocijenjena je za oba razdoblja koja su navedena u Tablici 1. Ocijenjeni su svi funkcionalni oblici, a rezultati ocjene nalaze se u Tablici 2.

Tablica 2. OCIJENJENE REGRESIJSKE JEDNADŽBE OLS METODOM ZA JEDNO RAZDOBLJE

Razdoblje	Model	Zavisna varijabla	Nezavisne varijable						R ²	Veličina uzorka
			RAM	HDD	Brzina	Monitor	Konstanta			
11.2002.	Linearni	cijena	8,15 (0,96)	126,73** (2,17)	3398,41 (1,39)	-1550,50 (-1,63)	21920,78 (1,68)	0,33	46	
			13,28* (1,97)	88,40* (1,96)	1275,86 (0,82)	-	-76,28 (-0,03)	0,31	56	
			14,58** (2,05)	95,47** (2,06)	-	-	1726,29 (1,26)	0,29	57	
	Eksponen- cijalni	ln(cijena)	0,00 (1,15)	0,01** (2,67)	0,40 (1,61)	-0,13 (-1,36)	9,58*** (7,17)	0,43	46	
			-	0,02*** (5,09)	0,43* (1,73)	-0,15 (-1,57)	9,88*** (7,52)	0,43	46	
			-	0,02*** (4,84)	0,25 (1,54)	-	7,75*** (29,43)	0,38	56	
	Dvostruko- logaritamski	ln(cijena)	0,17 (0,66)	0,71** (2,70)	0,48 (1,32)	-1,83 (-1,21)	10,39 (2,38)	0,48	46	
			0,22 (1,03)	0,59*** (2,75)	0,27 (1,09)	-	5,51*** (7,89)	0,42	56	
			-	0,76*** (5,58)	0,28 (1,15)	-	6,07*** (13,95)	0,43	56	
	Logaritamski	cijena	1254,86 (0,48)	5996,60** (2,30)	4146,23 (1,15)	-22894,61 (-1,53)	43291,06 (1,01)	0,39	46	
			-	7048,91*** (4,96)	4394,64 (1,24)	-24314,93 (-1,67)	50088,61 (1,24)	0,40	46	
			-	6171,22*** (4,70)	1224,86 (0,52)	-	-13761,16*** (-3,26)	0,32	56	

Tablica 2. NASTAVAK

Razdoblje	Model	Zavisna varijabla	Nezavisne varijable					R ²
			RAM	HDD	Brzina	Monitor	Konstanta	
12.2003.	Linearni	cijena	8,28* (2,11)	43,45*** (3,24)	1482,77** (2,51)	303,48 (1,60)	-7903,75** (-2,39)	0,91
			9,04*** (3,60)	28,28** (2,52)	854,19 (1,36)	-	-1623,52 (-1,61)	0,70
			9,53*** (4,51)	27,02*** (3,45)	-	-	192,79 (0,43)	0,66
12.2003.	Eksponencijalni	ln(cijena)	0,00 (0,79)	0,01** (2,72)	0,34** (2,73)	0,01 (0,15)	7,04*** (10,21)	0,84
			0,00*** (2,78)	0,01*** (2,75)	0,22* (1,91)	-	7,15*** (38,90)	0,70
			0,00*** (3,59)	0,01*** (4,63)	-	-	7,48*** (87,73)	0,67
12.2003.	Dvostruklogaritamski	ln(cijena)	-0,04 (-0,15)	0,66*** (3,93)	0,81*** (3,26)	0,41 (0,61)	4,36* (1,83)	0,83
			-	0,64*** (5,27)	0,79*** (4,12)	0,44 (0,72)	4,13** (2,32)	0,84
			-	0,56*** (4,10)	0,52** (2,14)	-	5,69*** (12,41)	0,61
12.2003.	Logaritamski	cijena	1433,88 (1,05)	3762,10*** (4,12)	3633,04** (2,69)	7434,44* (2,03)	-41219,32*** (-3,18)	0,88
			-	4390,55*** (6,36)	4485,36*** (4,16)	6179,11* (1,78)	-32611,37*** (-3,23)	0,88
			-	3006,93*** (3,71)	2532,56* (1,75)	-	-9408,86*** (-3,47)	0,55

Izvor: izračun autora.

