

• Pápai Zoltán–Nagy Péter •

A MAGYARORSZÁGI MOBILÁRSZÍNVONAL HEDONIKUS REGRESSZIÓS MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ VIZSGÁLATA

A tanulmány a magyarországi lakossági előfizetéses (postpaid) mobilárok alakulását vizsgálja 2015 és 2020 között. A sok jellemzőből összeálló mobilcsomagok tartalma jelentősen változott a vizsgált időszakban, különösen az adathasználat esetében. Az árak egyszerű összehasonlítása a szolgáltatás tartalmának, minőségének változása esetén nem ad megfelelő képet a ténylegesen bekövetkezett árváltozásról. Az elemzés – a magyarországi hírközlési árak elemzési gyakorlatában először – az árváltozást a szolgáltatás jellemzőiben bekövetkezett változások hatásának kiszűrésével becsli meg, kétértékű időváltozós hedonikus regressziós módszerrel. Az eredmények alapján egyértelműen látszik, hogy a mobilszolgáltatás minőségváltozást is figyelembe vevő hedonikus ára jelentősen csökkent a hat évet felölelő vizsgált időszakban.

BEVEZETÉS

A hírközlési szolgáltatások árának időbeli változása fontos indikátora a piac működésének. Normál jószágok esetén a termékek és szolgáltatások relatív árának csökkenése általában azt jelzi, hogy azok elérhetőbbé, megfizethetőbbé váltak, s ez a kereslet növekedését is indukálja. A hírközlési szolgáltatások esetében azonban – számos más termékhez és szolgáltatáshoz hasonlóan – a megfigyelhető árak alakulása közvetlenül nem tükrözi egyértelműen az ár–érték arány időbeli változását. Ha a termékért vagy szolgáltatásért fizetett ár nem változik jelentősen, miközben annak műszaki tartalma, minősége, használati értéke jelentős változáson megy át, az ár önmagában nem ad elég információt a fogyasztó számára átadott hasznosság értékéről.

A statisztikai hivatalok által hagyományosan használt indexalapú árelemzések, amelyek egyik alapeleme, hogy az összehasonlításban szereplő jószágok minőségét, illetve egyéb nem vizsgált és nem megfigyelt jellemzőit konstansnak tekintik, nem képesek jól kezelni azt a folyamatos minőségi változást, amely alapvető sajátossága például a technológiai jószágoknak. Egy vezetékes vagy mobil-előfizetés, egy mobiltelefon vagy tévékészülék ára pénzben kifejezett reálértékben évről évre lényegében ugyanannyi is lehet, de a használati érték tíz év múlva egészen más szintű, mivel a műszaki tartalom, komfort, biztonság és más jellemzők tekintetében az eladott termék vagy szolgáltatás már sokkal bővebb és fejlettebb. Jack Triplett, a téma egyik elismert szakértője szerint valójában általános probléma, hogy miként ragadható meg

az árindexben a minőségi változás, amikor a jószágok nem homogének, vagy ahol maga a jószág ugyanaz, de a tranzakciók nem homogének (*Triplett* [2004] 12. o.).

Az árak minőségi változást is figyelembe vevő mérésének egy lehetséges módja a hedonikus árindex módszertan. A hedonikus hipotézis szerint a termékeket és szolgáltatásokat a fogyasztók a számukra hasznos jellemzőik miatt értékelik és vásárolják. A hedonikus árak ezen jellemzők (attribútumok) implicit árai, s ezek határozzák meg a jellemzőkből összeálló, piacon kapható kombinációk árát (*Rosen* [1974] 34–35. o.).

Jelen tanulmány fő célja, hogy a magyarországi hírközlési árak elemzési gyakorlatában eddig még nem alkalmazott hedonikus regressziós módszertan segítségével vizsgálja a lakossági előfizetéses (*postpaid*) mobilszolgáltatások használati értékben történő jelentős fejlődésének hatását 2015 és 2020 között.

A hedonikus regressziós módszertan általános jellemzőit tanulmányunk következő fejezetében mutatjuk be. Majd áttekintjük a mobilszolgáltatások hedonikus árváltozásával foglalkozó nemzetközi szakirodalmat, kiemelt figyelmet szentelve a használt adatbázisok jellemzőinek és a választott módszertani megoldásoknak. A jelenlegi vizsgálathoz használt adatbázis kialakításának szempontjait az ezt követő fejezetben mutatjuk be. Megfigyelési egységeinket a három magyar mobilszolgáltató 2015–2020 között értékesített nyilvánosan elérhető lakossági előfizetéses díjcsomagjai jelentik. Röviden áttekintjük a magyarországi mobilszolgáltatások fejlődésének legfontosabb jellemzőit a vizsgált periódusban, majd bemutatjuk, hogyan alakult a szolgáltatók csomagképzési és árazási gyakorlata. Külön fejezetben tárgyaljuk az elvégzett hedonikus regressziós elemzés módszertani kérdéseit, végül bemutatjuk a vizsgálat eredményeit.

A HEDONIKUS REGRESSZIÓS MÓDSZERTAN ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

A hedonikus árindex valamilyen hedonikus függvényt használ, amely a termék különféle változatainak ára és ezen változatokat meghatározó különböző jellemzők mennyiségi mutatói közti viszonyt adja meg (*Triplett* [2004] 41. o.).

Hedonikus index több módon számítható, a kétértékű (*dummy*) változó módszerrel, a termékjellemző árindex segítségével, vagy olyan közvetett megoldások használatával, mint a hedonikus imputált ár vagy a hedonikus minőségkorrekciós módszertan. (Ezekről részletesebben lásd *Triplett* [2004] írását.)

A hedonikus index és hedonikus függvény használata a közgazdasági elemzésben nem újdonság. Már a 20. század első felében is találunk példát hedonikus vizsgálatra (*Triplett* [2004] 87–89. o.). Az elméleti megalapozás szempontjából egy későbbi, de fontos fejlemény volt *Lancaster* [1974] fogyasztói elméletének megjelenése, amelynek fő feltevése, hogy minden termék értelmezhető különböző fogyasztási jellemzők együtteseként. *Rosen* [1974] fogalmazta meg a hedonikus elemzés közgazdasági elméleti interpretációs keretét, összekapcsolva ezt a termékdifferenciá-

lás kérdésével. A termékdifferenciálással számos iparágban találkozunk. Ahelyett, hogy a differenciált termékekre sok, egymástól valamilyen mértékben különböző jószágként tekintenénk, ezek értelmezhetők néhány, a terméket meghatározó jellemző kombinációiként. Az ár és a jellemzők összefüggései a hedonikus módszerrel empirikusan is vizsgálhatók.

Bár voltak korábbi empirikus próbálkozások, Zvi Griliches volt az első, aki a hedonikus árváltozás vizsgálatára szisztematikus ökonometriai eszközöket alkalmazott, a használt autók piacán (Griliches [1961], *Ohta–Griliches* [1976]).

Triplett [2004] III. fejezete részletesen tárgyalja a különböző hedonikusindexszámítási lehetőségeket. A hedonikus módszerek közül itt csak a gyakran használt és általunk is választott kétértékű változó (*dummy*) módszer lényegét ismertetjük.

Hedonikus regresszió kétértékű időváltozóval

Az ár- és a termék-, illetve szolgáltatásjellemezők időben változnak. A kétértékű időváltozós módszerben a szolgáltatásjellemezők mellett az időt önálló változóként szerepeltetjük a modellben. Ezt a módszert közvetlen módszernek is nevezik, mivel a kétértékű időváltozó koefficiense közvetlenül méri a bekövetkezett árváltozást. Több egymást követő időszak árváltozását az időszaki együtthatókkal számított láncindex adja meg.

A kétértékű időváltozós módszerben természetesen a középpontban álló változó mellett a releváns termékjellemezők együtthatóit is megbecsüljük, de alapvetően csak abból a célból, hogy a termékjellemezőkben bekövetkező változások hatását kiszűrjük, azaz ezekre kontrollálva az idő változó együtthatója a minőségváltozást figyelembe vevő árváltozást mérje.

A mobiliszolgáltatás esetén a használat szempontjából releváns jellemzőket több csoportba sorolhatjuk. Ezek lehetnek a szolgáltatás valamilyen elemének mennyiségi vagy minőségi jellemzői, például korlátlan adathasználat; a csomagba foglalt lebeszélhető perc és sms; a csomaghoz tartozó adatkorlát; de lehetnek a szolgáltatás fizetésével vagy igénybevételével kapcsolatos szerződéses jellemzők, mint a hűség-idő; s lehetnek olyan tényezők is, amelyek a szolgáltatás nem is feltétlenül választható műszaki paraméterei, mint például a maximális le- és feltöltési sebesség.

A regressziós modell becsült paraméterei a szolgáltatásjellemezők implicit árának tekinthetők. A koefficiensek e tényezők változásának az árra gyakorolt hatását adják meg a többi tényező értékének fixen tartása mellett.

Ha két időpont között a differenciált termék egyéb jellemzői nem változnának, csak az árak, akkor triviális lenne az árváltozás mértéke, s az egyszerű indexszámítás is megfelelő lenne erre a feladatra. Ha a differenciált szolgáltatás tartalmi jellemzői változnak, akkor viszont a szolgáltatásjellemezőkben történt minőségi vagy mennyiségi változások árra gyakorolt hatása összetett, az árváltozás mértékét a meghatározó jellemzőkben bekövetkezett változások hatását kiszűrve kell megbecsülni.

A hedonikus modell kétértékű időváltozójának együtthatója adja meg az árváltozás mértékét, a többi szolgáltatásjellemző értékének fixen tartása mellett.

A modellben használt hedonikus függvény a következő (*de Haan–Diewert* [2013]):

$$p_i^t = f(z_{i,1}^t, \dots, z_{i,K}^t),$$

ahol:

p_i^t az i -edik termék ára a t -edik periódusban, $t = 0, \dots, T$

$z_{i,k}^t$ az i -edik termék k -adik jellemzője a t -edik időpontban, $k = 1, \dots, K$.

A kétértékű időváltozót tartalmazó regressziós egyenlet általános lineáris formája a következő:

$$p_i^t = \alpha + \sum_k \beta_k z_{i,k}^t + \delta^t d^t + \varepsilon_i^t,$$

ahol:

α konstans,

β_k a termék k -adik jellemzőjének együtthatója (implicit ára),

d^t a t -edik időszak kétértékű változó,

δ^t a kétértékű időváltozó együtthatója (az árváltozás mértéke) a t időpontban,

ε_i^t az i -edik termékhez tartozó véletlen hiba.

Az egyenlet paramétereinek becslése standard regressziós módszerekkel elvégezhető. A megfelelő specifikációnál azonban fontos szempont, hogy a kimaradt változó problémájának elkerülése érdekében, az összes releváns termékjellemző szerepeljen az kétértékű időváltozó mellett.

Modellspecifikációs és egyéb módszertani kérdések

A vizsgálathoz többféle modellspecifikáció jöhet szóba. A modell lehet teljesen lineáris, amikor a függő változó és a jellemzők is transzformáció nélkül szerepelnek az egyenletben. Előzetes tesztek vagy más megfontolások alapján indokolt lehet azonban valamilyen változótranszformáció alkalmazása. A loglineáris specifikáció esetében a függő változó logaritmusát használjuk, de a független változók esetén nem történik transzformáció, míg a log-log modellben a folytonos független változókat is logaritmusformában szerepeltetjük. Ez utóbbi specifikáció egyik kedvező tulajdonsága, hogy az együtthatókat – a közgazdasági szempontból jól interpretálható – rugalmasságként lehet értelmezni, azaz a függő változó (esetünkben az ár) logaritmusformában történő szerepeltetésekor a magyarázó változók becsült együtthatói lényegében az ár százalékos változására gyakorolt hatást mutatják. A függő változó normális eloszlásának biztosítására és a heteroszkedaszticitási probléma csökkentésére az általános Box–Cox-transzformáció is alkalmazható.¹

¹ Erről lásd Fox [2016] 12.5.1. pont, A Box–Cox-transzformáció speciális esete a transzformáció nélküli és a logtranszformált változót használó modell. A speciális esetek kivételével a transzformált változó együtthatója nehezen interpretálható.

de Haan–Diewert [2013] megjegyzi, hogy a gyakorlatban nagyon sokszor előfordul, hogy a független változók jó része nem folytonos, hanem olyan kategóriaváltozó, amely kétértékű (*dummy*) változóként jelenik meg a modellben. Ezek esetében, mivel az érték 0 vagy 1 lehet, nem működik a transzformáció. Véleményük szerint az infokommunikációs technológiai (ICT) jószágoknál érdemes általában a loglineáris modellt használni, ami csökkentheti a heteroszkedaszticitás előfordulását is, mivel a függő változó eloszlása általában lognormális (*de Haan–Diewert* [2013]). Ha a függő változó értéke pozitív, a logtranszformáció erre gond nélkül használható.

A modellezés szempontjából fontos kérdés, hogy az együttthatók becslése a több időszakot tartalmazó adatbázis egészéből történjen vagy szomszédos időszakpárokból. Az első megoldás előnye leginkább az, hogy a becsléshez használt megfigyelések nagyobb száma miatt a modell szabadságfoka nagy lesz (ami a becslési paraméterek standard hibáját csökkenti). Hátránya viszont, hogy az egész időszakot lefedő adatbázisból történő becslés esetén a modell eleve kizárja, hogy a különböző változók együttthatói (azaz a jellemzők implicit árai) változzanak az időszak során (*de Haan–Diewert* [2013]).

Olyan termék vagy szolgáltatás esetében, ahol ez a változás nyilvánvalóan érvényesül, a teljes időszak együttes kezelése (az úgynevezett *pooled* modell) túlzott korlátozást jelent, s bizonyos értelemben ugyanaz a probléma merül fel, mint amit a hagyományos indexszámításhoz képest orvosolni szeretnénk.

