

Veszprémi Egyetem

**A VÁLLALATI TERMELÉKENYSÉG
MÉRÉSE:
ELMÉLET, MÓDSZERTAN ÉS
EMPIRIKUS EREDMÉNYEK**

Ph. D. értekezés

Készítette

Dr. Kiss Ferenc

2001. június 30.

**A vállalati termelékenység mérése:
Elmélet, módszertan és empirikus eredmények**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Veszprémi Egyetem Gazdálkodás- és Szervezéstudományi
Doktori Iskolájához tartozóan

Írta:
Dr. Kiss Ferenc

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Veszprém
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

Bíráló neve:) igen /nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Veszprém
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

Tartalom

1. Bevezetés	5
1.1 A termelékenység fontossága	5
1.2 Makrotermelékenység és mikrotermelékenység	6
1.3 A vállalati szintű termelékenységi tanulmányok céljai	6
1.4 Az értekezés szerkezete	7
2. A termelékenység fogalomrendszere és mérőszámai	9
2.1 Mi a termelékenység?	9
2.2 A termelési folyamattal kapcsolatos feltételezések	10
2.3 A termelékenység méréséhez használt mérőszámok	10
2.4 A termelékenység teljes és részleges mérőszámai	11
2.5 A parciális termelékenységről	13
2.6 Az indexszámítás rövid történelmi áttekintése	14
2.7 Az aggregátum létezése	15
2.8 Az indexformulát illető néhány módszertani megfontolás	16
2.9 Az alkalmazott indexek köre	17
2.10 Mi a termelékenység változásainak az oka?	19
2.11 Közgazdasági és menedzseri termelékenység	22
3. Egy távközlési szolgáltató termelékenységének mérése	24
3.1 Az output mérése	24
3.1.1 Hogyan számítunk output indexeket?	28
3.1.2 A SaskTel mérési eredményei	31
3.1.3 Az egyes árváltozások kategória szintű éves árindexei	31
3.1.4 A szolgáltatási kategóriák explicit árindexsorai	32
3.1.5 Árbevételek és árbevételi részesedések	33
3.1.6 A szolgáltatási kategóriák implicit volumenindexsorai	36
3.1.7 A teljes output aggregálása	37
3.2 A munkainput mérése	38
3.2.1 A munkainput volumenének fizikai mértékegysége	39
3.2.2 Néhány jelentős mérési probléma	40
3.2.3 Súlyozatlan és súlyozott munkaórák	41
3.2.4 A munkainput költségeinek módosításai	42
3.2.5 A számítások menete	42
3.3 A tőkeinput mérése	43
3.3.1 A tőkeinput kategóriái	44
3.3.2 A tőkemodell (CAM)	44
3.3.3 A tőke öt szubaggregátumának indexei	46
3.3.4 A szerkezeti változások problémáinak megoldása	47
3.3.4.1 Módosítások a számviteli szabályok változásai torzító hatásainak semlegesítésére	47
3.3.4.2 Módosítások az eszköz diszkontinuitás hatásának semlegesítésére	49
3.3.4.3 Módosítások a hozzájárulások hatásának semlegesítésére	51
3.3.5 A számítások menete	52
3.3.6 A tőkeinput ára	53
3.4 Az anyaginput mérése	55
3.5 A munka-, tőke- és anyaginput aggregálása	57
3.6 A termelékenységi mutatók kiszámítása	60
4. A termelékenység parametrikus mérése	64
4.1 Az ökonometria költségszámítás	65
4.2 Empirikus eredmények	67
4.3 Az inputok iránti kereslet kompozíciója	69
4.4 A termelékenység változásainak dekompozíciója	71
4.5 SaskTel termelékenységének ökonometria dekompozíciója	74
5. Szervezés, menedzselés, elemzések, alkalmazások	78
A szerző termelékenységi és a termelékenységhez kapcsolódó tárgyú publikációinak jegyzéke	82
Bibliográfia	84

Függelék A: Termelékenységi munkatáblák

Függelék B: A SaskTel termelékenységének dekompozíciója

1. Bevezetés

A jelen értekezés alapvető célja az, hogy – szerzője több évtizedes nemzetközi munkásságának termékeire, valamint az általa elért legújabb és még nem publikált kutatási eredményekre támaszkodva - olyan jól megalapozott, következetes, egységes elméleti és módszertani keretet nyújtson a vállalati termelékenység mérése és elemzése számára, amelynek alapján és segítségével a jövőben Magyarországon is megvalósulhat majd a termelékenység kiterjedt - a vállalati menedzsment és a gazdaságirányítás számára egyaránt jól használható - tanulmányozása.

A közvetlen és rövidtávú cél a termelékenység szabályozási célú elemzésének megvalósítása a magyar távközlésben. Az ezirányú igények égető szükségességgel jelentkeznek már hosszabb idő óta, hiszen a magyar távközlésben 1993 óta úgy létezik a termelékenység várható alakulását explicit módon magába foglaló *price cap* szabályozás, hogy sem a szabályozó, sem pedig a szolgáltatók nem ismerik a magyar távközlés termelékenységét, annak sajátosságait, időbeli alakulását, a termelékenység változásának okait és következményeit. Ez az állapot tartósan nem tartható fenn anélkül, hogy a távközlés – és vele a magyar gazdaság egésze - ne szenvedjen jelentős károkat.

A magyar távközlés szolgáltatának igénye a téma olyan megközelítéséhez vezetett, amelyben az elméleti és módszertani anyag jelentős részben eleve a távközlés viszonyaira szabott speciális formában jelenik meg. A vizsgálódás során alkalmazott termelési modell ugyan általánosított formájú, de legnagyobbbrészt távközlés-specifikusak azok a feltételezések, amelyek erre a modellre vonatkoznak. Ugyancsak a távközlésből származnak azok a kiterjedt empirikus vizsgálódások, amelyek segítségével az értekezés bemutatja az elméleti-módszertani keretek alkalmazhatóságát, felveti az alkalmazás számos gyakorlati kérdését és nehézségét, továbbá bemutatja a kérdésekre adható válaszokat és a nehézségek megoldásának lehetséges módjait is.

1.1 A termelékenység fontossága

A termelékenység alapvető fontosságú gazdasági mutató. A magyar távközlési szolgáltatási szektor termelékenységétől függ, hogy a távközlésben lekötött szűkös gazdasági erőforrások segítségével milyen mennyiségű távközlési szolgáltatás termelése valósul meg, illetve hogy a magyar társadalom távközlési szükségleteinek kielégítése céljából mennyi szűkös gazdasági erőforrást kell elvonni más javak és szolgáltatások termelésétől. A nemzetgazdaság termelékenységének színvonala a lakosság életszínvonalának egyik legfontosabb meghatározója. Elsősorban és legfőképpen a termelékenység növekedésének ütemétől függ az is, hogy a gazdaság milyen gyorsan lesz képes leküzdeni a gazdasági növekedést és az életszínvonal emelkedését már hosszabb ideje gátló inflációt. A távközlési szektor termelékenységnövekedése pedig azt határozza meg, hogy csökkenhetnek-e - és ha igen, akkor milyen gyorsan - a távközlési szolgáltatások reálárai. Ez utóbbinak a szerepe különösen fontos azért, mert a távközlési szolgáltatások alacsony és csökkenő reálárai lényeges mértékben felgyorsíthatják az infokommunikációs szolgáltatások iránti kereslet növekedését és ezzel az információs társadalom kialakulását Magyarországon.

A legfejlettebb gazdasággal rendelkező országokban a távközlés termelékenységének mérését történelmileg egyfelől maguk a távközlési szolgáltatók, másfelől pedig a nem ágazat-specifikus gazdasági mérési és elemzési feladatokat ellátó intézmények valósították meg. Az előbbire jó példa az amerikai AT&T, ahol 1965 óta, továbbá a kanadai Bell Canada, ahol 1966 óta létezik belső termelékenységi projekt.¹ Az utóbbinak két kategóriája létezik: a nemzeti statisztikai hivatalok (például Amerikában a központi statisztikai hivatal szerepét sok vonatkozásban betöltő Bureau of Labor Statistics) és a termelékenységre szakosodott intézmények, mint például az APQC (American Productivity and Quality Center) vagy az Angliában, Franciaországban, Németországban, Japánban és több más országban működő egyetemi kutatóintézetek.

¹ A jelen értekezés szerzője 1976 és 1986 között vezette a Bell Canada termelékenységi tanulmányát. A vezető európai, japán és ausztrál kezdeményezések az 1970-es évek végén, illetve az 1980-as évek során alakultak ki.

A vállalati termelékenység szabályozási célú mérésében és elemzésében az 1960-as évek vége óta Kanada játszotta az úttörő szerepet. Újabban azonban a termelékenység mérése és elemzése a világ számos más országában (először az Egyesült Királyságban az 1980-as évek kezdetén) is a szabályozó hatóság egyik elsőrendű feladatává vált. Ennek közvetlen kiváltó oka az árszabályozás ún. *price cap* formájának a bevezetése volt. Ez az Egyesült Királyságban 1984-ben következett be. A *price cap* formulája ugyanis tartalmaz egy (az angolok által X-faktornak nevezett) termelékenységi tényezőt, amely a szabályozott szolgáltatónak a *price cap* formula (normálisan négyéves) érvényességi periódusában várható termelékenységnövekedésével - pontosabban ennek a termelékenységnövekedésnek a fogyasztók hasznát képviselő részével - egyenlő. A *price cap*-be foglalandó termelékenységi tényező számszerű értékét a szabályozó és a szabályozott között lezajló tárgyalások során határozzák meg. Ahhoz, hogy a szabályozó reális és a társadalom szempontjából kívánatos - sőt optimális - álláspontot alakíthasson ki a tárgyalások során, szükséges a termelékenység alakulásának, valamint az okoknak és a következményeknek a megközelítő pontosságú ismerete. Az ide vonatkozó ismeretanyag kialakításának legelső lépése a tényleges termelékenységváltozások mérése.

A *price cap* szabályozás kapcsán a magyar Hírközlési Főfelügyelet az ezredfordulóra került olyasfajta helyzetbe, amilyenben az angol OFTEL volt az 1980-as évek elején, az amerikai FCC az 1980-as évek végén és a kanadai CRTC az 1990-es évek elején. Kiterjedt ismeretanyagra kell szert tennie az általa szabályozott távközlési szolgáltatók termelékenységének várható alakulása tárgyában. Helyzetét jelentősen megnehezíti, hogy az angol, amerikai és kanadai szolgáltatóktól eltérően a magyar szolgáltatók nem rendelkeznek saját belső termelékenységi tanulmányokkal, így a termelékenység megbízható méréséhez és szabályozási célokra megfelelő elemzéséhez szükséges adatok nem állnak rendelkezésre. 1995-ben és 1997-ben, amikor a díjszabályozás korszerűsítésére létrehozott szolgáltatói munkabizottságokat vezette, a jelen értekezés szerzője javasolta a szolgáltatóknak saját belső termelékenységi tanulmányok kialakítását. Ilyen tanulmányok készítésére azonban eddig egyetlen magyar távközlési szolgáltatónál vagy szolgáltatói csoportnál sem került sor. Remélhetőleg ez a helyzet a közeli jövőben megváltozik majd.

1.2 Makrotermelékenység és mikrotermelékenység

A termelékenységi tanulmányok két fajtáját különböztetjük meg: mikrotanulmányokat és makrotanulmányokat. A mikrotanulmányok a vállalati termelési folyamat elemzésével és ezen belül a termelékenység elemzésével foglalkoznak. A makrotanulmányok ezzel szemben a termelékenység jelenségét a gazdaság különböző szektoraiban vagy éppen a gazdaság egészében vizsgálják. Az esetek jelentős részében a mikro- és makrotanulmányok elkülönülnek egymástól. Különbözik vizsgálódásuk szintje, különböznek a vizsgálódás során felhasználható adatok, sőt a vizsgálódás módszerei is. A kétfajta termelékenységi tanulmány elkülönülése azonban viszonylagos. Noha analitikus eszközeik egy része különbözik, más része azonban azonos vagy erősen hasonló. A rendelkezésre álló adatok természetét illetően több a hasonlóság, mint az eltérés. Végezetül a vizsgálódási szintek elkülönülése sem valósul meg minden esetben. Az átfedés triviális esetét ebben a vonatkozásban a monopóliumok jelentik, amelyek egyidejűleg nyújtanak vállalati és ágazati szintű vizsgálódási lehetőségeket.

1.3 A vállalati szintű termelékenységi tanulmányok céljai

A jelen értekezés a vállalati szintű termelékenységi tanulmányok meghonosodását kívánja elősegíteni. A vállalati szintű tanulmányok legfőbb céljait a következő öt pontban lehet célszerűen összefoglalni:

1. mérés
2. elemzés
 - az okok feltárása
 - a következmények feltárása
3. előrejelzés
4. menedzselés
 - kontroll
 - tervezés-költségvetés
5. szabályozás

A legelső és legalapvetőbb cél kétségtelenül nem más, mint a termelékenység *változásainak* egyszerű mérése. Ez legtöbbször a termelékenység időbeli változásai vonatkozásában valósul meg és *bilaterális temporális* termelékenységi indexeket eredményez. Egyes esetekben azonban a vállalat szempontjából fontos lehet a termelékenység térbeli összehasonlítása is. Vállalatot hasonlíthatunk másik vállalathoz, vagy pedig annak az ágazatnak az egészéhez, amelynek a vállalat a részét képezi. Vállalközi termelékenységi összehasonlításokra számos példa létezik. Ezek közül a legjelentősebb az a nagy erőket megmozgató többéves munka, amely a kanadai távközlésben a jelen értekezés szerzőjének szakmai vezetésével és közreműködésével zajlott le 1978 és 1983 között.² A termelékenység térbeli indexei a leggyakrabban ugyancsak bilaterálisak, vagyis az input és output változóknak a tér két különböző pontjában megfigyelt volumeneit, árait vagy értékeit hasonlítják össze.³

A vállalati termelékenység mérése során kétféle olyan kérdést merül fel, amelyre az elemzés hívatott válaszolni. Először is a vállalat gazdasági elemzői és menedzsmentje számára egyaránt fontos tudni, hogy mi hozta létre – és milyen mértékben – a termelékenység megfigyelt (mért) változásait. A termelékenység időbeli változása – normálisan növekedése – vonatkozásában a kérdés egyszerű, a térbeli változások – eltérések – kapcsán azonban a mérési eredmények segítségével elvileg kétféle kérdésre adható válasz: (1) Mi okozza különböző összehasonlított vállalatok termelékenységének különböző színvonalát?⁴ (2) Mi okozza azt, hogy különböző vállalatoknál különböző ütemben változik – nő – a termelékenység? A válaszok a termelékenység *forrásoldali dekompozíciója* segítségével adhatók meg. Másodszor – különösen a tervezési és költségvetési folyamatok kapcsán – nagy gyakorlati jelentőséggel merül fel az a kérdés, hogy melyek – és mekkorák – a termelékenység növekedésének a vállalatra gyakorolt hatásai. Mekkora költségmegtakarítás és profitnövekedés keletkezik a termelékenység növekedése következtében? Milyen a hatása a termelékenység növekedésének a tőke költségére és megtérülésére, valamint egy sereg olyan számviteli és pénzügyi mutatóra, amelyek a vállalat gazdasági „egészségének” a mércéi? A válaszok a termelékenység *felhasználási oldali dekompozíciója* és az ezzel kapcsolatos pénzügyi elemzések segítségével adhatók meg.

A források és a hatások számszerűsítése és mennyiségi elemzése révén lehetőség nyílik a termelékenység előrejelzésére. Számos nagy távközlési vállalat rendelkezik előrejelzési képességekkel, a menedzsment folyamatokba azonban csak néhány esetben – mindenek előtt Bell Canadánál – épültek be a termelékenységi elemzések és előrejelzések. A menedzsment feladatok természete kettős. A hatékony menedzsment egyrészt megvalósítja a termelékenység menedzsment eszközökkel történő kezelését és kontrollját, másrészt a termelékenységet a tervezési és költségvetési folyamatok szerves részévé teszi. Mint ezt fentebb már többször is említettük, ugyancsak nagy jelentősége van a termelékenység előrejelzésének a különféle szabályozási hatóságok gyakorlatában, különösen – de nemcsak – azokéban, amelyek price cap típusú árszabályozást valósítanak meg.

1.4 Az értekezés szerkezete

Az értekezés összesen öt fejezetből és két függelékkel áll. A 2. fejezet – amely tizenegy alfejezetre oszlik – a termelékenység fogalmával és mérőszámaival foglalkozik. Ebben a fejezetben történik meg az elméleti-módszertani alapok lerakása a termelékenység mérése számára. A fejezet a termelékenység fogalmának meghatározásával és jellemzésével kezdődik. Összefoglalja a neoklasszikus mikroökonomia termeléselméletéből fakadó ama tudnivalókat, amelyek ismerete szükséges a vállalati termelékenység méréséhez. Bevezeti továbbá a termelékenység mérésének kétfajta módszerét: az *indexelést* és a *parametrikus becslést*. Ez egyben kiindulópontul szolgál a termelékenységi indexek tárgyalása számára. Az indexszámításról szóló rövid történelmi bevezetést és a főbb módszertani megfontolások összefoglalását a termelékenység mérésekor alkalmazott indexszámok formuláinak pontos rögzítése követi. Végezetül a fejezet foglalkozik a termelékenység növekedésének okaival, valamint megalkotja a termelékenység közgazdasági és menedzsment fogalmát.

² Lásd Olley és Le (1983).

³ A multilaterális indexeknek jelentős és gyorsan növekvő irodalmuk van, velük azonban a jelen értekezés keretei között nem foglalkozunk.

⁴ A termelékenységi színvonalak vállalatok közötti összehasonlítása igen sok akadályba ütközik. Ezekkel behatóan foglalkozik Kiss (1984).

A 3. fejezet empirikus anyagot tartalmaz: a szerzőnek a kanadai SaskTel távközlési vállalat adatai felhasználásával készített – és eddig még nem publikált - termelékenységi tanulmányát. Ennek segítségével az olvasó lépésről lépésre nyomon követheti a vállalati termelékenységi tanulmány kialakulásának folyamatát. A 3. fejezetnek hat alfejezete van. Az első négy alfejezet sorrendben az output, a munka, a tőke és az anyaginput mérésével foglalkozik. Alkalmazza a 2. fejezetben kialakított elméleti-módszertani keretet, felveti és megoldja a méréssel kapcsolatos nagyszámú gyakorlati problémát, továbbá megvalósítja a SaskTel releváns pénzügyi-gazdasági változóinak a mérését egy tizenegy éves periódusra nézve. A fejezet a változók mérésének azokkal az általános szempontjaival is foglalkozik, amelyek nélkül nem lehetséges megfelelő mérési módszertan kialakítása. Eközben különös gonddal írja le és elemzi azokat a problémákat, amelyek a vállalati szintű termelékenységi tanulmányokban világviszonylatban a legtöbb és legsúlyosabb hibát eredményezték. A 3.5 alfejezet az inputok aggregálását, a 3.6 alfejezet pedig a termelékenységi mutatók kiszámítását valósítja meg. Az empirikus tanulmány meglehetősen magas fokú pontossággal határozza meg a termelési folyamat közgazdasági változói mérésének a teljes adatigényét.

A termelékenység indexeinek mérését követően a 4. fejezet a termelékenység parametrikus mérésével (becslésével) foglalkozik. Bevezeti a termelési folyamat (a közgazdasági értelemben vett technológia) költségmodelljeit és leírja a költségmodellek ama tulajdonságait, amelyek a termelékenység mérése szempontjából relevánsak. Ezután összefoglalja a különféle empirikus tanulmányokból rendelkezésre álló becslési eredményeket. Bemutatja, hogy miként lehet a becsült paramétereket a vállalati inputok iránti kereslet becslésére felhasználni. Az input kereslet "kompozícióját" a megfigyelt (mért) termelékenységváltozások *dekompozíciója* követi. Ennek során a parametrikus megközelítés a termelékenység növekményeit azok oksági elemeire bontja fel. A fejezet illusztratív empirikus elemzéssel zárul, amelynek során kialakul a 3. fejezet tárgyát képező SaskTel távközlési vállalat termelékenységnövekményeinek a dekompozíciója. Ezzel zárul nemcsak a parametrikus mérés fejezete, hanem a vállalati termelékenység mérésének az egész témaköre is.

Az értekezést lezáró 5. fejezetnek két olyan témája van, amely túlmutat az értekezés tárgyán. A fejezet először a vállalati termelékenységi tanulmányok hatékony menedzselésének néhány alapkérdését tárgyalja, végezetül pedig összefoglalja a vállalati termelékenység mérése által lehetővé tett elemzéseket és ezek főbb alkalmazási területeit.

Az értekezés szöveges részét két irodalomjegyzék követi. Az első a szerzőnek a termelékenység mérése és elemzése tárgyában 1980 óta írott publikációit tartalmazza, míg a második terjedelmes irodalomjegyzéket nyújt.

Az "A" jelű függelék nagyszámú munkatáblát tartalmaz, amelyek megvalósítják és igen nagy mélységben és részletességgel illusztrálják a SaskTel távközlési vállalat termelékenységének mérését. A "B" jelű függelék a dekompozíciós táblákat foglalja magában.

2. A termelékenység fogalomrendszere és mérőszámai

2.1 Mi a termelékenység?

A termelékenység a termelési folyamattal kapcsolatos közgazdasági fogalom. A termelési folyamatban foglalkoztatott termelési tényezők által szolgáltatott inputok és az eme inputok termelő hasznosítása révén létrehozott output közötti *menyiségi viszonyt* fejezi ki, vagyis az inputok termelőképességének - outputot előállító képességének - a mércéje.

Mielőtt megkísérelnénk a termelékenység fogalmának részletes jellemzését, érdemes kis kitérővel szót ejteni a „*termelékenység*” és a „*hatékonyság*” megjelöléseknek az alábbiakban követett használatáról. E vonatkozásban ugyanis meglehetősen nagy zavar uralkodik a szakirodalomban. Sok szerző felcserélhetőként kezeli a termelékenység és a hatékonyság fogalmát. Más szerzők – éppen ellenkezőleg – igyekeznek világos megkülönböztetést és éles határt húzni a két fogalom közé. Például az észak-amerikai távközlésszabályozási irodalomban és bírósági evidenciák anyagaiban gyakran felmerül az a megkülönböztetés, amely szerint a termelékenység közgazdasági, a hatékonyság pedig műszaki fogalom. Mint az alábbiakban látni fogjuk, vannak olyan eminens szerzők is, akik a termelékenység alább tárgyalandó fogalmát hatékonyságnak nevezték el.

Az alábbiakban alkalmazott szóhasználat szerint termelékenysége a termelés tényezőinek van. Az inputok termelékenyek, mert outputot állítanak elő. A hatékonyság ugyancsak input-output viszonyra utal, a kifejezést azonban - a szakirodalom egy részétől eltérően - inputok kapcsán nem használjuk. Nem mondjuk tehát például, hogy „nővekedett a munka hatékonysága” vagy hogy „a tőke hatékonyabbá vált”. A „hatékonyság” kifejezést folyamatok – köztük elsősorban a termelési folyamatok – jellemzésének céljaira tartjuk fenn. Olyat tehát mondunk, hogy „hatékonyabbá vált a termelés”. A hatékonyság és a termelékenység oly módon függenek össze, hogy „hatékonyabbá vált a termelés, mert nőtt a tőke (vagy más input, vagy az aggregált input) termelékenysége”.⁵

A termelési folyamat inputjai tehát termelékenyek, mert outputot képesek előállítani. Minél több outputot állítanak elő, annál termelékenyebbek. A termelékenység mérőszáma lényegére nézve mindig valamilyen output volumenének és az őt megtermelő input volumenének a hányadosa, azaz

$$\Phi = \frac{Q}{X}, \quad (1)$$

ahol Φ a termelékenységet, Q az output volumenét és X az input volumenét jelöli.

Ha valamely egyetlen Q outputot egyetlen X input állítana elő, akkor Φ mint mérőszám közvetlenül alkalmazható lenne. Ilyen eset azonban a valóságban sohasem létezik. A termelési folyamatok általános esetében több input foglalkoztatása révén több output keletkezik. Léteznek úgynevezett „egy-outputos” termelési folyamatok is, amelyek egyetlen terméket vagy szolgáltatást eredményeznek.⁶ Az azonban sohasem fordul elő, hogy a termelési folyamat outputját egyetlen termelési tényező inputja alakítja ki. Egyetlen input nem képes arra, hogy termelési folyamatot hozzon létre. Bármiféle output bármiféle termelési folyamatáról essék is szó, abban mindig és szükségszerűen több input munkál. Minden termelési folyamat különféle inputok egymásra hatása révén zajlik, vagyis szükségképpen „több-inputos”. A termelési folyamat szükséges inputjai között találjuk a munkát (L), a tőkét (K), az anyagokat (M), az energiát, és gyakran még egyéb fajtájú inputokat is.⁷

⁵ A fentiek a hatékonyság változásával kapcsolatos szóhasználatra érvényesek. Azt magyarázzák, hogy mikor használjuk a „hatékonyabb” illetve a „kevésbé hatékony” kifejezéseket. Természetesen fenntartjuk a közgazdasági elméletben meghonosodott ama szóhasználatot, amely szerint a termelés „hatékony” akkor, ha költségminimumon folyik.

⁶ Az egy-outputos termelési folyamatok azonban a több-outputos termelési folyamatok speciális esetét képezik. A távközlésben nincsenek egy-outputos vállalatok. A távközlési szolgáltatók mindig és szükségszerűen nagyszámú szolgáltatást állítanak elő, azaz *multi-output* vállalatok.

⁷ A távközlésben gyakorlati mérési és elemzési célokra általában elegendő az egyéb inputokat az anyagokkal és az energiával aggregálni. Ezt rendszeresen így is teszik. Az ily módon létrejött kategóriát nevezik a szóhasználat egyszerűsége kedvéért anyaginputnak. Az alábbiakban is ezt a szóhasználatot alkalmazzuk. Szükséges azonban mindig emlékezni arra, hogy az M -mel jelölt „anyaginput” valójában heterogén *reziduális* kategória, amely minden olyan inputot tartalmaz, amely nem munka és nem tőke. Az anyaginput reziduális volta az értekezésben több ponton is emlékeztetjük az olvasót.

Az egymástól fizikailag és funkcionálisan különböző inputok fizikai volumenei azonban nem additívak. Az inputoknak nincsen összes volumenük, hiszen a sokféle input fizikailag sokféle dimenzióban eltérő termelési tényezőből származik. Ezek fizikai mértékegységei gyakran teljesen különbözőek. Az inputok tehát *statikusan* nem aggregálhatók. A statikus értelemben vett termelékenységi hányados (összes output / összes input) tehát nem létezik, mert nem létezik a nevezője. Több outputos (*multi-output*) termelési folyamatok esetében a statikus termelékenységi hányadosnak a számlálója sem létezik, mert az outputok is különböznek egymástól fizikailag és funkcionálisan, ezért az outputok sem additívak, az outputoknak sem létezik összes volumenük, vagyis statikusan az outputok sem aggregálhatók.