Napomena: Oznake nezavisnih varijabli: RAM - veličina memorije; HDD - veličina hard diska; Brzina - brzina procesora; Monitor - veličina monitora. Nezavisne varijable su u modelima u logaritamskom obliku (detalje vidjeti u poglavlju 3). Koefficienti označeni sa *** su statistički značajni na razini 1%, sa ** na razini 5%, sa * na razini 10%, a u protivnom nisu značajni. Znakovi u zagradama ispod regresijskih koefficienta.

Iako se u literaturi često navodi da je kod primjene hedonističkih regresija u slučaju osobnih računala najprikladniji dvostrukologaritamski oblik, često se primjenjuju i drugi oblici. Tako eksponencijalni oblik primjenjuju, na primjer, u svom radu Allen i Ball (2003). Brachinger (2003) smatra da je najbolje ispitati nekoliko funkcionalnih oblika, te ocijeniti koji najbolje odgovara prikupljenim podacima. Stoga su i ovdje prikazane ocijenjene regresijske jednadžbe za sva četiri prethodno pojašnjena funkcionalna oblika.

Treba pojasniti relativno mali broj karakteristika proizvoda koji se koristi u ocijenjenim jednadžbama. U svim funkcionalnim oblicima ocijenjena je jednadžba sa četiri osnovne karakteristike proizvoda - veličina hard diska, brzina procesora, veličina RAM memorije, te veličina monitora. Iako su u uzorku bili dostupni i podaci o drugim karakteristikama (vidjeti Tablicu 1), usporedbom s rezultatima istraživanja u drugim zemljama²², zaključeno je da je bolje istraživanje usmjeriti na one karakteristike koje i u drugim istraživanjima imaju najveći utjecaj na formiranje cijena osobnih računala. Za uključivanje većeg broja objašnjavajućih varijabli u model potrebno je raspolagati velikim uzorkom podataka.

U svim je funkcionalnim oblicima u prvom koraku ocijenjena jednadžba koja uključuje sve četiri karakteristike računala, a preostale dvije jednadžbe dobivene su isključivanjem onih nezavisnih varijabli koje su se pokazale manje signifikantnim. Može se primijetiti da je u svim navedenim jednadžbama uključena i konstanta. Iako je moguće na temelju ovog skupa podataka nekim funkcionalnim oblicima dobiti i zadovoljavajuće ocjene regresijskih funkcija koje prolaze kroz ishodište, nije logično odabrati tu varijantu. Naime, ne možemo biti u potpunosti sigurni da neke druge karakteristike proizvoda, koje nisu uključene u jednadžbu, ne utječu značajnije na kretanje cijene. Stoga nije opravdano nastojati varijacije u cijeni objasniti samo pomoću kretanja odabranih karakteristika proizvoda.

²² Pored prethodno navedenih, vidjeti i istraživanje koje su proveli Konjin, Moch i Dalen (2003). U njihovoj studiji, koja uspoređuje hedonističke regresije za osobna računala u Njemačkoj, Velikoj Britaniji i Francuskoj, brzina procesora, kapacitet hard diska i veličina glavne memorije pokazale su se kao najbolje objašnjavajuće varijable u svim zemljama.

Eliminiranjem karakteristika proizvoda za koje su ocijenjeni koeficijenti bili nesignifikantni, pokazalo se da je u 62,5 posto slučajeva najsignifikantniji par karakteristika veličina hard diska i brzina procesora, dok je u 37,5 posto slučajeva to veličina RAM memorije i veličina hard diska.

Na jednom primjeru možemo objasniti kako se ocijenjene regresijske jednadžbe primjenjuju u postupku izračunavanja indeksa cijena. Ako se razmatraju ocijenjene jednadžbe za 2002. godinu, očito je da dvostrukologaritamski oblik daje najbolje rezultate. Istovremeno, svi funkcionalni oblici ocijenjeni na temelju podataka za 2003. godinu bolje su prilagođeni podacima iz uzorka od onih za podatke iz 2002. godine. Ako se u ocijenjenim jednadžbama promatraju koeficijenti u dva razdoblja, tada se može primijetiti da oni nisu robusni, što je i temeljni argument protiv primjene ove metode za potrebe izračunavanja indeksa potrošačkih cijena. Naime, primjenom ocijenjene jednadžbe na temelju podataka iz referentnog ili tekućeg razdoblja, mogu se dobiti sasvim različite procjene razlika u kvaliteti. Statistički uredi tom problemu doskaču na način da jednom ocijenjenu jednadžbu koriste za više vremenskih razdoblja. Kako bi ilustrirali razlike koje proizlaze iz navedenog, u nastavku će biti primijenjene dvije ocijenjene jednadžbe - dvostrukologaritamski oblik na temelju skupa podataka iz 2002. godine i isti funkcionalni oblik ocijenjen na temelju skupa podataka iz 2003. godine. U oba slučaja, primjenjuje se ona jednadžba u kojoj je par signifikantnih karakteristika proizvoda veličina memorije hard diska i brzina procesora.