Az együttthatók időbeli változékonyságát valójában az a specifikáció biztosítja legjobban, amikor az árváltozás mértékét mindig csak két szomszédos időszak között becsüljük (a megfigyelések gyakoriságától függően ez lehet hónap, negyedév vagy év is). Ekkor megengedjük, hogy az együttthatók értéke más legyen az különböző időszakpárokra vonatkozó modellekben. A vizsgálat konzisztenciáját természetesen erősíti, ha ezek az együttthatók önmagukban is interpretálhatók, hasonlóak, és időben értelmezhető tendencia szerint változnak. Az adathalmazunk időszakpárokra bontásával viszont a becsléshez használt adatbázis elemszáma csökken az összevont (*pooled*) modellhez képest, ami növeli a becslési együttthatók standard hibáját. Cserébe azonban az együttthatók a becslése időszakpáronként változhat, tükrözve a szolgáltatás összetevőiben bekövetkező folyamatos változást. A szakirodalom ezért általában az időszakpármodellt ajánlja, hisz ebben kevésbé korlátozzuk be a paraméter becslését (az együtttható mindig csak két évre vonatkozóan azonos), s a szomszédos időszakok esetében még nem valószínű, hogy nagyon jelentős változás történne (lásd például *Triplett* [2004], *de Haan–Diewert* [2013], *Ohta–Griliches* [1976]). A gyakorlatban a vizsgált termék vagy szolgáltatás jellemzőinek időbeli változási sebessége alapján is megítélhető, hogy melyik megoldást célszerűbb alkalmazni. Ha a terméket felépítő jellemzők mennyiségi vagy minőségi értékei nem nagyon változnak, a teljes időtartamot lefedő adatbázison végzett becslés eredménye is megbízható lehet.

Egy másik fontos módszertani kérdés, hogy a jellemzők kombinációiból összeálló termék- és ármelegfigyelések mindegyikét azonos súllyal vegyük-e figyelembe,

vagy valamilyen ettől eltérő súlyozással, például a vásárolt mennyiséggel vagy piaci részesedéssel korrigálva. Amennyiben rendelkezésre áll ezekre megfelelő adat, a súlyozott becslés korrektebb képet ad, mint a súlyozás nélküli modell. Ha nem érhető el olyan megbízható információ, amely a súlyozáshoz használható, akkor e nélkül is el lehet végezni becslést, de az eredmények értékelésénél számolni kell annak hatásával, hogy minden megfigyelés azonos súlyt kapott, miközben a valóságban a fogyasztott mennyiségek nagy valószínűséggel eltérők.²

KORÁBBI HEDONIKUS VIZSGÁLATOK A MOBILSZOLGÁLTATÁSOK ÁRVÁLTOZÁSÁRÓL

Kevés publikus elemzés létezik a mobilszolgáltatás hedonikusár-vizsgálatára, az ismert cikkek 2010-től kezdődően jelentek meg.

◆ A legkorábbi érdemi elemzés *Karamti–Grzybowski* [2010], amelyben a szerzők a franciaországi hedonikus mobilárak alakulását vizsgálják 1996 júniusa és 2002 decembere között. A szerzők a havi előfizetéses (*postpaid*) és a havi előfizetés nélküli (*prepaid*) vagy más néven kártyás ajánlatok adatait a telekommunikációs árakat tartalmazó magazinokból és a francia szabályozó hatóság, az ARCEP éves jelentéseiből állították össze. Az adatbázis 3022 tarifacsomag jellemzőit tartalmazta, három fő csoportban:

– alapjellemzők: a csomag használati intenzitás alapján meghatározott jellege (alacsony, normál vagy intenzív használat), a benne foglalt percek, számlázási egység, érvényességi idő és a szolgáltató neve,

– horizontális vagy értéknövelő szolgáltatásjellemzők: kényelmi szolgáltatások (mint például a híváskorlátozás, átirányítás, de idesorolták a tételes számlát, átvihető perceket is); „multimédia” szolgáltatások (sms, WAP); az ingyenes percek és sms-ek; technikai segítség,

– vertikális szolgáltatásjellemzők: a hálózati szolgáltatás mérhető műszaki paraméterei (mint a lefedettség, hangszolgáltatás minősége, hívásvesztés stb.).

Karamti és Grzybowski hedonikus regressziós modellje havi időszakpárookra becsülte az árváltozás együtthatóját. A modell specifikációja szerint a függő változó az ár logaritmus volt, a független változók esetében – amelyek döntő többségében kétértékű kategóriaváltozók voltak – nem alkalmaztak transzformációt. Mivel a kutatók nem rendelkeztek információval a csomagok fogyasztószámáról, nem tudtak súlyokat rendelni az ármegfigyelésekhez. Az együtthatók becslése sima OLS regresszióval történt.

² A súlyok használata egyértelműen befolyásolja a becslés módját is, mivel a súlyozás esetén a becslés OLS helyett a súlyozott legkisebb négyzetek módszerét (*Weighted Least Squares, WLS*) használtával történik.

Az árváltozás pályáját a havi árváltozások láncindexével számították. Külön vizsgálták az előfizetéses és az előfizetés nélküli ajánlatokat, s bár mindkettő esetében hedonikus árcsökkenés volt mérhető az időszak egészére, időben eltérő módon és mértékben változtak az árak. Az egyes szolgáltatókra külön becslést készítettek, majd azt is tesztelték, hogy az árazás szolgáltatónként eltérő dinamikát követ-e.

Ez az úttörő vizsgálat a mobilpiac viszonylag korai időszakában készült, amikor a penetráció még egyértelműen az intenzív fejlődésről, a mobilparág pedig hangszolgáltatásról szólt, a mobilinternet lényegében nem létezett. Ráadásul sok olyan tényező, amely akkor megkülönböztető szolgáltatásjellemzőként szerepelt a hedonikus függvényben, mára már vagy eltűnt, marginálissá vált, vagy beépült teljesen az alapszolgáltatásba, s már nem játszik szerepet differenciáló tényezőként. A hedonikus elemzés hírközlési árak vizsgálatában való alkalmazásának hasznossága mellett két módszertani tanulságot érdemes kiemelni: 1. kiegyensúlyozatlan pelen a megfigyelt ajánlatok súlyozása nélkül is informatív elemzés készíthető, 2. a multikollinearitás³ problémája az egymással korreláló változók összevonásával, kompozit változók létrehozásával jól kezelhető.

• Majdnem egy évtizeddel később *Nicolle és szerzőtársai* [2018] készített egy újabb franciaországi hedonikus mobilárvizsgálatot. A 2011. május és 2014. december közötti tarifacsomagok árváltozását vizsgáló elemzésre már a beszédszolgáltatást és intenzív adathasználatot együttesen tartalmazó mobilcsomagok időszakában került sor, amikor már jelentőssé vált az okostelefon elterjedtsége.⁴

A szerzők a legnagyobb piaci szereplő, az Orange árait vizsgálták, de úgy vélték, hogy az eredmények alkalmasak arra is, hogy tükrözzék a francia piac árdinamikáját, hiszen a versenytársak árai a piacvezető áraival erősen korrelálnak. A vizsgált közel négyéves periódusban 1112 tarifacsomagot azonosítottak, ami a havi tarifamegfigyelésekből adódó sokszorozás révén egy 7346-elemű adatbázist eredményezett.

A figyelembe vett szolgáltatásjellemzők a következők voltak: az adatkorlátok nagysága, a csomagba foglalt beszéd mennyisége, négy az egyben (*quadruple play*) csomagban történő értékesítés, hűség szerződés, készüléktámogatás, 3G használatához kapcsolódó diszkont (*low-cost plan*), prémium zene (*Deezer*) hozzáférés. A hedonikus egyenletben szereplő változók döntő része kétértékű kategóriaváltozó volt. Az egyes tarifák súlyozásához az Orange több mint 100 ezer előfizetőjének fogyasztására vonatkozó paneladatbázisából becsült havi fogyasztószámokat hasz-

³ A multikollinearitással kapcsolatos problémákat később tárgyaljuk.

⁴ A vizsgálat motivációját a hedonikus elemzés alkalmazásán túl az adta, hogy a korábban háromszereplős francia piacon 2012-ben megjelent egy új belépő, a Free, továbbá a vizsgált időszak vége felé került sor a 4G frekvenciák kiadására. A tanulmány ezeknek a szektorra ható ágazatpolitikai lépéseknek a hatását is próbálta mérni az árváltozás vizsgálatán keresztül.

náltak. A becslést súlyozás nélkül, OLS módszerrel és az egyes ajánlatok fogyasztói választásának arányát használó súlyozott legkisebb négyzetek módszerével (WLS) is elvégezték. Az OLS becslés alacsonyabb árcsökkenést mutatott, mint a valóságot jobban közelítő és illeszkedés szempontjából is jobban szereplő WLS becslés (*Nicolle és szerzőtársai* [2018] 8–10. o.).

Az elemzéshez használt hedonikus egyenlet függő változója a szolgáltatás euróban kifejezett ára volt. Hedonikus regressziós modell segítségével becsülték meg az árak alakulását magyarázó csomagjellemzők hatását és a minőséggel korrigált árváltozást mérő kétértékű időváltozók együttthatóinak havi nagyságát. A becslést az egyesített (*pooled*) adatbázisra készítették, így a kapott hónap kétértékű változóinak koefficiensei a kezdő időponthoz viszonyított aktuális kumulált árváltozást mérik, s ezekből közvetlenül megrajzolható az árváltozás pályája.

A hedonikus árváltozás vizsgálatának eredményeként még ebben a viszonylag rövid (bár a változások szempontjából kétségtávol intenzív) időszakban is jelentős (mintegy 42,8 százalékos) csökkenés adódott a minőséggel korrigált árak tekintetében, ami jelentősen meghaladta a csomagjellemzőkben megfigyelt minőségváltozást figyelmen kívül hagyó egyszerűen, számított átlagárcsökkenés mértékét (8,7 százalék).

♦ A brit hírközlési szabályozó hatóság (*Office of Communications, Ofcom*) 2018-ban hedonikus regresszió használatával készített egy elemzést az Egyesült Királyság mobilszolgáltatási árainak alakulásáról 2013 és 2017 között (*Ofcom* [2018]). Az elemzés elkészítését részben a brit mobilárak kedvezőtlen alakulására vonatkozó aggodalmak megalapozottságának tisztázása motiválta. Az Ofcom azért választotta a hedonikus regressziós elemzést, mert a korábban készült (alapvetően kosáralapú) elemzésektől eltérően ez a módszer képes figyelembe venni azt, hogy a több jellemzőből álló mobilszolgáltatás tartalma és minősége, valamint a használati igények is változnak, amire a szolgáltatók a kínálati jellemzők folyamatos változtatásával reagálnak. Markáns változás volt a vizsgált időszakban például a 4G szolgáltatás elindulása és elterjedése, s ennek eredményeként a szolgáltatás minőségi jellemzőinek javulása, valamint a csomagba foglalt adat- és/vagy hívás-, illetve sms-keretek általános növekedése. A mobilszolgáltatáshoz ráadásul gyakran készülékajánlat is párosul, amit a reprezentatívnak gondolt hipotetikus fogyasztási szerkezetet vizsgáló hagyományos kosáralapú elemzések szintén csak nagyon korlátozottan képesek kezelni.

A 2013–2017 közötti szolgáltatói ajánlatok – értelemszerűen jelentős mértékű ismétlődésekkel – havi megfigyeléseit tartalmazó adatbázis több mint 1,2 milliárd adatpontot tartalmazott. Mivel a csomagok választására vonatkozóan nem állt rendelkezésre adat, a különböző ajánlatok súlyozására nem volt lehetőség.

A modell függő változója a havidíj volt, transzformáció nélkül. A hedonikus egyenletben szereplő szolgáltatásjellemzők a következők voltak: készülékkategória; szerződés hossz (húsgidő); csomagba foglalt adat-, beszéd- és sms-korlátok; techno-

lógia (3G vagy 4G) és kétértékű szolgáltatóváltozók. Egyes modellspecifikációkban év \times szolgáltató interakciót használtak.⁵

Az elemzést két modellspecifikáció mellett végezték el. Az egyik modell szigorúan a Box–Cox-teszt eredményeként preferált lineáris specifikációt használt, a másik lineáris-logaritmikus (lin-log) specifikációt, ahol a függő változót nem transzformálták, de a magyarázó változók közül az adatkeret esetén logaritmikus transzformációt alkalmaztak. Összességében az Ofcom-tanulmány szerzői azt találták, hogy a különböző specifikációk használata nem vezet lényeges eltéréshez az eredményben.

A becslést nem évpárokra, hanem a teljes időszakot átfogó (*pooled*) adatbázison készítették el. Az eredmények robusztusságát alternatív változók és változós specifikációk mellett is tesztelték, de az eredményekben ez sem okozott szignifikáns változást.

Az elemzés a különböző szolgáltatáselemek és minőségi jellemzők kontrollálásával megbecsülte a hedonikus mobilárak éves alakulását, s kimutatta, hogy a (20 GB-nál nem nagyobb adatkeretet és készüléket tartalmazó) előfizetéses mobilcsomagok minőséggel korrigált árában 2013–2017 között az éves árváltozások összegeként 6 pont csökkenés történt.⁶ A teljes piacra vonatkozó árváltozás mellett azt is megnevezték, hogy az árváltozások szolgáltatóként hogyan alakultak.

Az eddig bemutatott jelentősebb elemzések mellett további két vizsgálatot érdemes röviden megemlíteni.

♦ *Forenbacher és szerzőtársai* [2016] a horvátországi mobilcsomagok ára és minőségi jellemzői közti összefüggéseket vizsgálta hedonikus módszerrel a 2009–2013 időszak adatai alapján. A publikus információkból összeállított adatbázis az öt évre összesen 249 előfizetéses tarifacsomag havidíj- és szolgáltatásjellemző adatait tartalmazta.⁷ A legtöbb tulajdonságot kétértékű változóként definiálták. A szolgáltatók indikátorváltozóit is használták a szolgáltatói fix hatások megragadására.

A kutatók két modellspecifikációt teszteltek, az egyszerű lineáris és a loglineáris változatot. Úgy találták, hogy a lineáris specifikáció jobban illeszkedik. A kétértékű évváltozókat tartalmazó, hedonikus OLS regressziós becslést először a teljes időszakra vonatkozó (*pooled*) adatbázison végezték el, de készítettek évpárokra vonatkozó

⁵ Két változó interakciója esetén azt feltételezzük, hogy az egyik változó értéke függ a másik változó értékétől. Az Ofcom modelljében az év \times szolgáltató interakció az egyes szolgáltatóknál mért éves árváltozás különbségének identifikálására szolgált, szemben az interakció nélküli korlátozottabb modellel, ahol a modellspecifikáció nem ad lehetőséget a szolgáltatók közti éves árkülönbség becslésére.

⁶ Az adatbázisba robusztus ártrend becslése érdekében nem kerültek be a piaci csomagok közül a 20 GB-nál nagyobb adatkeretet tartalmazó ajánlatok, mert ezeknek az ajánlatoknak a varianciája jóval nagyobb volt. Ezen ajánlatok kihagyásának hatását érzékenységvizsgálattal tesztelték, s arra jutottak, hogy ez nem torzította az eredményeket.