A termelékenység statikus fogalma tehát nem teszi lehetővé a termelékenység mérését. Ahhoz, hogy mérőszámot alkothassunk, a termelékenység *dinamikus* fogalmához kell fordulnunk. Eszerint a termelékenység nem az outputok és az inputok mennyiségeinek a viszonyát fejezi ki, hanem az eme inputok és outputok *változásai* közötti viszonyt. Nem mérünk összes outputot és összes inputot, hanem az outputok és az inputok átlagos változásait mérjük. Az input illetve az output dinamikus aggregátuma nem fizikai volumenek összege, hanem az eme volumenekben bekövetkezett relatív változások együttes átlagos mértéke: az input illetve az output *volumenindexe*. A termelékenység dinamikus mérőszáma – indexe – pedig az output volumenindexének ($\bar{Q}$) és az input volumenindexének ($\bar{X}$) a hányadosa, vagyis

$$\Phi = \frac{\bar{Q}}{\bar{X}}. \quad (2)$$

2.2 A termelési folyamattal kapcsolatos feltételezések

Feltételezzük, hogy a vizsgálódás tárgyául szolgáló vállalat valamely egymást követő $t-1$ és t időszak során m input segítségével n outputot állít elő. A j -edik input árát jelöljük w_j -vel, volumenét x_j -vel, az m input által generált összes termelési költség pedig legyen $C = \sum w_j x_j$ ($j=1, \dots, m$). Ugyanezt a sémát követve az i -edik output árát jelöljük p_i -vel, volumenét q_i -vel, az n output által generált árbevétel pedig legyen $R = \sum p_i q_i$ ($i=1, \dots, n$).

2.3 A termelékenység méréséhez használt mérőszámok

A termelékenység mérőszámait illetően két megközelítés létezik:

- (a) az indexelési megközelítés, amely az outputra és az inputra nézve azokat az egyedi ár- és volumenváltozásokat átlagolja, amelyek valamely t tárgyidőszakban az azt közvetlenül megelőző $t-1$ bázisidőszaki állapothoz képest jönnek létre. Az indexelési megközelítés maga is kettős, mert a közgazdasági elemzésben kétféle mérőszám használata terjedt el. Ezek:

- volumenindexek,
- proporcionális volumenváltozások,⁸

- (b) a parametrikus megközelítés, amely a termelési technológia valamely matematikai modelljének a statisztikailag becsült paraméterei segítségével fejezi ki a termelékenység változását.

A (2) egyenlet volumenindexeket tartalmaz. A proporcionális volumenváltozások mérőszáma a volumenindex természetes logaritmus. A termelékenység proporcionális változása az aggregált output volumene proporcionális változásának és az aggregált input proporcionális változásának a különbsége, tehát

$$\Phi = \bar{Q} - \bar{X} = d \log \bar{Q} - d \log \bar{X} = \log \Phi, \quad (3)$$

⁸ Az index és a proporcionális változás megkülönböztetését illetően az irodalomban sok a következetelenség. Amit az irodalmi források Divisia indexnek neveznek, az - mint alább látni fogjuk - tulajdonképpen proporcionális változás. A "Divisia index" elnevezés annyira elterjedt, hogy az alábbiakban a jelen értekezésben is követni kényszerülünk.

ahol az output és az input indexeiről feltételezzük, hogy léteznek és kifejezhetők Divisia volumenindexek formájában, azaz mint

$$\Phi_t = \frac{\sum_{i=1}^n p_i q_i}{\sum_{i=1}^n p_i q_i} \Phi_t = \sum_{i=1}^n r_i \Phi_t \quad (4a)$$

és

$$\mathcal{X}_t = \frac{\sum_{j=1}^m w_j x_j}{\sum_{j=1}^m w_j x_j} \mathcal{X}_t = \sum_{j=1}^m s_j \mathcal{X}_t. \quad (4b)$$

ahol r és s az egyes outputok árbevételi részesedéseit, illetve az egyes inputok költségreszesedéseit jelölik, Φ_t és $\mathcal{X}_t$ pedig az egyes outputok és az egyes inputok volumeneinek az intertemporális proporcionális változásai, azaz

$$\Phi_t = \frac{dq_i}{dt} \frac{1}{q_i} = d \log q_i, \quad (5a)$$

valamint

$$\mathcal{X}_t = \frac{dx_j}{dt} \frac{1}{x_j} = d \log x_j. \quad (5b)$$

A folyamatos volumenindex diszkrét megközelítésére az értékrészesedések egyszerű számtani átlagaival súlyozott mértani átlagformát, azaz a Törnqvist indexet használunk. Eszerint a (2) egyenletben szereplő output és input volumenindexek formája

$$Q_t = \prod_{i=1}^n \left(\frac{q_{it}}{q_{it-1}} \right)^{1/2(r_{it}+r_{it-1})}, \quad \text{illetve} \quad (6a)$$

$$X_t = \prod_{j=1}^m \left(\frac{x_{jt}}{x_{jt-1}} \right)^{1/2(s_{jt}+s_{jt-1})}. \quad (6b)$$

A (4) egyenletben bemutatott folyamatos proporcionális változásokra nézve ugyancsak Törnqvist index formájú diszkrét megközelítést alkalmazunk. Az output és az input aggregált proporcionális változásai eszerint az egyedi output- illetve inputvolumenek proporcionális változásainak az értékrészesedések egyszerű számtani átlagaival súlyozott számtani átlagai, vagyis

$$\Phi_t = \sum_{i=1}^n \bar{r}_i (\log q_{it} - \log q_{it-1}) \quad \text{illetve} \quad (7a)$$

$$\mathcal{X}_t = \sum_{j=1}^m \bar{s}_j (\log x_{jt} - \log x_{jt-1}), \quad (7b)$$

ahol $\bar{r}_i = 1/2(r_{it} + r_{it-1})$, illetve $\bar{s}_j = 1/2(s_{jt} + s_{jt-1})$.

2.4 A termelékenység teljes és részleges mérőszámai

A termelékenységnek a (2) és a (3) egyenletben bemutatott mérőszámai az outputoknak illetve az inputoknak a változásait mérik. A mérés és elemzés tárgyát képező változások végbemehetnek:

1. térben (térbeli volumenindexek és proporcionális volumenváltozások),
2. időben (időbeli - temporális - volumenindexek és proporcionális volumenváltozások).

Aszerint, hogy mely outputok és inputok változásainak a mérésére terjed ki, a termelékenységi mutató lehet:

1. **teljes** (ha a termelési folyamat valamennyi inputját és az általuk létrehozott valamennyi outputot magában foglalja, vagyis – mint ezt az alábbi (1) tábla jelzi – számlálója az összes outputot, nevezője pedig az összes inputot figyelembe veszi);
2. **parciális** (ha a termelési folyamatnak csak egy adott inputját foglalja magában, ennek volumenváltozását azonban valamennyi output együttes átlagos volumenváltozásához viszonyítja, vagyis – mint ezt az alábbi (1) tábla jelzi – számlálója az összes outputot figyelembe veszi, nevezője azonban részleges, mert csak egyetlen input kategória volumenének változását mutatja);
3. **input-specifikus** (ha a termelési folyamatnak csak egy adott inputját és az általa létrehozott outputot foglalja magában, vagyis – mint ezt az alábbi (1) tábla jelzi – számlálója és nevezője egyaránt részleges mérőszám).⁹

(1) tábla: A termelékenységi mutatók tartalmai

Termelékenységi mutató	Input tartalom	Output tartalom
Teljes	teljes	teljes
Parciális	részleges	teljes
Input-specifikus	részleges	részleges

A teljes termelékenység – amelyet az angol nyelvű irodalomban általában *total factor productivity* (TFP) vagy *total productivity* (TP) névvel illetnek, de használatos a *multifactor productivity* (MFP) elnevezése is – vállalati vagy ágazati szintű mutató, amely a termelési folyamat összes outputja volumeneinek változásait hasonlítja a termelési folyamat összes inputja volumeneinek a változásához.

Input-specifikus termelékenységi mutatókkal meglehetősen ritkán találkozunk. Ezek a mutatók ugyanis fogalmi problémákat vetnek fel. Kétséges, hogy – egyes speciális esetektől eltekintve - létezik-e egyáltalán valamely adott input önálló és a többi inputok volumenétől elkülöníthető változása. A fogalmi nehézséget itt az okozza, hogy valamely adott input volumenének változása ritkán választható el egyfelől az inputok közötti kölcsönhatás megváltozásától, másfelől a többi inputnak az output volumenére gyakorolt hatásától. Valamely adott input volumenének változása gyakran input-helyettesítés révén valósul meg,¹⁰ tehát szükségszerűen együtt jár más inputokban bekövetkező változásokkal, amelyek ugyancsak outputváltozást okoznak. Mindez történhet a létező technológia keretein belül, de lehet technológiai változások következménye is. Olyan speciális esetekben, amelyekben egy-egy adott input volumenváltozása történetesen független és elkülöníthető (vagyis nincsen fogalmi probléma), gyakorlati problémák nehezítik az input-specifikus indexek használatát. A gyakorlatban általában igen nehéz, vagy éppen lehetetlen annak a megállapítása, hogy valamely adott input volumenének adott változása önmagában milyen volumenű outputváltozást eredményez.

A parciális mutatókat - munkatermelékenység (labor productivity), tőketermelékenység (capital productivity) és anyagtermelékenység (material productivity) - nagy gyakorisággal használják a termelékenység elemzésére. Ennek több oka is van. Először is a parciális mutatók használata lehetővé teszi a teljes termelékenység egyfajta dekompozícióját. Erre a későbbiekben még többször is visszatérünk. Másodszor – mint fentebb éppen az imént említettük - fogalmi és/vagy gyakorlati okokból kifolyólag igen gyakran nem lehetséges annak megállapítása, hogy az output volumenének valamely térbeli vagy időbeli összes változásából mennyi tulajdonítható egy-egy adott input volumenében bekövetkezett változásoknak. Ilyen esetekben csak a parciális mutató alkalmazható. A parciális mutatók hasznos elemzési eszközt képeznek akkor, ha alkalmazójuk nem feledkezik meg az input és az output közötti oksági viszony tekintetében fennálló gyengeségükről, nevezetesen arról, hogy nem annyi outputváltozást mutatnak, mint amennyi az adott inputnak okságilag tulajdonítható.

⁹ Létezhetne olyan mutató is, amelyben az alkalmazott output mérőszáma részleges, az inputé pedig teljes. Ilyet azonban a termelékenység közgazdasági irodalmában nem találunk.

¹⁰ Például ha automatizáljuk a termelési folyamatot, akkor a kevesebb munka alkalmazásának az "ára" az, hogy több tőkét (gépet, berendezést, szoftvert stb.) vagyunk kénytelenek alkalmazni. A változás lényege nem az, hogy csökkent a munkainput volumenindexe, hanem az, hogy munkát tőkével helyettesítettünk költségmentesítő és/vagy outputot növelő módon. Az output növekményét nem lehet sem a munkamegtakarítás, sem a tőkenövekmény egyedüli okozataként feltüntetni, hanem a tőke-munka helyettesítés következményeként kell kezelni. Ekkor azonban értelmezhetlenné válik a munka vagy a tőke volumenindexének az önálló használata a termelékenységi mutatóban.

2.5 A parciális termelékenységről

A teljes termelékenységben beálló változások elemzésének fontos eszközei a parciális termelékenységi mutatók (indexek és arányos változások). Annak érdekében, hogy a parciális termelékenységek változásait mérhetővé tegyük, az inputok aggregálását két lépésben végezzük el. Az elsőben kiszámítjuk az inputok fő kategóriáinak (a munkának, a tőkének és az anyagoknak) az ár- és volumenindexeit, a másodikban pedig ezeket az indexeket egyedi változások koefficienseiként felfogva az összes input szintjén aggregálunk, azaz kiszámítjuk az összes input ár- és volumenindexét.

Mint ahogyan ezt a (2) tábla mutatja, a parciális termelékenység egy-egy adott inputfajta és az összes output viszonyára utal. Értelmezése körül sok félreértés fordul elő, ezért különös gondot érdemes fordítani a meghatározás és értelmezés pontosságára. A definíciók a (2) táblában találhatók. A fogalom - a munkatermelékenység példáján bemutatva - úgy értelmezendő, hogy "mekkora lett volna a munka termelékenységében beállott változás akkor, ha a teljes output valamely megfigyelt (mért) változását az összes többi input volumenének változatlanul tartása mellett egyedül a munkainput mennyiségének a növekedése hozta volna létre".

(2) tábla: Parciális termelékenységi indexek és arányos változások

Parciális termelékenység	Index	Arányos változás
munkatermelékenység	$\Phi_t^L = Q_t / L_t$	$\phi_t^L = \phi_t - L_t = \log \Phi_t^L$
tőketermelékenység	$\Phi_t^K = Q_t / K_t$	$\phi_t^K = \phi_t - K_t = \log \Phi_t^K$
anyagtermelékenység	$\Phi_t^M = Q_t / M_t$	$\phi_t^M = \phi_t - M_t = \log \Phi_t^M$

A teljes termelékenység indexe kifejezhető a parciális termelékenységi indexek súlyozott mértani átlagaként. A súlyok az inputoknak a fenti (7a) és (7b) egyenlet kapcsán megismert átlagos költségreszesedései, vagyis

$$\Phi_t = \left(\Phi_t^L \right)^{\bar{s}_t^L} \left(\Phi_t^K \right)^{\bar{s}_t^K} \left(\Phi_t^M \right)^{\bar{s}_t^M}. \quad (8)$$

A teljes termelékenység arányos változása a parciális termelékenységek arányos változásainak a súlyozott számtani átlagaként fejezhető ki, tehát az alábbi formában:

$$\phi_t = \bar{s}_t^L \phi_t^L + \bar{s}_t^K \phi_t^K + \bar{s}_t^M \phi_t^M \quad (9)$$

A (9) egyenletben feltárt összefüggés lehetővé teszi azt, hogy számszerűsítsuk a munka-, tőke- és anyaginputoknak a teljes termelékenység változásában betöltött szerepét. Ugyanis a munkatermelékenység növekedésének a teljes termelékenység arányos növekedéséhez való százalékos hozzájárulása $\bar{s}_t^L \phi_t^L / \phi_t$, a tőketermelenségéé $\bar{s}_t^K \phi_t^K / \phi_t$, az anyagtermelékenységéé pedig $\bar{s}_t^M \phi_t^M / \phi_t$.

A százalékos hozzájárulások értelmezése kapcsán meg kell említeni egy - a parciális termelékenységi mutatókkal kapcsolatos - problémát. Ennek az a lényege, hogy a parciális mutató a költségszerkezettől függően igen nagy számszerű torzításokat mutathat. Ha például valamely két egymást követő év között az output volumene nagy mértékben növekszik, de ez a növekedés 95%-ban a tőke fokozott használatának az eredménye (pl. gépesítés, automatizálás, vagy az információs rendszer fejlesztése révén), akkor a parciális tőketermelékenységi mutató nagyjából helyes értéket fog mutatni, a munka és az anyagok termelékenységének mutatója azonban óriási termelékenység-növekedést jelez majd, hiszen ezek a mutatók az output teljes növekményét a munka, illetve az anyagok volumennövekedése hatásának tudják be. Annak a fentebb említett feltételezésnek a feloldása érdekében, amely szerint a teljes output valamely megfigyelt (mért) többletét egyedül egy adott input volumennövekedése hozza létre, a parciális termelékenység arányos változásaként nem a

(2) táblában látható kifejezéseket (ϕ_t^E , ϕ_t^K és ϕ_t^M), hanem a $\bar{s}_t \phi_t^E / \phi_t^E$, $\bar{s}_t^M \phi_t^K / \phi_t^K$ és $\bar{s}_t^M \phi_t^M / \phi_t^M$ kifejezéseket is lehet használni. Megkülönböztetésül azonban célszerű ezeket *súlyozott parciális termelékenységi változásoknak* nevezni.

A súlyozott mutatónak az az előnye, hogy korrigálja a költségrészesedéssel kapcsolatos torzítást. Minden problémát azonban ez sem old meg. A fenti példára visszatérve előfordulhat ugyanis, hogy az output növekményének 95%-a a tőke növekedésével áll oksági viszonyban, a tőke bázisévi költségrészesedése azonban ennél a 95%-nál lényegesen alacsonyabb, mondjuk 29%, és a gyors növekedés révén is csak 37%-ra növekszik. Ekkor a tőke átlagos költségrészesedése csak 33% és az ezzel súlyozott parciális mutató nem lesz képes kifejezni azt a körülményt, hogy a tőke valójában az output növekedésének nem 33%-áért, hanem 95%-áért felelős.

2.6 Az indexszámítás rövid történelmi áttekintése

Az indexszámítás mindig központi szerepet játszott a termelékenység mérésében és elemzésében. A termelékenységi tanulmányok története jelentős részben az indexszámokról folytatott szakmai viták története. A termelékenység mérésének és elemzésének a sikere jelentős mértékben múlik az elméletileg és módszertanilag megfelelő indexszámok kiválasztásán. Ezért szentelünk az alábbiakban az indexszámoknak megkülönböztetett figyelmet.

A kutatás jelenlegi állása szerint a történelem első formális indexszámát 1707-ben a *Chronicon Preciosum* című munkájában alkotta meg az angliai William Fleetwood püspök. Tőle számítva az 1860-as évekig terjed az indexszámítás előtörténete. Ekkor három német tudós (a matematikus-filozófus Moritz Drobisch, a statisztikus Étienne Laspeyres és a politikus-közgazdász Hermann Paasche), valamint – tőlük függetlenül – egy angol közgazdász (William Stanley Jevons) általánosította az indexszámok formuláit és jelentős terjedelemben foglalkozott olyan alapvető témákkal, mint az átlagok formája és a súlyozás szükségessége. Az ő eredményeik révén vált lehetségessé az ír Francis Edgeworth és mások¹¹ számára az, hogy megoldjanak bizonyos definíciós problémákat és feltárják az indexszámok alkalmazásának néhány alapvető fontosságú területét.

Az 1920-as évekre a nagy amerikai közgazdásznak, Irving Fishernak sikerült az azóta eleminek, formálisnak vagy axiomatikusnak is nevezett indexelmélet megalapítása, részben a rendelkezésére álló, részben pedig az általa feltárt alapelemek szintetizálása útján. Fisher elsőként fogalmazta meg és formalizálta, azokat a követelményeket, amelyeket minden indexszámra ki kell elégítenie ahhoz, hogy eredményesen és problémamentesen tudjunk számolni a segítségével. A *"The Making of Index Numbers"* című könyvében megalkotta híres index tesztjeit és nagy volumenű, szigorúan rendszerezett empirikus kutatást végzett az egyes index formulák tulajdonságainak feltárása céljából. Mindmáig az indexszámítás legnagyobb alakjának tekintjük. Ugyancsak az 1920-as években jutott – a megélhetési költségek mérési problémáit vizsgálva – a szovjet A.A. Konus arra a felismerésre, hogy ha az indexszámokat gazdasági jelenségekben bekövetkező változások aggregálására használjuk, akkor szükségessé válik, hogy azok kielégítsenek a közgazdaságtan által megfogalmazott bizonyos követelményeket – az aggregálhatóság követelményét is. Ez azért volt jelentős, mert sem Jevons, sem Fisher nem foglalkozott azzal a problémával, hogy az indexszám által jellemzett aggregátumnak mikor van – és mikor nincsen – létjogosultsága. Konus felismerésével megnyílt az út az indexszámok közgazdasági elméletének kialakítása felé, az elmélet kidolgozása azonban több, mint egy évtizedet vett igénybe.¹² Az aggregáció elméleti kérdéseivel (aggregálhatóság, az aggregátum létezése) már az 1930-as években is kiterjedten foglalkozott az angol John Hicks, az indexszámítási vonatkozások azonban kevésbé kerültek érdeklődésének homlokterébe. Az indexszámítás területén a francia Francois Divisia az 1920-as években végzett korszakalkotó jelentőségű elméleti munkát. A pénzügyi aggregátumokra vonatkozó eredményei azonban hosszú ideig többé-kevésbé ismeretlenek maradtak és nem gyakoroltak befolyást az indexelmélet fejlődésére. Az aggregáció és az indexszámok elméletének konvergenciája Divisia után alakadt.

¹¹ Például Alfred Marshall, a "Remedies for Fluctuations of General Prices" című cikkében, amely 1887-ben a Contemporary Review című folyóirat 51. kötetében jelent meg (355-75. oldal).

¹² A téma nehézségén kívül a késedelemnek oka volt Konus felvetésének specifikus természete (csak a megélhetési költségek problémáira keresett választ), valamint a szerző elszigeteltsége (1924-ben írott munkája angol nyelven csak 1939-ben jelent meg). Ragnar Frisch csak 1936-ban írta híressé vált bevezető sorát: "The problem of how to construct an index number is as much one of economic theory as a statistical technique." (lásd Frisch (1936), 1. oldal.)

A konvergencia megindítása a norvég *Ragnar Frisch* nevéhez fűződik, aki több évtizeden keresztül volt az indexszámítás legnagyobb jelentőségű és befolyású alakja. Maradandót alkotott a formális és a közgazdasági indexelmélet területén egyaránt. Munkája mintegy hidat képez a II. világháború előtti és utáni elméleti-módszertani munkák között. Az 1950-es évektől kezdve a matematikai alapokon nyugvó neoklasszikus közgazdaságtan kiteljesedésének egyik következményeként a közgazdasági indexelmélet is igen gyors fejlődésen ment keresztül. A fejlődésnek nagy lökést adott Divisia eredményeinek újrafelfedezése az 1960-as évek második felében. Az ezt követő évtized során - elsősorban a kanadai *Erwin Diewert* kiemelkedő munkássága nyomán - széles körben születtek jelentős újabb elméleti eredmények, amelyek alapján nagyszámú új alkalmazás vált lehetővé. A mikroökómia termeléselméletében megjelentek a rugalmas függvényformák, amelyek lehetővé tették, hogy a termelési technológia önkényes matematikai specifikációját felváltsák a függvényforma általános formájának megközelítésén alapuló, empirikusan meghatározott függvényformák. Az önkényes specifikációt felváltotta az adatoknak legjobban megfelelő specifikáció. Az indexszámítás is lépést tartott az elméleti fejleményekkel. Annak a felismerésnek a következtében, hogy az aggregátor függvény és az aggregátum matematikai formáinak konzisztenseknek kell lenniük, megszületett az *egzakt indexszám*, majd – Diewert révén – a *szuperlatív indexszám* fogalma. A szuperlatív index egzakt akkor, ha az aggregátor függvény rugalmas. Diewert bebizonyította, hogy a Törnqvist index a termelési technológia igen általános formájú rugalmas függvényformájú reprezentációjára nézve egzakt. A Törnqvist index vizsgálata azt is kiderítette, hogy az index teljesíti vagy megközelíti mindazokat a *józan-ész követelményeket* (common sense requirements), amelyek biztosítani hívatottak azt, hogy az indexszel a gyakorlatban problémamentesen lehessen komplex számításokat végezni.

Ily módon az 1970-es évek végére megoldódott a termelékenységi indexek számításának valamennyi olyan elméleti és módszertani problémája, amely addig gátat szabott az eredményes gyakorlati munkának. A termelékenység vállalati szinten történő mérésében és elemzésében, valamint az elemzés menedzseri és szabályozási célokra való felhasználásában a kanadai és az amerikai távközlés játszotta a vezető szerepet. Más ágazatok korai próbálkozásai vonatkozásában említést érdemel a francia *Électricité de France* belső termelékenységi tanulmánya, amelyet Jean de la Brunetière vezetett.

2.7 Az aggregátum létezése

Az indexszám valamely homogén kategóriába tartozó - azaz aggregálható - változók állapotában (pl. mennyiségében, nagyságában) időben vagy térben megfigyelt (mért) különbségek (változások) egyedi koefficienseit aggregálja az illető kategória szintjén. Az indexszám egyetlen aggregált koefficiens, amely kifejezhető az aggregálandó koefficiensek valamilyen átlagaként, vagyis együttes átlagos relatív változást jelöl. Heterogén kategóriák elemeinek változásait azonban nem lehet értelmes aggregátumokba sűríteni.

Alapkövetelmény az, hogy az aggregált jelenségnek - az aggregátumnak - az adott diszciplína - például gazdasági jelenségek aggregálása esetében a közgazdaságtan - ismérvei szerint értelmesnek kell lennie. Az egyedi változások csak ekkor aggregálhatók. A fogyasztási cikkek árainak időbeli változásait aggregáló fogyasztói árindex például teljesíti az aggregálhatóság követelményét - amit úgy is mondunk, hogy az általa képviselt aggregátum *létezik* -, ha azt mutatja, hogy a fogyasztási cikkek valamely fogyasztó által ténylegesen - esetleg tipikusan vagy valamely fogyasztói csoport által átlagosan - megvásárolt körének ("fogyasztói kosarának") megvásárlásához szükséges pénzmenyiség milyen mértékben változik. A fogyasztási cikkek fordított háztartási kiadás ugyanis valóban létező kategória. Nem aggregálhatók azonban például a fogyasztó által használt közlekedési szolgáltatások árváltozásai és - mondjuk - az általa elfogyasztott élelmiszerek mennyiségei, hiszen az áraknak és a mennyiségeknek nincsen és nem is lehet értelmes aggregátuma. Könnyen belátható, hogy árakat árakkal, vagy volumeneket volumenekkel lehet aggregálni, de árakat és volumeneket egymással aggregálni és változásaikat egyetlen indexszám segítségével kifejezni nem lehet.

Kevésbé könnyen ismerhető fel az a probléma, hogy árakat árakkal (és volumeneket volumenekkel) sem lehet minden esetben aggregálni. Fenti példánkban az aggregátum létezését az eredményezi, hogy a fogyasztói kosarat valóban megveszik, a háztartási kiadás valóban megtörténik -- akár egyedileg, akár tipikusan, akár több fogyasztó átlagában. Az olyan fogyasztói kosárnak azonban, amelyet senki soha nem vásárol illetve vásárolhat meg, nincsen létjogosultsága és ezért az ennek alapján számított árindex - noha kiszámítása technikailag lehetséges - merő értelmetlenség. Még

ennél is tovább kell azonban mennünk. A valamely egyedi jelenségre vagy a jelenségek valamely csoportjára vonatkozó létező aggregátum más egyedi jelenségre vagy csoportra nézve lehet nemlétező. Például a KSH fogyasztói árindexe nemlétező aggregátum a jelen értekezés írója szempontjából, akinek fogyasztási szerkezete jelentős mértékben eltér a KSH által alkalmazott fogyasztói kosár elemeinek arányaitól.¹³

Ha az aggregátum létező, akkor szembekerülünk az indexszámítás második nagy problémakörével: Milyen indexformulát válasszunk?

2.8 Az indexformulát illető néhány módszertani meggondolás

Valamely index formuláján annak matematikai formáját, képletét értjük. Az indexformulának három alapeleme van, nevezetesen (1) az átlagolandó egyedi koefficiensek, (2) az átlag formája és (3) az átlag súlyai. A formula a három alapelem valamely kombinációja. Miután az alapelemeknek számos lehetséges formája van, továbbá az elemek több rétegben is alkalmazhatók, a lehetséges indexformulák száma gyakorlati célokra végtelennek tekinthető. Fisher többszáz formula tulajdonságát vizsgálta meg és még mindig nagyon messze volt attól, hogy vizsgálata kimerítő legyen.