Na temelju koeficijenata iz ovako ocijenjene regresijske jednadžbe potrebno je korigirati vrijednosti stvarno prikupljenih cijena i to onih proizvoda za koje je prethodno utvrđeno da su neusporedivi. To je moguće provesti na dva načina - korigiranjem cijena tekućeg i korigiranjem cijena referentnog razdoblja za cijene. U slučaju kada se korigiraju cijene referentnog razdoblja, to je provedeno koristeći ocijenjenu jednadžbu, koja se odnosi na podatke iz studenog 2002. godine. Kada su korigirane cijene tekućeg razdoblja, korištena je ocijenjena jednadžba iz prosinca 2003. godine. U sljedećoj tablici prikazani su indeksi izračunati bez i sa korekcijom za razlike u kvaliteti provedene pomoću ocijenjene jednadžbe. Indeksi su izračunati korištenjem nevagane aritmetičke sredine.

Tablica 3. INDEKSI IZRAČUNATI BEZ I SA KOREKCIJOM ZA RAZLIKU U KVALITETI		
		Indeks $\frac{\text{XII. 2003.}}{\text{XI. 2002.}}$
1.	Sve cijene u uzorku	54,8
2.	Upareni proizvodi	34,5
3.	Referentno razdoblje korigirano s jednadžbom 2002. godine	62,3
4.	Tekuće razdoblje korigirano s jednadžbom 2003. godine	56,7
5.	Referentno razdoblje korigirano s jednadžbom 2002. godine, upareni proizvodi	105,6
6.	Tekuće razdoblje korigirano s jednadžbom 2003. godine, upareni proizvodi	52,0

Izvor: Izračun autora.

Tablica 3. sadrži rezultate šest mogućih načina izračunavanja indeksa. Prvi indeks izračunat je kao omjer prosječnih vrijednosti svih cijena u uzorku. Ovako izračunati indeks je relativno rijedak u praksi. Naime, statistički uredi najčešće za potrebe praćenja kretanja cijena nekog proizvoda odabiru reprezentativni proizvod, te tek kada taj proizvod nestane sa tržišta, njega zamjenjuju novim i u tom slučaju provode ili ne provode korekciju za razliku u kvaliteti između dva proizvoda.

U sljedećem slučaju su identificirani proizvodi koji se nalaze u oba vremenska razdoblja. Drugi indeks (redni broj 2 u Tablici 3) se odnosi na njihovu promjenu cijena. Može se primijetiti da je pad cijena koji se identificira u tom slučaju još i veći nego kada bi se indeks izračunao iz svih prikupljenih proizvoda. S obzirom da statistički uredi ponekad primjenjuju metodu procjene razlika u kvaliteti na način da pretpostave da se cijene neuparenih proizvoda kreću identično uparenim proizvodima, očito je da bi u ovom slučaju to rezultiralo relativno većim padom cijena, nego što je to slučaj bez procijenjenih razlika u kvaliteti.

Sljedeća dva indeksa (redni broj 3 i 4 u Tablici 3) dobivena su korekcijama cijena cjelokupnog uzorka jednog od razdoblja, te izračunavanjem indeksa iz cjelokupnog uzorka u oba razdoblja. Konkretno, u prvom navedenom slučaju

(indeks 62,3) korigirane su cijene iz referentnog razdoblja, a indeks je dobiven omjerom prosječne nekorigirane cijene iz tekućeg razdoblja i prosječne korigirane cijene iz referentnog razdoblja. U drugom slučaju (indeks 56,7) korigirane su cijene tekućeg razdoblja, a indeks je dobiven omjerom prosječne nekorigirane cijene referentnog razdoblja. Oba indeksa pokazuju manji pad cijena nego kada se promatra ukupni indeks cijena. Dio objašnjenja može se pronaći u relativno malom uzorku na temelju kojeg je indeks izračunat. Tako mali uzorak zapravo još i manji, jer čak kod 17 proizvoda u 2003. godini nije raspoloživ podatak o brzini procesora. Stoga se i prosječna korigirana cijena izračunava na značajno manjem uzorku.