⁷ Magyarázó változóként szerepelt: a csomagba foglalt beszéd és sms, valamint az adatkorlát, a különböző irányú (hálózaton belüli és kívüli mobil, illetve fix) hívások és sms-ek díjai, mms-díj, a korlátlan adat díja és a keretet meghaladó adathasználat díja, a kapcsolási díj. A szerzők használtak számlázási jellemzőkre vonatkozó változót is.

becslést is. Mivel fogyasztási mennyiségi adat nem állt rendelkezésre, a becslés súlyozás nélkül történt. A lineáris modellspecifikáció alapján kapott eredményekből és az induló periódus átlagárából számították a hedonikus árindexet, amelyhez a szolgáltatói tarifacsomagok mintában szereplő arányát használták súlyként.

A kis megfigyelésszám érdemi korlátot szabott a vizsgálatban használható változók száma tekintetében, s a standard hibák nagysága az eredményekből levonható következtetésekre is hatással volt.⁸ Az árváltozásra vonatkozó becslésekből kapott eredményeket a szerzők inkább exploratív jellegűnek értékelték, és a tanulmány fő erényének a hedonikus módszer alkalmazhatóságának demonstrálását tekintették (*Forenbacher és szerzőtársai* [2016] 1066. o.).

• *Kim–Kim* [2018] a dél-koreai mobilpiacról készített egy hedonikus vizsgálatot, amely három szolgáltató tarifacsomagjait vizsgálta 2010–2017 között. A szolgáltatók honlapjáról származó adatokból épített adatbázis az évente megjelenő új ajánlatokból készült azzal a kutatói feltételezéssel, hogy egy új csomag három évig él a piacon, majd eltűnik. A szerzők összesen 209 ajánlatot találtak, amiből az időszak egészére így együttesen 744 megfigyelés adódott. Az ár mellett az adatbázis a csomagok fontos jellemzőire vonatkozó információkat is tartalmazott.⁹

A hedonikus árváltozás becslésére kétértékű időváltozós hedonikus regressziót használtak. A modellspecifikációval való kísérletezés eredményeként, az illeszkedés és a hibatagok vizsgálata alapján a log-lineáris és a log-log specifikációt találták jobbnak a lineáris specifikációhoz képest. A becsléshez számított súlyokat a cégek piaci részesedésének és a mobilkiadásokról készített piackutatás eloszlásának kombinálásával alakították ki. A WLS becslést évpárokra végezték el. Az eredményként kapott hedonikus árváltozás éves átlagos mértéke –8,1 százalék volt, a szolgáltatók árindexei e körül alakultak, de különböztek egymástól. A log-log modellből kapott árváltozás indexet a szerzők összevetették a standard árindex eredményével, s megállapították, hogy a fogyasztói jólét változását hedonikus index jobban tükrözi.

A VIZSGÁLATHOZ HASZNÁLT ELEMZÉSI ADATBÁZIS

A nyers adatbázis összeállítása

Megfigyelési egységeinket a három magyar mobilszolgáltató által, 2015–2020 között az egyes években nyújtott nyilvánosan elérhető lakossági előfizetési szolgáltatáscsomagok jelentik. A szolgáltatáscsomagok jellemzőit a szolgáltatók nyilvános általános

⁸ Az adatpontok számához képest viszonylag sok változó egy jó részének becsült koefficiense nem volt szignifikáns, s a multikollinearitás problémáját sem sikerült teljesen kiküszöbölni.

⁹ A képzett változók a következők voltak: csomagba foglalt adatkeret, hálózaton kívüli hívásperc, internetes hanghívás (VoIP) és videóhívás mennyisége percben, átlagos sebesség, korlátlan adat-, beszéd-, illetve sms-indikátorváltozók.

szervizelési feltételei alapján rögzítettük az adatbázisunkba. Az adatokat az általános szerződési feltételeknek az adott év utolsó (jellemzően decemberi) módosítása alapján vettük fel, azaz az adatok az egyes években az év végi állapotokat tükrözik.

Az összeállított adatbázis az adott évben (illetve év végén) értékesíthető előfizetéses (*postpaid*) díjcsomagok ár- és szolgáltatásjellemzőit tartalmazza. Kétféle csomag jellemzőit vettük fel: 1. alapcsomag, amely önállóan igénybe vehető, 2. kiegészítő csomag (vagy opció), amely valamelyik alapcsomag mellé választható.

Az alapcsomagok közül csak azok szerepelnek az adatbázisban, melyek az adott évben bárki számára elérhetők voltak, azaz igénybevételük nem volt speciális feltételekhez kötve¹⁰. Az alapcsomagok döntő része okostelefonon igénybe vehető, kisképernyős (*small screen*) integrált hang- és adatcsomag. Az adatbázis tartalmazza azokat a nagyképernyős (*large screen*) ajánlatokat is, amelyek egy speciális eszköz (stick vagy mifi, azaz mobil wifi router) segítségével mobilinternet-hozzáférést biztosítanak, de a beszédcélú használatot nem teszik lehetővé.

A Telenor és a Vodafone esetében az alapcsomagok az általános szerződési feltételek alapján egyértelműen beazonosíthatók, azonban Magyar Telekomnál a 2017–2020 közötti években ez nincs teljesen így. 2017-től – vélhetően az internet áfacsökkentése és a szolgáltatások eltérő áfatartalma miatt – a Telekom általános szerződési feltételei nem integrált hang- és adatcsomagokat tartalmaznak, hanem olyan különálló hang- és adatalapcsomagokat, amelyek közül a fogyasztónak kell összeállítania a számára megfelelő kombinációt. A Telekom okostelefonos (*small screen*) csomagjai tehát ezekben az években is alapvetően integrált hang- és adatcsomagok (mivel a hangcsomagok önállóan nem vehetők igénybe, csak valamelyik adatcsomaggal együtt).¹¹ Tehát a 2017–2020 közötti évekre nekünk kellett előállítanunk a hang- és az adatcsomagok együtt választható kombinációiból a Telekom ténylegesen igénybe vehető alapcsomagjait. Ez, mint az 1. táblázatból is látszik, jelentősen megnövelte a szóban forgó években a Telekom alapcsomagjainak a számát.

¹⁰ Az adatbázis nem tartalmaz olyan csomagokat, mint a speciális fogyasztói csoportoknak (idősek, fiatalok, vakok) szánt csomagok, a szolgáltató meglévő (mobil vagy vezetékes) előfizetői számára nyújtott speciális csomagok (például társkártya), a digitális jólét csomagok, a Magyar Telekom otthoni mobilinternet csomagjai (amelyet a szolgáltató csak azok számára nyújt, ahol megfelelő minőségű vezetékes szélessávú hozzáférést nem tud biztosítani). Szintén nem tartalmazza az adatbázis a készülékkel együtt kínált csomagokat, amelyeket jellemzően hűség szerződés keretében értékesítettek. E csomagok előfizetési díjában sokszor keveredik a hűség szerződés díjcsökkentő és a nagyértékű eszköz törlesztésének díjnövelő hatása. További probléma, hogy az általános szerződési feltételek alapján nem határozható meg, hogy a díjcsomagokhoz milyen (illetve mekkora értékű) eszköz értékesítése kapcsolódott.

¹¹ Kivételt képez 2017–2018-ban a legnagyobb, korlátlan beszédet és sms-t tartalmazó hangcsomag, amely önállóan is igénybe vehető volt.

1. TÁBLÁZAT • Az adatbázisban szereplő alapcsomagok megoszlása

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Összesen
TELEKOM	15	12	23*	23*	22*	19*	114
Nagyképernyős	4	4	2	2	2		14
Kisképernyős	11	8	21	21	20	19	100
TELENOR	14	13	13	8	9	9	66
Nagyképernyős	8	8	3	3	3	3	28
Kisképernyős	6	5	10	5	6	6	38
VODAFONE	10	13	10	10	10	12	65
Nagyképernyős	4	8	4	3	3	5	27
Kisképernyős	6	5	6	7	7	7	38
Összesen	39	38	46	41	41	40	245

* Hang- és adatalapcsomagok kombinációival összesen.

Az adatbázisba a szolgáltatáscsomagoknak azokat a jellemzőit rögzítettük, amelyek befolyásolják a csomag előfizetési díját, illetve a szolgáltatástartalmát. A jellemzők a következő csoportokba sorolhatók:

- *Azonosítók: év, szolgáltató, csomag neve.* E három azonosító alapján még nem azonosíthatók a megfigyelési egységeink, mivel sok esetben egy csomagot a szolgáltatók különböző előfizetési díj mellett értékesítettek bizonyos feltételek esetén.
- *Az előfizetési díjat befolyásoló tényezők: hűségidő, e-kedvezmény.* A szolgáltatók az esetek jelentős részében különböző (alacsonyabb) előfizetési díjat határoztak meg a határozott idejű (hűség-) szerződést vállalók számára. A határozott idejű szerződés időtartamát a hónapok száma alapján rögzítettük. A szolgáltatók széles körben alkalmazták az úgynevezett e-kedvezményt (e-pack, e-komfort), amely elektronikus számlaküldés és fizetés vállalása esetén (a számla határidőben történő kiegyenlítését is vállalva) a fogyasztó számára bizonyos összegű kedvezményt nyújt a havi előfizetési díjból.
- *A csomag típusa* esetében azt rögzítettük, hogy a csomag tartalmaz-e hang-, illetve adatszolgáltatást. Ez alapján az adatbázisban szereplő csomagok közül kiszűrhetők a csak hangcsomagok az integrált kisképernyős hang–adat, valamint a csak adatot tartalmazó nagyképernyős csomagok.
- *Havi előfizetési díj,* amelyet az esetek többségében az általános szerződési feltételek díjszabási melléklete alapján vittünk be az adatbázisba. Bizonyos ajánlatoknál (jellemzően hűségi szerződés vállalása esetén) a szolgáltató nem a szerződés teljes időtartamára, hanem csak az első néhány hónapra vonatkozóan adott árkedvezményt. Az ilyen esetekben a szerződés teljes időtartamára vonatkozóan számítottuk ki az átlagos havi előfizetési díjat.
- *Az internethasználat jellemzői* kapcsán rögzítettük a csomagra vonatkozóan a szolgáltató által meghatározott maximális le- és feltöltési sebességet, az adat-

korlát nagyságát, a korlátlan adathasználat tényét, valamint az EU-roaming során felhasználható adatkeret nagyságát.

- *Korlátlan tematikus adathasználat.* Számos csomag tartalmaz úgynevezett tematikus (jellemzően korlátlan) adathasználatot.¹² Ez gyakorlatilag az iparágban *zero rating* néven ismert gyakorlatot jelenti, amelynek során a szolgáltató bizonyos internetes tartalmakhoz, alkalmazásokhoz nyújt hozzáférést úgy, hogy a használathoz kapcsolódó forgalmat nem számítja bele a csomag általános adatkorlátjába. Az adatbázisban rögzítettük a csomagban szereplő tematikus adathasználat tényét, valamint jellegét. A szolgáltatók a tematikus adathasználatot a következő tartalmak esetén nyújtottak: *chat*, közösségi média, navigáció, böngészés, zene, videó.
- *A beszéd- és sms-használat jellemzőit* az adatbázis hálózaton belüli és kívüli bontásban tartalmazza, mivel ez a szolgáltatók ajánlatainál is széles körűen alkalmazott differenciálási szempontot jelent. Az adatbázisban rögzítettük a csomagba foglalt, külön díj nélkül lebeszélhető percek, illetve sms-ek számát vagy a lebeszélhetőség keretösszegét, a korlátlan lebeszélhetőség tényét, valamint a lebeszélhető keret kimerülése után érvényes perc- és sms-díjakat.

A szolgáltatók az alapsomagokhoz számos esetben kínálnak kiegészítő csomagokat, opciókat. Az adatbázisba ezek közül azokat a mindenki számára elérhető kiegészítő csomagokat vettük fel, amelyek szolgáltatástartalma és kondíciói megfeleltethetők az alapsomagoknál rögzített struktúrának. Ez azt jelenti, hogy e csomagok is rendelkeznek havi előfizetési díjjal és az adat- vagy hang- és sms-használati jellemzőik rögzíthetők az alapsomagoknál bemutatott kategóriák szerint.

Négyféle kiegészítő csomagot vettünk fel az adatbázisba:

- *Kiegészítő általános adatcsomag.* Ez (többször) előfizetési díj ellenében meghatározott – az alapsomag adatkorlátjának kimerülése után felhasználható – adatkeretet nyújt.¹³
- *Korlátlan tematikus adatcsomag.* A szolgáltatók nemcsak a bizonyos alapsomagok részeként, hanem külön előfizetési díj ellenében is lehetővé tesznek korlátlan tematikus adathasználatot, alapvetően az alapsomagoknál bemutatott tartalmakhoz, alkalmazásokhoz való hozzáférések esetén. Az adatbázis tartalmazza a kiegészítő korlátlan tematikus adatcsomag előfizetési díját és a tartalom és az alkalmazás jellegét is.

¹² Néhány esetben előfordul, hogy a szolgáltató a csomagban a tematikus adathasználat esetén külön adatkeretet határoz meg az általános adatkorlát felett.

¹³ A fent elmondottak alapján, itt nem vettük figyelembe az eseti (egyszeri) kiegészítő többletadatot biztosító ajánlatokat, csak a havonta megújuló vagy az alapsomag szerződési időtartamának végéig érvényes kiegészítő adatcsomagokat.

- *Kiegészítő hang csomagok.* Az adatbázisba alapvetően azok a csomagok kerültek felvételre, amelyek meghatározott mennyiségű lebeszélhető percet tartalmaznak előfizetési díj megfizetése esetén.¹⁴
- *Kiegészítő sms-csomagok.* Ezek előfizetési díj ellenében meghatározott mennyiségű vagy korlátlan sms-küldést tesznek lehetővé a fogyasztó számára.

Az adatbázisban rögzítettük, hogy az egyes kiegészítő csomagok melyik alapcsomaghoz vehetők igénybe.

Az elemzéshez használt adatbázis kialakítása

A fent bemutatott nyers adatbázis és további kiegészítő adatok alapján készítettük el azt az elemzési adatbázist, amelyen a modellszámításokat elvégeztük. A nyers adatbázis adatain bizonyos számításokat kellett végrehajtanunk, hogy elemzésre alkalmas, egységes adatbázist kapjunk.¹⁵ Erre alapvetően a hang- és sms-jellemzők esetében volt szükség.