A gyakorlatban leggyakrabban a következő indexformulákkal találkozunk:

1. A Laspeyres index bázisidőszaki ($t-1$) súlyozású számtani átlag.
2. A Paasche index tesztidőszaki (t) súlyozású harmonikus átlag.
3. A Fisher index a Laspeyres és a Paasche index súlyozatlan mértani átlaga.
4. A Marshall-Edgeworth index a két időszak súlyozatlan számtaniátlag-részesedéseivel súlyozott számtani átlag. Ennek több változata lehetséges.
5. A Törnqvist index a két időszak súlyozatlan számtaniátlag-részesedéseivel súlyozott mértani átlag. Ennek is vannak variánsai, például ha a részesedések átlaga nem súlyozott számtani, hanem valamilyen más formájú átlag.

A közgazdasági irodalomban gyakran esik szó a Divisia indexről is. Ez folyamatos indexformula, azaz feltételezi, hogy az árakban és a volumenekben beálló változások folyamatosan jönnek létre. Maga az index egy integrál, amelynek értéke függ attól a pályától, amelyet az ár- vagy volumenváltozások időben befutnak.¹⁴ Ezért ennek a formulának nincsen olyan megjelenési formája, amelyet éves, negyedéves, havi, napi, vagy más időszakokra vonatkozó adatok segítségével lehetne kiszámítani. Mint fentebb említettük, a Törnqvist indexről Diewert bebizonyította, hogy az a Divisia index diszkrét megközelítéseként alkalmazható. Ezért egyes szerzők a Törnqvist indexet gyakran Divisia indexnek vagy Divisia megközelítésnek ("approximate Divisia") nevezik. Ez a szokásuk gyakran félreértések forrása.

Az indexformulák megválasztása egyrészt nem triviális, másrészt pedig kimondottan veszélyekkel terhes feladat. A magyar indexszámítási gyakorlatban túlnyomóan Laspeyres és Paasche indexeket – illetve a kettő valamilyen kombinációját¹⁵ – találunk, sőt a múltban még súlyozatlan indexformulákra vonatkozó, és minden közgazdasági elméleti megalapozottságot nélkülöző javaslatok is napvilágot láttak. Nincsen precedens elméletileg megalapozott, torzítatlan indexformulák használatára. Öröndetes fejlemény viszont az, hogy az utóbbi években erőteljesen terjed a Fisher index használata. Noha a Fisher index és a Törnqvist index között gyakran csak elhanyagolható számszerű különbségek léteznek, a termelékenység méréséhez a Fisher indexek használata mégsem javasolható. Ennek két oka van. Először előfordulhatnak – még ha viszonylag ritkán is – olyan körülmények, amelyek között a Fisher index torzítása jelentőssé válik. Másodszor a termelékenység elemzése megkívánja a mérőszámoknak ökonometriai modellekben történő alkalmazását, amelynek

¹³ Ez a problémakör kiterjedt viták tárgyát képezte amerikai számviteli szakmai körökben az 1970-es években, amikor a magas ütemű infláció következtében szükségessé vált a vállalatok "inflációs számvitelének" a megteremtése.

¹⁴ A térbeli indexekre a folyamatos változások feltételezése nem értelmezhető. A térbeli indexek speciális problémáival többek között Malmqvist, majd pedig Diewert foglalkozott. Erre a területre azonban nem követjük őket, mert a térbeli indexek problémái olyan újabb bonyodalmakat jelentenek, amelyek tárgyalása meghaladja a jelen értekezés kereteit.

¹⁵ Például a Laspeyres árindex és Paasche volumenindex, vagy - fordítva - Paasche árindex és Laspeyres volumenindex kombinációt azért alkalmazzzák, hogy szorzatuk egyenlő legyen az értékindexszel. Ez az egyik fisheri teszt kielégítését jelenti, azonban nem tekintendő elfogadható megoldásnak, mert más követelményeknek a kombinált Laspeyres-Paasche indexek nem felelnek meg. Kiss (1984) kimutatta, hogy a Laspeyres-Paasche és a Paasche-Laspeyres kombinációk az ár- és a volumenváltozások lefolyását (az *árösvényt* és *volumenösvényt*) illetően szélsőséges implicit feltételezésekre épülnek.

esetén a változók mérőszámai közötti konzisztencia biztosítása megkívánja az elméleti szempontból megfelelőbb Törnqvist indexek használatát.

A Laspeyres és Paasche indexek használata semmiképpen sem elfogadható. A piacon vásárolt termékek és szolgáltatások - például a termelési folyamatok inputjai - esetében a Laspeyres árindex és a Paasche volumenindex normálisan felfelé, a Paasche árindex és a Laspeyres volumenindex pedig lefelé torzított. Ez azért van így, mert a piacon az ár és a volumen nem függetlenek egymástól. *Ceteris paribus*, az árnövekedés hatására csökken a vásárolt volumen, árcsökkenés hatására pedig növekszik. Ezt fejezi ki a *keresleti görbe*. A termelési folyamatok outputjai esetében viszont éppen fordítva van, azaz az output Laspeyres árindexe és Paasche volumenindexe normálisan lefelé, Paasche árindexe és Laspeyres volumenindexe pedig felfelé torzított. Ennek az az oka, hogy - *ceteris paribus* - az árnövekedés hatására növekszik a megtermelt volumen, árcsökkenés hatására pedig csökken, mert az output termelése a *kínálati görbe* mentén alakul. A termelékenység Laspeyres indexe tehát kétszeresen - azaz számlálójában és nevezőjében egyaránt - felfelé, Paasche indexe pedig kétszeresen lefelé torzított.

A Laspeyres és a Paasche indexformulák alkalmazása csak akkor nem okoz jelentős számszerű torzításokat, ha az ár- és volumenváltozások valóban függetlenek egymástól, vagy pedig olyan esetekben, amikor az ár- és volumenváltozások tényleges ösvényei megegyeznek az ezekben a formulákban implicit módon feltételezett ösvényekkel.¹⁶ Ha különböznek, akkor az ár- és volumenváltozások időbeli lefolyásának menetétől függően ugyanaz a formula felfelé és lefelé is lehet torzított. A Laspeyres és a Paasche indexek azonban nemcsak azért alkalmatlanok, mert torzítottak, hanem azért is, mert nem elégítik ki a fisheri index tesztet - aminek következtében gondokat okoz a velük való számolás - és közgazdaságilag elfogadhatatlan feltételezésekre épülnek.¹⁷ Különösen fontos körülmény az, hogy a Laspeyres és a Paasche indexek nem tranzitívak és ennek következtében nem nyílik lehetőség az implicit indexek alkalmazására. Összefoglalva megállapítható, hogy a Laspeyres és Paasche formuláknak csak különleges esetekben van helyük a korszerű termelékenységi tanulmányokban.

Az 1970-es évek második felétől kezdődően a korszerű vállalati termelékenységi tanulmányok az outputok és az inputok ár- és volumenindexeinek kiszámítása során az ún. Törnqvist indexeket használják. A magyar távközlésben is a Törnqvist formula alkalmazása a javasolt, mert a Törnqvist indexek - és csakis ezek - alkalmasak a termelékenységgel kapcsolatos különféle gazdasági számítások értelmes és torzítatlan végzésére. Három szempont érdemel különös figyelmet. Először is a Törnqvist index az ún. *torzítatlan* (unbiased) indexek körébe tartozik. Másodszor, a Törnqvist indexek kielégítik a közgazdaságtan által az *aggregátor függvény* irányában támasztott elméleti követelményeket. Harmadszor, a Törnqvist indexek ugyancsak kielégítik - vagy elegendő pontossággal megközelítik - Fisher index tesztjeit.

2.9 Az alkalmazott indexek köre

A (6a) és (6b) egyenletben bemutattuk az aggregált output illetve az aggregált input volumenindexét. A (8) egyenlet kapcsán felmerült a kétlépcsős aggregálás lehetősége, amelynek első lépésében volumenindexeket számítunk a munka-, tőke- és anyaginputok kategóriánkénti aggregálásaként, majd a kategória-specifikus volumenindexeket a második lépésben a teljes input volumenindexévé aggregáljuk. Ha több output kategóriánk létezik, akkor az output aggregálását is célszerű lehet két lépcsőben kivitelezni.

¹⁶ A Laspeyres árindex és a Paasche volumenindex kombinált használata feltételezi, hogy valamennyi árváltozás megelőzi valamennyi volumenváltozást. Ha tehát valamely évben valamennyi ár január 1-jén változik és utána az egész év során változatlan marad, akkor indokolt ennek az index kombinációnak a használata. Ha azonban valamennyi ár az év során változatlan maradna és csak az év végén változna, akkor a Paasche árindex és a Laspeyres volumenindex használata lenne indokolt.

¹⁷ Ugyanis feltételezik, hogy a vizsgálat tárgyát képező gazdasági egység (vállalat) termelési függvénye Cobb-Douglas típusú, valamint hogy nem létezik méretgazdaságosság, hanem a hozadék állandó. Ez utóbbi kétszeresen is súlyos hiba. *Egyrészt* a távközlésben közismerten jelentős mértékű belső gazdaságosságok munkálnak, és ilyen esetekben a Laspeyres és Paasche indexek súlyos torzítások forrásai. *Másrészt* a távközlésben a belső gazdaságosságok - a technológia valamely adott szintjén és a technológia fejlődésével való kölcsönhatásukban is - a termelékenység növekedésének a legjelentősebb forrását képezik. Nem lehet eredményes a termelékenység méréseben az olyan indexformula alkalmazása, amely a termelékenység növekedésének éppen a legjelentősebb forrását tagadja.

A termelékenység mérése során azonban szükség van nemcsak a volumenindexek, hanem az értékindexek és az árindexek kiszámítására is. A termelékenység mérése során tartalmukat tekintve a következő indexszámok merülnek fel:

1. az input értékindexe (költségindex)
2. az input volumenindexe
3. az input árindexe
4. az output értékindexe (árbevételi index)
5. az output volumenindexe
6. az output árindexe
7. a teljes termelékenység indexe
8. a parciális termelékenységek indexei

Az alábbiakban megadjuk az érték- és árindexek formuláit. Az input értékindexe a költségindex, amely a vizsgált vállalat tárgyévi és bázisévi összes termelési költségének a hányadosa, azaz

$$\bar{C}_t = \frac{C_t}{C_{t-1}} = \frac{\sum_{j=1}^m w_{jt} x_{jt}}{\sum_{j=1}^m w_{j,t-1} x_{j,t-1}} \quad (10a)$$

a költség proporcionális változása pedig

$$\&Circ_t = \log \bar{C}_t = \log C_t - \log C_{t-1} . \quad (10b)$$

Az output értékindexe az árbevételi index, amely a vizsgált vállalat tárgyévi és bázisévi összes árbevételének a hányadosa, azaz

$$\bar{R}_t = \frac{R_t}{R_{t-1}} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{it} q_{it}}{\sum_{i=1}^n p_{i,t-1} q_{i,t-1}} , \quad (11a)$$

az árbevétel proporcionális változása pedig

$$\&Circ_t = \log \bar{R}_t = \log R_t - \log R_{t-1} . \quad (11b)$$

A (9) és a (10) egyenletből kitűnik, hogy az árbevételi index és a költségindex nem igazi indexszám, hanem időben vagy térben különböző valamely két ponthoz vagy intervallumhoz tartozó árbevételek illetve költségek egyszerű hányadosa.

Az outputár Divisia indexe

$$\&Circ_t = \sum_{i=1}^n \frac{p_i q_i}{\sum_{i=1}^n p_i q_i} \&Circ_t = \sum_{i=1}^n r_i \&Circ_t , \quad (12a)$$

amelynek diszkrét megközelítése Törnqvist index formájában

$$\bar{P}_t = \prod_{i=1}^n \left(\frac{p_{it}}{p_{i,t-1}} \right)^{1/2(r_{it} + r_{i,t-1})} \quad (12b)$$

és ebből az outputár proporcionális változása

$$\&Circ_t = \sum_{i=1}^n \bar{r}_i (\log p_{it} - \log p_{i,t-1}) . \quad (12c)$$

Az inputár Divisia indexe pedig

$$I_t = \frac{\sum_{j=1}^m w_j x_j}{\sum_{j=1}^m w_j x_j} = \sum_{j=1}^m s_j I_j, \quad (13a)$$

Törnqvist indexe

$$W_t = \prod_{j=1}^m \left(\frac{w_{jt}}{w_{jt-1}} \right)^{1/2(s_{jt} + s_{jt-1})}, \quad (13b)$$

és végül proporcionális változása

$$I_t = \sum_{j=1}^m \bar{s}_j (\log w_{jt} - \log w_{jt-1}). \quad (13c)$$

Ismeretes az a fisheri követelmény, hogy az árindex és a volumenindex szorzata legyen egyenlő az értékindexszel. Ha ez a követelmény teljesül és az értékindex valamint a volumenindex ismert, akkor az árindexet *implicit index* formájában, azaz az értékindex és a volumenindex hányadosaként lehet megkapni, vagyis az input implicit árindexe

$$W_t = C_t / X_t, \quad (14a)$$

amiből

$$I_t = C_t / X_t, \quad (14b)$$

az output implicit árindexe pedig

$$P_t = R_t / Q_t, \quad (15a)$$

amiből

$$I_t = R_t / Q_t. \quad (15b)$$

2.10 Mi a termelékenység változásainak az oka?

Solomon Fabricant, a neves amerikai közgazdász, aki a termelékenység modern elméletének egyik kiemelkedő korai művelője volt, az 1950-es években olyan következtetésre jutott, hogy a termelékenység megfigyelt növekedését tulajdonképpen mérési problémák hozzák létre. Legáltalánosabb formájában érvelésének az a lényege, hogy az outputot termelő tényezők változóinak megfigyelt (mért) értékei vagy mennyiségei nem tartalmazzák mindazokat a változásokat, amelyek azok körében valójában végbemennek, hanem ezeknek csak egy részére terjednek ki. Részleges számbavételük oka az, hogy nem vagyunk képesek egyes változások mérésének elvégzésére, ezért ezek megméretlenül maradnak. Úgy gondolta, hogy ha a neoklasszikus termelési modell tartalmazná a termelési folyamat outputját létrehozó valamennyi változó valamennyi változásának mérőszámait, akkor a modell a termelékenységet konstansnak mutatná, hiszen ebben az esetben a modell tartalmazná az output minden változását kiváltó input-oldali jelenségeket. A termelékenység megfigyelt (mért) növekedése tehát tudatlanságunk következménye. Ebből a meggyőződésből fakadt híres és sokat idézett mondanéja, amely szerint a termelékenység *tudatlanságunk mérőszáma* („a measure of our ignorance”).

Elődeihez és kortársaihoz hasonlóan Fabricant is termelési függvényben gondolkozott, amelynek függő változóját – az output volumenét – a termelésben felhasznált inputok volumenei határozzák meg.¹⁸ Az aggregált termelési függvény irodalma Cobb és Douglas (1924) korszakos jelentőségű munkájával kezdődik, továbbfejlesztése azonban leginkább és legközvetlenebbül Douglas két - húsz évet közrefogó - munkájához kapcsolódik, lásd Douglas (1928) és Douglas (1948). Jelentős állomás volt, amikor Tinbergen (1942) bevezette az időváltozót a Cobb-Douglas termelési függvénybe. A hozzá kapcsolódó fogalmat „hatékonyságnak” nevezte. Amerikai adatokra épülő empirikus modelljében az időváltozó a hatékonyság „színvonalát” volt hivatott jelképezni. Tinbergen az új modell

¹⁸ A dualitás elméletét az 1960-as években dolgozták ki és kidolgozásának eredményeként a költségfüggvények csak az 1970-es években váltak általánosan ismerteté és használttá a közgazdasági elemző munkában.

gyakorlati hasznosításában is úttörő volt. Ő volt az első, aki a gazdasági növekedés forrásai között megkülönböztette a termelékenység növekedését és az inputvolumen növekedését. Az utóbbit azonban a tőketényezőre (a beruházásokra) korlátozta. A világháború utáni majdnem három évtized empirikus irodalma igen jelentős részben annak a megállapításával foglalkozott, hogy a két tényező (beruházás és termelékenység) közül a gazdasági növekedésnek melyik mekkora részét hozta létre.

Solow (1957) új fejezet nyitását jelentette a termelékenység elemzésében is. Solow az output növekedésének két szisztematikus forrását különböztette meg: az input-helyettesítést (azaz az inputok volumeneinek változásait)¹⁹ és a technológia változásait. Az utóbbit reprezentálta az aggregált termelési függvénybe eredetileg Tinbergen által beépített időváltozó, amely a technológiai változásoknak az outputra gyakorolt hatását *reziduális* hatásként jelenítette meg. Solow a technológiának tulajdonított minden olyan szisztematikus hatást, amelynek oka nem az inputok volumeneinek a változása volt. A technológiai hatás reziduális felfogásának elterjedését nagyban elősegítette annak praktikussága. A reziduális felfogás ugyanis szükségtelenné tette a technológiai változások részletekbe menő mérését. Elvileg elegendő volt az, hogy az idősoros becslések modelljéül szolgáló termelési függvénybe bevezették az időt mint független változót, és úgy gondolták, hogy az outputnak az idő szerinti deriváltja a reziduális szisztematikus hatás megfelelő mérőszáma minden olyan esetben, amikor az egyenlet hibaváltozója kielégíti a véletlenszerűség statisztikai követelményeit ($nid, \bar{x}, \sigma^2$).²⁰

Fabricant számára az okozta a problémát, hogy nem minden output változást okozó hatás jelent meg input-hatásként az egyenlet jobboldalán. A reziduális hatás megjelenésével új interpretáció született és tudatlanságunk körében a technológiai változások ruházódtak fel domináns szereppel. Az inputok volumenei teljes körű mérésének ugyanis lehetnek gyakorlati akadályai, de nincsenek általános elvi akadályai, azaz az inputok mérhetők. Az inputok relatív változásai saját magukkal egyenlő relatív változást idéznek elő az output volumenében, vagyis önmagukban konstans output / input arányt eredményeznek. Ha az output / input arány növekszik, azaz nő a termelékenység, akkor ez a Solow-féle technológiai változásoknak tudható be.

Az inputok volumeneinek változásai azonban csak akkor eredményeznek konstans output / input arányt, ha a termelési folyamatban nincsenek belső gazdaságosságok. Ilyenek azonban a valóságban vannak, különösen a hálózati alapú termelési folyamatokban, mint például a távközlési szolgáltatások termelése. A termelékenység okainak elemzésében a belső gazdaságosságok figyelembe vétele jelentette a következő lépést, amelyet a távközlés közgazdaságtanának kutatói tettek meg az 1970-es évek végén, illetve az 1980-as évek elején. Felismerve a belső gazdaságosságok igen nagy jelentőségét a hálózati alapú termelési folyamatokban, több kutató egyidejűleg – és egymástól független vagy csak lazán függő módon – javasolt olyan modelleket, amelyekben a méretgazdaságosságnak a termelékenységre gyakorolt hatása önálló kifejezést nyert. Ami a jelen értekezés szerzőjének munkásságát illeti, Kiss (1981) és Kiss (1983) a Bell Canada telefonvállalat termelékenységnövekményeinek olyan dekompozícióját alakította ki, amely a tényleges éves növekményeket egy *méret hatásra* (scale effect), egy *technológiai hatásra* (technology effect) és egy *véletlen hatásra* (random effect) osztotta fel. Az output volumenének éves növekményeiben megkülönböztethetővé vált az inputvolumen növekedésének és a méretgazdaságosságnak az ezekre gyakorolt hatása. Ezt úgy lehet szemléltetően illusztrálni, ha megállapítjuk, hogy például $\varepsilon = 1,4$ fokú méretgazdaságosság esetében az output valamely 7,1%-os növekedéséből 5 százalékpont tulajdonítható az inputok együttes átlagos 5%-os növekedésének, míg a fennmaradó 2,1 százalékpont a méretgazdaságosság létének az eredménye.²¹ Ez azt jelenti, hogy a mért

¹⁹ Megjegyzendő, hogy – elméletileg zseniális volta ellenére – Solow modelljében néhány olyan gyengeség is található volt, amelynek kiküszöbölése számos közgazdász sokéves munkája révén valósult meg. Közülük kiemelkednek Jorgenson, Griliches és Christensen hozzájárulásai. Solow hibásan definiálta az inputokat és azok helyettesítését. A beruházások közül kizárta az emberi tőkébe történt beruházásokat, a tőkeinputot csak a fizikai tőkejavak (tangible assets) szolgáltatásaira szűkítette le, továbbá nem vette figyelembe a tőke-tőke helyettesítés jelenségét. Mint ahogy ezt Jorgenson kimutatta, a hibák szükségszerűen vezettek ahhoz a hibás empirikus eredményhez, hogy Solow az amerikai gazdaságban a háború utáni időszakban végbement igen nagymértékű növekedés legnagyobb részét reziduális termelékenységnövekedési hatásként mutatta ki. Későbbi tanulmányok olyan eredményre jutottak, hogy a termelékenység növekedése az amerikai gazdaság növekedésének csak mintegy egynegyedéért volt felelős.

²⁰ Az angol nyelvű irodalomban gyakran használt „*nid*” jelölés arra a feltételezésre utal, hogy a változó „normally and independently distributed”, $\bar{x}$ átlaggal és σ^2 szórásnégyzettel.

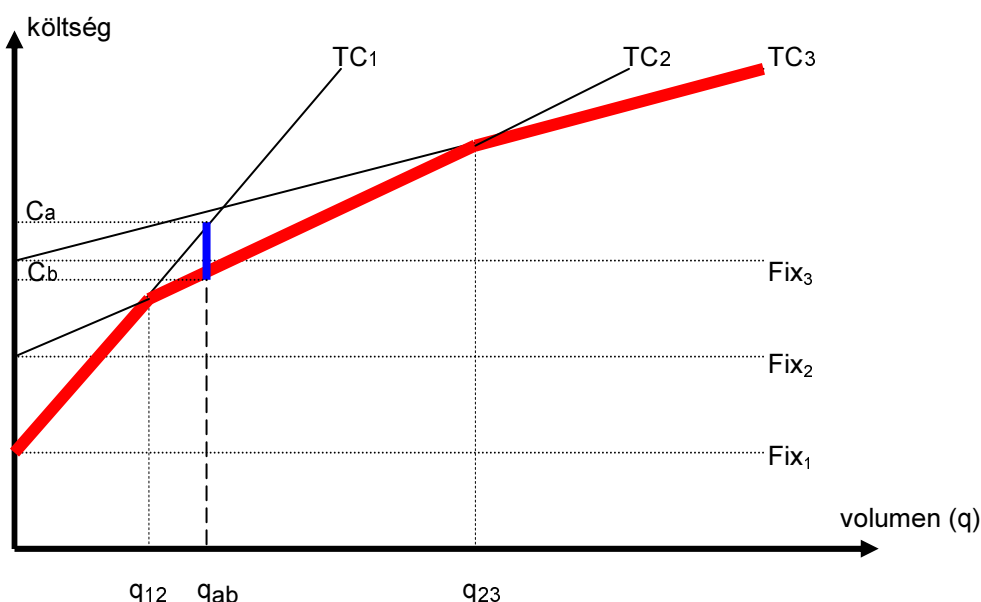
²¹ $1,4 \times \log 1,05 = 0,068$; $\exp(0,0683) = 1,071$; $\log 1,05 / \log 1,071 = 0,714$.

outputnövekedés 71%-a akkor is létrejött volna, ha nem lett volna méretgazdaságosság, míg a fennmaradó 29%-ot a méretgazdaságosság generálta. A 71% nem involvál termelékenységnövekedést, hiszen az inputok és az output növekedési rátái egyenlők. A 29% viszont teljes egészében a termelékenység növekedése révén keletkezett.

A mérethatás azonban nem független a technológiai hatástól, hiszen a méretgazdaságosság a közgazdasági értelemben vett technológia tulajdonsága. Szükséges azonban valamely adott technológia tulajdonságainak a technológiában bekövetkező változásoktól való megkülönböztetése. A mérethatásnak a termelékenység elemzésébe történő explicit bevezetése megkívánja, hogy újradefiniáljuk magát a technológiai hatást. A technológiai hatásnak ugyanis egyrészt ki kell zárnia magából a technológiai tulajdonságot képező méretgazdaságosság következményét, másrészt magába kell foglalnia a technológiai változásoknak minden olyan hatását, amely befolyásolja az input-output viszonyt.

Sajnálatos módon ez nem mindig lehetséges. Amint ezt Kiss és Lefebvre (1987) felvetette, a távközlésben az időben egymást követő technológiák tipikusan olyanok, hogy minden új technológia a réginél magasabb fix költséggel valósul meg, de csökkenti az output egységére jutó változó költségek nagyságát - és ezzel a teljes költség-görbe meredekségét. Ezt ábrázolja az 1. ábra, amely három egymás után következő technológiához sorrendben TC_1 , TC_2 és TC_3 összes költséget rendel.

1. ábra: A technológiai változások növelik a fix költséget és csökkentik a változó költséget



Az egymást követő technológiai változások felfelé eltolják a fix költségeket ($Fix_1 < Fix_2 < Fix_3$) és lefelé "hajlítják" a változó költségeket. Az egyszerűség és a világosabb illusztráció kedvéért állandó hozadékot feltételezünk (vagyis nincsen méretgazdaságosság) és a teljes költségek görbéit egyenesekkel helyettesítjük. Az ábrázolt helyzetben alacsony output volumenek esetében az alacsony fix költségű 1. technológia a legolcsóbb. A volumen növekedése során q_{12} -nél a 2. technológia lassabban növekvő változó költségei kiegyenlítik a magasabb fix költsége következtében meglévő költséghátrányát és q_{12} -nél magasabb termelési volumeneknél már a 2. technológia olcsóbb lesz az 1. technológiánál. Ugyanilyen jelenség zajlik le a q_{23} volumennél is, amelynél magasabb volumenű termelés esetében a 3. technológia lesz a legolcsóbb. Költségminimalizáló vállalatok arra törekednek, hogy az 1. technológiát a 2. technológiával, azt pedig a 3. technológiával váltsák fel, mégpedig úgy, hogy a technológiák váltása q_{12} , illetve q_{23} volumeneknél történjék meg, vagyis az ábrában vastag piros vonallal jelzett utat próbálják befutni. Ennek két következménye van. Először a megfigyelt teljes költségek a technológiaváltások következtében "elgörbülnek", mégpedig olyan módon, mintha a vállalat technológiáját méretgazdaságosság jellemezné.²² Az 1. ábrában a technológiai változás hatása méretgazdaságoságként jelenik meg, ami a távközlési vállalatok becsült költségmodelljeiben

²² Ez bizonyos értelemben igaz is, csak hogy itt a méretgazdaságosság nem az adott technológiákat jellemzi, hanem a technológiai fejlődés során "technológiaközi" módon valósul meg.

a valóságosnál magasabb fokú méretgazdaságosság becslését eredményezi. Másodszor a technológiai hatás – amely definíciója szerint a költséggörbének az új technológia következtében előálló lefelé történő eltolódásában testesül meg –, egyaránt mutathatja az új technológia közvetlen költségmegtakarító hatását vagy az új technológia bevezetésében való késlekedés következtében előálló költségcsökkenés mértékét. A késlekedés következtében ugyanis az új technológia bevezetése nem akkor történik, amikor az új technológia szerinti költséggörbe metszi a régi technológia szerinti költséggörbét (például q_{12} -nél), hanem később, q_{ab} -nél, amikor az új technológia költsége már a régi technológia költsége alatt helyezkedik el. Minél késedelmesebb az új technológia bevezetése, annál nagyobb az ábrában vastag kék vonallal jelzett (C_a - C_b) közvetlen költségcsökkentő hatás. Ez perverz eredmény, hiszen pozitívnak mutat egy negatív jelenséget.