Posljednja dva slučaja prikazuju (redni brojevi 5 i 6 u Tablici 3) primjenu iste metode samo na uparene proizvode. S obzirom da je broj uparenih proizvoda relativno malen, razlika koja nastaje u ovisnosti da li se primjenjuje korekcija referentnog ili tekućeg razdoblja je veća. Međutim, velike razlike u indeksima prije i nakon korekcije mogu se očekivati i kada se raspolaže većim skupom podataka. White, Abel, Berndt i Monroe (2004) primjenjuju metodu hedonističkih regresija za izračunavanje indeksa cijena operativnog sustava osobnih računala. Na uzorku veličine 340 za razdoblje od 1987-2000. godine pronalaze da je prosječna cijena pala za 1,16 posto, uparivanjem se dobiva pad cijena od 7,02 posto, a primjena metode hedonističkih regresija pokazuje pad cijena od 16,2 posto.

B) Primjena vremenskih binarnih varijabli

U sljedećem koraku provedena je analiza primjene različitih funkcionalnih oblika hedonističkih funkcija uz korištenje vremenskih binarnih varijabli. Kao što je već prethodno napomenuto, osnovna razlika u odnosu na prethodni primjer sastoji se u tome što se regresijska jednadžba ocjenjuje korištenjem oba skupa podataka (iz referentnog i tekućeg razdoblja za cijene), pri čemu se u jednadžbu dodaje binarna varijabla koja označava pripadanje podatka tekućem ili referentnom razdoblju. Rezultati analize u kojima binarna varijabla je pridružena tekućem razdoblju prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4. PRIMJENA VREMENSKIH BINARNIH VARIJABLI U HEDONISTIČKIM REGRESIJAMA OCIJENJENIM OLS METODOM

Model	Zavisna varijabla	Nezavisne varijable							R ²	Veličina uzorka
		RAM	HDD	Brzina	Monitor	Binarna	Konstanta			
Linearni	Cijena	11,23* (1,70)	80,15** (2,18)	902,29 (0,65)	-411,27 (-0,77)	-5869,28*** (-4,60)	8264,79 (1,02)	0,36	64	
		12,13* (1,89)	83,49** (2,31)	-	-248,38 (-0,53)	-5809,69*** (-4,59)	6792,76 (0,88)	0,37	64	
		14,68*** (3,76)	35,38* (1,96)	-	-	-5350,67*** (-7,08)	3685,17*** (4,83)	0,41	111	
Eksponecijalni	ln(cijena)	0,00* (1,89)	0,01*** (2,88)	0,22 (1,52)	-0,04 (-0,80)	-0,79*** (-6,03)	8,55*** (10,27)	0,50	64	
		0,00*** (3,42)	0,01*** (3,12)	0,20* (1,83)	-	-0,89*** (-8,99)	7,87*** (48,08)	0,54	93	
		0,00*** (3,94)	0,01*** (4,15)	-	-	-0,82*** (-9,94)	8,17*** (98,08)	0,56	111	
Dvostruko-logaritamski	ln(cijena)	0,18 (0,91)	0,70*** (3,64)	0,37* (1,68)	-0,83 (-0,95)	-0,89 (-7,02)	7,65*** (2,91)	0,60	64	
		-	0,84*** (7,37)	0,42* (1,96)	-1,05 (-1,25)	-0,89*** (-7,00)	8,72*** (3,71)	0,56	64	
		-	0,71*** (7,16)	0,33* (1,84)	-	-0,98 (-9,74)	6,23*** (20,19)	0,54	93	
Logaritamski	Cijena	1845,78 (0,94)	5327,00*** (2,86)	1542,10 (0,71)	-7261,96 (-0,86)	-6838,18*** (-5,51)	86,42 (0,00)	0,44	64	
		2183,71 (1,15)	5339,68*** (2,88)	-	-4097,10 (-0,57)	-6815,29*** (-5,52)	-9826,35 (-0,46)	0,44	64	
		3172,41*** (2,76)	2278,52** (2,31)	-	-	-5763,36*** (-7,64)	-16371,91*** (-3,96)	0,42	111	

Izvor: izračun autora.