Nyers adatbázisunkban külön szerepelnek az alap- és a kiegészítő csomagok, valamint az az információ, hogy az egyes alapsomagokhoz milyen kiegészítő csomagok választhatók. Ez alapján összeállíthatók olyan csomagkombinációk, amelyek különálló csomagokként is értelmezhetők. A kombinált csomagok megoszlását mutatja a 2. táblázat.

2. TÁBLÁZAT • Az adatbázisban szereplő összes csomag megoszlása

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Összesen
Telekom	2 913	1 481	308	224	100	84	5 110
Telenor	2 007	3 308	856	748	952	772	8 643
Vodafone	200	412	2 330	1 495	255	313	5 005
Összesen	5 120	5 201	3 494	2 467	1 307	1 169	18 758

A kombinált csomagokkal együtt az összeállított adatbázis közel 19 ezer megfigyelési egységet tartalmaz. Összességében a három szolgáltató csomagjainak száma azonos nagyságrendű, az egyes években azonban jelentős különbségek fordulnak elő a szolgáltatók között.

¹⁴ Ezenkívül a szolgáltatók számos egyéb beszédcélú kiegészítő csomagot, opciót kínáltak, amelyek nem kerültek be az adatbázisunkba, mivel a szolgáltatás tartalma nem volt megfeleltethető, jellemzően szűkebb volt, mint az alapsomag struktúrája. Ilyen például a forgalmi díj felszámítása nélkül hívható „kedvenc szám”, a családtagok ingyenes hívhatóságát biztosító csomag vagy a vezetékes számok hívására vonatkozó csomagok, kedvezmények.

¹⁵ Például a forintban meghatározott lebeszélhető mennyiségeket a percdíjak alapján átszámítottuk percvolumenre.

Az alapváltozók mellett az elemzés céljára saját változókat is kialakítottunk. Ilyen például az szolgáltatás típusát (nagyképernyős vagy kisképernyős) kódoló indikátorváltozó. A nyers csomaginformációkból képeztük az *egyéb tematikus adat opció száma* változót, amely azt mutatja, hogy hányféle korlátlan tematikus adathasználati lehetőség van a csomagban a videón¹⁶ kívül.

A modellspecifikáció során a legtöbb problémát a csomagokban szereplő, igen sokféle variációban előforduló hang- és sms-változók kezelése jelentette. Mint korábban említettük, már a csomagok kondícióinak a rögzítésekor is látszott, hogy a hang- és az sms-szolgáltatás, illetve ezek hálózaton belüli vagy kívüli használatának árazása a szolgáltatók számára fontos differenciálási szempontot jelent, ami miatt e jellemzőket külön változóként definiáltuk. E változók egy része között azonban viszonylag erős korreláció van (például minél több a hálózaton kívül lebeszélhető perc a csomagban, annál több a hálózaton belül lebeszélhető perc és felhasználható sms is). A magyarázó változók közötti korreláció problémákat okozhat (multikollinearitás) a modellezésnél (például nehezen értelmezhető, nem intuitív paraméter-előjelek jelennek meg, amelyekkel mi is találkozunk). A probléma egyik kezelése lehet az összefüggő változók aggregálása, amit mi is választottunk a csomagba foglalt perc- és sms-keret változók összevonásával. A korlátlan perc- és sms-használatnál hasonló megfontolások miatt alakítottunk ki aggregált változókat.¹⁷ Elemzésünkben ezeket az aggregált változókat használtuk:

- a csomag nem tartalmaz semmilyen korlátlan használatot,
- a csomag korlátlan hálózaton belüli perc- és sms-használatot tartalmaz, de nincs benne semmilyen korlátlan hálózaton kívüli használat,
- a csomag korlátlan perc- és sms-használatot tartalmaz hálózaton belül és azon kívül is.

A MAGYAR MOBILPIAC ÉS A CSOMAGOK FEJLŐDÉSE 2015–2020 KÖZÖTT

A magyar mobilszolgáltatások fejlődése a 2010-es évek második felében

A magyar mobilpenetráció a vizsgált időszak során alapvetően nem változott, 110% körüli értéken stagnált.¹⁸ A hangpiac már a periódus elején is egy érett, telített piac volt, amelynek alapvető jellemzői viszonylag csekély mértékben változtak. Ami a periódus során (és azt megelőzően is) megfigyelhető tendenciának nevezhető, az az

¹⁶ A *korlátlan tematikus videóhasználat* önálló változóként szerepel, mivel ára jelentősen magasabb a többi tematikus használaténál.

¹⁷ Vizsgáltuk a különböző aggregációs alternatívákat, s végül azt választottuk, amelyek a modell jobb illeszkedése mellett a legjobban interpretálható.

¹⁸ Ebben az alfejezetben szereplő adatok forrása, ahol azt másként nem jelöltük, a NMHH által publikált mobilpiaci jelentések. A jelentés elérhető: *NMHH* [2021], az adattáblák elérhetők: https://nmhh.hu/cikk/220115/A_mobilpiaci_jelentes_adattablai__2020_II_felev.

előfizetéses (*postpaid*) vásárlók arányának folyamatos növekedése: arányuk 2015. végi 57 százalékról 2020 végére már 70 százalék közelébe emelkedett.

A sim-kártyák száma alapján számított hangszolgáltatás piaci részesedések alapvetően stabilak voltak a vizsgált időszakban. A Telekom 44–45 százalék körül folyamatosan tartotta a piacvezető pozícióját, de a második helyért zajló küzdelemben a Vodafone 2020 végére ledolgozta a periódus elején meglévő 5 százalékpontos hátrányát, és gyakorlatilag azonos, 27 százalék körüli részesedéssel holtversenyben áll a Telenorral.

A hangszolgáltatással ellentétben, a mobilinternet-piacon igen jelentős változások történtek a vizsgált években. A periódus elején gyors ütemben zajlott a 4G-hálózat kiépítése. 2013-ban a magyar 4G-lefedettség (a lefedett háztartások százalékában mérve) mindössze 40 százalékos volt, jóval elmaradva az EU 60 százalékos értékétől. 2015-ben, a frekvenciaaukciót követő évben azonban a magyar lefedettség már meghaladta az EU átlagát. 2016-ra a 800 MHz-es LTE-hálózat gyors kiépítésének eredményeként szinte teljessé vált a magyar 4G lefedettség (98,6 százalék), amit az EU-átlag csak két évvel később, 2018-ban ért el.¹⁹

A mobilinternet-forgalom egyre nagyobb része nagyon gyorsan a 4G hálózatokra terelődött. A 4G-forgalom aránya már 2015 végén meghaladta a teljes mobilinternet-forgalom felét, 2017 végére pedig elérte a teljes forgalom 90 százalékát. 2018-tól a mobilinternet-forgalom döntő hányada (93–96 százalék) a 4G hálózatokon zajlik.

A mobilinternet-penetráció növekedése egyértelműen a növekvő okostelefonos (*small screen*) használatnak köszönhető. A nagyképernyős (*large screen*) előfizetők száma a periódus során végig 500 ezer körüli értéken stagnált. A fajlagos forgalom jelentős növekedése viszont mindkét szegmensben megfigyelhető. Érdemes megjegyezni, hogy a magas fajlagos forgalomnak köszönhetően az előfizetőszámot tekintve csekély nagyképernyős szegmens még 2020-ban is az összes mobilinternet forgalom közel 30 százalékát adta. A mobilroaming új EU-szabályozásának (*Roam Like Home*) hatálybalépését követően, 2017-től ugrásszerűen megnőtt a külföldi mobilinternet-használat és a -forgalom.

Az internetforgalmat bonyolított sim-kártyák alapján számított piaci részesedések hasonlóak a hangpiacnál bemutatotthoz. A Telekom volt a piacvezető a periódus során 43–45 százalék közt ingadozó részesedéssel. A mobilinternet-piacon a Vodafone már a periódus elején is a Telenorral gyakorlatilag teljesen azonos súlyú szereplő volt. A két szolgáltató a piaci részesedést tekintve néhány tized százalékpontos különbséggel váltogatva előzte egymást a periódus egyes negyedéveiben.

¹⁹ Lásd EU Digital Scoreboard, https://digital-agenda-data.eu/datasets/digital_agenda_scoreboard_key_indicators/visualizations.

A lakossági csomagajánlatok fejlődése a periódus során

A kisképernyős (small screen) alapsomagok jellemzői • A vizsgált időszak előtti évben még rendkívül változatos csomagajánlatokkal találkozhattak a lakossági okostelefon-előfizetők. A díjcsomagszerkezet 2015-re tisztult le minden szolgáltatónál, s az alapvető jellemzők a periódus során végig megmaradtak. 2015-től a szolgáltatók szinte kizárólag integrált hang- és adatcsomagokat értékesítettek kisképernyős előfizetők számára. Az egyetlen kivételt a Telekom jelenti, amikor 2017–2018-ban a legnagyobb hangcsomagjánál lehetővé tette az önálló igénybevételt, míg a többi hangcsomagnál kötelezően adatcsomagot is kellett választania a fogyasztónak.

A csomagok közti differenciálás fő tényezőit mindhárom szolgáltatónál a lebeszélhető perc- és sms-mennyiség, valamint a csomagba foglalt adatkeret jelentette. A nagyobb (és értelemszerűen drágább) csomagok jellemzően több percet, sms-t és nagyobb adatkeretet tartalmaztak, a csomagba foglalt perc-, sms- és adatvolumenek tehát általában együtt mozogtak.

Ez alól érdekes kivételt jelent a Telenor 2017-ben bevezetett tarifacsaládja (Hello Data, négy különböző méretű díjcsomaggal), ahol minden csomag korlátlan adathasználatot biztosított, így a differenciálás egyedül a csomagokba foglalt lebeszélhető perc- és sms-volumen alapján történt. A következő évben azonban a Telenor e tarifacsalád értékesítését megszüntette, és visszatért a hagyományos hang-sms-adatkeret alapú differenciálásra. A hang-, sms- és adatkeret csomagmérettel való együtt mozgásától a Telekom 2017-től alkalmazott, korábban már említett gyakorlata jelenti a másik jelentős eltérést, amely a fogyasztó számára lehetővé teszi, hogy egy nagy hangcsomaghoz egy kicsi adatcsomagot válasszon, vagy fordítva. Ez utóbbi megoldás ráadásul a periódus végéig kiható változásként jelent meg a piacon.

A csomagba foglalt lebeszélhető percek és sms-ek mennyisége az időszak során végig a csomagok markáns differenciáló tényezőjét jelentette. A csomagok döntő része tartalmaz valamekkora mennyiségű lebeszélhető percet, illetve sms-t. A három szolgáltató a csomagba foglalt lebeszélhető percet és sms-t, illetve a korlátlan használatot a saját hálózaton belül és azon kívül is megkülönböztette a csomagokban. Korlátlan hálózaton kívüli használat jellemzően csak a nagy csomagokhoz járt.

A csomagokba foglalt adathasználat a periódus során jelentős változásokon ment át. 2015-ben az integrált hang- és adatcsomagok 2020-ból visszanezve rendkívül alacsony adatkeretet adtak. A csomagokba foglalt adatkeretek folyamatosan nőttek a periódus során, és 2020-ra már a legkisebb csomagok is 2–4 GB adathasználatot biztosítottak havonta, a közepes adatcentrikus csomagoknál pedig már 40–100 GB adatkeret is elérhetővé vált. A korlátlan belföldi adathasználatot kínáló csomagok 2017-ben jelentek meg mindhárom szolgáltatónál.

2016-ig a csomagba foglalt adatkeret csak belföldi mobilinternet használatot tett lehetővé. 2017-től – az EU mobilroamingra vonatkozó új szabályozásának

bevezetésével – a csomagokban megjelentek az EU-tagországokban is internethasználatot biztosító adatkeretek. A kisebb adatkeretek esetében a szolgáltatók lehetővé tették, hogy a fogyasztó akár a csomagba foglalt teljes adatkeretet felhasználja az EU-roaming során. A nagyobb adatkeretek és különösen a korlátlan adathasználatot biztosító csomagoknál azonban az EU-ban felhasználható keret érdemben kisebb volt a belföldi adatkeretnél. Ez alól kivételt jelentenek a Vodafone ajánlatai, amelyek már 2018-tól korlátlan adathasználatot biztosítanak az EU-ban is.

A csomagok tartalmának időbeli alakulását illusztrálja a 3. táblázat, amelyben a három szolgáltató legkisebb, legnagyobb és egy közepes méretű csomagjának fő jellemzőit mutatjuk be a periódus három időpontjára vonatkozóan.

3. TÁBLÁZAT • Jellemző csomagok tartalmának változása, 2015–2020

	2015			2017			2020		
	Telenor	Telekom	Vodafone	Telenor	Telekom	Vodafone	Telenor	Telekom	Vodafone
<i>Legkisebb csomag</i>									
Előfizetési díj (forint)	2290	2290	3490	2890	3413	3990	4790	2200	3990
Perc, sms	44	50	100	70	80	100	100	0	100
Belföldi adat (GB)	0,05	0,03	0,15	0,05	0,5	0,5	3	4	2
EU adat (GB)	0	0	0	0,05	0,5	0	3	4	2
<i>Közepes csomag</i>									
Előfizetési díj (forint)	8490	10090	5790	7690	7784	6990	10490	8490	8990
Perc, sms (hálózaton belül/ kívül)	korlátlan/ 180	korlátlan/ 160	korlátlan/ 150	korlátlan/ 200	korlátlan/ 0	korlátlan/ 200	120	korlátlan/ 100	100
Belföldi adat (GB)	0,5	0,5	0,5	2	4	1	100	15	40
EU adat (GB)	0	0	0	2	4	0	15	15	40
<i>Legnagyobb csomag</i>									
Előfizetési díj (forint)	18990	30590	17990	20990	23000	16990	19990	20080	16990
Perc, sms	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan
Belföldi adat (GB)	2	3	4	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan	korlátlan
EU adat (GB)	0	0	0	14	7	10	30,8	20	korlátlan

Kiegészítő csomagok, opciók • Az alapsomagok mellé a szolgáltatók kiegészítő csomagokat, opciókat is kínálnak, amelyek egyszeri díj vagy havi előfizetési díj ellenében egy szolgáltatási dimenzióban (beszéd, sms vagy internet) az alapsomagba foglalt volumenhez képest többletfogyasztást tettek lehetővé.