Mindez nem jelenti, hogy az output-növekmény és a termelékenység-növekedés dekompozíciója hibás vagy haszontalan lenne. Csupán arról van szó, hogy az elemzőnek különösen óvatosnak és alaposnak kell lennie a becsült paraméterek és hatások elemzésekor. Az empirikus eredmények nemcsak használhatók, hanem rendkívül hasznosak is. Fenti illusztrációnkat folytatva elmondható, hogy az egymás követő technológiák változó költségeket csökkentő jellege hatásában nem különbözik a méretgazdaságosság hatásától, ezért elemzési, előrejelzési, tervezési és egyéb menedzseri célokra célszerű igazi méretgazdaságossággént kezelni. Ugyanez állapítható meg a technológiai hatásról is. Ha valamely évben jelentős közvetlen költségcsökkentő hatás mutatkozik annak következtében, hogy új technológia került bevezetésre, akkor ennek a hatásnak a nagyságát a statisztikai becslés képes a valósághoz hűen kimutatni. További gondos közgazdasági és menedzseri elemzés feladata annak eldöntése, hogy a kimutatott hatásból mennyi a késedelmesség következménye. A technológiai hatás teljességének becslése szükséges ahhoz ezt az elemzést egyáltalán el lehessen végezni.

A méretgazdaságosság azonban a belső gazdaságosságnak csak az egyik – noha hatásában általában a legjelentősebb – formája. Ugyancsak igen jelentős lehet – különösen a sok outputot eredményező hálózati alapú termelési folyamatok esetében – a választékgazdaságosságnak a termelékenységre gyakorolt hatása. A választékgazdaságosság ugyanúgy költségmegtakarításokra utal, mint a méretgazdaságosság, noha a megtakarítás oka eltérő. Lehetőségét az hozza létre, hogy több outputot közösen termelnek (joint production) ugyanazoknak az inputoknak a segítségével. A meglévő outputok termeléséhez szükséges inputok – vagy azok egy része – felhasználható új outputok termelésére is. Választékgazdaságosság akkor jön létre, ha a meglévő inputok többcélú felhasználása révén az új outputok termelése olcsóbb lesz, mint azok önállóan történő előállítása. A közös termelés révén ugyancsak olcsóbbodhat a meglévő outputok termelése is.

Végül soron tehát a termelékenység változásának okaként négy jelenséget jelölhetünk meg.

1. Technológiai hatás: a technológiai változások közvetlen költségcsökkentő hatása.
2. Mérethatás: a termelés volumenének változása méretgazdaságosság jelenlétében. Ha a méretgazdaságosság foka változik, akkor ez a hatás tovább bontható a volumenváltozás hatására konstans méretgazdaságosság mellett és a méretgazdaságosság változásának a hatására konstans inputvolumen mellett.
3. Választékhatás: az outputok számának és mennyiségének változása választékgazdaságosság jelenlétében. Ez ugyancsak két részre bontható olyan esetekben, amikor változik a választékgazdaságosság foka.
4. Véletlen hatás: különféle nem szisztematikus hatások, amelyek környezeti és belső okokból kifolyólag érhetik a termelő vállalatot.

A választékgazdaságosság becslése rendkívül nehéz – igen gyakran megvalósíthatatlan - feladat. A becslési nehézségek következtében nem állnak rendelkezésre olyan empirikus eredmények, amelyek külön is kimutatják a választékgazdaságosság hatását a termelékenységre. Miután modelljében a választékhatás szeparálása nem volt empirikusan megoldható, Kiss (1981,1983) olyan dekompozíciós módszert alkalmazott, amelyben a választékhatást és a mérethatást egyetlen belső gazdaságossági hatássá vonta össze.

2.11 Közgazdasági és menedzseri termelékenység

Először Kendrick (1977) vetette fel azt, hogy a termelékenységi hányadosba foglalt termelési tényezőket (inputokat) illetően kétféle megoldás létezik, és hogy mindkettőnek megvan a maga jelentősége. A vállalat ugyanis tipikusan és különféle okokból kifolyólag több termelési tényezőt köt le,

mint amennyit ténylegesen felhasznál outputja termelésére. Az input nem is maga a lekötött termelési tényező állománya, hanem annak produktív szolgáltatása a termelési folyamatban. Ezt úgy is ki lehet fejezni, hogy a lekötött termelési tényezők kihasználtsági foka lehet 100%-nál kisebb. A tőketényező kapcsán szokásos a kapacitáskihasználási mutatók alkalmazása, hiszen a tőketényező lényegéhez tartozik, hogy termelő elhasználódása több termelési ciklus során valósul meg. A kapacitáskihasználás azonban olyan kategória, amely alkalmazható a termelés munkatényezőjére, sőt valamennyi egyéb tényezőre is. Kiss (1981,1983) például a termelés munkatényezőjének kétféle mérőszámát alakította ki. Az egyik a rendelkezésre álló, a másik pedig a ténylegesen felhasznált munkamennyiségeket tartalmazta. Különböző menedzseri elemzések céljaira az előbbi, a termelési folyamat ökonometria elemzéséhez pedig az utóbbi mérőszámot használta.

Azt a termelékenységi mutatót, amely nevezőjében a lekötött termelési tényezők állományainak változásait tartalmazza, a továbbiakban – alkalmasabb kifejezés hiányában - *menedzseri* termelékenységeknek nevezzük. A menedzseri termelékenység igen fontos a vállalat pénzügyi helyzetének alakulása szempontjából, hiszen az éves termelési költségek nagyságát nem a felhasznált, hanem a lekötött eszközök nagysága határozza meg. Ugyanakkor a makrogazdasági jelentősége is igen nagy, hiszen a benne foglalt termelési tényezőket a vállalat megvásárolja, kivonja a piacról, és ezáltal a gazdaságban folyó más termelési folyamatok számára elérhetetlenné teszi. A társadalom szűkös erőforrásainak optimális elosztása szempontjából a lekötött termelési tényezőknek van közvetlen jelentősége.

A lekötött termelési tényezők és a rájuk épülő mutatók azonban közvetlenül nem alkalmazhatók a termelés ökonometria elemzésének a céljaira. Az ökonometria modell ugyanis a termelési technológia modellje, és a termelési technológia szempontjából csak azoknak a tényező-áramoknak van jelentőségük, amelyek ténylegesen bekerülnek a termelési folyamatba és ott outputtá transzformálódnak. Ezek az inputok, a lekötött termelési tényezők produktív szolgáltatásai. Ha a termelési folyamat ökonometria modelljébe (például termelési függvényébe) lekötött termelési tényezőket foglalnánk bele független változóként, akkor a termelő kapacitások változó részleges kihasználásai révén eltorzítanánk a technológia mindama közgazdasági jellemzőit, amelyek az input-output viszonytal kapcsolatosak. A termelékenység ökonometria modellek segítségével történő modellezése tehát szükségessé teszi a termelékenység olyan definíciójának az alkalmazását, amely a *felhasznált* inputok volumenén alapul.

Az angol nyelvű irodalomban *capital stock* névvel illetjük a lekötött tőke mennyiségét, és a *capital flow* vagy *capital input* kifejezést használjuk a tőke termelő szolgáltatásainak a jelzésére. A magyar nyelvben célszerűnek látszik a *lekötött* és a *felhasznált* tőke közötti megkülönböztetés.

Azt a termelékenységi mutatót, amely nevezőjében a felhasznált termelési tényezők volumeneinek változásait tartalmazza, a továbbiakban *közgazdasági* termelékenységnek nevezzük. Az elnevezés találó, hiszen ez a kategória a termelési folyamat közgazdasági tulajdonságait tükröző modellből származik.²³

²³ A "közgazdasági" és "menedzseri" elnevezések mégsem teljesen szerencsések azért, mert a lekötött termelési tényezőkön alapuló fogalomnak is megvan a maga közgazdasági értelme, míg a kihasznált termelési tényezők alapján mért termelékenység is hasznos lehet a menedzsment céljaira.

3. Egy távközlési szolgáltató termelékenységének mérése

Az alábbiakban az egyszerűség kedvéért mérésnek nevezünk minden olyan tevékenységet, amely az outputok és az inputok árainak és volumeneinek a megismerését van hivatva szolgálni. A mérés ily módon általánosított fogalma a volumenek fizikai (például műszeres) mérésén vagy a volumenek és árak számviteli és statisztikai célú megfigyelésén kívül különféle becslési eljárásokat is magában foglal. Ez főként kényszerűségből van így. Gyakran előfordul ugyanis, hogy a szükséges információra vonatkozólag mérési eredmények nem léteznek vagy nem állnak rendelkezésre és azok megszerzését csak becslés útján tudjuk megvalósítani. Másrészt mondandónk szempontjából nincsen jelentősége a mérés és a becslés megkülönböztetésének.

A jelen fejezetben ismertetendő empirikus eredmények a jelen értekezés szerzőjének a kanadai SaskTel távközlési szolgáltató számára tanácsadóként kialakított termelékenységi tanulmányába foglalt adatokon alapulnak. Az adatokat a vállalat egy szabályozási eljárás keretében a Canadian Radio-Television and Telecommunications Commission (CRTC) rendelkezésére bocsátotta, így ezek egy része nyilvánossá vált. A vállalat azonban nem járult hozzá egyes – potenciálisan a versenytársak számára versenyelőnyöket biztosító – adatok nyilvánosságra hozatalához.²⁴ Az alábbiakban a nyilvánosságra nem hozott adatok egy részét önkényes számszerű értékekkel pótoljuk, ezt azonban oly módon tesszük, hogy a pótlás által a vállalat termelékenységének alakulása és a változók közötti számszerű összefüggések csak kevésbé változzanak, a változások következtében a tanulmányból levonható következtetések pedig ne szenvedjenek jelentős módosulásokat.²⁵

3.1 Az output mérése

A szabályozott távközlési szolgáltatók tipikusan nagyszámú távközlési (beszéd, adat, szöveg, kép, video, multimédia és egyéb) szolgáltatást termelnek. Foglalkozhatnak továbbá berendezések értékesítésével (eladásával, bérbeadásával), valamint űzhetnek különféle kiegészítő tevékenységeket is. Az is gyakori, hogy a távközlési szolgáltató nem távközlési (például építési) tevékenységeket végez. Ezek közül még a mecénási tevékenységeknek is létezik értékes és mérhető outputjuk, például művészeti vagy sporttevékenységek formájában. Mindezek alkotják a szolgáltató teljes outputját. Az outputokat a termelékenységi tanulmányban definiáljuk és kategóriákba soroljuk. Ezzel kapcsolatban a következő kérdések merülnek fel:

1. Mi képez elemi output kategóriát?
2. Célszerű-e az, ha a termelékenységi tanulmány minden outputra kiterjed?
3. A megtermelt vagy az értékesített outputokat vegyük-e figyelembe?
4. Milyen érték reprezentálja az outputot?
5. Hogyan kezeljük az outputok számában, minőségében és választékában bekövetkező változásokat, az ún. *diszkontinuitást*?

ad 1. Gyakorlati célokra kiválóan alkalmazható az az elv, amely szerint önálló elemi kategóriát képez minden olyan output, amelynek más outputokétól elkülönült önálló ára van. Eszerint az outputok definiálásának céljára elegendő az árak megfigyelése. Csupán arra kell vigyázni, hogy nehogy egyes szolgáltatások árainak véletlen és időleges számszerű egybeesése miatt olyan outputokat aggregáljunk, amelyek nem aggregálhatók. Az azonos árak a szolgáltatások homogeneitása következtében jönnek létre. A homogeneitást először kínálati (költség-) oldalról közelítjük. A közgazdaságtanból jól ismert, hogy ha valamely profitmaximalizáló vagy költségminimalizáló vállalat hatékonyan versenyes piacokon értékesíti szolgáltatásait, akkor költségfüggvényének (összes termelési költségének) a szolgáltatások szerinti elaszticitása egyenlő lesz az illető szolgáltatások költségreszesedésével, a szolgáltatások árai pedig a szolgáltatások határköltségeivel.

²⁴ A tanulmány két – azonos – példányban készült el. Az első – teljes – példány a CRTC belső használatát volt hivatott szolgálni. A második példány tartalmazta a nyilvánosságra hozható információt, mégpedig oly módon, hogy a nyilvánosságra nem hozható adatokat a szerző – a vállalattal és a CRTC-vel egyetértésben – törölte és helyüket üresen hagyta. Az adatok törlése oly módon valósult meg, hogy lehetetlenné tegye a nyilvánosságra nem hozható adatoknak a nyilvános adatokból történő utólagos kiszámítását.

²⁵ Ugyancsak módosítottuk a megfigyelés éveit. Az alábbiakban az adatok az 1990-es évtizedre vonatkoznak. A valóságban a megfigyelés időszaka ennél valamivel korábbi volt.

Egy példán illusztrálva, valamely belföldi távolsági zónán belül végrehajtott hétfő reggeli és csütörtök reggeli hívások ugyanabba az output kategóriába tartoznak, mert határkölségeik azonosak és emiatt azonosak az áraik is. Ugyanebben a zónában létrejövő csúcsidőszaki és csúcsidőszakon kívüli hívások azonban két különböző output kategóriát képeznek, mert határkölségeik eltérnek (a csúcsidőszaki határkölség sokkal magasabb, mint a csúcsidőn kívüli) és emiatt eltérnek az áraik is.

Mindez olyan árazást feltételez, amely hűen követi a szolgáltatások költség-tulajdonságait. Felmerül a kérdés, hogy mit tegyen a termelékenységi tanulmány megalkotója akkor, ha az árazás nem ilyen, hanem hibás. Kétféle hiba lehetséges: (i) heterogén output kategóriára alkalmazott (azonos) ár; (ii) homogén output kategórián belül eltérő árak.²⁶ Mindkét esetben ugyanaz a teendő: Figyelmén kívül kell hagyni a hibásan megállapított árakat és vissza kell menni az árak alapjául szolgáló költség-tulajdonságokig, nevezetesen a határkölségekig. Ezek ugyan közvetlenül nem megfigyelhető változók és mérésük is igen komoly nehézségeket okoz, az azonban meglehetősen jól becsülhető, hogy mely szolgáltatásokra azonosak és melyekre különbözőek.

Előlegezzük, hogy a következő alfejezetben az indexszámításban rejlő módszertani lehetőségeket kihasználva olyan output aggregálási módszert fogunk javasolni, amely nagy mértékben leegyszerűsíti az output mérésének a feladatát.

ad 2. Azt, hogy mennyi és milyen outputra terjed ki a termelékenységi tanulmány, alapvetően két dolog határozza meg. Először a tanulmány célja, másodsor pedig az, hogy mely outputok előállításához felhasznált inputok mérésére van, illetve nincsen lehetőség. Az utóbbi kapcsán az az általános szabály, hogy ha valamely inputokat nem tudunk mérni, akkor ne mérjük az általuk létrehozott outputokat sem.²⁷

Vállalati belső termelékenységi tanulmányok esetében természetes célnak tűnik az, hogy a vállalat tevékenységeit és termékeit a lehető legteljesebb mértékben a tanulmány kereteibe foglalják. Normálisan azonban még a belső tanulmányok köre is leszűkül -- egyrészt a termelő tevékenységekre, másrészt ezeken belül is a távközlési szolgáltatások és termékek előállítására.

A mecénási tevékenységek figyelembe vételére a távközlésben egyáltalán nincsen példa és normálisan az outputok köréből kizárják azokat a saját tőkejavakat is, amelyek a vállalat beruházási programja - azaz a vállalat saját tevékenysége - eredményeként valósulnak meg. A mecénási tevékenység kizárásának elvi és gyakorlati okai is vannak. Az elvi okot röviden úgy lehet megfogalmazni, hogy a mecénási tevékenység eredménye *nem aggregálható* a távközlési szolgáltatások előállítása érdekében megvalósuló tevékenységekkel, hanem csak önmagában, a távközlési szolgáltatások által képviselt outputtól *szeparálva* vizsgálható.²⁸ A szeparálás megköveteli, hogy a tevékenységnek ne csak az outputjait, hanem az inputjait is válasszuk el a távközlési tevékenységeitől és önálló output/input hányadosokat, illetve az ezek változásait mérő önálló indexszámokat képezzünk. Ezen a ponton merülnek fel a gyakorlati okok: egyrészt az, hogy a mecénási tevékenység önálló termelékenységét a menedzsment normálisan nem kívánja megismerni, másrészt az, hogy nem kívánatos a szeparabilitási követelmény ignorálása sem, hiszen azoknak a tevékenységeknek a termelékenységét, amelyek megismerésére a tanulmány hívatott nem kívánják torzítani olyan tevékenységek bevonásával, amelyek érdektelenek és heterogeneitási problémák forrásai.

A beruházási programmal kapcsolatban további fontos elvi megfontolás jelentkezik, nevezetesen az, hogy outputként célszerű a tanulmány tárgyát képező gazdasági egység *végso outputját* definiálni, vagyis arra törekedni, hogy a gazdasági egység által a gazdaságnak átadott termékek és szolgáltatások előállítására fordított összes erőforrás hatékonyságának az alakulását vizsgáljuk. Ha a felhasznált erőforrásokat a végso outputokkal vetjük össze, akkor a termelési folyamat valamennyi fázisa befolyásolni fogja az így előálló termelékenységi mutatókat. Ez azt jelenti, hogy az ún. *közbeeső termékek* (intermediate products, intermediate inputs) termelékenységváltozását kétszeresen vennénk

²⁶ Ugyancsak előfordulhatnak homogén kategóriánként kialakított, de nem költségalapú árak. Ezekkel az outputok aggregálásakor alkalmazandó súlyok mérésével kapcsolatban foglalkozunk.

²⁷ Ugyanez persze fordítva is érvényes, vagyis ha nem lehetséges valamely outputok mérése, akkor az előállításukhoz szükséges inputokat is ki kell hagyni a tanulmányból.

²⁸ Noha a mecénási tevékenységek önmagukban nem képviselnek jelentős témát, tárgyalásukra mégis súlyt helyezünk, mert szemléletesen illusztrálják a "szeparabilitás" esetét, amelynek a bruttó termelés *kontra* hozzáadott érték különbségtétel kapcsán nagy jelentősége van.

figyelembe. A mérés torzítatlansága tehát megköveteli, hogy a közbeeső termékek kimaradjanak a figyelembe vett termékek és szolgáltatások köréből. A beruházási program eredményét jelentő fizikai tőkejavak (épületek, hálózat, berendezések stb.) is ilyen kimaradó tételek. Ugyancsak ilyenek a félkész termékek készletváltozásai. Már itt előlegezzük azonban, hogy a közbeeső termékeket nem lehet egyszerűen ignorálni, hanem viszonylag komplex módosításra van szükség annak érdekében, hogy kihagyásuk ne legyen torzítások forrása. A módosításokat a későbbiekben részletesebben is tárgyaljuk.

A piacon értékesített nem távközlési termékek és szolgáltatások esetében igen vegyes a kép. Ezek figyelembe vétele elsősorban a vállalat teljes tevékenységi körében elfoglalt helyük és szerepük fontosságától függ. Szabályozási célú termelékenységi tanulmányok esetében általában az a célszerű, ha a tanulmány csak a szabályozott szolgáltatásokra terjed ki. Ha a tanulmányt maga a szabályozó hatóság vagy az általa megbízott tanácsadó készíti, akkor az a körülmény perdöntő, hogy a szabályozónak nincsen mandátuma arra, hogy a nem szabályozott tevékenységekre és outputokra nézve adatokat gyűjtsön. A szabályozott szolgáltató azonban ilyen esetekben is hozzájárulhat a nem szabályozott outputok figyelembe vételéhez, ha ez számára valamilyen szempontból előnyös lehet.

ad 3. A megtermelt *kontra* értékesített termék kérdése általában egyszerűen rendezhető. Minden olyan megtermelt outputot figyelembe kell venni, amelynek előállítására érdekében szükséges gazdasági erőforrásokat kötöttek le és ezáltal vontak el más javak előállításától. Ha tehát a terméket készletezik, akkor az értékesített volumenén kívül a készletváltozást is mérni kell. Ez azonban új problémákat vet fel. Amíg ugyanis az értékesített javaknak a piacon áraik vannak, addig a készletváltozást megtestesítő javaknak nincsenek tényleges, valóságos áraik. A probléma megoldására a termelékenységi tanulmányok készítői gyakran feltételezik, hogy a készletet alkotó javak árai egyenlőek a velük azonos értékesített javak áraival. Ez lehet helyes is és helytelen is. Helyes például akkor, ha a készleteket rendszeresen a létező piaci árakon adják el és a készletezés egyszerűen a kereslet időbeli változásaihoz való alkalmazkodás eszköze (például szezonális kereslet kielégítése érdekében egész év során folyik a termelés). Helytelen azonban minden olyan esetben, amikor a készlet a realizált piaci árakon való eladhatatlanság következménye. A piaci ár ugyanis ilyen esetekben nem vonatkozik a készletezett termékekre, hanem azokat a piacon alacsonyabb áron kell értékelni, hiszen csak a tényleges piaci árnál alacsonyabb árakon adhatók el. A diszkonttényező nagyságára vonatkozólag sokféle becslési módszer és lehetőség létezik. A távközlésben csak igen ritkán fordul elő, hogy szolgáltatók készletre termelnek. A távközlési szolgáltatások ugyanis tipikusan nem készletezhetők és a készletet alkotó termékek aránya vagy zéró vagy pedig elhanyagolhatóan alacsony.

További kérdés, hogy mi történjék azokkal a szolgáltatásokkal, amelyeket a megfigyelt vállalat szolgáltatott ugyan, de behajthatatlannak bizonyult az értük járó számlaösszeg.²⁹ A szokásos megoldás a behajthatatlan követelések valóságos árbevételként való kezelése, azaz annak a feltételezése, hogy a behajthatatlan követelés is behajtható. A teljes kiszámlázott árbevétel figyelembe vétele azért indokolt, mert a behajthatatlan követelések mögött álló szolgáltatásokat is megtermelték, termelésükhöz inputokat használtak fel, ezeket az inputokat más inputokkal egyetemben mérik, mert elválaszthatatlanok a kifizetett szolgáltatások inputjaitól. A termelékenység mérése szempontjából önmagában nem okoz semmiféle zavart az, hogy nem realizálódó összegeket árbevételként kezelünk. Zavart okozhatnak azonban a jelenség kapcsán felmerülő komplikációk.³⁰ Ezekből meglehetősen sok létezik. Itt csak kettőt említünk. Az első az, hogy a behajtás időben elhúzódik, ezért időeltolódás keletkezik a valamely évi inputok és az ezek által termelt szolgáltatásoknak az árbevételben a következő (vagy későbbi) években történő megjelenése között. Most a problémát eleve úgy fogalmaztuk meg, hogy világossá váljék a megoldás elve: a behajthatatlan számlaösszegeket abban az időszakban kell figyelembe venni, amelyben őket megtermelték. A másik említendő komplikáció akkor jelenkezik, amikor az output volumenindexeit implicit indexekként számítjuk ki, vagyis az árbevételi index és az árindex hányadosaként. Ekkor a gondot az okozza, hogy a behajthatatlan számlaösszegű szolgáltatás "ára" nem szükségszerűen azonos azoknak a szolgáltatásoknak az

²⁹ Ez néhol igen nagy horderejű téma. Közép- és Dél-Amerikában például sok olyan távközlési (és elektromos) szolgáltató létezik, amely kiszámlázott árbevételének több, mint egyharmada rendszeresen nem behajtható. A szerző maga is szembekerült ezzel a problémával a bogotai elektromos művek számára készített termelékenységi tanulmány munkálatai során.

³⁰ Nem tartozik szorosan a jelen téma tárgykörébe, de célszerű megemlíteni, hogy fokozott elővigyázatosság szükséges minden olyan esetben, amikor a profitabilitás dekompozíciós elemzése valósul meg. Ilyenkor a behajthatatlan követelések a profit változását előidéző egyik tényezőként jelennek meg.

árával, amelyek kapcsán nem merülnek fel számlafizetési nehézségek. Sőt ugyanazon szolgáltatási kategórián belül több ár is kialakulhat, hiszen egyes számlákat végül is a szolgáltatás évét követő évben (vagy években) *teljes összegükben* be lehet hajtani, más esetekben viszont behajtásra szakosodott inkasszó cégeknek bizonyos diszkont mellett (pl. a számlaösszeg 75%-áért) eladják a követelést. Az indexszámítás szempontjából végső soron azt fontos megvizsgálni, hogy miért és miként változik évről-évre a behajthatatlan követelések "ára". Ha a behajthatatlan számlakövetelések "árindexe" eltér a kifizetett számlák által képviselt szolgáltatások árindexétől, akkor a behajthatatlan követeléseket célszerű önálló outputként kezelni. Alternatív megoldás lehetne a behajthatatlan szolgáltatások volumenének közvetlen mérése, ez azonban még vállalati belső tanulmányok esetében is csak ritkán lehetséges. A követendő eljárásra nincsen általános szabály, hanem a tényleges gyakorlat által teremtett torzítatlan mérési lehetőségek kihasználása a feladat. Érdemes megemlíteni, hogy az észak-amerikai telefonvállalati számviteli gyakorlatban kétféle árbevétel tartanak nyilván: a számlázottat és a behajtottat. A kettő közötti különbség a behajthatatlan követelés (uncollectibles). Ha ilyen megkülönböztetés létezik, akkor ez azt jelenti, hogy a számvitel maga kezeli a behajthatatlan követelésekkel kapcsolatos mérési bonyodalmakat. Ekkor is szükséges azonban az, hogy a termelékenységi tanulmány készítői kimerítően megismerjék a behajthatatlan követelések felmerülésének folyamatát és a kezelésükre alkalmazott számviteli módszereket. A számvitel szempontja ugyanis nem az output aggregáció, ezért az a megoldás, amely számviteli célokra megfelelő, esetleg elfogadhatatlan torzítást okozhat az output indexeinek számítása során.

ad 4. Az output mint érték kétféleképpen definiálható. Lehet *teljes érték* (gross production) vagy *hozzáadott érték* (value added).³¹ Más iskoláktól eltérően a neoklasszikus közgazdaságtan nem kíván általánosan érvényes választ adni arra a kérdésre, hogy melyik érték mérése a kívánatos, hanem a közöttük való választást teljes mértékben empirikus problémaként fogja fel. Ha a megfigyelés tárgyát képező vállalat technológiájában az anyaginput³² szeparálható a munka- és tőkeinputtól, akkor a vállalat outputját a hozzáadott érték képviseli, ha nem szeparálható, akkor pedig a bruttó érték. A magyar távközlés termelékenységi tanulmánya számára rövid távon - sőt középtávon is - javasoljuk a teljes érték használatát. Ennek két oka van. Először is az amerikai és kanadai távközlési termelési tanulmányok egyikében sem találtak az empirikus elemzők szeparabilitást. Tudomásunk szerint egyetlen olyan termelési tanulmány sem létezik, amely távközlési cégekre vonatkozólag szeparabilitást állapított volna meg. Másodszor a szeparabilitás létének vagy hiányának megállapítása bonyolult és hosszadalmas feladat, amely szükségessé teszi költség- vagy profitfüggvények statisztikai becslését és a nem-szeparabilitás (non-separability) hipotézisének statisztikai tesztelését. Magyarországon erre csak a távolabbi jövőben kerülhet sor.

ad 5. Az indexszámításban az a normális feltételezés, hogy a bázisidőszakról a tárgyidőszakra nem változik a számításba bevont termékek száma, minősége vagy választéka. Az outputok számában, minőségében és választékában bekövetkező változások - amelyeket a továbbiakban *diszkontinuitásnak* fogunk nevezni - ezért elsősorban és főképpen indexszámítási problémákat okoznak. A jelen értekezés más helyein szó esik arról, hogy indexeket mindig két szomszédos időpont vagy időszak között (például 0 és 1 között vagy 1 és 2 között, de sohasem 0 és 2 között!) bekövetkező változások aggregálása céljából számítunk. Az általános megoldás az, hogy ha a 0-1 összehasonlítás során az 1. időszakban olyan terméket is találunk, amely a 0. időszakban még nem - vagy csak az időszak egy részében - létezett, akkor önkényesen feltételezzük, hogy az 1. időszakban sem létezett és ezért kihagyjuk a 0-1 összehasonlításból. Amikor viszont az 1-2 összehasonlításra kerül sor, akkor a terméket - a valóságnak megfelelően - mindkét időszakra létezőnek feltételezzük és bevonjuk az indexelt termékek körébe. Az új termék ily módon jelenik meg az indexben. Nézzük most a megszűnő termék esetét! Ha az 1-2 összehasonlításban találunk olyan terméket, amely a 2. időszak során vagy annak kezdetekor megszűnik, akkor az 1-2 összehasonlításban azt feltételezzük önkényesen, hogy az 1. időszakban sem létezett, a 0-1 összehasonlításban viszont - a valóságnak megfelelően - az a feltételezés, hogy mindkét időszakban létezett.