Napomene: Označe nezavisnih varijabli: RAM - veličina memorije; HDD - veličina hard diska; Brzina - brzina procesora; Monitor - veličina monitora. Nezavisne varijable su u pojedinim modelima u logaritamskom obliku (detalje vidjeti u poglavlju 3). Kodificirani označeni sa *** su signifikantni na razini 1%, sa ** na razini 5%, sa * na razini 10%, a torijednosti su prikazane u zagradaama ispod regresijskih koeficijenta.

Od ocijenjenih jednadžbi, najpogodnija za daljnju primjenu je ona ocijenjena korištenjem eksponencijalnog funkcionalnog oblika. Kod posljednje varijante tog oblika, sve uključene varijable su signifikantno različite od nule na razini 1 posto značajnosti, a varijacije u nezavisnim varijablama objašnjavaju 58 posto ukupnih varijacija u kretanju cijena. Potrebno je skrenuti pozornost na jedan detalj - ocijenjeni koeficijenti koji su prikazani uz karakteristike proizvoda (HDD i RAM) vrlo su niski. To je stoga što se koeficijenti interpretiraju kao stope rasta.

Za dobivanje vrijednosti promjene cijena korigirane za promjenu kvalitete, potrebno je izračunati indeks. Indeks se izračunava pomoću ocijenjenog koeficijenta uz binarnu varijablu. S obzirom na to da je ocijenjeni koeficijent -0,82, indeks iznosi 44^{23} . Ovaj indeks je niži od svih korigiranih indeksa prikazanih u Tablici 3 (redni brojevi 3-6).

Metoda hedonističkih regresija prikazana je u ovom radu s ciljem ispitivanja njezine primjenjivosti u statističke svrhe. No, kao i kod svih ostalih rezultata empirijskih istraživanja, korisno je razmotriti mogu li se dobiveni rezultati i šire interpretirati. Pitanje je, naravno, u kojoj mjeri dobiveni rezultati odražavaju stvarna kretanja cijena na hrvatskom tržištu računala, te postoje li neka ograničenja mogućnosti šire interpretacije rezultata. Prije svega, s obzirom na način odabira uzorka proizvoda, nije moguće ustvrditi da se radi o reprezentativnom uzorku. Međutim, kako ne postoji alternativno rješenje - podatak o ukupnoj populaciji računala koja se prodaju, tako nije moguće niti pratiti cijelu populaciju niti odabrati reprezentativni uzorak. Postoji i problem reprezentativnosti uzorka poduzeća koja se bave prodajom ovih proizvoda. Stoga dobiveni rezultati koji ukazuju na promjenu kretanja cijena ili promjenu kvalitete osobnih računala na hrvatskom tržištu mogu biti samo indikativni.

Sljedeće je pitanje homogenosti proizvoda. Metoda hedonističkih regresija se u praksi često primjenjuje na relativno širokom skupu podataka o nekom proizvodu, za koji je upitno u kojoj je mjeri homogen. Naime, sukladno teoriji, da bi primjena metode imala smisla potrebno je ocjenjivati funkciju za onu vrstu proizvoda koja doista ima slične karakteristike, jer inače nije sasvim jasno na što

²³ $\exp(-0,82) * 100$.

se koeficijenti dobiveni u ocijenjenim regresijskim jednadžbama zapravo odnose. U empirijskim se istraživanjima, često zbog problema sa dostupnošću podataka, hedonističke funkcije ocjenjuju na širem skupu podataka. U slučaju primjene hedonističkih regresija na indeks potrošačkih cijena, problem homogenosti najčešće nije toliko izražen, ako se primjenjuju čvrste specifikacije proizvoda²⁴.