A legváltozatosabb opciók és kiegészítő csomagok a beszédszolgáltatáshoz kapcsolódtak, s néha magukba foglaltak üzenetküldő szolgáltatásokat is. E csomagok többsége csak bizonyos feltételek mellett tette lehetővé a kínált többletvolumen felhasználását vagy a forgalmidíj-kedvezményt. A korlátozó feltétel lehetett időbeli (például esti percek, hétfégi percek), térbeli (például vezetékes körzetre vagy szomszédos országba irányuló hívásokra vonatkozó opció), hálózatalapú (vezetékes hívások, hálózaton belüli hívások) vagy a hívottak körét érintő (kedvenc szám, csa-

ládi) opció.²⁰ A hang- és sms-kiegészítő csomagok száma és jelentősége azonban csökkent a periódus során.

A kiegészítő adatsomagok kínálata a periódus során végig jellemző volt. Ezek egyik típusa az eseti kiegészítő csomag, ahol a fogyasztó egyszeri díj ellenében kap egy meghatározott mennyiségű adatkeretet. A másik típus a havidíjas vagy megújuló kiegészítő adatsomag, ahol a fogyasztó a megrendelést követően az alapsomag szerződési időtartama alatt, illetve a kiegészítő csomag lemondásáig minden hónapban megkapja a választott csomagnak megfelelő többletadatkeretet. Adatbázisunkban csak az utóbbiak szerepelnek.

Tematikus adathasználat az ajánlatokban ♦ Tematikus adathasználatnak nevezzük, amikor bizonyos tartalmakhoz kapcsolódó forgalom nem számít bele az általános adatkorlátba, azaz ezek a forgalmak nem fogyasztják az általános adatkeretet. Ezek a kiegészítők az időszak során fontos szerepet játszottak a szolgáltatók kínálati szerkezetében. A tematikus adathasználat előfordult külön előfizetési díj mellett megvehető kiegészítő opcióként, illetve az alapsomag részeként is.

Mint már említettük, a tematikus adathasználatnak hat típusát azonosítottuk (*chat*, közösségi média, navigáció, böngészés, zene, videó), amelyek közül kiemelhető a videótartalmakra vonatkozó használat. A korlátlan tematikus videóhasználat általában nem képezte részét alapsomagoknak, és kiegészítő csomagként is jelentősen drágább volt,²¹ mint a többi tartalomhoz (*chat*, közösségi média, navigáció, böngészés, zene) nyújtott korlátlan hozzáférés. Ez természetesen érthető a videótartalmakhoz kapcsolódó, a szolgáltató számára is költséges sokkal nagyobb adatforgalom miatt.

Nagyképernyős (*large screen*) ajánlatok ♦ A nagyképernyős mobilszolgáltatások alapvetően laptopos (esetleg asztali számítógépes)²² mobilinternet-használatra vannak kitalálva (általában sms-küldési és -fogadási lehetőséggel együtt), a hagyományos beszédcélú mobilhasználatot azonban kizárják. A nagyképernyős csomagoknak két típusát különböztethetjük meg: a nomád használatot, amely a mobilinternet-használatot helyhez kötöttség nélkül bárhol lehetővé teszi (a továbbiakban nomád mobilnet), valamint a helyhez kötött otthoni mobilinternet-használatot (a továbbiakban otthoni mobilnet).

²⁰ E kiegészítők jelentős része nem került be az adatbázisba, melyben – mint korábban említettük – csak azokat a kiegészítő opciókat szerepeltettük, amelyek szerkezete megfelelt az alapsomagokénak, azaz a volumenek felhasználása legfeljebb a hálózaton belüli/kívüli használatot tekintve volt korlátozott.

²¹ A korlátlan tematikus videó lehetőségének havi előfizetési díja a Telekomnál sokáig 10 ezer forint közelében volt, majd az időszak végére 8 ezer forint közelébe csökkent, a Vodafone ezt az opciót 5 ezer forint körüli áron értékesítette. A többi tartalom/alkalmazás korlátlan használata általában néhány száz vagy egy-két ezer forintért volt elérhető.

²² Nagyképernyős fogyasztásnak tekinthető a tabletes mobilhasználat is, amivel tanulmányunk nem foglalkozik, alapvetően azért, mert ezek a csomagok jellemzően készülékvásárlást is feltételeznek.

A nomád nagyképernyős mobilnet a periódus első felében volt igazán jellemző a szolgáltatók portfóliójában, súlya egyértelműen jelentősen lecsökkent az időszak alatt. Az általános szerződési feltételek szerint 2020-ban a Telekom kínálatában már nincs önállóan előfizethető lakossági adatcsomag, azaz a Telekomnak nincs külön ajánlata nomád mobilnetre. Az időszak végén a Telenor szintén csak otthoni használatra szánt nagyképernyős mobilnet ajánlatokat kínált (amire a „Home” elnevezés utal), azonban a felhasználási feltételek nem zárták ki a nomád jellegű használatot.

Az otthoni mobilnet ezzel szemben nem veszítette el szerepét az időszak végére sem. A szolgáltatók ugyanakkor eltérő módon viszonyultak ehhez a termékhez. Az otthoni mobilnet elég nagy sáv szélesség esetén (amit a 4G-hálózatok már biztosítani tudtak) és kellően nagy adatkeret mellett már komoly helyettesítője lehet a vezeték nélküli internet szolgáltatásnak. Érthető, hogy emiatt a Telekom nem sietett az otthoni mobilnetcsomag bevezetésével (csak 2017-ben jelent meg nála), és egyértelműen csak kiegészítő terméként tette lehetővé az igénybevételét.

A Telenor jelent meg leghamarabb és a legnagyobb választékkal az otthoni mobilnet-szolgáltatások piacán. A Vodafone 2016-ban vezette be az otthoni mobilnet-csomagját, amely változatlan adatkorláttal, némileg csökkenő díjakkal az időszak végéig elérhető volt.²³

A MAGYAR MOBILÁRAK HEDONIKUS VIZSGÁLATÁNAK MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI

A modellben használt változók szelekciója

A magyarországi mobilárák jelen tanulmányban bemutatott hedonikus árvizsgálatban a függő változó az alapcsomag és a kiegészítő ajánlatok kombinációjából összeálló, az adott év utolsó negyedében megvásárolható lakossági előfizetéses csomagok havi előfizetési díja volt. A csomag számított ára, az *előfizetési díj* változó az alapcsomag és a megvalósítható kombinációk révén hozzá kapcsolt kiegészítők (forgalmi adót is tartalmazó) árainak összegével egyenlő.

A hedonikus függvény változói a hedonikus hipotézis szerint a termék vagy szolgáltatás használati értékének alapvető összetevőit jelentik. A megfelelő változók kiválasztása a termék releváns műszaki, keresleti, kereskedelmi és használati jellemzőinek ismeretét igényli. Ahogy Jack Triplett nagyon lényegre törően megfogalmazta: „a hedonikus elemzés fő alapelve, hogy ismerd jól a termékedet” (Triplett [2004] 138. o.).

A modellváltozók szelekciója során mi is hangsúlyosan ezt az elvet követtük, amit a magyar mobilpiacpiac általános ismeretén túl az segített, hogy az adatgyűjtéstől kezdve az adatbázis összeállításán át a változók definiálásáig valójában a teljes

²³ 2020-ban a Vodafone egy nagyobb adatkorláttal rendelkező otthoni mobilnetcsomagot vezetett be.

folyamatot kontrolláltuk. A hedonikus egyenletben a mobilszolgáltatás értékét és árát meghatározó szolgáltatásjellemzők, illetve szolgáltatáselemek szerepeltek magyarázó változóként.

A releváns változók szelekciója már az ajánlatok kódolásával elkezdődött, amikor az összes lényeges vagy potenciálisan érdekes termékjellemzőt rögzítettük. A csomagok fő jellemzőit megragadó alapváltozókból, különösen amikor ezek valamilyen módon összefüggtek – mint például a csomagba foglalt hang- és sms-keretek esetében – aggregált, illetve kombinált változókat képeztünk.²⁴ Az *adatkorlát* változó esetében a specifikáció tesztelése során felmerült, hogy az előfizetési díjra vonatkozó hatása nem lineáris, azaz a nagyobb adatkeret nem lineárisan növeli az előfizetési díjat. A becslt egyenletben ezért az *adatkorlát* változó négyzetét is használtuk, ami azon túl, hogy csökkentette a heteroszkedaszticitási problémát, érdemben javította a modell illeszkedését is. Külön változót használtuk az *EU-adatkorlát* mérésére, bár ez nyilvánvalóan összefügg a belföldi *adatkorlát* változóval, hiszen utóbbinak az EU-ban felhasználható részére vonatkozik. Úgy láttuk ugyanakkor, hogy az EU-adatkorlát fontos differenciáló tényezőt jelentett a szolgáltatók csomag- és árképzési gyakorlatában,²⁵ így ezt a változót mindenképpen szerepeltetni akartuk a modellben.²⁶

Az egyenletben törekedtünk az összes empirikusan releváns szolgáltatásjellemző szerepeltetésére, annak érdekében, hogy az idő indikátor változó becslése torzítatlan legyen. Ez különösen fontos a kimaradt változó problémájának elkerülése miatt.²⁷

A becslt modellek a szolgáltatásjellemzők tekintetében ugyanazokat a változókat tartalmazzák, az évpárok esetében – azok kivételével, amelyek az adott években nem léteztek. Ilyenek az időszak elején a *korlátlan adat*, az *EU-adatroaming* és a *korlátlan EU-adatroaming* változók.

A változók statisztikája a tanulmány *Függelékében* szerepel.

.....
²⁴ Egyes szolgáltatásjellemzők mérésére ezen felül még alternatív változók (például folytonos helyett kategóriaváltozók) is készültek. Ezekkel a becslés változó formájára vonatkozó választás robusztussága is tesztelhető volt.

²⁵ Az uniós szabályozás biztosított mozgásteret a szolgáltatók számára – elsősorban a nagy (korlátlan) adatkeretek, illetve alacsony fajlagos (1 GB-ra jutó) árak esetén – hogy az EU-ban felhasználható adatkeretet a belföldinél jelentősen szűkebben határozzák meg a csomagban.

²⁶ A négyzetes tag alkalmazása ebben az esetben nem látszott szükségesnek, mivel nem javította érdemben a modell illeszkedését. Az adatkeret nemlinearitása egyébként is alapvetően a nagyképernyős (*large screen*) ajánlatoknál és a magas adatkeretek árázásánál jelentkezett, amelyekhez az időszak elején nem is tartozott európai uniós roamingra használható adatmennyiség, s később is viszonylag alacsony EU-ban felhasználható adatmennyiséget tartalmaztak.

²⁷ A kimaradt változó problémája valamely független változó és a hibatag közötti korreláció formájában jelentkező endogenitás egyik oka lehet. Ez akkor áll elő, ha a kimaradt változó a magyarázó változókkal és a függő változóval is kapcsolatban áll, ilyenkor ugyanis kihagyása esetén a modellben szereplő változók becslt együtthatója torzított lesz.

A becslés alapjául szolgáló időszak

Az kétértékű időváltozót alkalmazó hedonikus regressziós módszer esetén a szakirodalom a teljes (*pooled*) adatbázison végzett becsléssel szemben a szomszédos időszakpárokra vonatkozó becslést ajánlja, mert ekkor kicsi az esélye annak, hogy a jellemzők jelentősen változnak, így hasonlót mérünk össze hasonlóval. Hosszabb időszak esetén az időszak végére már a termékjellemzők tartalma is más lehet, ezért közgazdasági értelemben a becsült együttható is kevésbé megbízható lesz. Az adatbázisunk hat évet fog át, ami a gyorsan változó mobilszolgáltatás esetén valóban hosszú időszak. A becsléseket ezért a szomszédos évpárokra készítettük el. Ezt az évpárokra jutó megfigyelések száma is lehetővé tette. A robusztusság ellenőrzésére elvégeztük a teljes időszakot átfogó adatbázison történt becslést is.

Függvényforma • A hedonikus árváltozás vizsgálatára használt modell specifikációjára mind a lineáris (röviden: lin-lin), mind a loglineáris (röviden log-lin) specifikáció alkalmasnak tűnt. A szolgáltatásjellemzőket lefedő magyarázó változók mellett a modellben a piaci átlagos árváltozást mérő változó az kétértékű évváltozó volt. A lin-lin specifikáció esetén a lineáris regressziós egyenletek a következők:

$$p_i^t = \alpha + \sum_k \beta_k z_{i,k}^t + \delta^t d^t + \varepsilon_i^t \quad (1a)$$

ahol:

p_i^t az i -edik csomagkombináció ára a t -edik időpontban ($t = 0, \dots, T$),

$z_{i,k}^t$ az i -edik csomagkombináció k -adik jellemzője a t -edik időpontban ($k = 1, \dots, K$),

α konstans,

β_k a csomagkombináció k -adik jellemzőjének együtthatója (implicit ára),

d^t a t -edik évhez tartozó kétértékű változó,

δ^t a kétértékű időváltozó együtthatója,

ε_i^t az i -edik termékhez tartozó véletlen hiba a t -edik időpontban.

A log-lin specifikáció abban különbözik az előzőtől, hogy itt a függő változó az ár természetes logaritmus. A becsült együtthatókat természetesen ennek megfelelően kell interpretálni.

$$\ln(p_i^t) = \alpha + \sum_k \beta_k z_{i,k}^t + \delta^t d^t + \varepsilon_i^t \quad (1b)$$

A Box–Cox-tesztel vizsgáltuk, hogy a függő változó milyen transzformációja lenne optimális ahhoz, hogy a függő változó eloszlása jobban közelítsen a normális eloszláshoz, a modellhibák pedig homoszkedasztikusak legyenek. Az időszak elejére vonatkozó modelleknél a kapott λ érték általában 0 közeli volt, ami szerint a függő változó esetén a logaritmus transzformáció tűnt optimálisnak. A későbbi évpárok esetében azonban a λ érték már közelebb volt 1-hez, ami alapján a transzformáció nélküli megoldás tűnt jobbnak. Mivel egyrészt a Box–Cox-teszt a vizsgált összes évpárra nem volt egyértelmű, másrészt az eredmények bemutatása és robusztussági

vizsgálata szempontjából is hasznos, a hedonikus árváltozás becslését mind a lin-lin, mind a log-lin specifikációval elvégeztük. A heteroszkedaszticitás problémáját a később bemutatott módon kezeltük.