Ez a módszer működőképes lehet akkor, ha teljesül az indexszámítás másik általános feltételezése, amely a termékek egymástól való függetlenségére vonatkozik. A gazdasági valóságban azonban ez a feltételezés gyakran nem teljesül. Az új termék lehet valamely meglévő vagy megszűnő termék

³¹ Az utóbbi kétféleképpen mérhető, mégpedig bruttó hozzáadott érték (gross value added) és nettó hozzáadott érték (net value added) formájában. Miután a távközlésre vonatkozólag elvetjük a hozzáadott érték alkalmazását, ezzel a megkülönböztetéssel sem foglalkozunk. Az érdeklődő olvasó számára Kendrick (1961, 1973) a legalkalmasabb forrás.

³² Amely reziduális kategória, vagyis az anyagon kívül minden más olyan inputot is tartalmaz, amely nem munka és nem tőke (például az energiát).

helyettesítője vagy kiegészítője. Az új minőség felválthatja a régit. A választék bővülése célozhatja - és elérheti - azt, hogy a kereslet átrendeződjön a választék egyes elemeiről más elemeire. Mielőtt azonban rátérnénk a függőség által létrehozott nehézségek tárgyalására, módosító javaslatot teszünk. A diszkontinuitás kezelésére általában alkalmazott módszer ugyanis igen gyakran jelentős - és elkerülhető - torzítás forrása. Most ezzel foglalkozunk. Vegyük az új termék esetét, amely nem pontosan az 1. időszak elején jelenik meg, hanem valamikor a 0. időszak során! Tételezzük fel, hogy megjelenése a 0. időszak 95%-ának elmúlása utánra esik! Miután a 0. időszak zömében nem létezett, a fent leírt általános módszer - amely eltekint a terméktől a 0-1 összehasonlítás végzésekor - megfelelő. Ha viszont az új termék a 0. Időszak elején - mondjuk 5%-ának elmúlásakor - lép színre, akkor indexünk pontosabb lesz, ha nem azt feltételezzük önkényesen, hogy az 1. időszakban sem létezett, hanem inkább azt, hogy a 0. időszak első 5%-ában is létezett (például időarányosan, vagy valamilyen szezonális tényező által módosított formában, vagy a bevezetés sajátos diffúziós görbéjének megfelelő mennyiségben).

Térjünk át ezek után a termékfüggőségek problémakörére! Valamennyi lehetséges eset kifejtése meghaladja a jelen értekezés kereteit, ezért csak egy egyszerű példán keresztül illusztráljuk, hogy milyen természetű torzítások jöhetnek létre, ha a diszkontinuitást az általában használatos módon kezeljük. Ha (az egyszerűség kedvéért) az 1. időszak legelején megjelenő új termék "A" helyettesíti az 1. időszak végén megszűnő "B" terméket, akkor árindexünk tartalmazni fogja annak a mondjuk 7,5%-os árnövekedésnek a hatását, amely "B" termék vonatkozásában az 1. időszakban a 0. időszakhoz képest történik, továbbá annak a mondjuk 2%-os áremelésnek a hatását is, amely "A" termék vonatkozásában a 2. időszakban az 1. időszakhoz képest történt. Árindexünk tehát csupa árnövekedést regisztrál, érzéketlen marad azonban arra a tényre, hogy "A" tökéletes helyettesítője "B"-nek, de ára "B" árának történetesen mondjuk csak a fele. Látjuk, hogy hatalmas mértékű áresés ment végbe és maradt regisztrálatlan azért, mert számításaink során figyelmen kívül hagytuk "A" és "B" kapcsolatát. Áresés helyett árindexünk azt mutatja, hogy a termékárak átlagosan növekedtek. A probléma megoldását az jelenti, ha a 0-1 összehasonlításban "B"-nek az 1. időszakra vonatkozó árát "A" árának a figyelembe vételével alakítjuk ki, azaz átlagárat képezünk, majd az 1-2 összehasonlításban "A"-nak az 1. időszakra vonatkozó árába "B" árát is beszámítjuk, vagyis ekkor is átlagárat számítunk.

Ha "A" termék nem az 1. időszak elején, hanem valamikor annak során jelenik meg, illetve a "B" termék nem az 1. időszak végén szűnik meg, hanem még mielőtt az időszak véget érne, akkor ezt a bonyodalmat az átlagárak megfelelően súlyozott formájának a kialakításával lehet kezelni.

További bonyodalmak is lehetségesek, hiszen a termékek közötti viszonyok sokfélék lehetnek. A különféle helyzetek megoldásait csak az adott helyzetek gondos egyedi elemzése alapján lehet sikeresen kialakítani.

3.1.1 Hogyan számítunk output indexeket?

Ebben az alfejezetben a számítás általános menetét vázoljuk fel. Mindenek előtt meghatározzuk a számítások végső célját, amely az output *volumenindexe*, hiszen ez képezi a termelékenységi indexek számlálóját.

Ideális esetben - azaz akkor, amikor a volumenekre vonatkozó adatok megbízhatóak és kellő bontásban állnak rendelkezésre - ajánlott a volumenindex közvetlen kiszámítása az egyes fizikai volumenek egyedi változásainak a súlyozott mértani átlagaiként. Az outputok fizikai volumenei azonban általában igen sokfélék és a változások koefficiensei egyediek, ezért használatuk általában megoldhatatlan problémákba ütközik vagy csak jelentős mértékű torzítások árán valósítható meg. Direkt volumenindexet ezért csak ritkán számítunk. A távközlésben normálisan az outputra nézve *implicit* volumenindexeket számítunk. Az implicit volumenindex az árbevételi index és az output árak direkt indexének a hányadosa. Számításakor arra a fisheri követelményre építünk, amely szerint az értékindex az árindex és a volumenindex szorzatával legyen egyenlő.

Az output implicit volumenindexe torzításmentes akkor, ha:

1. az árbevétel torzításoktól mentesen mérhető;
2. a direkt árindex formulája megfelel a távközlésben alkalmazott termelési technológia közgazdasági sajátosságainak;

3. az alkalmazott árindex formula kielégíti az érték-, ár- és volumenindex közötti összefüggésre vonatkozó fisheri követelményt;
4. a direkt árindex számításához megfelelő árinformáció áll rendelkezésre.

Először az árbevétel számításával foglalkozunk. Az árbevétel mérésének kiindulópontja a számviteli árbevétel. Az első feladat a számviteli adat megfelelőségének biztosítása. Erről fentebb már szóltunk. A számviteli szempontból kifogástalan adat azonban nem szükségszerűen megfelelő a termelékenységi tanulmány céljaira. Az árbevétel torzítatlansága gyakran csak az ún. *szerkezeti változások* (structural changes) hatásainak a kiszűrése révén biztosítható. A termelékenységi zsargon ezt gyakran egyszerűen "módosításnak" nevezi és megkülönbözteti a "módosított árbevételt" a módosítatlan árbevételtől.

Hangsúlyozzuk, hogy itt számviteli szempontból értelmes és helyes adatokról van szó, amelyek teljes mértékben megfelelnek ugyan a számvitel és a menedzsment más követelményeinek, a termelékenységi tanulmányban (és más gazdasági elemzésekben) azonban torzítások forrásai. Vizsgáljuk meg ezt alaposabban! A nehézség alapvetően abból ered, hogy míg a számvitel tényyszerűsége törekszik, addig a termelékenységi tanulmány változásokat elemez. Ez két teljesen különböző - és egymásnak gyakran ellentmondó - szempont. A tényyszerűség követelménye azt jelenti, hogy az adat híven tükrözze a valóságos körülményeket és eseményeket, mégpedig a mindenkor érvényes számviteli és egyéb szabályoknak megfelelő módon és formában. Ha tehát két időpont között a szabályok megváltoznak, akkor a korábbi időpont adatait a korábbi, a későbbi időpont adatait pedig a későbbi szabályok szerint mérik. A tényyszerűség szempontjából ez helyes eljárás, amelynek azonban az az eredménye, hogy az inputok és az outputok időbeli indexei nemcsak az ár- és volumenváltozások hatásait, hanem a szabályok változásait is tükrözni fogják. Ezeknek azonban semmi közük a termelékenységhez. Jelenlétük torzítás forrása.

Ha tehát például egy szervezeti egységet "kiszerveznek", akkor a kiszervezés utáni árbevétel eme egység árbevételét és számviteli költségeit már nem tartalmazza. A számvitel a mindenkori valóságos árbevételt kívánja megmutatni, függetlenül attól, hogy annak változásait mi idézte elő. Nem így a termelékenységi tanulmány, amely a volumenváltozásokat és azok egymáshoz való viszonyait vizsgálja! Ha például a kiszervezett egység termeléséhez szükséges inputok egy része a cégen belül marad (mert a kiszervezett egység használja a cég infrastruktúráját), akkor a számviteli adatok módosítatlan használata torzítást eredményez a mért termelékenységváltozásban, hiszen a kiszervezés után a kiszervezett egység outputja teljes egészében, inputja azonban csak részben tűnik el a számviteli adatokból. Említeni lehetne természetesen olyan példát is, amelyben az input eltűnése teljes és az outputé részleges, vagy mindkettő részleges, de különböző mértékben.

A szerkezeti változás leggyakoribb formái:

- (a) szervezeti változás (át- és kiszervezés, eladás, összeolvadás stb.);
- (b) az input vásárlási és output eladási szabályok/gyakorlatok megváltozása;
- (c) a számviteli szabályok megváltozása.

A szerkezeti változás hatását illetően megkülönböztetünk:

- (a) output átcsoportosítást:
 - egyes output kategóriákon belül,
 - egyes output kategóriák között;
- (b) input átcsoportosítást:
 - egyes input kategóriákon belül,
 - egyes input kategóriák között;
- (c) outputok inputtá válását;
- (d) inputok outputokká válását;
- (e) "láthatatlan" inputok és/vagy outputok keletkezését, amelyek létezése adatok formájában nem jelentkezik;
- (f) "déli báb" inputok és/vagy outputok keletkezését, amelyekre nézve léteznek adatok, de maguk az inputok / outputok nem léteznek.

A szervezeti változásra a kiszervezés jó példa. A vásárlási szabályok változásának egyik gyakori esete az, amikor a cég úgy dönt, hogy korábban bérelt inputokat megvásárol vagy korábban saját tulajdonú inputokat bérelni kezd. Ez a tőkejavak széles körében előfordulhat. Legjobb példáit talán a

számítógépek és a gépjárművek képezik. Az eladási gyakorlat esetében ugyancsak szerkezeti változásként értékelendő az eladás, bérbeadás, lízingelés egymással történő valamilyen formájú felcserélése. A számviteli szabályok változásai gyakran idéznek elő meglepően nagymértékű torzításokat az output és az input oldalán egyaránt. Nagymértékű output oldali torzítás eredhet például a hálózatok összekapcsolására vonatkozó belföldi és nemzetközi szerződések szabályainak módosulásaiból olyan esetekben, amikor anélkül változnak az árbevételek, hogy formális árváltozásokra kerülne sor.³³

Az árbevétel után térjünk most át az árindexek számítására! A termelékenységi tanulmány készítője igen szerencsés helyzetben találja magát akkor, amikor szabályozott távközlési szolgáltatások termelékenységét méri. A szabályozott szolgáltatásoknak ugyanis létezik két olyan jellemzője, amely nagymértékben megkönnyíti a dolgát -- legalábbis az output mérése vonatkozásában. Ezek a jellemzők a következők:

1. A szabályozott szolgáltatások árváltozásaira nézve mindig tökéletes információ áll rendelkezésre. Tökéletesnek itt azt az információt nevezzük, amely elégséges a torzítatlan árindex kiszámításához. Hogy a "tökéletes" jelző tételezen milyen adatok meglétére utal, azt a következő alfejezetben vizsgáljuk.
2. A szabályozott szolgáltatások árváltozásaiban történelmileg mindig igen magas fokú *uniformitás* létezett. A szabályozó tipikusan azonos százaléku árváltozásokat engedett meg illetve írt elő a szolgáltatások széles kategóriáira nézve. Amíg tehát a direkt volumenindex kiszámításához többszáz vagy több ezer volumenadat lenne szükséges, a direkt árindex kisszámú százalékos árváltozás adatai segítségével is kiszámítható.

Az árváltozások uniformitásának messzemenő módszertani következményei vannak a direkt árindexek számításában. Mindenek előtt lehetővé teszi az output aggregálására használt módszer felülvizsgálatát és radikális leegyszerűsítését. Torzítatlan implicit volumenindexeket nyerhetünk ugyanis akkor, amikor minden olyan outputot egy kategóriába aggregálunk, amelynek az árváltozása valamely adott $t/t-1$ összehasonlításban azonos mértékű volt. Ennek két következménye van. Először is nem szükséges az aggregátum létezésének elméleti és módszertani követelményeivel való foglalkozás, hanem a szabályozói döntés - Magyarországon a díjrendelet tartalma - határozza meg azt, hogy hány output aggregátum létezik és ezeknek milyen a pontos definíciója. Nem okoz torzítást az output és a termelékenység mérésében az, ha az ily módon kialakított aggregátumok elméletileg nem megfelelőek, mert például össze nem illő szolgáltatásokat tartalmaznak csak azért, mert ezek árai azonos százalékban emelkedtek a tárgyév során. Másodszor arra sincsen szükség, hogy az output aggregátumait időben változatlanak tekintsük vagy a termékszerkezetben bekövetkező változásoknak megfelelően gondos munka árán évről évre módosítsuk. A díjrendelet tartalmától függően évről évre újradefiniáljuk az output aggregátumokat. Ez az eljárás az output *változó osztályozásának* is nevezhető.

A fentiekhez két figyelmeztetés is tartozik. Elsőként arra hívjuk fel az olvasó figyelmét, hogy az output közgazdaságilag értelmezhető valóságos aggregátumaitól eltérő aggregálás és az időben változó aggregátumok révén esetleg igen jelentős elemzési lehetőségeket adunk fel. Minden gyakorlati esetben alaposan meggondolandó, hogy a technikai előny vajon megéri-e ezt az árat. Szerencsére az elemzési lehetőségek tekintetében fenyegető veszteség nem olyan nagy, mint első látásra tűnik, hiszen az árak szabályozásakor a szabályozó eleve hosszabb távon rögzített szolgáltatási kategóriákban gondolkodik és ezekre nézve alakítja ki az engedélyezett árváltozások mértékeit. Ennek következtében az osztályozás a szignifikáns piaci erővel rendelkező szabályozott szolgáltatók esetében a legtöbbször időben több évre változatlan marad. Radikálisan más azonban a helyzet az új belépők vagy a szolgáltatásaikat új piacokra kiterjesztők esetében. Ezek viszont általában nem szabályozott szolgáltatók, nincsenek *price cap*-jeik és így arra sincsen szükség, hogy termelékenységükre vonatkozólag a szabályozó speciális tanulmányokat készítsen. Másodszor arra figyelmeztetünk, hogy a szabályozott távközlési szolgáltatók vállalati árképzési önállóságának fokozódása következtében gyorsan szűkülnek az uniformitás és az általa lehetővé tett módszertani egyszerűsítések lehetőségei. *Price cap* szabályozás esetében például a szabályozott szolgáltató egymástól egészen különböző módokon is alakíthatja az egy-egy dezaggregált *price cap* alá eső

³³ Előlegezzük, hogy az input oldalon különösen azok a változások érdemelnek figyelmet, amelyek a beruházási program költségtételeinek a kezelési szabályaira vonatkoznak. Ha például módosítják a felhasznált összes munkainput költség- illetve tőkésített részeki közötti arányokra vonatkozó szabályokat, az jelentősen torzíthatja nemcsak a munkatermelékenység és a tőketermelékenység, hanem a teljes termelékenység mutatószámait is.

szolgáltatások egyedi árait. A szabályozásnak ekkor annyi technikai előnye marad meg, hogy technikailag helyes lebonyolítás esetén maga a szabályozó végzi el a termelékenységi tanulmányhoz szükséges árindex számítások legnagyobb részét. Ez persze egyáltalán nem jelent könnyebbséget, ha a termelékenységi tanulmányt is a szabályozó készíti.

3.1.2 A SaskTel mérési eredményei

Szolgáltatási listája szerint az 1989 és 1999 közötti évtizedben a SaskTel összesen 12.684 távközlési szolgáltatást nyújtott. Az egyszerűség kedvéért az alábbiakban úgy alakítottuk át a tényadatokat, hogy a szolgáltatói paletta konstanssá vált, vagyis feltételezzük, hogy nem vezettek be új szolgáltatásokat és nem szüntettek meg már meglévőket. Ez a valóságban természetesen nem így volt.³⁴ A szabályozott szolgáltatásokat 11 aggregált kategóriába sorolták. A továbbiakban I-től XI-ig terjedő római számokkal jelöljük a kategóriákat. Az 1989 eleje és 1999 vége közötti 11 éves időszakban valamennyi szolgáltatási kategórián belül változtak az árak, általában többször is — összesen 49 alkalommal. Az árváltozások dátumaira és mértékére vonatkozó információt az A függelék A(1.1) táblája összegezi, az alábbiakban pedig részletes információt nyújtunk részben magukról az árváltozásokról, részben pedig arról a módszerről, ahogy a kategóriákon belüli árváltozásokból kategória-szintű árindexeket számítottunk. Az árváltozás mértékét kategória szintű indexszámok mutatják. Például a VIII. szolgáltatási kategóriában 1993. május 1-jén bekövetkezett 6%-os *általános* (a kategória minden elemére kiterjedő egységes) árváltozás mértékét jelző index 1,06. Figyelemre méltó, hogy az A(1.1) táblában a 11 outputból csak 10 szerepel. Ennek az az oka, hogy a XI. kategória rendkívül heterogén. Nagyszámú kis volumenű és jelentőségű szolgáltatást és terméket tartalmaz, amelyek árváltozásai kaotikusak, továbbá jelentős részben ismeretlenek is, mert a menedzsment nem gyűjti az ezekre vonatkozó ár- és volumeninformációt. A XI. (vegyes) szolgáltatási kategória kezelésére alább még külön is visszatérünk.

Valóságos termelékenységi tanulmányokban a szolgáltatások közbeeső aggregálása elkerülhető, mert az elemző tulajdonképpen kényelmesebben képes 12.684 "elemi" outputot egy teljes outputtá aggregálni, mint 12.684 outputot először 11 aggregált kategóriává, majd ezeket egyetlen kategóriává. Szemléltetési célokra azonban szükséges az, hogy kisszámú output kategóriánk legyen. Legtöbbször a valóságban is előfordul a közbeeső aggregálás, mert hasznos ismereteket nyújt a menedzsment számára, ha olyan kategóriákra nézve rendelkeznek elemzésekkel, mint például a hálózati hozzáférés, a helyi, belföldi távolsági és nemzetközi hívások, a csomagkapcsolt adatszolgáltatások, multimédia szolgáltatások, bérelt vonalak stb. Ha a vállalat vagy az elemző úgy dönt, hogy a termelékenységi tanulmányban közbeeső output aggregátumokat alkalmaz, akkor az első feladat éppen a kategória-szintű árindexek számítása. Ez az A függelék A(1.1) táblájának előkészítéseként zajlik le.

3.1.3 Az egyes árváltozások kategória szintű éves árindexei

A különféle lehetséges indexelési eljárások bemutatása szempontjából szerencsés az a körülmény, hogy az A(1.1) tábla az áremelések sokféle változatát tartalmazza. 1995-ben és 1996-ban egyáltalán nem változtak az árak. Az évek jelentős részében csak egy áremelés volt. Egyes években egynél több áremelés volt, de az érintett kategóriák mindegyikében csak egyszer változtak az árak, noha más-más időpontokban. 1993-ban, 1997-ben és 1999-ben bizonyos kategóriákban két-két áremelésre, 1998-ban pedig a VII. kategóriában három áremelésre került sor.

Az áremelések mellett előfordultak árcsökkenések is. Ezek egyrészt az árak újraegyensúlyozása³⁵ részeként foghatók fel, másrészt pedig jelzik, hogy a termelékenység magas ütemű növekedése következtében még inflációs körülmények között is sor kerülhet árcsökkentésekre.

³⁴ Az egyszerűsítést azért kellett végrehajtani, mert a vállalat nem engedélyezte az új szolgáltatásaira vonatkozó adatok közlését.

³⁵ Az árak újraegyensúlyozása azt a törekvést jelzi, hogy a szolgáltatások közötti jelentős mértékű keresztfinanszírozás történelmileg kialakult gyakorlatát megszüntetve az árakat szigorúan költségalapokra helyezték. Történelmileg a távolsági és a nemzetközi szolgáltatások keresztfinanszírozták a hozzáférési és a helyi szolgáltatásokat, az intézményi szolgáltatások pedig a lakossági szolgáltatásokat. A keresztfinanszírozás megszüntetése során — a költségalapú árrendszer kialakításának gyors üteme esetében — még az is előfordulhat, hogy a keresztfinanszírozó távolsági és nemzetközi szolgáltatási árak, valamint az intézményi előfizetők által fizetett nominális árak csökkennek (miközben a keresztfinanszírozott hozzáférési, helyi, valamint a lakossági árak az infláció mértékénél gyorsabb ütemben növekednek).

1997. december 15-én részleges áremeléseket vezettek be az I. kategóriában, ahol az összesen 106.047.975 dollár árbevételű kivevő szolgáltatások árai egységesen 5%-kal emelkedtek, míg néhány szolgáltatás ára változatlan maradt. Ezek árbevétele csak 19.168.505 dollár volt. Az I. kategória összes éves árbevétele 125.216.480 dollár, amelynek 84,692%-a származott az áremeléssel érintett szolgáltatások köréből. Az egyedi indexek (1,05 és 1,00) súlyozott számtani átlaga 1,04235, míg a mértani átlag 1,04219. Az utóbbit használjuk, mivel ez konzisztens a Törnqvist index formulával. Az eredmények megmutatják, hogy ebben az esetben a számtani és a mértani átlag közötti eltérés jelentéktelen. Ugyancsak jelentéktelen torzítás forrása az éves árbevételek használata. A havi árbevételek segítségével valamivel pontosabb indexet kapnánk, a havi adatok azonban nehezen vagy nem elérhetők, továbbá esetenként szezonális problémákat vetnének fel.

Ugyancsak 1997. december 15-én került sor részleges áremelésre a II. kategóriában, ahol a 137.726.053 dolláros összes éves árbevétel 89,468%-át (123.220.886 dollárt) kivevő szolgáltatási körben az árak egységesen 1,5%-kal emelkedtek, a maradék 10,532% ára pedig nem változott. A súlyozott számtani és mértani átlagok gyakorlatilag egyenlők (1,01342, illetve 1,01341). Az utóbbi jelenik meg az A(1.1) táblában.

1997. november 1-jén a III. kategóriában a szolgáltatások zömének árai egységesen 10%-kal emelkedtek. Ezek a szolgáltatások éves szinten összesen 10.374.462 dollár árbevételű eredményeztek, míg a változatlan árú szolgáltatások árbevétele mindössze 55.607 dollár volt. Eszerint az összes árbevétele 10.430.069 dollár, amelyben az emelt árú szolgáltatások részesedése 99,467%. Az egyedi áremeléseket a kategória szintjén átlagoljuk, azaz a 10%-os és a 0%-os áremelkedésnek az éves árbevételben való részesedésekkel súlyozott átlagát képezzük. A számtani átlag 1,09947, a mértani átlag 1,09944.

A X. kategóriában 1997-ben két árváltozás volt. Január 1-jén a szolgáltatások durván negyedének az ára 5%-kal emelkedett. Ezek éves szinten 1.309.874 dollár árbevételű hoztak, ami az összes árbevétel 12,59%-a, míg az árváltozás által nem érintett szolgáltatások árbevétele 9.093.402 volt, ami a kategória összes árbevételének 87,41%-át képviseli. Az 1,05 és az 1,00 éves árbevételi részesedésekkel súlyozott mértani átlaga 1,00616. Október 1-jén az addig változatlan árú szolgáltatások nagyobb részének ára 4%-kal nőtt, kisebb részéé pedig 20%-kal. Árbevételük sorrendben 5.783.282 dollár, illetve 3.310.120 dollár volt. Azoknál a szolgáltatásoknál, amelyek ára január 1-jén emelkedett, októberben újabb árváltozásra nem került sor. Az 1,00, 1,04 és az 1,20 éves árbevételi részesedésekkel (0,1259, 0,5559 és 0,3182) súlyozott számtani átlaga 1,08587, míg a mértani átlaga 1,08309. Ebben az esetben, amint látjuk, numerikusan is számít, hogy a számtani vagy a mértani átlagot használjuk-e.

1998. március 1-jén a X. kategóriában ismét növekedett azoknak a szolgáltatásoknak az ára - mégpedig ezúttal is 5%-kal - amelyek 1997. január 1-jén is keresztyülméntek egy 5%-os áremelkedésen. Ebben az évben ezek árbevétele 3.094.208 dollárra emelkedett a kategória összesen 17.556.597 dolláros árbevételében (17,624%). A többi szolgáltatás ára ebben az évben változatlan maradt. Az árbevételi részesedésekkel súlyozott mértani átlag 1,00864.

Az 1998-ban változatlan árú szolgáltatások árai 1999. július 1-jén emelkedtek 5%-kal. A X. kategória 20.706.370 dollárt kivevő összes árbevételéből ezek 14.015.877 dollárt képviseltek, ami 67,689%. Az előző évben 5%-os áremelésű szolgáltatások árai 1999-ben tovább emelkedtek, mégpedig 6%-kal. A súlyozott mértani átlag 1,05322.