Bez provedbe dodatnog istraživanja o prodaji pojedinih vrsta računala na hrvatskom tržištu, teško je izvesti čvršće zaključke, osim vrlo općenitog da je i na hrvatskom tržištu zabilježen pad prosječne cijene i porast kvalitete. Pri tome je potrebno još jednom skrenuti pozornost da su ocijenjene jednadžbe temeljene na podacima koji obuhvaćaju različite konfiguracije računala koje ponuđači nude. Postoji općeniti dojam da se računala mnogo češće prodaju na način da se kombiniraju različite komponente, nego što je slučaj prodaja gotovih konfiguracija. Unatoč tome, za potrebe statističkog praćenja kretanja cijena, statistički ured bi u svakom konkretnom slučaju morao odabrati "tipičnu" kombinaciju komponenti, čime bi se problem usporedbe proizvoda različite kvalitete između dva razdoblja ponovo sveo na slučaj opisan u ovom radu. Međutim, za potrebe analize tržišta, moguće je koristiti pristup u kojem se analiziraju svi dostupni proizvodi na tržištu, te metodama hedonističke regresije ocjenjuje vrednovanje svake pojedine karakteristike osobnih računala od strane kupaca. Za takvu vrstu analize bilo bi potrebno prikupiti podatke o prodaji svakog proizvoda, odnosno raspolagati tzv. scanner podacima.

5. Zaključne primjedbe

Primjena metoda hedonističke regresije u statističke svrhe relativno je novijeg vijeka i unatoč tome što je u posljednje vrijeme sve prisutnija u praksi, stručnim konferencijama i znanstvenim radovima, još uvijek se ne može tvrditi da je o

²⁴ Specifikacije proizvoda koji se snimaju za izračunavanje indeksa potrošačkih cijena mogu biti čvrste i labave. Kod čvrstih specifikacija, pobliže je opisan proizvod koji treba snimiti, pa čvrsta specifikacija osim detaljnog popisa karakteristika proizvoda, može sadržavati i marku. Na primjer, kod perilica rublja, čvrsta specifikacija može glasiti proizvođač Gorenje, model AX, broj okretaja 1800, zapremnina i slično. Kod labavijih specifikacija, broj karakteristika proizvoda zadaje središnji statistički ured, dok snimatelj može odabrati konkretan proizvod na prodajnom mjestu. Pri tome labava specifikacija ne znači da snimatelj ne treba zabilježiti sve dodatne karakteristike proizvoda, već samo da ima širi izbor u ovisnosti o ponudi proizvoda na prodajnom mjestu.

njezinim prednostima ili nedostacima sve rečeno. Činjenica da primjena metode počiva na ekonomskim modelima koji imaju vrlo ograničavajuće uvjete, dovoljna je da potakne daljnji rad na pronalaženju modela koji obuhvaćaju manje specijalne slučajeve.

Statistika praćenja kretanja cijena u Hrvatskoj sve do nedavno nije obuhvaćala niti jednu metodu procjene razlike u kvaliteti, pa tako ni metodu hedonističke regresije. Međutim, liberalizacija domaćeg tržišta proizvoda rezultirala je značajnim promjenama strukture potrošnje kućanstava i pomak prema proizvodima kod kojih je tehnološki napredak brži. Ta činjenica suočila je statističke urednike i u drugim zemljama s potrebom promjene u statističkom praćenju kretanja cijena. Dodatni poticaj primjeni metode hedonističkih regresija kod statističkog praćenja kretanja cijena u zemljama članicama EU, pa i tranzicijskim zemljama koje su u postupku pridruživanja, proizlazi iz potrebe izračunavanja harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena. Iako primjenu metode hedonističkih regresija izravno ne zahtijeva Eurostat, brojni stručni radovi, analize primjene u različitim zemljama i konferencije posvećene toj temi u posljednjih nekoliko godina ukazuju na vjerojatnost da se inicira njezina primjena u svim zemljama članicama i to barem na eksperimentalnoj razini. S druge strane, potrebno je naglasiti da se izračunavanje harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena i dalje uglavnom temelji na preporukama, a jedino se metode koje se smatraju neprimjerenima zabranjuju. Harmonizacija nije dovedena do razine da nalaže primjenu konkretnih metoda, već ostavlja statističkim urednicima pojedinih zemalja članica određeni skup metoda, za koje se smatra da daju usporedive rezultate. Stoga i hrvatskom statističkom sustavu ostaje dovoljno vremena da ocijeni koje metode smatra izvedivim i najpouzdanijim.