A súlyozás kérdése

Fontos modellezési kérdés volt a súlyok alkalmazása. Amikor az ár- és termékjellemző megfigyelések mellett nem áll rendelkezésre a kereslet, illetve a fogyasztás mennyiségére vonatkozó adat, ahogy a korábbi elemzések esetében láttuk, a hedonikus vizsgálatok súlyozatlan becslést használnak. Ez azonban azt az implicit feltevést tartalmazza, hogy a jellemző kombinációk választása közel egyenletes eloszlású. A valóságban ez nagyon ritkán van így. Egyes csomagkombinációkat több, másokat kevesebb fogyasztó választ. Egyes szolgáltatóknál sok ajánlatkombináció hozható létre, míg másoknál szűkebb lehet a választék és annak kombinálhatósága. A kombinált csomagokra vonatkozó megfigyelések száma ráadásul a szolgáltatók kínálatán belül s az egymás közti összehasonlításban is évről évre jelentősen változhat, ahogy az számunkra az adatgyűjtés során kiderült, és a létrehozott adatbázis is mutatja.

Konkrét piaci információk hiányában, tapasztalati alapon is valószínűsíthető, hogy minden kombinációnak azonos súlyt adni nem reális feltételezés. A fogyasztói választásra vonatkozó – legalább közvetett – információk nélkül azonban minden megfigyelt ajánlat azonos súllyal szerepel. Az egyes szolgáltatók piaci részesedésére vonatkozóan lehet azonban találni aggregált információt, amely felhasználható legalább a szolgáltatói ajánlatok egymáshoz viszonyított súlyának kialakításához. Ezzel azt a hibát mindenképpen elkerülhetjük, hogy egy szolgáltató ajánlatai pusztán attól legyenek meghatározóbbak a becslés során, hogy az adott évben sokkal több kombináció állítható elő az alap- és kiegészítő ajánlataiból. Ezért a becslésnél a részesedés alapú súly alkalmazását mindenképpen indokoltnak láttuk.

Az elemzés során a valós piaci viszonyok közelítése érdekében a következő súlyozást használtunk.

- Az egyes szolgáltatók adott évi alapsomagjainak a relatív súlyát az alapsomagok száma alapján határoztuk meg. Egyéb információ hiányában a felosztást egyenlő arányokat feltételezve végeztük el (azaz feltételeztük, hogy a fogyasztók azonos hányada választotta a különböző méretű alapsomagokat).
- Az alapsomagok egyes évekhez tartozó relatív súlyait korrigáltuk a valós piaci viszonyoknak megfelelően egyrészt a szolgáltatók piaci részesedéseinek figyelembevételével, másrészt a nagyképernyős előfizetők külső forrásból becsült arányai alapján.²⁸

²⁸ A súlyozás során a NMHH által publikált mobilpiaci jelentésekben szereplő adatokat használtuk. A jelentés elérhető: NMHH [2021], az adattáblák elérhetők: https://nmhh.hu/cikk/220115/A_mobilpiaci_jelentes_adattablai_2020_II_felev.

- Az alapsomagok a teljes adatbázisnak csak kisebb részét adják, nagyobb részben az adatbázis olyan kombinált csomagokat tartalmaz, melyek egy alapsomag és a kiegészítő csomagok lehetséges kombinációból áll össze. A csomagok előfizetőire vonatkozóan semmilyen információval nem rendelkezünk, így ezek súlyozásánál mindenképpen valamilyen feltételezést kellett használni. Az első szóba jöhető feltételezés az lehetne, hogy az alapsomaghoz kapcsolódó csomagkombinációkat az előfizetők azonos arányban veszik igénybe, ami egyben azt is jelenti, hogy az előfizetők döntő többsége igénybe vesz valamilyen kiegészítő csomagot. Megítélésünk szerint a valós helyzetet ez a feltételezés távolról sem tükrözi. A kiegészítő csomagok ilyen nagy súlya mellett ugyanis a szolgáltatók egy előfizetőre jutó átlagos árbevétele (*Average Revenue per User, ARPU*) jóval magasabbra emelkedne, mint ami az ismert értékek²⁹ alapján feltételezhető. Alapmodellünkben ezért azzal a súlyozási feltételezéssel éltünk, hogy a fogyasztóknak csak kisebb része (10 százaléka) vesz igénybe kiegészítő csomagot.

A súlyozásra vonatkozó eltérő feltételezések eredményekre gyakorolt hatását röviden bemutatjuk a következőkben a robusztussági vizsgálat keretében.

Heteroszkedaszticitás és annak kezelése

Az OLS becslés fontos alapfeltevése, hogy a hibatagok szórása azonos (homoszkedasztikus). A heteroszkedasztikus hiba variancia esetén a *t*- és *F*-próbák nem megbízhatók, ezért a statisztikai következtetések sem lesznek azok. A heteroszkedaszticitás elkerülésére alternatív modellspecifikációt, változó transzformációt vagy súlyozott becslési módszert lehet használni. Mivel az együttható pontbecslése a heteroszkedaszticitás esetén is torzítatlan, ezért a gyakorlatias megközelítés szerint az is kezeli a problémát, hogyha a standard hibák becslésénél ezt figyelembe vesszük.³⁰ Egyik ilyen lehetőség a heteroszkedaszticitás esetében a variancia-kovariancia mátrix robusztus becslése, ilyenkor általában szükség van arra, hogy a hiba varianciájának jellegéről valamilyen pluszinformációnk vagy feltételezésünk legyen. Ha a megfigyelésekről tudjuk, hogy azok részben összefüggnek, akkor a klaszterrobusztus

²⁹ Kifejezetten a lakossági előfizetőkre vonatkozóan általában nem állnak rendelkezésre bevételi adatok. 2020-ban a Telenornál a teljes ARPU nettó nettó 12 euró, azaz mintegy 4200 forint volt (lásd: <https://www.ppftelecom.eu/hungary>), míg a Telekom szerződéses ügyfelei 2020-ban átlagosan havonta körülbelül nettó 5000 forintot fizettek (lásd Pénzügyi és működési adatcsomag, https://www.telekom.hu/rolunk/befektetoknek/penzugyi_jelentesek). Ezzel szemben a kiegészítő csomaggal kombinált csomagok 50 százalékos súlyának feltételezése mellett az adatbázisunk alapján a Telenor ARPU-jára nettó 8,5, a Telekom ARPU-ra 9,5 ezer forintos érték adódna.

³⁰ Nagy mintaelemszám esetén a heteroszkedaszticitás nem akadályozza meg azt, hogy az OLS becslésből korrekt statisztikai következtetést vonjunk le, ha a standard hiba és a tesztstatisztikák számítása megfelelően történik (Wooldridge [2010]).

variancia-kovariancia mátrix becslés is használható.³¹ Mivel a megfigyeléseink nem véletlen megfigyelések, hanem konkrét szolgáltatók tudatosan kialakított kínálatából származnak, nem is meglepő, hogy szolgáltatóként összefügghetnek. Ezért a standard hibákat ezt az összefüggést figyelembe véve szolgáltatóként klasztereztük. Ennek a következménye általában az, hogy az együtthatók standard hibája nagyobb lesz a sima OLS standard hibánál, ami rontja a *t*-teszt eredményét.

Multikollinearitás

Hedonikus regressziós modellek esetében könnyen találkozhatunk a változók közti erős korreláció miatti multikollinearitással, aminek következményeként a kollineáris változók standard hibája túl nagy lesz. Szerencsére ez a probléma nem okoz torzítást más változók együtthatójának becslésében. Mivel a modell változóiként szereplő szolgáltatásjellemzők gyakran együtt fordulnak elő, vagy ténylegesen is összefüggenek, nem meglepő, hogy ezek együttes szerepeltetésekor multikollinearitás áll elő. Ezt méri a varianciainflációs tényező (*Variance Inflation Factor; VIF*), amely megmutatja, hogy mennyire nő meg a modell varianciája a változó multikollinearitás miatt.³²

Ennek a problémának a kezelésére meg lehet ugyan próbálkozni korreláló változók valamelyikének eliminálásával, alapvetően azonban nem ajánlott semmilyen releváns változó kihagyása a modellből. Sokkal inkább segíthet az összefüggő változók aggregálása vagy ezekből valamilyen kompozit változó létrehozása.

A modellspecifikáció során teszteltük a változó multikollinearitást, és törekedtünk annak elkerülésére, szem előtt tartva, hogy lényeges változó ne maradjon ki. Erre a körülménytől való kezelésre leginkább a csomagba foglalt perc- és sms-keretek esetében volt szükség, amit végül változóaggregálással, azaz hálózaton belül és kívül felhasználható beszéd- és sms-keretek összegzésével valósítottunk meg. Mivel a modellben az adat árazásban érvényesülő nemlineáris hatás kezelésére használtuk az *adatkorlát* változó négyzetes értékét, a két változó magától értetődően korrelál. VIF-teszt elvégzésével meggyőződünk arról, hogy multikollinearitási probléma a specifikációkban használt változókkal kapcsolatban nem merült fel.

³¹ Ha az egyes megfigyelések valamilyen közös háttérrel vagy jellemzővel rendelkeznek, vagy jól meghatározható módon egy csoportba tartoznak, a becslési hibáik csoporton belül korrelálhatnak egymással. A klaszterezett standard hibák számításával figyelembe vesszük ezeket az összefüggéseket, annak érdekében, hogy statisztikailag megalapozott következtetéseket vonhassunk le a regressziós eredményekből.

³² A számított variancia inflációs tényező (VIF) minimumértéke 1. Küszöbérték ugyan nincs, de 10 fölötti szám már jelentős multikollinearitást jelez, a 4 alatti értéket pedig úgy kezelhetjük, hogy nem vet fel semmilyen multikollinearitási problémát.

A HEDONIKUS REGRESSZIÓS VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

A modellspecifikáció során, amint ezt az előző fejezetben bemutattuk, számos döntést kellett meghoznunk, amelyeket előzetes tesztek, a szakirodalom ajánlásai, illetve legjobb szakmai meggyőződésünk alapján tettünk meg. Így alakult ki az az alapmodell, amely véleményünk szerint a legmegbízhatóbb képet nyújtja vizsgálatunk tárgyáról, a hedonikus mobilárok alakulásáról.

Regressziós eredmények

Lineáris specifikáció • A 4. táblázat foglalja össze a lineáris specifikációjú regressziós modell eredményeit.

A változókra vonatkozó paraméterbecslések jól értelmezhetők: az adott csomag jellemző implicit árát jelentik forintban. Kétértékű változók esetén a paraméter értéke azt jelenti, hogy az adott jellemzővel rendelkező csomagok előfizetési díja – a többi jellemző értékét fixen tartva – átlagosan mennyivel tér el azon csomagok előfizetési díjától, amelyek az adott jellemzőt nem tartalmazzák. A 2019–2020-as modellben például a *korlátlan adat HU* változó paraméterértéke azt jelzi, hogy a belföldi korlátlan adathasználatot biztosító csomagok havi előfizetési díja átlagosan 6885 forinttal magasabb a korlátlan adathasználatot nem biztosító csomagokhoz képest.

A folytonos változókra becsült paraméter úgy interpretálható, hogy a változó egységnyi növekedése – a többi változó értékének fixen tartása mellett – mekkora előfizetésidő-növekedéssel jár együtt. A 2019–2020-as modellben például azt láthatjuk, hogy az előfizetési díj 19,9 forinttal nő, ha a csomag eggyel több ingyenesen felhasználható percet vagy sms-t tartalmaz.

A hedonikus árváltozás vizsgálata szempontjából a legfontosabb változók az évpármodelleket összefoglaló táblázatban szereplő év indikátorváltozók. Az évpár első éve képezi a bázist, amelyhez viszonyítva a második év átlagos eltérése értelmezhető. A 2018–2019-es modellben tehát azt látjuk, hogy a minőséggel korrigált átlagár 2019-ben a 2018-es árszinthez képest 673 forinttal csökkent. A 2015-től 2020-ig tartó teljes időszakos árváltozás nagyságát az évparamétereknek a segítségével határozhatjuk meg.

A táblázatban látható, hogy nem minden paraméter klaszterbusztus becslése szignifikáns legalább 5 százalékon. A modellek illeszkedése viszonylag jónak mondható, mivel az R^2 -értékek 0,74 és 0,91 között mozognak.

A becsült együttthatók előjele és nagysága alapvetően a várakozásoknak megfelelően alakul.

Az *adatkorlát* változó lineáris együttthatója az adatkeret 1 GB-os növekedésének implicit árát mutatja, ami 2015-től 2020-ra jelentősen csökkent. Ezt az értéket azonban korrigálni kell, mivel az egyenlet az adatkorlát négyzetét is tartalmazza. Az adatkorlátnégyzet együttthatójának negatív előjele azt jelzi, hogy minél na-

4. TÁBLÁZAT • A lineáris (lin-lin) modell regressziós eredményei

	Évpárok					
	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020	
Konstans	2189,0*** (525,3)		3967,5*** (211,1)	2870,9*** (268,5)	2498,7*** (403,2)	2808,6*** (770,7)
Hűségidő	-101,4*** (22,0)		-82,4*** (24,4)	-34,2** (11,7)	-72,1** (22,5)	-84,6** (29,6)
E-kedvezmény	-201,1 (351,7)		-442,2* (176,5)	-635,0*** (95,7)	-530,1*** (118,6)	-458,0*** (113,7)
Összes perc és sms	24,5*** (1,5)		14,5*** (2,3)	10,5*** (0,5)	16,1*** (3,5)	19,9** (7,3)
Korlátlan perc és sms belül	2569,5* (1280,2)		2553,4*** (386,4)	1912,5*** (99,3)	1586,5*** (101,7)	1506,3*** (357,6)
Korlátlan perc és sms minden irányba	14412,8*** (2059,1)		10906,0*** (1333,8)	7193,1*** (285,1)	6870,3*** (744,4)	7280,5*** (929,4)
Adatkorlát (GB)	516,4*** (150,2)		464,0* (190,6)	250,0*** (43,5)	117,6* (55,0)	70,8** (23,1)
Adatkorlát-négyzet	-4,4** (1,5)		-3,9* (1,9)	-1,9*** (0,5)	-0,6 (0,4)	-0,3 (0,1)
Korlátlan adat HU			9144,9*** (1564,9)	6986,2*** (437,6)	6537,7*** (598,7)	6884,5*** (576,0)
Korlátlan adat HU + EU				8380,6*** (124,4)	9983,8*** (79,7)	7546,3*** (377,1)
EU adatkorlát (GB)	-95,3 (222,2)		48,0 (124,3)	224,0*** (40,9)	228,8*** (22,5)	116,5** (42,1)
Nagyképernyő	-1843,2 (1740,3)		-2337,2 (784,7)	-1505,7 (1016,5)	-1187,6 (825,9)	316,7
Videó tematikus adat	-1022,9 (2146,6)		1650,7 (2754,7)	3250,6* (1262,2)	3961,4*** (1182,3)	
Egyéb tematikus alkalmazás száma	1935,6* (888,0)		766,4*** (171,0)	725,4*** (183,5)	355,0*** (106,5)	
2016	95,5 (300,1)					
2017			-2257,4*** (545,4)			
2018				-908,1** (325,5)		
2019					-673,2** (239,7)	
2020						-755,6 (388,5)
N	10 321		5 961	3 774	2 476	
R ²	0,80		0,79	0,91	0,89	
Adj R ²	0,80		0,79	0,91	0,89	
AIC	216 642		120 974	74 372	49 154	
F-statisztika	3507		1556	2572	1440	

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$.

gyobb adatkeretnél vizsgáljuk az 1 GB-os növekedést, ez annál kisebb forintösszeg növekedést jelent. Az EU-ban felhasználható adatkeret változó, olyan speciális jellemző, amelyet szintén együtt kell kezelni a belföldi adattal, mivel ezzel részben össze is függ.