3.1.4 A szolgáltatási kategóriák explicit árindexsorai

Ugorjuk át átmenetileg az árbevételi adatokat tartalmazó A(1.2) és A(1.3) táblákat, és tekintsük át a kategória szintű árindex sorok számításait. Az I. kategóriára vonatkozó adatok és számítások az A(1.4.1) táblában találhatók. A tábla 2. oszlopa azonos az A(1.1) tábla "dátum" oszlopával, 4. oszlopa pedig az A(1.1) tábla 4. oszlopával. A számítások egyszerűek és maguktól értődőek, ezért csak rövid megjegyzéseket fűzünk a táblához. Az 1989-től 1999-ig terjedő indexsor önkényes bázisértékét az 1990-es árváltozást megelőző árszínvonal képviseli. Ennek értéke 1,0. Ebből kiindulva időben visszafelé és előre is minden évben kiszámítjuk az árváltozás előtti és utáni értékeket. Az árváltozások éveiben ezeknek az árváltozás előtti és utáni naptári napok számával súlyozott mértani átlagait képezzük. Egy árváltozás esetén az éven belül két árszínvonal létezett, két árváltozás esetében három, három árváltozás esetében pedig négy. Az érvényesség napjainak számát a 6. oszlop, az

átlagokat pedig a 7. oszlop tartalmazza. A 9. oszlopban a 7. oszlop adataiból képzett *láncindexsor* található. Ez tekintendő a számítások végeredményének. A különféle kategóriák közötti összehasonlítások jobb szemléletessége érdekében a 8. oszlopban 1990-es bázisévű bázisindexsort is képezünk.

A számítások csak megközelítően pontosak. Egyrészt - mint ezt az A(1.1) tábla kapcsán említettük - részleges árváltozások esetén az éves árbevételi súlyok alkalmazása jelentéktelen pontatlanság forrása. Másrészt az árváltozások előtti és utáni árszínvonalaknak a napokkal súlyozott átlagai is pontatlanságot eredményeznek minden olyan esetben, amikor a havi árbevételek erős szezonalitást mutatnak. Ez a pontatlanság lehet jelentékeny is, ezért a súlyok kiválasztása előtt ajánlatos a kategória szintű árbevételek szezonálisát gondosan megvizsgálni. Erős szezonális esetben két megoldásra van lehetőség. Az egyik - a pontosabb - az árváltozás előtti és utáni árbevételekkel történő súlyozás. Ha ez adathiány miatt nem lehetséges vagy nem célszerű, akkor ismét két lehetőségünk van. Először durva becslést használhatunk az árbevételi súlyokat illetően. Például május 1-jei árváltozás esetén azt mondhatjuk, hogy "május 1 előtt keletkezett az éves árbevétel 27%-a (nem pedig a napok számarányainak megfelelő 32,9%)". Másodszor a napokat lehet szezonális tényezőkkel súlyozni. Ilyenkor a végeredmény a súlyozott napokkal való súlyozás lesz. Például azt mondhatjuk, hogy "május 1 után naponta átlagosan 20%-kal több árbevétel keletkezik, mint május 1 előtt".

Az A(1.4.1)-től A(1.4.10)-ig számozott táblák azonos szerkezetűek. Az árindexeket minden olyan szolgáltatási kategóriára egyforma módszer szerint számítjuk ki, amelyre nézve rendelkezünk az árváltozások dátumaira és mértékeire vonatkozó pontos és teljeskörű adatokkal.

3.1.5 Árbevételek és árbevételi részesedések

Az árbevételi adatokra az árváltozások kezelése során alkalmazott kategóriák szerinti bontásban van szükségünk, hiszen az árbevételek az ott kialakított kategória szintű árindexek súlyai lesznek. A számítások kiindulópontját képező számviteli adatok az A(1.2.1) táblában találhatók. Ezekre vonatkozólag már megtárgyaltuk a főbb követelményeket. Az árbevételi adatokból először éves árbevételi részesedéseket képezünk az A(1.3.1.1) táblában, majd pedig az éves részesedéseket páronként átlagoljuk az A(1.3.2.1) táblában. Az átlagos árbevételi részesedések töltik be az output árindexének számításakor a súlyok szerepét.

A "módosíthatatlan" megjelölésű adatok az eredeti számviteli információt jelölik, a "módosított" adatok pedig azoknak a műveleteknek a hatásait tükrözik, amelyeket a szerkezeti változások indexszámokat torzító hatásainak kiküszöbölése céljából szükséges elvégezni.

A fenti 3.1.1 alfejezetben már szoltunk a szerkezeti változásokról. Most a számszerűen is megvilágítjuk, hogy miként valósul meg a szerkezeti változások torzító hatásainak a kiszűrése. Miután az output számítások végeredményét képező volumenindexet implicit indexként - az árbevételi index és az árindex hányadosaként - számítjuk ki és az árindexet a szerkezeti változások nem befolyásolják, a módosítások helye az árbevételi indexben van. A feladat az árbevételi adatok olyan módosítása, amelynek következtében az árbevételi indexet csak és kizárólag az output volumenek és árak változásai befolyásolják.

A SaskTel esetében a vizsgálat tárgyát képező 11 éves időszak során számos szervezeti és számviteli változás történt. Ezek közül egyesek nem torzították el az árbevételi indexeket. Ilyenek voltak például az árbevételek bizonyos átcsoportosításai azonos árindexekkel rendelkező árbevételi számlák között. Ezek az események nem igényelnek semmiféle kezelést. Más események viszont jelentős torzulásokat eredményeztek egyes fontos árbevételi számlák tartalmában. Az alábbiakban ezeket az - outputok árai és volumenei változásainak az árbevételre gyakorolt valóságos hatását eltorzító - eseményeket tesszük mintegy meg nem történtté.

A módosítás módszere a változás természetétől függ. Egyes esetekben a számviteli árbevételi adatokat az egész vizsgált periódusra nézve módosítjuk. A módosítás történhet a változástól időben visszafelé vagy előre. A cél ilyenkor az, hogy az egész megfigyelési periódusra nézve összehasonlíthatóvá tegyük az éves árbevételi adatokat. Ezzel érjük el azt, hogy az árbevételi indexek csak ár- és volumenhatásokat mutassanak. Ezt a módszert főként akkor alkalmazzuk, ha a szerkezeti változások viszonylag egyszerűek és hatásukat illetően több évre vonatkozólag pontos információval rendelkezünk. Az információ forrását képezhetik olyan számviteli hatáselemzések, amelyeket vagy a

cég menedzsmentje, vagy pedig a szabályozó követel meg a gazdasági tisztánlátás érdekében. Az egész periódus idősorára kiterjedő módosítás azonban egyrészt nem igazán szükséges, másrészt maga is torzítások forrása lehet, ezért viszonylag ritkán történik.

Az esetek döntő többségében - és különösen akkor, amikor nem rendelkezünk több évre kiterjedő számviteli hatáselemzéssel - nem ezt az eljárást követjük, hanem a *mozgó bázis elvét* alkalmazzuk. Abból indulunk ki, hogy az indexszámításban kívánatos, ha mindig csak két szomszédos időszakot vagy időpontot viszonyítunk egymáshoz, vagyis számíthatunk $t/t-1$ vagy a $t+1/t$ indexeket, de a $t+1/t-1$ összehasonlításra soha nem képezünk indexszámot, hanem azt a $(t+1/t) \times (t/t-1)$ szorzat révén hozzuk létre. Ha tehát valamely szerkezeti változás a t év során jön létre, akkor elegendő csupán arról gondoskodni, hogy léte ne torzítsa sem a $t/t-1$, sem pedig a $t+1/t$ indexeket. Ezt a következőképpen érjük el:

- A $t/t-1$ összehasonlításban t a tárgyév és a tárgyévben a régi azaz a bázisévi $t-1$ rezsím létét feltételezzük (mintha a szerkezeti változás meg sem történt volna), amelyhez R_t^{t-1} árbevétel tartozik, ahol a felső index a rezsímre utal. Ekkor az árbevételi index $\bar{R}_t = R_t^{t-1} / R_{t-1}^{t-1}$ vagyis azonos (a régi, a $t-1$) rezsimek árbevételeit hasonlítjuk össze.
- A $t+1/t$ összehasonlításban t a bázisév és a bázisévben az új t rezsím létét feltételezzük (mintha a változás az év elején vagy azt megelőzően életbe lépett volna), amelyhez R_t^t árbevétel tartozik. Itt meg kell azonban jegyezni, hogy ha $t+1$ évben újabb szerkezeti változás történik, akkor ezt ebben az összehasonlításban nemlétezőnek feltételezzük és rá vonatkozólag az R_{t+1}^t árbevételt mérjük. Ekkor az árbevételi index $\bar{R}_{t+1}^t = R_{t+1}^t / R_t^t$, vagyis ismét azonos - bázisidőszaki - rezsimek árbevételeit hasonlítjuk össze.

Ily módon szerkezeti változások jelenlétében valamely vizsgált időszak minden éve *megkettőződik*: másként számítjuk az árbevételt, ha az a bázisév árbevétele, és másként ha a tárgyévé. Maga az időszak egymást követő évek által alkotott *évpárokra* bomlik. A szerző által kialakított egyes kanadai távközlési termelékenységi tanulmányok azt mutatják, hogy a szerkezeti változások által okozható torzítás mértéke igen magas lehet, több százalékpontra is rúghat. Ezért a távközlési szolgáltatók termelékenységi tanulmányaiban igen fontos a *mozgó bázis* elvének alkalmazása. A SaskTel tanulmánya is mozgó bázisú.

Megjegyezzük, hogy a Törnqvist indexek formulájával módszerében konzisztens megoldás tulajdonképpen nem a bázisévi rezsím, hanem az *átlagos* rezsím feltételezése lenne. Ennek a létrehozásához szükség lenne nemcsak arra, hogy a tárgyévre vonatkozólag feltételezzük a bázisévi rezsím létezését, hanem arra is, hogy a bázisévre vonatkozólag feltételezzük a tárgyévi rezsím létezését. A konzisztens "ideális" árindex lehetne például a két feltételezés alapján kiszámított két árindex $(R_t^{t-1} / R_{t-1}^{t-1})$ valamint R_t^t / R_{t-1}^t mértani átlaga. Ez a megoldás azonban túlságosan nagy terheket ró a szerkezeti változások számszerű hatásainak elemzőire és ezért a gyakorlatban még egyetlen vállalat esetében sem sikerült megvalósítani.

Ezek után térjünk át a SaskTel szerkezeti változásainak a leírására! A következő négy fontos szerkezeti változás ment végbe az 1990-es évek során:

- (1) A felhasználói végberendezések (mint például a telefonkészülékek) bérletéből származó árbevételeket a telefonvállalatok különféle számlákon tarthatják nyilván. Egyesek a bérleti díjakat helyi szolgáltatási árbevételként kezelik, mások hozzáférési szolgáltatások árbevételeként. Az előbbi tekinthető a hagyományos módszernek, mert azokra az időkre nyúlik vissza, amikor a telefonvállalatok a hozzáférést még nem tekintették külön szolgáltatásnak. Az utóbbi az elmúlt egy-két évtized fejleménye. SaskTel esetében a szemléletváltás 1993-ban jött létre. Ebben az évben SaskTel a bérleti díjakat leválasztotta a helyi szolgáltatási díjakról. Nem alkotott azonban önálló "hozzáférési díj" kategóriát, hanem a bérleti díjakat az "egyéb árbevételek" között (XI. kategória) kezdte el nyilvántartani. Az 1993/1992 árbevételi indexek számításának céljaira módosítanunk kell az A(1.2.1) táblában közölt árbevételeket, mégpedig olyan feltételezés alapján, hogy 1993-ban nem volt változás, vagyis a számvitel "régi rezsímje" létezett. A módosítás eredményeként összesen 3.731.443 dollár árbevételt levonunk a XI. kategóriából és 1.495.360 dollár árbevételt hozzáadunk a

helyi szolgáltatásokat képviselő I. kategóriához.³⁶ A módosított árbevételeket az A(1.2.2) tábla tartalmazza. Miután a változás 1993. január 1-jétől volt érvényben, az 1994/1993 indexek képzésekor nem kell "évesíteni" a változást. Ha a változás például március 1-jén lépett volna érvénybe, akkor "évesíteni" is kellene.

- (2) 1996 szeptemberében SaskTel eladta kábeltelevíziós vállalkozása egyik körzetét a New Cable nevű független kábeltelevíziós cégnek. 1996-tól kezdődően ennek kapcsán három változás történt:
- (a) Korábban a kábeltelevíziós árbevételek az "egyéb" kategória részét képezték (XI. kategória). Ennek a kategóriának az árbevétele az eladott körzet kiesése miatt lecsökkent.
 - (b) SaskTel-nek 1996 szeptemberét követően új árbevételei is keletkeztek, egyrészt a New Cable által igénybe vett SaskTel szolgáltatások következtében, másrészt azért is, mert az eladásból kamatbevételek származtak. A számvitel ezeket az új árbevételeket a "nem távközlési árbevétel" (XII. kategória) számláin tartja nyilván, amelyek eleve kimaradtak a szabályozott távközlési szolgáltatások termelékenységére vizsgálatára hivatott tanulmányból, vagyis a "régi rezsím" létének feltételezése ezek vonatkozásában nem kíván módosításokat.
 - (c) A XI. kategóriához tartozó kábeltelevíziós árbevételek az 1996-ot követő években jelentősen csökkentek. E csökkenésről azonban a számviteli elemzés megállapította, hogy a megmaradt körzetekben jöttek létre, vagyis a kábeltelevíziós szolgáltatási output tényleges csökkenését tükrözte. Ez nem keverendő össze a szerkezeti változással, hiszen anélkül is bekövetkezett volna a piaci kereslet csökkenése miatt. Itt nem történik módosítás.

A számviteli hatásvizsgálat kimutatása szerint ha SaskTel nem adta volna el kábeltelevíziós körzetét a New Cable-nek, akkor 1996-ban a kábeltelevízióból származó árbevételei 1.090.000 dollárral magasabbak lettek volna. Az 1996/1995-ös árbevételi index számításának céljaira ezért az 1996-os árbevételt ezzel az összeggel meg kell emelni.

- (3) 1998 februárjában SaskTel a belső informatika részleges *outsourcing*-ja mellett döntött és ezért egy független külső rendszerintegrátornak (Westbridge Computer) eladta informatikai infrastruktúrájának egy részét. Miután ezzel bizonyos adatterminálokkal kapcsolatos szolgáltatások körülményesekké váltak volna, a felek úgy határoztak, hogy az *outsourcing* keretében a jövőben az adatterminál szolgáltatásokat is a Westbridge fogja végezni. Ennek következtében a SaskTel I. szolgáltatási kategóriájában 1998-ban 1.200.000 dollárral kevesebb lett az árbevétel. Növekedett viszont a SaskTel árbevétele az "egyéb (XI.) kategóriában, mert a Westbridge helyiségeket kezdett bérelni SaskTel-től, továbbá egyes karbantartási munkák elvégzésére is SaskTel-t kérte fel. A XI. kategóriában ezáltal 1998-ban 1.500.000 dollárral növekedett az árbevétel. E két változás hatásának kiküszöbölése céljából az 1998/1997 összehasonlítás céljaira az I. kategória árbevételét 1.200.000 dollárral növelni, a XI. kategória árbevételét pedig 1.500.000 dollárral csökkenteni kell, ami által olyan árbevételi helyzet alakul ki, mintha az *outsourcing* nem történt volna meg.

Itt előlegezzük, hogy az input oldalon is végre kell hajtani bizonyos módosításokat, mert az *outsourcing* a költségeket is megváltoztatta. 1998-ban a munkainput költségei (bérek és juttatások összesen) 1.700.000 dollárral csökkentek, mert az *outsourcing* következtében csökkent az alkalmazottak száma. Egyidejűleg az anyaginputnak nevezett vegyes kategóriában jelentős (8.000.000 dollár) költségtöbblet keletkezett. Ennek számos alkotó

³⁶ A két összeg azért nem egyenlő, mert szolgáltatásként másként számolták a díjat, mint bérleti díjként. Ilyen esetekben fokozott gondossággal kell eljárni. Előfordul ugyanis, hogy valamely számviteli változás következtében megnövekednek a cég árbevételei. Ha ez valójában burkolt áremelés, akkor módosítatlan árbevételek és direkt árindex mellett az árhatás tévesen volumenhatásként jelenne meg (a magasabb árbevételi indexet ugyanazzal az árindexszel osztanánk el). Ha módosítjuk az árbevételt, akkor a téves volumenhatás nem jelentkezik, viszont a burkolt áremelés árhatásként sem jelenik meg, hanem eltűnik a képből. Ez is mérési hibát alkot. A mérési hiba csak azáltal tűnik el, hogy a módosítatlan és módosított árindexek hányadosát árhatásként kezelve azt hozzáépítjük (multiplikatív módon) a direkt árindexhez. Az árbevételnek nem minden növekedése jelent azonban burkolt áremelést. Ha például bérletet eladás vált fel, akkor az eladási ár magasabb lesz az éves bérleti díjnál az eladás évében, az ezt követő években azonban megszűnik létezni. Ilyenkor az a mérvadó, hogy a tényleges eladási ár és a tényleges bérleti díj viszonya vajon megfelel-e az eladási ár és a vele elméletileg ekvivalens bérleti díj viszonyának.

eleme volt, mint például a karbantartással kapcsolatos anyag, energia, szerszámbérlet stb. Néhány tanácsadót is alkalmaztak az *outsourcing* hatékonysága folyamatos vizsgálata céljaira. Az 1998/1997 összehasonlítás céljaira az 1998. évben az 1.700.000 dollárt hozzá kellett adni a munkainput költségeihez, a 8.000.000 dollárt pedig le kellett vonni az anyaginput költségeiből ahhoz, hogy fenn lehessen tartani a "régi rezsím" feltételezését.

- (4) Telefonkönyvei kiadására SaskTel 1999 februárjában alapított egy kiadó céget DirectWest Publishing néven. Ez bizonyos számviteli változásokat eredményezett. Korábban a telefonkönyvekkel kapcsolatos árbevételek³⁷ külön számlákon jelentek meg a XII. szolgáltatási kategóriában, ezért a termelékenységi tanulmány nem vette őket figyelembe. 1999-ben kezdődően SaskTel jutalékot kezdett fizetni DirectWest-nek. Az első évben (1999-ben) ennek összege 9.800.000 dollár volt. Érdekes módon ez nem költségként, hanem negatív árbevételként jelentkezett és a XI. kategória árbevételét csökkentette. Annak érdekében, hogy az 1998-ra és 1999-re vonatkozó árbevételek konzisztensek legyenek, a levont összeget visszatesszük a XI. kategória árbevételébe.

Ismét szólnunk kell az input oldalról is. A költségek változtak, mert az újonnan megjelenő jutalék korábbi termelési költségek helyét foglalta el. Ismét a számviteli hatáselemzéshez kell fordulni információért. Ennek tanúsága szerint 1999-ben a munkaköltségek 5.800.000 dollárral, az anyagköltségek pedig 4.000.000 dollárral voltak alacsonyabbak, mint amilyenek lettek volna a DirectWest megalapítása nélkül. Ezeket az összegeket hozzáadjuk az 1999. év tényleges költségeihez annak érdekében, hogy az 1999/1998 összehasonlítás közben fenn tudjuk tartani a "régi rezsím" feltételezését.

A módosított árbevételek az A(1.2.2) táblában jelennek meg. A jobb szemléltetés kedvéért vastagon szedtük azt az öt árbevételi adatot, amely a szerkezeti változások miatti módosítások következtében eltér az eredeti számviteli árbevételi adattól.

Az éves árbevételi részesedéseket az A(1.3.1.1) tábla és az A(1.3.1.2) tábla tartalmazza a módosítatlan, illetve a szerkezeti változások miatt módosított árbevételek alapján. Az egymást követő évek részesedéseinek vesszük az egyszerű számtani átlagát. Az átlagos árbevételi részesedéseket az A(1.3.2.1) tábla (módosítatlan), illetve az A(1.3.2.2) tábla (módosított) mutatja. Ez utóbbi tekintendő az árbevételi részesedések számítása végeredményének, mert a módosított átlagos árbevételek képezik az output Törnqvist árindexeinek a súlyait.

3.1.6 A szolgáltatási kategóriák implicit volumenindexsorai

Annak ellenére, hogy még adósak vagyunk a XI. kategória árindexével, most át kell térnünk arra, hogy miként számítjuk ki a volumenindexeket. Ezekre ugyanis szükség lesz a XI. kategória indexeinek a kiszámításához.

Egyelőre csak az első tíz kategória vonatkozásában tudjuk megoldani a volumenindexek számításának a feladatát. Mint korábban említettük, a volumenindexeket implicit indexekként számítjuk ki, mert ez az eljárás nem torzítja a kiszámított indexeket, továbbá egyszerűbb és gyorsabb, mint az alternatívái.

A tíz kategória számításai tíz táblában - A(1.5.1)-től A(1.5.10)-ig - találhatók. A táblák szerkezete azonos, ezért elegendő, ha csak az A(5.1) táblával foglalkozunk. Az árbevételi indexeket az A(1.2.1) tábla módosítatlan, illetve az A(1.2.2) tábla módosított árbevételi adataiból számítjuk ki a (11a) egyenletben meghatározott módon. Tulajdonképpen csak a módosított árbevételeken alapuló indexekre van szükségünk. A módosítatlan árbevételeken alapuló számítások azt célozzák, hogy fontosságuk bemutatása céljából végigvezessük a szerkezeti változások kezelésének következményeit a számítások teljes láncolatán. Az árindexek forrása az A(1.4.1) tábla (9) oszlopa. A volumenindex minden évben az árbevételi index és a direkt árindex hányadosa. A számítások végeredményei a táblák utolsó oszlopaiban található módosított volumenindexek. A táblákban az egyszerűség kedvéért csak láncindexsorokat számítottunk, bázisindexsorokat nem.

³⁷ És természetesen a költségek is.

Most térünk vissza a még ki nem számított árindexekre. Azokra a szolgáltatási kategóriákra nézve, amelyek vonatkozásában nem rendelkezünk megfelelő árinformációval, implicit árindexeket számítunk. Mint már eddig is láthattuk, a SaskTel esetében egyetlen ilyen kategória van: a XI. vagy "egyéb" kategória. Ilyen vegyes "egyéb" árbevételi kategóriát kivétel nélkül minden cég számlarendszerében találunk, ezért fontos a vele való foglalkozás.

A számítás alapját képező feltételezés az, hogy a XI. kategória árindexe minden évben egyenlő az összes többi (azaz a másik tíz) szolgáltatási kategória árindexeinek az átlagával. Az átlagot itt is Törnqvist index segítségével számítjuk ki. Ez a feltételezés természetesen nélkülöz minden empirikus alapot, hiszen a XI. kategória vonatkozásában nem rendelkezünk semmiféle árinformációval. A feltételezés alkalmazásának egyetlen oka az, hogy különféle távközlési szolgáltatói termelékenységi tanulmányokban rutinszerűen alkalmazzák. Megjegyezzük azonban, hogy nem ez az egyetlen lehetséges és plauzibilis feltételezés. Vannak - nem távközlési - tanulmányok, ahol a GNP implicit árindexével vagy egyes termelői árindexekkel teszik egyenlővé az "egyéb" kategória árindexét. Nincsenek kritériumok annak eldöntésére, hogy melyik feltételezés kívánatosabb. A választás ezért önkényes.

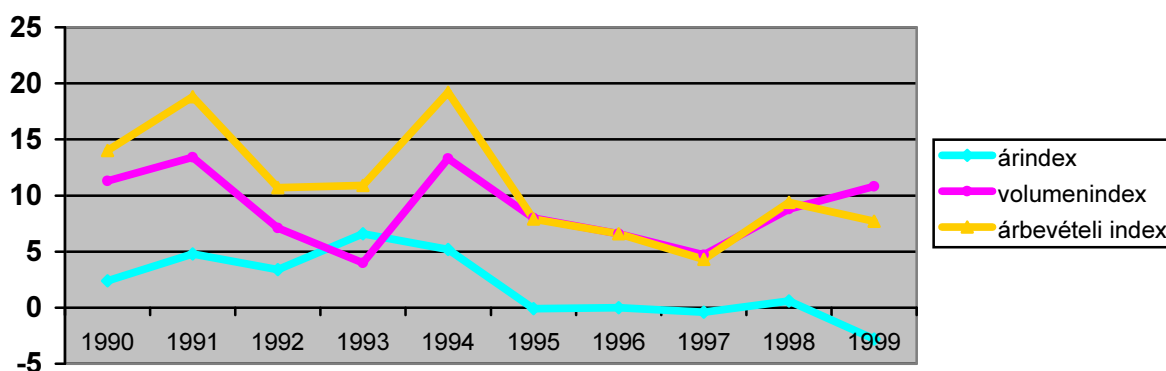
A XI. kategória árindexeinek számításait az A(1.5.11.1) és az A(1.5.11.2) tábla illusztrálja. Az A(1.5.11.1) táblában a módosíthatatlan árbevételek indexeit az első tíz kategóriára nézve számítjuk ki. Ehhez az A(1.2.1) tábla I.-IX. jelzésű sorát használjuk fel, amely az első tíz kategória árbevételeinek az összegeit tartalmazza a vizsgált időszak minden évére nézve. Az első tíz kategória volumenindexe az A(1.5.1)-től az A(1.5.10)-ig terjedő számozású táblákban található kategória szintű implicit volumenindexeknek a Törnqvist indexe, azaz súlyozott mértani átlaga, ahol a súlyok a kategóriák átlagos árbevételi részesedései az első tíz kategória összes árbevételében. Az első tíz kategória árindexe implicit árindex, amelyet a táblázatba foglalt árbevételi index és a volumenindex hányadosaként kapunk meg minden évre vonatkozólag. Feltételezésünk szerint a XI. kategória árindexe ezzel az árindexszel egyenlő.

Ha tehát az A(1.2.1) táblából kivesszük a XI. kategória módosíthatatlan árbevételeit és kiszámítjuk ezek évről évre történő változásainak koefficienseit - a kategória árbevételi indexeit -, majd ezeket az indexeket minden évben elosztjuk a frissen kiszámított árindexszel, akkor megkapjuk az A(1.5.11.1) tábla utolsó oszlopát képező implicit volumenindexeket. Ezzel azonban a számítás még nem ér véget, mert eddig a módosíthatatlan árbevételek alapján dolgoztunk, márpedig a szerkezeti változásokról fent írtak világosan megmutatják, hogy a szerkezeti változások leginkább éppen az "egyéb" kategória árbevételeit torzítják. Az A(1.5.11.2) táblában az I.-X. kategóriák árindexeivel a módosított árbevételi indexeket elosztva kapjuk meg azokat a volumenindexeket, amelyeket a további számítások során hasznosítani fogunk. Ezek képezik a tábla utolsó oszlopát.

3.1.7 A teljes output aggregálása

Ezen a ponton már minden szükséges információval rendelkezünk. Az árbevételi indexek az A(1.2.1) és A(1.2.2) tábla utolsó soraiból kiszámíthatók, a teljes output árindexe pedig azonos az első tíz kategória aggregált árindexével, hiszen éppen az imént feltételeztük, hogy a tizenegyedik kategória árindexe is ezzel azonos.