Iz analize provedene u ovom radu može se primijetiti da je primjena hedonističke metode za procjenu razlike u kvaliteti podložna subjektivnim ocjenama. Iako se može očekivati da će statistički urednik prilikom primjene hedonističkih regresija u pravilu raspolagati s većom bazom podataka nego što je to bio slučaj u ovom radu, ipak se u ovisnosti o tome koji se funkcionalni oblik jednadžbe, koji skup karakteristika proizvoda i koji model primijeni, mogu očekivati značajne razlike u ukupnom indeksu cijena. Donošenje odluke o tome koji je model najprikladniji, u velikoj mjeri ovisi o statističaru koji provodi postupak. Upravo

iz toga slijedi preporuka da se nove metode postupno uvode, te da se njihova primjena pažljivo testira. Postupno uključivanje kod ciljanih proizvoda će u tom slučaju imati manji utjecaj na ukupni indeks cijena.

Literatura

Ball, Adrian i Andrew Allen, 2003, "The Introduction of Hedonic Regression Techniques for the Quality Adjustment of Computing Equipment in the Producer Prices Index (PPI) and Harmonised Index of Consumer Prices (HICP)", *Economic Trends*, 592, London: ONS.

Benkard, C. Lanier i Patrick Bajari, 2003, "Hedonic Price Indexes with Unobserver Product Characteristics, and Application to PC's", NBER Working Paper, 9980, Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.

Brachinger, Hans Wolfgang, 2003, "True Hedonic Price Indices: Concepts and Estimation Problems", University of Fribourg, Faculty of Economics, referat na konferenciji "National and International Monetary Policy under New Conditions" u organizaciji Verein für Socialpolitik, Zürich, 30. rujna do 3. listopada 2003.

Čizmić, Draženka, 2003, "Primjena hedonističke regresije u kvalitativnom prilagođivanju indeksa potrošačkih cijena", *Ekonomija*, 10(3), str. 493-516.

Diewert, Erwin, 1999, "The Consumer Price Index and Indeks Number Purpose", referat na konferenciji "Joint ECE/ILO Meeting on Consumer Price Index", u organizaciji ILO i UNECE, Geneva, 3-5. studeni.

Diewert, Erwin, 2003, "Hedonic Regressions: A Consumer Theory Approach", u R.C. Feenstra and M. D. Shapiro, ured., *Scanner Data and Price Indexes*, NBER and University of Chicago Press: Studies in Income and Wealth, 64, str. 317-348.

Hulten, Charles R., 2003, "Price Hedonics: A Critical Review", *Economic Policy Review*, September, Federal Reserve Bank of New York, 9(3), str.5-15.

Konijn, Paul, Dietmar Moch i Jörgen Dalén, 2003, "Comparison of Hedonic Functions for PCs across EU countries", referat na konferenciji "54th ISI Session", u organizaciji Irving Fisher Committee, Berlin 13-20. kolovoz.

Okamoto, Masato, 2003, "Comparison of Hedonic Indices Compiled using Different Types of Weights", National Statistics Center Japan, Research Department, referat na konferenciji "7th Ottawa Group Meeting on Price Indices" u organizaciji INSEE, Pariz, 27-29. svibanj.

Pakes, Ariel, 2002, "A Reconsideration of Hedonic Price Indices with an Application to PCs", NBER Working Paper, 8715, Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.

Pakko, Michael R., 2002, "Comparing Apples and Oranges", *The Regional Economist*, October, The Federal Reserve Bank of St. Louis.

Rosen, Sherwin, 1974, "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy*, 82(1), str. 34-55.

Schultze, Charles L. i Christopher Mackie, 2002, ured., *At What Price? Conceptualizing and Measuring Cost-of-Living and Price Indexes*, Washington, DC: National Academy Press.

Triplett, Jack E., 2001, "Hedonic Indexes and Statistical Agencies, Revisited", *Journal of Economic and Social Measurement*, 27(3-4), str. 131-153.

Turvey, Ralph i dr., 1998, *Indeksi potrošačkih cijena: priručnik MOR-a*, Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske.

Van der Lippe, Peter, 2001, "Some Conservative Comments on Hedonic Methods", University of Essen, referat na konferenciji "Symposium on Hedonic Methods", u organizaciji Deutches Bundesbank i German Federal Statistical Office, Wiesbaden, lipanj.

White, Alan G., Jaison R. Abel, Ernst R. Berndt i Cory W. Monroe, 2004, "Hedonic Price Indexes for Personal Computer Operating Systems and Productivity Suites", NBER Working Paper, 10427, Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.