A 2017-től megjelenő korlátlan belföldi adat először drágább, majd 2018-tól beáll a 7000 forint közeli szintre. A belföldön és az EU-ban is korlátlan adat ára ennél magasabb. Az EU-adatkorlát együttthatója 2017-től szignifikáns és előjele pozitív.

A csomagba foglalt perc és sms implicit egységára 10,3 és 24,5 forint közötti érték, egyértelmű időbeli tendencia nem rajzolódik ki.

A csomagba foglalt belföldi irányba korlátlan perc és sms implicit ára mindig pozitív és csökkenő. A várakozásnak megfelelően a mindkét irányba korlátlan perc és sms ára ennél végig magasabb, de a 2015-ös magas árhoz képest az időszak második felére lecsökken.

A szolgáltatás árát a várakozásoknak megfelelően mindig csökkenti a nagyobb hűségidő és az e-kedvezmény választása.

A tematikus korlátlan adathasználat, ha videóról van szó, jelentősen megnöveli az előfizetési díjat. E szolgáltatáselem implicit árának becslése többnyire nem szignifikáns, ami részben annak a következménye, hogy a korlátlan videóhasználatot tartalmazó kombinált ajánlatokat a modellben kis súllyal vesszük figyelembe.

Az egyéb tematikus korlátlan adathasználat elemenkénti implicit ára folyamatosan csökken (bár nem mindig szignifikáns).

A nagyképernyős ajánlatokat megkülönböztető változó együttthatójának előjével kapcsolatban általánosan érvényes várakozást nem lehet megfogalmazni, az okostelefonos opciókhoz képest lehet pozitív és negatív is. Ez a változó azonban nem szignifikáns.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a viszonylag jó illeszkedés, valamint a piaci és közgazdasági várakozásoknak alapvetően megfelelő és többnyire statisztikailag is szignifikáns együttthatók jelzik, hogy a modell elég jól megragadja az ár és a releváns szolgáltatásjellemzők kapcsolatát. A vizsgálat középpontjában álló éves hedonikus árváltozás 2017-től kezdődően minden évben negatív, 2017 és 2019 között még statisztikailag is szignifikáns.

Loglineáris specifikáció ♦ Mielőtt a kapott eredmény értékelésére térnénk, bemutatjuk a másik modellspecifikációval készült becslés eredményét is, amelyben az előfizetési díj logaritmikus formában szerepel (5. táblázat).

A loglineáris modell illeszkedése kicsivel gyengébb az egyszerű lineáris specifikációhoz képest,³³ de hasonló eredményt hozott a változók szignifikanciája szempontjából.

³³ A becslő modellek illeszkedésének összehasonlításából is a változást forintszintben mérő lin-lin modell bizonyult valamivel jobbnak. Mivel a regressziók R^2 értéke közvetlenül nem hasonlítható össze, ezért a függő változó tényleges és becslült értéke közötti korreláció négyzeteként definiált generalizált

5. TÁBLÁZAT • Loglineáris (log-lin) modell regressziós eredmények

	Évpárok					
	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020	
Konstans	7,760*** (0,188)		8,122*** (0,063)	8,094*** (0,112)	8,126*** (0,024)	8,161*** (0,075)
Hűségidő	-0,010*** (0,002)		-0,008** (0,003)	-0,005 (0,003)	-0,008** (0,002)	-0,008* (0,003)
E-kedvezmény	-0,058* (0,029)		-0,077*** (0,019)	-0,091*** (0,024)	-0,073*** (0,018)	-0,065*** (0,016)
Összes perc és sms	0,005*** (0,001)		0,003*** (0,000)	0,002*** (0,000)	0,002*** (0,000)	0,002** (0,001)
Korlátlan perc és sms belül	0,366*** (0,104)		0,477*** (0,027)	0,375*** (0,051)	0,348*** (0,043)	0,347*** (0,039)
Korlátlan perc és sms minden irányba	1,885*** (0,213)		1,419*** (0,121)	1,034*** (0,059)	0,904*** (0,060)	0,923*** (0,061)
Adatkorlát (GB)	0,052*** (0,013)		0,046** (0,016)	0,033*** (0,004)	0,018* (0,009)	0,012* (0,005)
Adatkorlát-négyzet	-0,000** (0,000)		-0,000* (0,000)	-0,000*** (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
Korlátlan adat HU			1,080*** (0,061)	0,832*** (0,031)	0,543*** (0,132)	0,639*** (0,099)
Korlátlan adat HU + EU				0,788*** (0,052)	0,979*** (0,013)	0,737*** (0,039)
EU-adatkorlát (GB)	-0,018 (0,020)		0,007* (0,003)	0,027*** (0,001)	0,031*** (0,007)	0,016** (0,005)
Nagyképernyő	0,295 (0,187)		0,058 (0,221)	-0,075 (0,142)	-0,190 (0,178)	-0,030 (0,191)
Videó tematikus adat	-0,118 (0,193)		-0,085 (0,196)	0,131 (0,246)	0,333** (0,112)	0,439*** (0,108)
Egyéb tematikus alkalmazás száma	0,238* (0,098)		0,157* (0,078)	0,113** (0,042)	0,083*** (0,022)	0,021** (0,008)
2016	0,028 (0,030)					
2017			-0,220** (0,069)			
2018				-0,085 (0,055)		
2019					-0,121* (0,056)	
2020						-0,058 (0,054)
N	10 321		8695	5961	3774	2476
R ²	0,87		0,81	0,82	0,89	0,85
Adj R ²	0,87		0,81	0,82	0,88	0,85
AIC	23 831		22 879	13 292	6880	5142
F-statisztika	5878		2921	1924	2072	1008

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$.

A becült paraméterek értelmezése a logaritmikus forma miatt nem olyan egyszerű, mint a lineáris regresszió esetében. Kis értékeknél, például 0,05 értékű együttható esetén ugyan alkalmazható az a közelítő becslés, hogy az adott jellemző 5 százalékos árnövekedést jelent a bázisszinthez képest, nagyobb együtthatóértékeknél azonban ez már pontatlan lesz. A pontos értéket a paraméterek transzformációjával kaphatjuk meg, ahol a paraméter értékét kitevőként használva és a természetes logaritmus alapot erre a kitevőre emelve kapjuk meg, hogy indikátorváltozónál annak 1 értéke, illetve folytonos változó esetén, annak egységnyi növekedése a függő változó – azaz az előfizetési díj – értékét hány százalékká változtatja meg. A 2019–2020-as modellben például az 2020-as év változó $-0,058$ értéke azt mutatja, hogy az árszint 2019-hez képest az árszint 5,7 százalékkal, azaz 94,3 százalékká csökkent (mivel $e^{-0,058} = 0,943$). A loglineáris modell eredményei alapján így az időszak során jelentkező hedonikus árváltozás mértékét százalékos formában kifejezett indexként tudjuk interpretálni. A láncindex az éves indexek szorzata.

A változók együtthatóit e specifikáció esetében is hasonlóan értékelhetjük, csak itt a százalékos változásként interpretálhatjuk. Mivel az előjelek és az értékek alapvetően a várakozások szerint, továbbá a lineáris specifikációhoz hasonlóan alakulnak, ezek részletes tárgyalására nem térünk ki. Érdekes talán kiemelni, hogy a csomagba foglalt perc és sms, illetve az adat egységára, s hasonlóan a korlátlan adat implicit ára is csökkent a vizsgált időszakban.

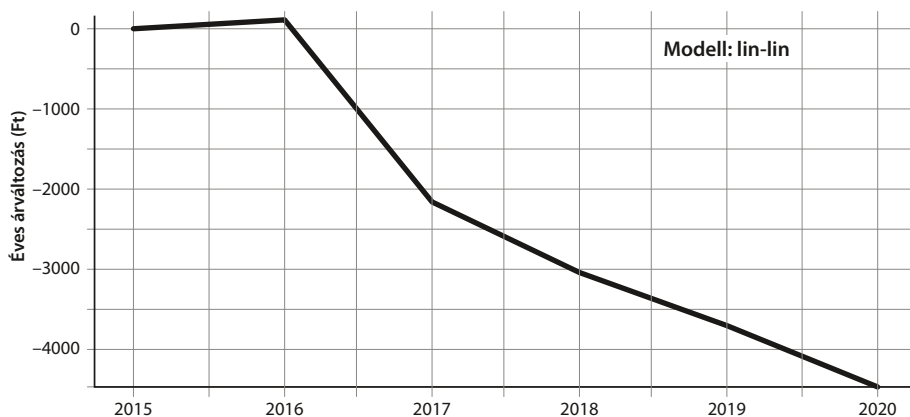
Összességében erről a specifikációról is – a jó illeszkedés, a piaci és közgazdasági várakozásoknak megfelelő és statisztikailag többnyire szignifikáns együtthatók alapján – megállapíthatjuk, hogy a modell jól megragadja az ár és a releváns szolgáltatásjellemzők kapcsolatát.

A teljes időszakra becült árváltozás

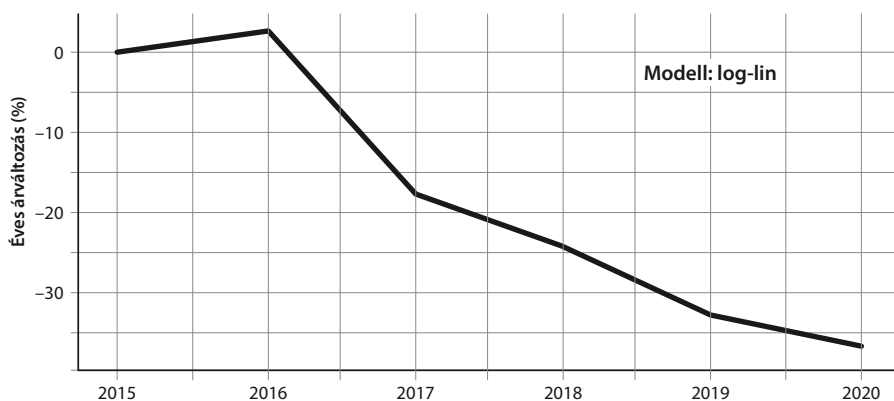
A fenti modellek releváns egyéb tényezőkre kontrollálva, a kétértékű évváltozó becült együtthatói adják meg a mobilárszint előző évhez viszonyított minőséggel korrigált változását. A teljes időszaki kumulált árváltozás eredményét, amelyet az egyes modellek pontbecsléseinek aggregálásával számítottunk, az 1. és 2. ábrán mutatjuk be.

A vizsgált időszakban a teljes piacot jellemző árszint tekintetében mind a forintban, mind a százalékban kifejezett árváltozás a 2016-os kismértékű emelkedés után egyértelmű csökkenést jelez, amely összességében igen jelentős az időszak végére.

.....
 R^2 mutatót számoltuk ki a két specifikációra. Mivel a log-lin modellből származó érték egyszerű exponenciális torzított és alábecsüli a szintértéket, ezért az exponenciális transzformációt a modell által becült logaritmizált értékhez a hibatagok szórásnégyzetének felét hozzáadva kapott korrigált értéken végeztük el. (Lásd például Wooldridge [2012] 204. o.)



1. ÁBRA • A hedonikus mobilárok szintjének alakulása a lineáris regressziós modellek alapján, 2015-höz képest



2. ÁBRA • A hedonikus mobilárok szintjének alakulása a loglineáris regressziós modellek alapján, 2015-höz képest

A regressziós táblázatból is kiolvasható részletes számszerű eredményeket a 6. táblázatban mutatjuk be, ahol az egyes értékek mindig a kiinduló értéktől, a 2015-ös árszinttől való kumulált eltéréseket jelzik. A lineáris modell esetében az eltérések forintban, a loglineáris modellnél százalékban értendők.

6. TÁBLÁZAT • A hedonikus mobilárok szintjének kumulált változása
(teljes piac, bázis a teljes piac 2015-ös árszintje)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lineáris specifikáció (forint)	0	+96	-2162	-3070	-3743	-4499
Loglineáris specifikáció (százalék)	0	+2,9	-17,4	-24,2	-32,8	-36,6

Összefoglaló eredményeink a hedonikus mobilárak jelentős csökkenését mutatják az időszak során. A periódus végén 2015-höz képest a teljes piacot tekintve az árcsökkenés 4,5 ezer forint volt.

A loglineáris modell eredménye szerint teljes időszakra becsült hedonikus árcsökkenés mértéke 36,6 százalék volt. A fő specifikációhoz választott súlyozással készült becslés szerint a magyar lakossági nyilvános előfizetéses csomagok éves átlagos, minőséggel korrigált árcsökkenése 8,7 százalékos volt a 2015–2020 közötti időszakban.

Fontos megjegyezni, hogy az árcsökkenés mértéke némileg túlbecsült lehet a lakossági mobil-előfizetések összességét tekintve, mivel adatbázisunk csak egy szűkebb halmazzt, az adott évben értékesített csomagok összességét vette figyelembe. Tudjuk ugyanakkor azt, hogy a fogyasztók egy jelentős része már lezárt, korábban értékesített csomagokat használ, amelyek esetleg az adott évben értékesítettekhez képest drágábbak lehettek.

A tényleges csomagárak összehasonlítása során nyilván nem látunk ilyen mértékű árcsökkenéseket,³⁴ azt azonban tapasztalhatjuk, hogy a hasonló árú csomagokban a szolgáltatók mennyivel több értéket, mennyivel magasabb szintű szolgáltatást nyújtanak a fogyasztóknak, elsősorban az adathasználat területén. A hedonikus módszertan előnye éppen az, hogy képes figyelembe venni az ár–érték arány egyébként érzékelhető javulását mivel valójában az „egységnyi érték” árában bekövetkező változást ragadja meg. Ezt kell szem előtt tartani az egyes árszintek változásának értékelésénél.