2. ábra: SaskTel outputár- és -volumen-indexei és árbevételi indexei
(%-os változás az előző évhez képest)



A számítások utolsó lépése a teljes output implicit volumenindexének a kiszámítása. Ez az A(1.6.1) táblában történik meg, ahol a módosítatlan és a módosított árbevételek indexeit minden évben elosztjuk az A(1.5.11) táblában már megismert árindexekkel. Mint eddig mindig, a módosítatlan árbevételre alapuló számítások csak a szerkezeti változások által okozott hiba nagyságát és következményeit demonstrálják. Az output számítások végeredménye - a termelékenységi index számlálója - a teljes output módosított implicit volumenindexe.

A teljes output valamennyi indexét láncindexsor és bázisindexsor (1989=1,0) formájában is bemutatjuk. Az előbbieket az A(1.6.1) tábla, valamint a 2. ábra, az utóbbiakat pedig az A(1.6.2) tábla tartalmazza. Az output változók mérése ezen a ponton a végéhez ér.

3.2 A munkainput mérése

A munkainput mérendő változói is indexszámok, nevezetesen a munkainput értékindexe (költségindexe), árindexe és volumenindexe. A számítások végeredményét a volumenindexek képviselik. Ezek kerülnek majd bele az aggregáció egy további fázisában a teljes input volumenindexébe.

Az indexszámokon kívül szükség lesz a munka összes költségére is, mert az inputok aggregálása során ennek segítségével számítjuk majd ki a munkainput költségreszesedéseit, amelyek a munka volumenindexének a súlyai lesznek.

SaskTel azok közé a szolgáltatók közé tartozik, amelyek nagy gondossággal járnak el a munkainput mérésében. A munkaügyi osztály részletes adatbázisa a cég minden alkalmazottjára vonatkozólag tartalmaz információt az alkalmazott által végzett munka fajtájára, mennyiségére és díjazására vonatkozólag. Ennek az adatbázisnak az alapján a munkainputok 211 "elemi" kategóriába sorolhatók.³⁸ Minden kategóriára nézve előállítható a munkainput méréséhez szükséges valamennyi - alább részletezendő - adat. Elemzési célokra a termelékenységi tanulmány *szubaggregátumokat* is képez. Ezek számát - hosszas belső homogeneitási elemzések és viták eredményeként - 17-ben állapították meg.³⁹ Érdemes ezeket a szemléltetés kedvéért felsorolni, hogy az olvasó képet kaphasson a munkainput aggregálhatóságának fokáról és a többé-kevésbé homogén kategóriák tartalmáról. A 17 munkainput szubaggregátum a következő:

1. központ és alközpont kezelők és felügyelők
2. irodai adminisztratív alkalmazottak (pl. titkárnők)
3. föld- és szolgalmi ügyekben tárgyalók
4. ügyfélszolgálati munkatársak - működtetés
5. ügyfélszolgálati munkatársak - marketing
6. értékesítési és marketing szakértők és tanácsadók
7. adminisztratív számviteli és statisztikai munkatársak
8. adminisztratív szolgáltató munkatársak
9. informatikusok
10. logisztikával foglalkozó munkatársak
11. operatív mérnökök, technikusok
12. dokumentációsok
13. külső szerelők
14. műhelyben dolgozó javító-szerelők
15. épületek és szolgáltatásaik ellátását végző fizikai munkások
16. tisztító személyzet
17. menedzsment

³⁸ Az "elemi" kifejezés arra utal, hogy a termelékenységi tanulmányban nem jelenik meg ennél nagyobb bontás. Természetesen a munkainput alább felvázolandó aggregálása során a 211 kategória helyett ki lehetne indulni nagyobb számú elemi kategóriából, sőt akár a SaskTel minden egyes alkalmazottjából mint elemi kategóriából is. Az utóbbi esetben a periódus végén 17.856 elemi kategória lenne. Erre azonban egyrészt nincs szükség, hiszen léteznek homogén alkalmazotti kategóriák, másrészt az egyes alkalmazottak elemi kategóriaként való kezelése tömeges *diszkontinuitás* jelenséghez vezetne, amely felmerülne minden egyes új alkalmazott és távozó alkalmazott esetében.

³⁹ Itt valóban tisztán elemzési célokról van szó. A 211 kategóriát - sőt a 17.856 alkalmazottat is - lehetne egyetlen lépésben is teljes munkainputtá aggregálni.

Más cégek természetesen alkalmazhatnak más szubaggregátumokat is. Fontos azonban a kategóriák homogeneitásának biztosítása, mert a nem homogén kategóriák torzítások forrásai, továbbá az elemzési munkát is félrevezethetik.

3.2.1 A munkainput volumenének fizikai mértékegysége

Távközlési szolgáltatók vállalati szintű termelékenységi tanulmányaiban a munkainputot a szabályozott szolgáltatások termelési folyamatában felhasznált "*költségesített végzett munkaórák*" (expensed hours worked) számával mérik. Ez a munkainput volumenének fizikai mértékegysége.⁴⁰

Először a "végzett" jelző jelentésével foglalkozunk. Fontos a kifizetett és a végzett munkaórák közötti megkülönböztetés. A távközlési szolgáltatók ugyanis - minden más vállalathoz hasonlóan - igen nagyszámú olyan munkaórát fizetnek ki, amelyek mögött nem áll tényleges munkainput. Gondoljunk csak a fizetett szabadságokra, a különféle oktatási és továbbképzési programokban való részvételre és még igen sok más olyan alkalomra is, amikor a fizetett munkaóra nem - vagy nem közvetlenül - termelési célú munkavégzéssel telik el. Ezeknek az összes kifizetett munkaórán belüli aránya évről évre jelentős mértékű változásokon mehet át, ezért jelentős mértékben torzulhatnak a munkainput mérőszámai, ha a termelékenységi tanulmány nem teszi meg a szükséges megkülönböztetést. A kifizetett, de nem végzett munkaórák számának növekedése ugyanis az éves munkainputnak nem a volumenét, hanem az árát növeli. Ezzel szemben a kifizetett órák számának fizikai volumenegységként való használata esetén növekményét a termelékenységi tanulmány a valóságos hatás ellenkezőjeként, azaz volumenváltozásként jelenítené meg.

Térjünk most át a "költségesített" jelző jelentésére. Alapvető követelmény az, hogy csak a termelékenységi tanulmányba bevont (például a szabályozott) szolgáltatások termelésében végzett munka órái képezzenek mérendő munkainputot. A szabályozott szolgáltatások termelésén kívül azonban más munkafolyamatok keretei között is végeznek munkát a vállalat alkalmazottai. Ilyenek lehetnek:

- (a) a beruházási program keretében végzett munkaórák, amelyek termékei nem távközlési szolgáltatások, hanem fizikai tőkejavak a termelési folyamat számára,⁴¹
- (b) a tanulmányba be nem vont (például a nem szabályozott) szolgáltatások termelése érdekében végzett munkaórák.

Egyes távközlési szolgáltatók gondosan és nagy részletességgel mérik a végzett munkaórák számát. A menedzsmentben alkalmazottak esetében a mérés legfontosabb eszközét a különféle - általában heti - munkajelentések képezik, amelyek kitöltése által a menedzsment valamennyi tagja minden hét végén (általában pénteken) órás, félórás, negyedórás vagy perces pontossággal beszámol arról, hogy milyen munkákon dolgozva töltötte elmúlt heti munkaidejét. A különféle munkafeladatok kódolási rendszere segítségével a termelékenységi tanulmány készítője meg tudja állapítani a munkainput nagyszámú kategóriájának mindegyikére nézve azt, hogy az ide tartozó alkalmazottak hány órát vagy percet töltöttek (a) a beruházási programon, (b) a termelékenységi tanulmányba be nem vont outputok előállításában, és végül (c) a termelékenységi tanulmány által mért outputok termelésében. A beruházási programon - azaz a fizikai tőkejavak előállításán - végzett munkát a termelékenységi tanulmányok szakmai zsargonja *tőkésített munkának* (capitalized labor) nevezi, a szolgáltatások

⁴⁰ Gyengébb minőségű tanulmányokban esetenként előfordul, hogy a végzett órák helyett a termelésben foglalkoztatottak számát használják mérőszámként. Ez meglehetősen durva torzítások forrása lehet, mert az egy foglalkoztatott által évente ténylegesen végzett munkaórák száma sok tényező hatására változik és évről évre történő változásainak mértéke esetenként igen nagy is lehet. Ez természetesen nem elvi, hanem empirikus kérdés. Az AT&T és a Bell Canada termelékenységi tanulmányaiban például az elemzők úgy találták, hogy a foglalkoztatottak száma meglehetősen rossz proxy változó lett volna a munkaórák helyettesítésére, mert alkalmazása egyes években jelentős torzításokat eredményezett volna a termelékenység mért változásaiban. A torzítás különlegesen magas lett volna azokban az években, amelyekben sztrájkokra került sor, de egyes sztrájkmentes években is lettek volna számottevő torzítások, részben naptári jelenségek (például szökeőv és az ünnepek eltérő száma), részben menedzseri döntések (gyakran a részdíjban, néha a teljes időben foglalkoztatottak által dolgozott órák száma) vonatkozásában, részben pedig egyéb jelenségek (például nagy hóviharak) következtében.

⁴¹ Gyengébb minőségű termelékenységi tanulmányokban, amelyekben a végzett munkaórák helyett a foglalkoztatottak száma szerepel, esetenként súlyos hibát okoz az a körülmény, hogy a beruházási program munkaóráinak jelentős részét nem olyan foglalkoztatottak végzik, akik kizárólag a beruházási programban dolgoznak, hanem olyanok, akiknek a teljes munkaideje megoszlik a szolgáltatások termelése és a beruházási program között. Ennek következtében a foglalkoztatottak számának használata esetén nem nyílik lehetőség arra, hogy a munkainputot mérő elemző kellő pontossággal oszthassa szét az összes munkainputot termelésre és beruházásra.

előállítás céljából kifejtett munkát pedig *költségesített munkának* (expensed labor). Ez utóbbi oszlik két részre: a figyelembe vett és a figyelembe nem vett szolgáltatások előállítását célzó költségesített végzett munkaórákra.

Azoknak az alkalmazottaknak a körében, akik nem a menedzsmentben dolgoznak, a mérés viszonylag ritkán terjed ki részletes heti időelszámoltatásra. Ilyen kivételes eset lehet éppen az, amikor a szerelő vagy javító a mindenkor felmerülő igényeknek megfelelően - azaz előre nem látható és tervezhető módon - megosztja idejét a szolgáltatások termelése és a beruházási program között. Más esetekben az ügyfelek számára történő számlázás céljaira van szükség a munkaidőről történő részletes elszámoltatásra. A nem-menedzsment dolgozók zöménél azonban a munkainput megfelelő pontosságú mérése elérhető a jelenlét, illetve a távollét mérése révén.

3.2.2 Néhány jelentős mérési probléma

A szolgáltatói gyakorlatban a munkainput mérésével kapcsolatban még akkor is felmerülnek nehézségek, ha az információs rendszer korszerű és jól működik. A termelékenységi tanulmány szempontjából speciális gondot okoz az, ha az információs rendszer nem ugyanolyan bontásban tartalmazza a munkainput költségeit, mint annak volumeneit. Ekkor ugyanis lehetetlenné válik a teljes információnak (költség, ár, volumen) az elemi szintű kialakítása. A legtöbb cég esetében a költség és a volumen közötti dezaggregációs diszkrépancia okozza azt, hogy a termelékenységi tanulmány viszonylag kevés munkainput kategóriát használ. A SaskTel-lel éles kontrasztban a távközlési szolgáltatók termelékenységi tanulmányai ritkán használnak többet, mint 15-20 kategóriát. Ezen a szinten ugyanis általában megoldható az összes munkaköltség megbízható mérése. Tulajdonképpen ez a jelenség is oka annak, hogy 17 szubaggregátum bemutatása mellett döntöttünk. Az elemzési szempontokon túlmenően a 17 kategória jól illusztrálja a munkainput mérési folyamatát és annak munkaigényességét is.

További gondok forrása lehet az, ha az információs rendszer viszonylagos fejletlensége, az adatbázis hibás tervezése vagy a mérési feladatok nem megfelelő elvégzése következtében nem állnak rendelkezésre a szükséges *mért* dezaggregált munkaóra adatok. Ekkor a termelékenységi tanulmány készítői kénytelenek különféle becslési módszerekre hagyatkozni. Szerencsére ezeknek nagy hagyományaik vannak azokból az időkben, amikor megfelelő dezaggregált adatok általában nem álltak az elemzők rendelkezésére.

A tényleges becslés előtt célszerű a foglalkoztatottak számának kategóriánkénti meghatározása. Minden kategóriában meg kell különböztetni a részleges és a teljes munkaidőben foglalkoztatottak számait. Ez az információ normálisan nehézség nélkül rendelkezésre áll.

A becslések két kiindulópontjának egyikét a naptár képezi. A termelékenységi tanulmány készítői mindenek előtt meghatározzák az év munkanapjainak számát. Eldöntik, hogy az adott év szökőév-e, majd az összes naptári napok számából levonják a hétvégék napjainak számát, valamint az ünnepnapok és egyéb munkaszüneti napok számát. A következő lépés a szabadságon és különféle nem munkajellegű elfoglaltságokkal (pl. oktatás, továbbképzés, szavazás) töltött napok és naptőredékek számának a levonása. Végül az alkalmazott munkainput kategóriák mindegyikére nézve becsléseket alakítanak ki arra vonatkozólag, hogy naponta átlagosan hány órát dolgoznak a kategóriába sorolt alkalmazottak.

A másik kiindulópont a *költségesített / összes* munkaóra hányadosainak kategóriánkénti meghatározása. A hagyományos távközlési szolgáltatói gyakorlatban ezt az információt az emberi erőforrásokért felelős szervezeti egységek szállítják. A becslési folyamatnak több lépcsője is lehet. Az elsőben arra vonatkozólag hoznak döntést, hogy mely kategóriákban milyen arányban fordulnak elő olyan alkalmazottak, akik összes munkaidejüket megosztják a beruházási program és a szolgáltatások (és/vagy a figyelembe vett és figyelembe nem vett szolgáltatások) termelése között. A második lépcsőben megbecsülik a megosztás arányait. Ezt a feladatot néha nem lehet közvetlenül a munkaórákra nézve elvégezni, mert ilyen információ nem létezik. Ilyen esetekben is létezik viszont a számvitelben a közvetlen bérköltségek megosztása, amely jó alapot nyújt a munkaórák megosztásához.

A részmunkaidőben foglalkoztatottak által végzett munkaórák becsléséhez az eddigiekben leírtak mellett szükség van azokra a hányadosokra is, amelyek azt mutatják, hogy a részdő a teljes időnek

hány százaléka. Ezek az adatok rendszerint rendelkezésre állnak vagy viszonylag pontosan megbecsülhetők.

A becslési folyamatban általában jelentős szerep jut az elemző helyzetismeretének. A több évtizeddel ezelőtti távközlési szolgáltatói termelékenységi tanulmányok tapasztalata azt mutatta, hogy kompetens menedzsment és elemzői gárda esetében a becslések nagy pontossággal megközelítették azokat a tényadatokat, amelyeket időszakonként mérések segítségével állítottak elő.

3.2.3 Súlyozatlan és súlyozott munkaórák

A munkainput mérésének egyik különleges problémája az, hogy az emberi termelő tevékenységek munkaóránkénti teljesítményei igen sok tényező függvényében változnak. Nem minden "költségesített végzett munkaóra" egyformán termelékeny. Ha az lenne, akkor a munkainput volumenindexe az összes "költségesített végzett munkaóra" két egymást követő időszakban mért számának az egyszerű hányadosa lenne. A problémát az okozza, hogy nem tudunk minden tényezőt megragadni. Vannak olyan egyedi vagy egyéni jelenségek, amelyek az aggregált termelékenységi tanulmány keretei között kezelhetetlenek. Így például az a jól ismert tény is, hogy az egyéni teljesítményeknek léteznek napi illetve heti görbéik.⁴² Vannak szezonális és az időjárástól (pl. fronthatásoktól) függő fluktuációk is. Ezen túlmenően jelentős különbségek létezhetnek az egyéni teljesítmények között (pl. demográfiai vagy pszichometriaival változók függvényében), amelyeket általában ugyancsak nem vagyunk képesek kezelni.

Az érem másik oldalát a munkaórák közötti olyan különbségek alkotják, amelyek valamilyen módon szisztematikusak és a termelékenységi tanulmány keretei között kezelhetők. Kendrick már 1960-ban azt javasolta, hogy normálisan működő vállalatok és gazdasági szektorok esetében támaszkodjunk a közgazdaságtannak ama tételére, amely szerint a termelés tényezőit azok határtermékeinek értéke alapján díjazza. Ha például a technikusok egy órája átlagban kétszer annyiba kerül a cégnek, mint a szerelők egy órája, akkor ez azt jelenti, hogy a technikusok kétszer olyan termelékenyeknek is tekintendők, mint a szerelők. Ha és amennyiben ez igaz, akkor és annyiban fel lehet használni az óránkénti munkaköltségeket arra, hogy segítségükkel kifejezzük a munkainput egyes kategóriái között hatékonyságban - az elterjedt szóhasználat szerint "minőségben" - meglévő különbségeket. Kendrick azt javasolta, hogy az óránkénti munkaköltségek segítségével képezzünk "súlyozott" munkaórákat és ezek egyszerű hányadosai legyenek a munkainput volumenindexei. Ha ezek után a "súlyozatlan" munkaórák hányadosait is kiszámítjuk, akkor a súlyozott/súlyozatlan koefficiensek a munkainput minőségében beállott változásokat fogják mutatni. Vegyük példaként a minőség növekedésének az esetét. Ez két ok miatt keletkezhet. Először, ha növekszik az egy munkaóra jutó összes költség, akkor ez annak a tükröződése, hogy egy munkaóra átlagosan többet (magasabb árbevételt) is termel. Másodszor, ha nő a magasabban fizetettek aránya, akkor a szerkezetváltozás aggregált szinten minőségi javulást jelent.

A munkaköltségekkel történő súlyozás révén képessé válunk arra, hogy mérjük a munkainput különféle kategóriái között meglévő generikus különbségeket (mint például a fentebb említett technikus / szerelő különbség). Az egyéni különbségek egy részét is figyelembe lehet venni akkor, ha a munkainput "elemi" kategóriája az alkalmazott egyén. Ezek Kendrick módszerének lényeges előnyei, amelyek ahhoz vezettek, hogy a súlyozott / súlyozatlan megkülönböztetés elterjedt a termelékenységi tanulmányok között. Az előnyök hangoztatása mellett szükségesnek látszik azonban az is, hogy felhívjuk az olvasó figyelmét két problémára. Az egyik - a kisebbik - az, hogy számos minőségi különbséget ez a módszer sem képes kezelni. Ide tartozik például a hatékonyságban megfigyelhető és fent már említett napi, heti, szezonális és egyéb fluktuáció. A másik probléma az, hogy a munka relatív minőségéhez képest a relatív bérek és munkaköltségek erősen torzítottak is lehetnek. A közgazdaságtan tétele csak olyan hatékony termelési folyamatokra érvényes, amelyek egyensúlyban vannak. Kérdéses, hogy mindez milyen mértékben mondható el például a jelenlegi magyar vállalati - és ezek belül specifikusan a távközlési szolgáltatói - bérezési gyakorlatról. Ha a bérarányok (pontosabban az összes munkaköltségek egy órára jutó nagyságai közötti arányok) nem felelnek meg a termelő tevékenységek hatékonyságai közötti arányoknak, akkor Kendrick módszere torzítottan mutatja a minőségi változások mértékét, ha pedig a bérarányok ellenkező irányban mozognak a

⁴² Autóvásárlás esetén néha hallott "professzionális" jótanács az, hogy lehetőleg ne vegyünk hétfőn vagy pénteken készült autót. Az összeszerelés minősége ugyanis jól meghatározható heti görbe szerint alakul, amelynek minimumai a hét elején és végén vannak, maximumait pedig a hét középső napjai délelőtti jeinek a közepén éri el.

hatékonysági arányokkal, akkor a súlyozás javulásnak mutathatja a romlást és romlásnak a javulást. Ezért a bérezési gyakorlat gondos elemzése után lehet csak eldönteni azt, hogy a súlyozatlan vagy a súlyozott munkaórák használata-e a kívánatosabb.

3.2.4 A munkainput költségeinek módosításai

Az output mérése kapcsán már tárgyalt szerkezeti változások szükségessé tehetik a munkainput számviteli költségeinek a módosítását is. SaskTel esetében három olyan - jellegzetesként felfogható - szerkezeti változás történt, amely költségmódosításokat tesz szükségessé. Ezek közül kettőt az output kapcsán már leírtunk, mert mindkettő az árbevételeket is torzította. Ezek: (a) az informatikai outsourcing 1998-ban és (b) a telefonkönyv kiadás leányvállalati formában történő megszervezése 1999-ben. Ezeket megelőzte a számviteli szabályoknak az a változása, amely 1995-ben történt és amelynek az volt a lényege, hogy a végberendezések egy részét törölték az eszközállományból, vagyis tőkéből folyó termelési költségge változtatták, azaz "költségesítették".

A munkaköltségek módosítása kapcsán az A(2.1) tábla jobb megértése érdekében a következő megjegyzések látszanak szükségesnek:

1. A számviteli osztály elemzése szerint - amely a szabálmódosítás költséghatásának feltárását végezte el - abból a célból, hogy az 1995/1994 összehasonlításból kiszűrjük a szabálmódosulás hatását, az 1995-ös költséget 5,2 md dollárral csökkenteni kell. Ennyi volt ugyanis a "költségesítés" költségnövelő hatása 1995-ben. Az ellentételt, az eszközállomány - azaz a tőkeinput - csökkenését a következő fejezetben a tőkeinput mérése kapcsán tárgyaljuk.
2. 1998-ban az informatikai outsourcing következtében külső cég alkalmazásába kerültek addigi SaskTel alkalmazottak, ezért csökkent a SaskTel munkaköltségeinek nagysága, mégpedig a számviteli osztály szerint 1,7 millió dollárral. Ezt az összeget hozzáadjuk az 1998-as számviteli költséghez az 1998/1997 összehasonlítás torzítatlanságának biztosítása céljából.
3. 1999-ben ugyancsak csökkentek a munkaköltségek annak következtében, hogy addigi SaskTel alkalmazottak az újonnan szervezett kiadó alkalmazottaivá váltak. Ennek a költségcsökkenésnek az összege 5,8 millió dollár volt, amelyet hozzáadjuk az 1999-es munkaköltségekhez az 1999/1998 összehasonlítás céljaira.
4. Az utóbbi két módosítás esetében feltételezzük, hogy annak a munkainputnak az óránkénti összes költsége, amelyet a szerkezeti változások érintettek, azonos volt az összes munkainput óránkénti összes költségével. Ez a feltételezés nem minden esetben és automatikusan helytálló, ezért érvényességét külön meg kell vizsgálni. A SaskTel esetében a számviteli elemzők úgy találták, hogy az érintettek bérszínvonala nem különbözött érzékelhető mértékben az átlagostól.

3.2.5 A számítások menete

Megjegyzendő, hogy a Kendrick által bevezetett súlyozott munkaórák indexe nem más, mint a munkainput költségrészesedésekkel súlyozott volumenindexe. Kendrick eredeti módszere azonban annyiban hibás volt, hogy az indexszámítást illetően a Laspeyres-Paasche formulák kereteiben dolgozott és nem alkalmazta az elméletileg és gyakorlatilag egyaránt megfelelőbb Törnqvist indexet. A SaskTel esetében természetesen a munkainput indexeit is Törnqvist indexekként számítjuk ki.

A SaskTel információs rendszeréből 211 elemi munkainput kategóriára vonatkozólag letölthető a kategóriába tartozó alkalmazottak által végzett "költségesített végzett" munkaórák száma, valamint az eme munkaóráknak a szolgáltató számára felmerülő összes költsége. A kettő hányadosaként kapjuk a munkaóra árát, ami azt a teljes költséget testesíti meg, amibe a cégnek az kerül, hogy rendelkezik az adott munkainput kategórián belül kimutatott munkaórák számával. A költség tartalmazza a közvetlen bérköltségeken kívül az összes közvetett költséget is, így valamennyi adót, járulékot és a munkainput minden juttatását. A hangsúly itt azon van, hogy a munkaköltségnek a munkainputtal kapcsolatos *valamennyi* költséget magában kell foglalnia. Először a 211 kategóriából 17 kategóriába, majd – második lépésként - ezekből egy kategóriába aggregálunk. Az aggregálás menete mindkét esetben a következő:

1. Vesszük a dezaggregált kategóriák összes munkaköltségét, ezekből minden egymást követő évpárra egyszerű $t/t-1$ hányadosokat számítunk. Ezek a költségindexek.
2. Minden t évre vonatkozólag kiszámítjuk a dezaggregált kategóriáknak az összes munkaköltségben meglévő részesedését, majd ezeket minden évpárra nézve átlagoljuk, mégpedig úgy, hogy $\bar{t} = (t + (t-1))/2$. Ezek az átlagos költségrészesedések lesznek a volumenindexek súlyai.
3. Vesszük a dezaggregált kategóriák összes költségésített végzett munkaóráit és belőlük minden egymást követő évpárra $t/t-1$ hányadosokat számítunk. Ezek az átlagolandó egyedi volumenváltozások.
4. Kiszámítjuk a dezaggregált kategóriák egyedi volumenváltozásainak a direkt Törnqvist indexeit, vagyis a $t/t-1$ hányadosoknak az átlagos költségrészesedésekkel súlyozott mértani átlagait.
5. Vesszük a dezaggregált kategóriák költség/munkaóra hányadosait, majd minden egymást követő évpárra ezek $t/t-1$ hányadosait. Ezek az átlagolandó egyedi árváltozások.
6. Kiszámítjuk a munkainput aggregált árindexeit. Itt két módon járhatunk el:
 - vagy direkt Törnqvist árindexeket számítunk a szokásos módon,
 - vagy pedig implicit árindexeket számítunk a költségindexek és a direkt Törnqvist volumenindexek hányadosaiként.

Miután a fenti számítások a korábbiakhoz képest nem képviselnek módszertani újdonságokat, a jelen értekezésben eltekintünk részletes illusztrációjuktól. Ez annál is inkább célszerű, mert a számítások igen terjedelmesek lennének. Csak az aggregált adatokat közöljük az A(2.1) táblában. A 2. és 3. oszlopban megmutatjuk a számvitelből nyert munkaköltségeket és az emberi erőforrásokat menedzselő szervezeti egységből származó költségésített végzett munkaórák számát, majd a kettő hányadosaként a 4. oszlopban kiszámítjuk a munkainputok átlagárát. Ezt az információt a tábla 5. és 6. oszlopaiban módosítjuk a három szerkezeti változás hatásainak semlegesítése révén. A módosított költségadatokat vastag szedés jelzi (5. oszlop). Feltételezve, hogy a módosítás következtében nem változik meg a munkainput ára, hanem csak annak volumene, a 6. oszlopban ugyancsak vastag szedés jelzi a módosított költség és a módosítatlan ár hányadosaként kapott módosított volumeneket.