Robusztusság és érzékenységvizsgálat

A következőkben bemutatjuk, hogy eredményeink mennyiben tekinthetők robusztusnak, azaz a vizsgálatunk középpontjában álló mutatókból az időszak egészére számított árváltozások az alternatív modellspecifikációk mellett milyen mértékben térnek el ezen alapmodellek eredményeitől.³⁵

A legtöbb feltételezéssel, illetve korrekcióval a csomagok súlyozásának kialakítása során kellett élnünk, hogy a valósághoz minél közelebbi képet kapjunk. Különösen fontos ezért annak vizsgálata, hogy az eredmények mennyire érzékenyek e feltételezésekre, azaz a súlyozás megváltoztatására, ezért több eltérő súlyozás mellett is megvizsgáltuk, hogyan alakulnak az eredmények, amikor:

- eltekintünk a nagyképernyős/kisképernyős előfizetők arányán alapuló korrekciótól;
- alkalmazzuk a nagyképernyős/kisképernyős súlyozást, de a kombinált csomagokra vonatkozó 10 százalékos előfizetői arány feltételezést nem használjuk;³⁶

³⁴ Lásd például a 3. táblázatban bemutatott összehasonlítást.

³⁵ A robusztusságvizsgálat részletes paramétertáblái külön elérhetők a jelen kötet internetes felületén.

³⁶ Ez az eset amikor a súlyozás csak a lakossági előfizetéses (*postpaid*) csomagok piacán a szolgáltatók piaci részesedéseit használja, s az így adódó előfizetőszámokat egyenlően osztja fel az alapsomag és a ráépülő kombinált csomagok között.

- csak az alapsomagok mintáját vizsgáljuk (azaz a kiegészítővel képezhető kombinált csomagokat nem vesszük figyelembe).

Ezenkívül két további modellspecifikációt is vizsgáltunk:

- ez elsőben a modelleket csak az okostelefonos csomagokat tartalmazó szűkített adatbázison becsültük,³⁷
- a másodikban pedig az év párokon történő becslés helyett egyetlen, az összes év adatát tartalmazó, összevont (*pooled*) modellt alkalmaztunk.

A 7. táblázat tartalmazza az egyes modellekben becsült paraméterek alapján számolt összesített árváltozások mértékét, azaz a 2020-as és a 2015-ös árszint eltérését. Az alternatív modelleket lineáris és loglineáris specifikációval is becsültük.

7. TÁBLÁZAT • A hedonikus mobilárak változása az alternatív modellekben
(teljes piac, bázis a teljes piac 2015-ös árszintje)

	Alapmodell	Nagyképernyős súlykorrekció nélkül	Kombinációk azonos súllyal*	Csak alapsomagok	Csak kisképernyős csomagok	Minden év egyben
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Lineáris specifikáció (forint)	-4499	-4296	-5415	-6040	-4173	-4091
Loglineáris specifikáció (százalék)	-36,6	-34,8	-36,2	-46,0	-33,0	-32,7

* A súlyozás itt nem tesz különbséget az alapsomagok és a ráépülő kombinált csomagok között, nem érvényes az alapsomagokhoz az előfizetőszámból 90 százalékos arányt rendelő szakértői feltételezés.

Az alternatív modellek által becsült árcsökkenés 4091 és 6040 forint, illetve 32,7 százalék és 46 százalék között alakul. Az árcsökkenés mértékét tekintve mindkét specifikáció esetén a teljes időszakot lefedő összevont (6) modell becslése a legalacsonyabb,³⁸ de a kisképernyős csomagokra korlátozott mintából végzett (5) becslés eredménye is közel áll ehhez. A forintban mért és a százalékos árváltozás is a csak alapsomagokat vizsgáló (4) modellben a legnagyobb.³⁹ Az összes kombinációt azonos súllyal kezelő modell forintértékben nagyobb árcsökkenést mér, mint az

³⁷ Az év páros bontásban kis számosságú nagyképernyős csomag hedonikus árait a kis elemszám miatt érdemben nem vizsgáltuk.

³⁸ A minden évet együtt kezelő modell (6) specifikációban a csomagok jellemzőinek összemérhetősége az időszak elején és végén már kevésbé biztosított, ezért a szakirodalom ajánlásaival szemben egyértelműen az év párokból történő modellezést javasolják. Az összevont modellből kapott eredmények mindezek ellenére interpretálhatók az árváltozás mértékének konzervatív becsléseként.

³⁹ Az év párokból becsült értékek természetesen modellenként eltérők. A (4) modell által mért nagyobb csökkenés döntően az alapsomagok esetén 2017-re becsült jelentősen nagyobb mértékű csökkenés következménye.

alapmodell, ugyanakkor a loglineáris specifikációval becsült százalékos érték kicsit alacsonyabb, mint ami a megfelelő alapmodellnél adódott.

Összességében tehát azt mondhatjuk, hogy az alternatív modellspecifikációk is hasonló hedonikus mobilár-változást becsülnek. Az alapmodellből becsült pénzbeli és százalékos árváltozás a megfigyelt szélső értékek között helyezkedik el. A minőséggel korrigált mobilárak jelentős (4 ezer forintot, illetve 33 százalékot meghaladó) csökkenésére vonatkozó megállapításunk ezért robusztusnak tekinthető.

ÖSSZEGZÉS

Jelen elemzésben a magyarországi mobilárak változását vizsgáltuk hedonikus két-értékű időváltozót alkalmazó regressziós módszerrel, a mobilszolgáltatók nyilvános általános szerződési feltételeiben közölt adataiból összeállított adatbázis alapján. Az általunk becsült hedonikus árváltozás ezt a fogyasztói jólétet növelő mennyiségi és minőségi változást próbálja megragadni a hedonikus árcsökkenés formájában. A minden változójában lineáris és a függő változó logaritmikus változatát használó modell is közgazdaságilag és statisztikailag értékelhető eredményt adott. E szerint 2015 és 2020 között a lakossági előfizetéses (*postpaid*) mobilcsomagok hedonikus ára 4,5 ezer forinttal, illetve, közel 37 százalékkal csökkent.

Ez a hedonikus regressziós módszerrel mért csökkenés több tényező együttes hatására következett be. A vizsgált időszakban került sor az előző technológiai generációknál hatékonyabb 4G hálózatok gyors kiépítésére, ami a kínálati oldalon megteremtette a lehetőséget a korábbinál nagyobb adathasználatot biztosító, gyorsabb és megbízhatóbb mobilinternet-szolgáltatás nyújtására. A fogyasztó oldali növekvő igényeket a szolgáltatók a piaci verseny nyomása alatt a különböző csomagjellemzők tekintetében egyre bővebb és magasabb szintű ajánlatokkal próbálták kielégíteni. Jelen elemzés ugyanakkor arra nem tud választ adni, hogy a becsült árcsökkenés mennyiben tulajdonítható a technológia fejlődésnek, és mennyiben a versenynek. E két hatás nem is választható szét könnyen. A gyártók által kínált technológiai újdonságok bevezetése fejlesztési és beruházási döntéseket igényel, de erre nagyobb verseny esetén nagyobb ösztönözöttség is van. A piaci versenyben ugyanakkor nemcsak a hálózati fejlesztésekből adódó lehetőségek, hanem az ezekre épülő, de ettől részben független kereskedelmi ajánlatok kialakítása, árazása is fontos stratégiai tényező. E kérdés vizsgálata azonban más elemzést igényel.

Eredményeink értékelésekor természetesen figyelembe kell venni az adatbázis jellemzőiből és a vizsgálat jellemzőiből fakadó korlátokat. Először is azt, hogy az adatbázisban csak az adott évben értékesíthető csomagok szerepelnek. Ismert ugyanakkor, hogy a fogyasztók egy jelentős része minden időpontban már lezárt, korábban értékesített csomagokat használ, amelyek esetleg az adott évben értékesítettekhez képest drágábbak lehetnek, így az általunk becsült árcsökkenés mértéke valamelyest túlzó lehet. A vizsgálat ugyanakkor elvégezhető egy, a már lezárt cso-

magokat is figyelembe vevő kibővített adatbázison is. Másodsor, az adatbázis nem tartalmaz tényleges fogyasztási adatokat, így a modellekben használt súlyozás publikus aggregált információkon (például piaci részesedések), illetve plauzibilisnek tűnő feltételezéseken alapul. A releváns szakirodalom áttekintése alapján látható, hogy ez korántsem szokatlan megoldás a hasonló vizsgálatok esetén. Megfelelő fogyasztási adatok vagy legalább megalapozott becslések rendelkezésre állása esetén az eredmények tovább pontosíthatók. Harmadszor, vizsgálatunk célja a magyar mobilárak minőséggel korrigált alakulásának meghatározása volt. Eredményeink a lakossági előfizetői (*postpaid*) piac egészére, illetve a piacon elérhető átlagos tarifacsomagokra vonatkozóan érvényesek. Ezen túl azonban számos további releváns kérdés felvethető, például az, hogy mennyiben volt hasonló vagy különböző a minőséggel korrigált árak alakulása az egyes szolgáltatóknál vagy egyes fogyasztói szegmenseket célzó tarifacsomagok esetében. E kérdések hedonikus regressziós módszerrel történő vizsgálata akár nyilvános információkból létrehozott adatbázis alapján is lehetséges.

Összességében, elemzésünk jól demonstrálja, hogy a hedonikus árváltozás vizsgálata az általánosan használt ár-összehasonlító módszerekhez képest egy más, sok tekintetben új kérdések megválaszolásához is jól használható módszertani megoldást kínál. A hírközlési szolgáltatások árainak hedonikus regressziós módszerrel történő vizsgálata nemcsak önmagában érdekes, de hasznos lehet a piaci folyamatok vizsgálata, a verseny szabályozói célú elemzése és a hírközlési ágazati politika értékelése számára is.

IRODALOM

- DE HAAN, J.–DIEWERT, E. [2013]: Hedonic Regression Methods. Megjelent: OECD, Handbook on Residential Property Price Indices. Eurostat, Luxembourg, 5. fejezet.
- FORENBACHER, I.–PERAKOVIC, D.–HUSNJAK, S. [2016]: Hedonic modelling to explore the relationship of cell phone plan price and quality in Croatia. *Telematics and Informatics*, Vol. 33. No. 4. 1057–1070. o. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.03.008>
- FOX, J. [2016]: Applied regression analysis and generalized linear models, Sage Publications.
- GRILICHES, Z. [1961]: Hedonic Price Indexes for Automobiles. *An Econometric of Quality Change*. Megjelent: The Price Statistics of the Federal Government National Bureau of Economic Research, 173–196. o. <http://www.nber.org/chapters/c6492.pdf>.
- KARAMTI, C.–GRZYBOWSKI, L. [2010]: Hedonic study on mobile telephony market in France: pricing–quality strategies. *Netnomics*, Vol. 11. No. 3. 255–289. o.
- KIM, W.– KIM, Y. [2018]: An estimation of quality–adjusted prices for mobile services in Korea. 22nd Biennial Conference of the International Telecommunications Society (ITS): Beyond the Boundaries: Challenges for Business, Policy and Society. Szöul, június 24. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/190346/1/A6_1_Kim-and-Kim.pdf.
- LANCASTER, K. [1971]: Consumer Demand: A New Approach. Columbia University Press, New York.

- NICOLLE, A.–GRZYBOWSKI, L.–ZULEHNER, C. [2018]: Impact of competition and regulation on prices of mobile services: Evidence from France. *Economic Inquiry*, Vol. 56. No. 2. 1322–1345. o.
- NMHH [2021]: A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság mobilpiaci jelentése. 2017. I. – 2020. IV. negyedév. NMHH, Budapest, május 6. https://nmhh.hu/dokumentum/220055/NMHH_mobilpiaci_jelentes_2017Q1_2020Q4.pdf.
- OFCOM [2018]: An econometric analysis of pricing trends in the UK. Október 19. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/123894/Econometric-analysis-of-pricing-trends.pdf
- OHTA, M.–GRILICHES, Z. [1976]: Automobile Prices Revisited. Extensions of the Hedonic Hypothesis. Megjelent: *Terleckyj, N. E.* (szerk.): *Household Production and Consumption*. National Bureau of Economic Research, 325–398. o. <https://www.nber.org/system/files/chapters/c3966/c3966.pdf>.
- ROSEN, S. [1974]: Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, *Journal of Political Economy*, Vol. 82. No. 1. 34–55. o.
- TRIPLET, J. [2004]: Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2004/9.
- WOOLDRIDGE, J. [2010]: *Econometric analysis of cross section and panel data*. 2. kiadás, MIT Press.
- WOOLDRIDGE, J. [2012]: *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. 5. kiadás, Cengage Learning.

FÜGGELÉK

Az elemzéshez használt változók statisztikai jellemzői

Numerikus változók

F1. TÁBLÁZAT • A vizsgálat során használt numerikus változók statisztikai jellemzői

Változó	Átlag	Szórás	Minimum	Medián	Maximum
Előfizetési díj (forint)	12287	5435	1490	11480	43870
Hűségidő (hónap)	9,7	10,3	0	11	24
Adatkorlát (GB)	9,8	21,1	0	3,5	250
EU-adatkeret (GB)	3,6	6,4	0	0,15	40
Egyéb tematikus adat száma	0,95	0,73	0	1	4
Összes perc és sms száma	114,5	83,3	0	120	500

Kétértékű indikátorváltozók (dummyk)

F2. TÁBLÁZAT • A vizsgálat során használt kétértékű változók statisztikai jellemzői

Változó	Átlag	Szórás
E-kedvezmény	0,46	0,50
Korlátlan adat Magyarországon	0,006	0,076
Korlátlan adat Magyarországon és az EU-ban	0,001	0,033
Videó tematikus adat	0,244	0,430
Csak alapcsomag	0,052	0,222

Kategóriaváltozók

F3. TÁBLÁZAT • A használt kategóriaváltozók értékei és eloszlása

Változó	Kategóriaérték	N	Gyakoriság
Korlátlan perc és sms	egyik irányban sincs	7761	0,414
	hálózaton belül	7034	0,375
	hálózaton belül és kívül	3963	0,211
Szolgáltató	Telekom	5110	0,272
	Telenor	8643	0,461
	Vodafone	5005	0,267
A csomag típusa	okostelefonos	17978	0,958
	nagy képernyős	780	0,042