Az A(2.2) tábla tartalmazza a munkainput számítások végeredményeit, a volumenindexeket. A tábla első részében található súlyozatlan (módosítatlan és módosított) indexek az A(2.1) táblából erednek. A súlyozott (módosítatlan és módosított) indexek a nem közölt részletes munkainput számításokból származnak, mégpedig kétlépéses aggregálás eredményeképpen. A részletes elemzést mellőzve itt csak azt állapítjuk meg, hogy amíg a súlyozatlan indexek évente átlagosan 2,3-2,4%-os növekedést jeleznek a munkaórák számában, addig a súlyozott indexek a teljes munkainput éves átlagos 2,9-3,0%-os növekedését mutatják. A két eredmény közötti eltérést az okozta, hogy a SaskTel alkalmazottainak összetétele megváltozott a magasabban fizetett és - feltételezésünk szerint - magasabb termelékenységű kategóriák javára. Ez számos tényező eredménye, közöttük elsősorban a technológia digitalizálásának és a korszerű információs rendszer kialakításának köszönhető. Az eredmény annyiban nem tekinthető Észak Amerikában tipikusnak, hogy az inkubens távközlési szolgáltatók döntő többségében a megfigyelési időszakban a munkainput nem növekedett, hanem csökkent, mégpedig a munkaórák számának gyors ütemű csökkenése mellett.

3.3 A tőkeinput mérése

A tőkeinput mérése minden termelékenységi tanulmány legnagyobb és legnehezebb feladata. A tanulmány megbízhatósága és alkalmazhatósága elsősorban azon múlik, hogy készítői képesek-e a tőkeinput torzításmentes - vagy csak jelentéktelen torzításokkal történő - mérésére. Akárcsak a munkainput esetében, a mérés eredményei a tőkeinput kapcsán is három indexsorban (költségindex, árindex és volumenindex) testesülnek meg, amelyek közül a mérés végső eredményét a volumenindexek képviselik, mert ezek kerülnek bele az összes input volumenindexébe.

A jelen értekezésben tőkeinputnak a termelési folyamatban aktív módon részt vevő olyan fizikai tőkejavakat nevezzük, amelyek élettartama meghaladja a termelési ciklus tartamát, ezért több termelési ciklus során is részt vesznek az output előállításában. A SaskTel tőkeinputját az aktív termelő használatra *rendelkezésre álló* eszközök képviselik. Definíciónk a (2.11) alfejezetben kifejtett fogalmi megkülönböztetés szempontjából kifogásolható, hiszen a tőkeinputot valójában ezeknek az

eszközöknek a *termelő szolgáltatásai* alkotják. A termelő szolgáltatások közvetlen megfigyelésére, mérésére azonban sem a SaskTel, sem pedig más vállalatok esetében nincsen lehetőségünk. Felmerül, hogy közvetett mérésként nem a rendelkezésre álló eszközöket kellene mérnünk, hanem a *hasznosított* azaz *felhasznált* eszközöket, amelyek az eszközinputoknak feltehetően igen jó proxy változói. Ehhez szükségünk lenne a rendelkezésre álló eszközök kapacitásának kihasználására vonatkozó információra. Sajnálatos módon azonban rendszerint ezzel az információval sem rendelkezünk. A vállalati információs rendszerek legfeljebb a rendelkezésre álló fizikai tőke egyes - kitüntetett jelentőségű - részeinek a kapacitáskihasználására vonatkozólag nyújtanak - legtöbbször bizonytalan vagy gyenge minőségű - adatokat. A SaskTel esetében is ez a helyzet, ezért az észak-amerikai távközlési szolgáltatók termelékenységi tanulmányaiban kényszerűségből meghonosodott módszert követjük és nem alkalmazunk korrekciót a kapacitáskihasználás időbeli változásainak figyelembe vétele céljából.

Ez egyáltalán nem hiba, de bizonyos fokú óvatosságot és fogalmi tisztázást igényel. Ha az output változásait a *felhasznált* fizikai tőkeállomány változásaihoz hasonlítanánk, akkor a termelékenységnél a (2.11) alfejezetben bevezetett *közgazdasági* fogalmát használnánk, amely az outputok és az inputok (azaz a termelő szolgáltatások) változásai közötti viszony kifejezése. A (2.11) alfejezetben már történt említés arról, hogy a termelés ökonometria elemzésében kívánatos a termelékenység közgazdasági fogalmának a használata. Ha viszont az output változásait a termelésben *lekötött* fizikai tőkeállomány változásaihoz viszonyítjuk, akkor a termelékenység *menedzseri* fogalmát használjuk. Mint azt a (2.11) alfejezetben kifejtettük, ennek a fogalomnak nagy jelentősége van, hiszen ennek segítségével fejezzük ki a termelés költségeit, valamint a más termelési folyamatoktól elvont termelési tényezők nagyságát. Szabályozási célokra - specifikusan a *price cap* kapcsán történő használatra - a termelékenység menedzseri fogalmának az alkalmazása kívánatos.

3.3.1 A tőkeinput kategóriái

A SaskTel részletes számlái összesen 4863 tőkekategóriát különböztetnek meg. Ezek képezik az "elemi" szintet. Ezekből kétféle aggregálás révén jutunk el az összes tőkeinput volumenindexéig. Az első aggregálás révén öt szubaggregátumhoz jutunk, majd a második lépcsőben ezeket aggregáljuk egyetlen tőkeinputtá. Az első lépést az alábbiakban nem mutatjuk be - egyrészt azért, mert bemutatása rendkívül számításgényes lenne, másrészt pedig azért, mert módszertani mondanivalónk kifejtéséhez elegendő az aggregálás második lépcsőjének az illusztrálása.

A tőke szubaggregátumai a következők:

1. CO - hálózati csomóponti berendezések (central office)
2. OP - hálózati csomópontközi transzmissziós berendezések (outside plant)
3. ST - hálózati felhasználói végberendezések (station equipment)
4. GE - egyéb amortizálódó berendezések és eszközök - épületek is (general equipment)
5. LA - a föld mint nem amortizálódó tőke (land)

Az első négy kategória amortizálódó, az ötödik nem amortizálódó tőkét reprezentál. Az ötödik kategória esetében a bruttó és nettó (amortizált) értékek azonosak. Az amerikai és kanadai termelékenységi tanulmányok egy részében hat kategóriát használnak, mert külön kategóriaként kezelik az épületeket. Ezek amortizációs jellemzői és árváltozásai valóban különböznek az "egyéb" kategória más elemeitől. Annak érdekében, hogy a negyedik kategóriába foglalásuk ne legyen torzítások forrása, a SaskTel tanulmány valójában háromlépcsős tőkeaggregációs folyamatot hozott létre, amelyben az első lépcsőben 4863 kategóriát hat kategóriává, majd az "egyéb" berendezéseknek és eszközöknek az épületekkel való aggregálása révén öt kategóriává alakította és a harmadik lépcsőben ezekből aggregált egyetlen tőkeinputot. Ha a választott index formula megfelelő (és a Törnqvist index az), akkor nincsen különbség a hat illetve öt kategória használata között.

3.3.2 A tőkemodell (CAM)

A fizikai tőkére vonatkozó adatok forrását az amerikai és kanadai tanulmányokban a menedzsment által rendszeresített tőkemodell (Capital Asset Model = CAM) képezi.⁴³ A SaskTel esetében ez

⁴³ Megjegyzendő, hogy nem minden tanulmányban hívják a modellt CAM-nak. Különböző elnevezései azonban zavart okozhatnak, ezért a jelen tanulmányban következetesen a CAM elnevezést használjuk.

tartalmazza mind a 4863 tőkeinput kategóriát és a két vagy háromlépcsős aggregálás egy részét. Más cégek termelékenységi tanulmányaiban ritkán találkozunk több ezer kategóriát tartalmazó óriásmodellekkel. Általában úgy egyszerűsítene, hogy a tőke kategóriák számát eleve 100 körülire csökkentik le és a CAM ennyi kategóriával dolgozik. Ez persze csak látszólagos megtakarítás, hiszen az elemi kategóriák 100 kategóriává történő aggregálását el kell végezni.

A CAM a következő kiinduló információk nyújtására képes minden egyedi fizikai tőkejóságra vagy homogén kategóriára nézve:

- Bruttó könyv szerinti eszközérték minden év elején és végén (esetleg a negyedévek vagy akár a hónapok elején és végén is).
- Minden évben az év során történő növekedések és csökkenések bruttó könyv szerinti értékei.
- Az életciklus becsült hossza.
- Az életciklus végén esedékes költségek (pl. bontással kapcsolatban) és bevételek.
- Számviteli amortizációs ráta.
- Műszaki amortizációs ráta; ennek eredete az ún. *túlélési görbék*re vonatkozó mérnöki amortizációs tanulmány, amely a tőkejavak fizikai termelőképességének időbeli alakulását vizsgálja.
- Számviteli akkumulált amortizációs összegek, amelyek minden egyedi fizikai tőkejóságra (néha homogén kategóriára) nézve azt mutatják, hogy üzembe helyezése óta elvileg mekkora számviteli amortizáció halmozódott fel, amelyet - ugyancsak elvileg - a tőkejóság életciklusának végén annak pótlására lehet felhasználni.
- Műszaki akkumulált amortizációs összegek, amelyek minden egyedi fizikai tőkejóságra vagy homogén kategóriára nézve azt mutatják, hogy az üzembe helyezése óta összesen mennyit veszített fizikai termelőképességéből.
- Nettó könyv szerinti eszközérték minden év elején és végén (esetleg a negyedévek vagy akár a hónapok elején és végén is), ahol a nettó érték a bruttó értéknek és az akkumulált amortizációnak a különbsége.

A CAM a tőkejavak időbeli alakulását az ún. *örökös készlet módszer* (perpetual inventory method) segítségével követi nyomon. Az örökös készlet módszere a számvitelből közismert. Lényege az, hogy az időszak nyitóállományához hozzáadja a növekedéseket (újonnan üzembe helyezett eszközök), levonja a csökkenéseket (kiselejtezett eszközök) és így jut el az időszak záróállományáig, amely egyben a következő időszak nyitóállományát képezi, és így tovább a végtelenségig. Ha eközben nem veszik figyelembe az amortizációt, akkor bruttó készletértékekről beszélünk, ha pedig a nyitóállomány és a kiselejtezés nettó értéken szerepel, valamint a csökkenések között az amortizáció is tétel, akkor nettó készletértékekről.

Miután a termelékenységi tanulmány számára nem az év elején vagy végén rendelkezésre álló tőkeállomány nagysága, hanem az éves átlagos tőkeállomány nagysága a releváns, a CAM valamilyen módszer szerint kiszámítja az éves átlagos állományokat. Ha csak éves adatok léteznek, akkor az éveleji és az évvégi állomány egyszerű számtani átlagaként, ha pedig negyedéves vagy havi adatok is léteznek, akkor negyedéves illetve havi (egyszerű számtani) átlagos állományokat számolnak és az évre vonatkozólag ezek (ugyancsak egyszerű számtani) átlagait veszik. Itt megjegyezzük, hogy ilyenkor az időszakon belül lineáris növekedési pályát feltételeznek, ami azonban nem mindig helytálló. Célszerű megvizsgálni, hogy vajon létezik-e a tényleges növekedési pályára vonatkozólag bármiféle olyan információ, amely segítségével nemlineáris pályák is megközelíthetők. Előfordulhat például, hogy kielégítőbb a mértani átlag alkalmazása, vagy pedig lehetségesé válhat valamely karakterisztikus (például szezonális) pálya explicit feltételezése. Ezzel a problémával érdemes komolyan foglalkozni, mert jelentős torzítások kerülhetnek el akkor, ha a tényleges növekedési pályára vonatkozó információt képesek vagyunk felhasználni.

A CAM tartalmazza a fizikai tőkejavak *kormegoszlását* (age distribution), vagyis minden kategórián belül külön tünteti fel azokat az eszközöket, amelyek 0-1 évesek, 1-2 évesek, 2-3 évesek stb. Ezek a *korcsoportok* (vintage groups). A kormegoszlás a korcsoportok által alkotott mátrix, amelynek általános $\bar{k}_{ij}$ eleme az i -edik kategória j -edik korcsoportjának évi átlagos (bruttó vagy nettó) állományát mutatja könyv szerinti, azaz tényleges beszerzési - vagy néha "történelminek" is nevezett - értéken. Az amerikai és kanadai tanulmányokban a legkorábbi korcsoportok néha még a XIX. században vásárolt

tételekre utalnak (pl. föld vagy építmények esetében), noha elterjedt módszer a nagyon régi (pl. 1930 vagy 1940 előtti) korcsoportok összevonása.

A kormegoszlásnak megfelelő formában léteznek a fizikai tőkejavak árindexei, amelyeket a köztudatba átment rövidítéssel TPI-ként fogunk a továbbiakban jelölni (TPI = Telephone-plant Price Index). A TPI eredetileg láncindex, amely esetenként a XIX. század végétől, de általában kb. 1930-tól kezdődően mutatja minden tőkekategóriára nézve azt, hogy annak minden évben az előző évhez képest hogyan változott a beszerzési ára. Az árak itt sem időpontokra, hanem éves átlagárakra vonatkoznak.⁴⁴ A láncindexekből első lépésként olyan bázisindexsorokat képeznek, amelyek báziséve a *jelenév*. A bázisindexsorok minden kategóriára nézve léteznek, vagyis olyan mátrixot alkotnak, amelynek dimenziói megegyeznek a kormegoszlási mátrix dimenzióival, mondjuk $(m \times n)$. A TPI mátrix általános eleme tehát p_{ij} , amely az i -edik kategória j -edik korcsoportjában a beszerzéstől a jelenig terjedő időszak összes árváltozását egyetlen árindexbe tömöríti. Eszerint a $p_{ij} \cdot \bar{k}_{ij}$ szorzat az illető korcsoportban lévő átlagos állományt *jelenértéken* fejezi ki.⁴⁵ Természetesen nem szükséges az, hogy a bázisév a jelenév legyen, hanem a bázisév lehet bármely önkényesen választott év is. A termelékenységi tanulmányokban azonban általános szokás a jelenértéken történő kifejezés.

A TPI kialakításában elsősorban a tényleges eszközök tényleges beszerzési áraiban bekövetkezett változások mérése dominál. Előfordul azonban olyan eset is, hogy a valóságos áradatok a tőkejavak valamely kategóriáira nézve nem állnak rendelkezésre. Ilyenkor kerül sor *proxy* árindexek alkalmazására, amikor is a TPI készítői nyilvános statisztikai forrásokban olyan árindexek után kutatnak, amelyek alakulása vélhetőleg nagyjából megegyezik a hiányzó árindex feltételezett alakulásával. Elképzelhető, hogy Magyarországon nagymértékben kell majd a proxy árindexekre támaszkodni. Különösen nehéz problémát okoz majd a nagyon régi árindexekre vonatkozó adatok hiánya. Amerikában és Kanadában a TPI története gyakorlatilag a Bell Rendszer kialakulásának idejéig nyúlik vissza. A mai elemző képes olyan árindexekre támaszkodni, amelyet 70 vagy akár 100 évvel ezelőtt alkottak meg és azóta folyamatosan használnak. Ilyen történelem hiányában nehéz olyan árindexeket konstruálni, amelyek segítségével a tőkejavak átárazása biztonságosan megvalósítható.

3.3.3 A tőke öt szubaggregátumának indexei

Az öt kategória mindegyikében a bruttó és a nettó állományokra nézve a CAM-ból a következő jelenértéken kifejezett információt nyerhetjük:

- B_{ht} az éveleji állomány a h -edik szubaggregátumban
- A_{ht} az évi átlagos állomány a h -edik szubaggregátumban
- E_{ht} az évvégi állomány a h -edik szubaggregátumban

A h -edik szubaggregátumra vonatkozó értékindex a bruttó és a nettó állományokra egyaránt a következőképpen fejezhető ki:

$$V_{ht} = \frac{A_{ht}}{A_{h,t-1}}, \quad (16)$$

vagyis az értékindex az évi átlagos állományokban bekövetkező változást méri valamely évről a következő évre. Egyes különleges eseteket kivéve az átlagos állomány jól megközelíti az év során előállított összes output termeléséhez rendelkezésre álló tőkejavak mennyiségét. Az indexnek nyilvánvalóan van egy ár-eleme és egy volumen-eleme, vagyis két egymást követő évben az évi átlagos állományok azért különböznek egymástól, mert az árak és a volumenek is különböznek. Mind az árak, mind pedig a volumenek esetében az éves átlagok különbségeiről van szó, amely megközelíthető az évközepi értékek különbségei révén is.

⁴⁴ Ez a kijelentés egyszerűsítést takar. Egyes tanulmányokban ugyanis létezik éveleji, évvégi és évi átlagos TPI is. Ezek segítségével az alábbiakban leírtnál bonyolultabb módon érik el a jelenértékek kifejezését, mert először történik az átárazás és csak ezután az átlagolás.

⁴⁵ Ezt a jelenértékszámításban használt "present value" kifejezéstől való jó megkülönböztethetőség érdekében az angol nyelvű irodalomban "current value" névvel illetjük.

A CAM-ból nyert állományok segítségével a TPI kifejezhető a következő formában:

$$P_{ht} = \frac{B_{ht}}{E_{h,t-1}}. \quad (17)$$

Valóban, egyetlen oka van annak, hogy az idei év nyitóállománya különbözik az elmúlt év záróállományától. Ez az ok az, hogy az idei év nyitóállománya idei árakon van kifejezve, nem pedig - mint a múlt évi záróállomány - múlt évi árakon. Ha a jelenérték az éves átlagos árszínvonal kifejezője, akkor P_{ht} a két év - $t-1$ és t - átlagárai közötti különbségek átlagát fejezi ki.

A volumenindex implicit, azaz a költségindexnek és az árindexnek a hányadosa:

$$Q_{ht} = \frac{V_{ht}}{P_{ht}} \quad (18)$$

3.3.4 A szerkezeti változások problémáinak megoldása

A tőkeinput mérése során különösen nagy fontossággal bírnak és magas fokú komplexitással jelentkezik azok a szerkezeti változások, amelyek a távközlési szolgáltató működésében rendszeresen és szükségszerűen végbemennek az állandóan változó működési és egyéb feltételek következményeként, vagy éppen a hozzájuk való alkalmazkodás során. Gyakran előfordul, hogy azok a változások, amelyek a munka vagy anyaginputot érintik egyidejűleg a tőkeinputot is módosítják. A SaskTel gyakorlatában is előfordultak példák arra, hogy a tőke és a munka, vagy a tőke és az anyag, vagy éppen mindhárom input kategória együttesen módosult valamely szerkezeti változás következtében. A módosulások lehetnek kompenzációs jellegűek, mint amikor a tőkeinput növekedését/csökkenését az anyaginput csökkenése/növekedése ellensúlyozza. Példa erre a tőkésítésre illetve költségésítésre vonatkozó számviteli szabályok módosulása. A módosulások lehetnek azonban kiegészítő jellegűek is. Ilyenkor - mint például az outsourcing vagy a "kiszervezés" esetében - valamennyi input kategóriában egymással összefüggő egyirányú változások - példánkban csökkenések - történnek.

A tőkeinput kapcsán az alábbiakban négyféle szerkezeti változásra vezetünk be módosításokat. Ezek:

1. a számviteli szabályok változása
2. eszköz diszkontinuitás
3. hozzájárulás
4. szervezeti változás

Ezek közül a szervezeti változások hatásaival korábban már a munkainput kapcsán foglalkoztunk, ezért a tőkeinput kapcsán nem térünk vissza ismertetésükre. A hatások figyelembe vételét azáltal érzük el, hogy számviteli kiinduló adatként olyan tőkeadatokat használunk, amelyeket már eleve módosítottunk a szervezet változásai torzító hatásainak semlegesítése céljából. A számviteli szabályokat, a diszkontinuitást és az ún. hozzájárulásokat viszont a következőkben három pontban külön-külön megtárgyaljuk.

3.3.4.1 Módosítások a számviteli szabályok változásai torzító hatásainak semlegesítésére

A számvitel egyes szabályai arra vonatkoznak, hogy mit "tőkésítenek" illetve mit "költségésítenek". Az ezekben a szabályokban beálló változások következtében gyakran előfordul, hogy egyes inputok átkerülnek a tőke kategóriából a munka és/vagy anyag kategóriába. Persze fordított irányba is mozoghatnak, azaz átkerülhetnek a munka és/vagy anyag kategóriából a tőke kategóriába. Nevezzük ezeket *tőke/költség-helyettesítő* szabályváltozásoknak! A szabályváltozások egy része például megváltoztatja a határokat a beruházási program keretében végzett "tőkésített" munka és a szolgáltatások termelése érdekében végzett "költségésített" munka között azáltal, hogy a korábban tőkésített munka egy részét költségként vagy - fordítva - a korábban költségként elszámolt munka egy részét tőkeként kezdi nyilvántartani. Más részük olyan kisebb értékű tőkejavakat sorol át az eszközállományból az anyag (pontosabban "egyéb input") költségek közé, mint például a kisbutorok, irodai kisberendezések vagy a szerszámok. Az is lehet azonban, hogy - éppen fordítva - a korábban költségként kezelt tételeket kezdi tőkeként kezelni. Ebből is látható, hogy a *tőke/költség-helyettesítő* szabályváltozásoknak két fajtája van:

- az egyik tőkét helyettesít költséggel,
- a másik költséget helyettesít tőkével.

Az 1990-es években SaskTel-ben több olyan tőke/költség-helyettesítő szabályváltozás is volt, amelynek következménye a költségek növekedése és a tőkeinput csökkenése volt.⁴⁶ A következő hat esemény történt:

1. 1992 májusában 50 millió dollárról 15 millió dollárra csökkent a beruházási programmal kapcsolatos egyedi projektek költségként való elszámolhatóságát korlátozó felső értékhatár. Ennek következtében 1992 májusa után több projektet tőkésítettek, mint tették volna a szabályváltozás nélkül. Gondos utánajárás után azonban kiderült, hogy 1995-ig nem volt olyan projekt, amelynek kezelését a szabályváltozás érintette. Ez azt jelenti, hogy a változás bevezetése nem eredményezett torzítást, tehát módosításra nem volt szükség. Ez a példa olyan eseteket illusztrál, amelyek nem igényelnek speciális eljárást. Fontos megjegyezni, hogy a módosító eljárás szükséges vagy szükségtelen voltát csak a tények alapos ismeretében lehet megítélni. Ha például már 1992 augusztusában lett volna érintett projekt, akkor szükség lett volna az általa keltett torzítás semlegesítésére.
2. 1993 októberétől kezdve valamennyi addig tőkésített alkalmazásiszoftver-fejlesztést költségként kellett elszámolni. A gondos utánajárás ebben az esetben azt derítette ki, hogy 1993 előtt jelentéktelen volt a tőkésített szoftverfejlesztések értéke, ezért olyan döntés született, hogy szükségtelen lenne bármiféle korrekció.
3. 1995. január 1-jével kezdődően a felhasználói végberendezések bizonyos kategóriáit a lakossági és intézményi előfizetők esetében egyaránt költségesítették és egyidejűleg törölték az eszközök közül. Úgy is mondhatnánk, hogy "tőkétlenítették" őket. Ez módosítást igényel. A módosítás lényege az, hogy a változás évében a változást meg nem történné kell feltételezni és ennek a feltételezésnek az alapján kell a megelőző évvel való összehasonlítást elvégezni, míg a változás évét követő évvel való összehasonlítást olyan feltételezés alapján kell elvégezni, hogy a változás az év elején történt. A jelen esetben ez utóbbira nincsen szükség, mert a változás valóban január 1-jén történt. Ezért teendők annyi, hogy az 1995/1994 összehasonlítás céljaira az 1995-ös tőkeállományhoz hozzáadjuk a változás által érintett állományt, a költségekből pedig levonjuk a változás által kialakított költségnövekményt. A számviteli osztály szerint az 1995-ös költségek mintegy 7,4 millió dollárral magasabbak lettek, mint lettek volna a szabály megváltozása nélkül. Ebből 5,2 millió dollár volt a munkaköltségek növekménye,⁴⁷ míg a fennmaradó 2,2 millió dollárral az anyagköltségek emelkedtek. Az érintett végberendezéseknek a teljes nettó értéke 1994 végén összesen 15,708 millió dollárra rúgott. Ezt az összeget levonjuk az ST szubaggregátum teljes könyv szerinti nettó eszközértékéből és az 1994-et követő három év során három egyenlő 5,236 millió dolláros részletben amortizáljuk, vagyis minden évben ennyit adunk hozzá az éves amortizációk összegeihez.
4. 1995 januárjában az irodai kisbutorok és kisberendezések tőkésíthetőségének alsó értékhatára 20 ezer dollárról 150 ezer dollárra emelkedett. Ez elég nagy ugrás ahhoz, hogy legyen számottevő torzító hatása. Volt is. 1985-ben a számviteli becslések szerint a változás hatására 1,243 millió dollárral voltak nagyobbak az anyagköltségek, mint egyébként lettek volna. Ez a látszólagos többletköltség levonásra került az 1995-ös anyagköltségből. Azoknak a tételeknek a teljes nettó értéke, amelyek beszerzési ára 20 és 150 ezer dollár között volt 1994 végén összesen 2,975 millió dollárra rúgott. Ezt az összeget levonjuk a GE szubaggregátum teljes könyv szerinti nettó eszközértékéből és az 1994-et követő öt év során öt egyenlő 595 ezer dolláros részletben amortizáljuk, vagyis minden évben ennyit adunk hozzá az éves amortizációk összegeihez. Az 1995-ös anyagköltségekből való levonás által az 1995/1994 összehasonlítást tükröző anyaginput volumenindexnek a szabályváltozás

⁴⁶ Más cégeknél vagy más periódusokban természetesen megfordulhat a változások iránya és a nyilvántartott eszközállomány értéke növekedhet a költségek kompenzáló csökkenése mellett. Ilyenkor a tőke költséget helyettesít. SaskTel-nél azonban nem ez történt, hanem a költség helyettesített tőkét.

⁴⁷ A munkainputtal kapcsolatos számítások során már kezeltük az 5,2 millió dolláros növekményt, azaz az 1995/1994 összehasonlítás céljaira levontuk az 1995-ös munkaköltségekből. Ugyanakkor azt is ígértük, hogy itt - a tőke kapcsán - részletes leírást adunk a szabályváltozásról.

miatt előállott felfelé való torzítottsága megszűnt. Itt ugyanis olyan feltételezés érvényesült, amely szerint a szabályváltozás nem volt hatással az anyaginput árindexére, vagyis teljes egészében az anyaggá minősített inputvolumen nagyságát növelte. A módosítás ezt küszöbölte ki.

Bármennyire jelentéktelennek látszik is a tőkésíthetőség értékhatárában bekövetkezett egyszeri változás, hatásai bonyolultak és messzire nyúlnak. Minden érintett jelenség sorsát külön-külön meg kell vizsgálni. Az anyagköltségeket például csak 1995-ben kellett módosítani, más években nem, mert a szabály csak 1995/1994 vonatkozásában változott. A GE elnevezésű tőke szubaggregátumban sem kellett változtatásokat eszközölni. Ennek az a magyarázata, hogy az adatok forrása az 1999-es évre vonatkozó CAM volt, amely az akkor meglévő állapotokat és szabályokat (definíciókat, amortizációs rátákat) tükrözte a korábbi korcsoportok vonatkozásában is, vagyis eleve nem vette figyelembe azokat a szabályokat, amelyek 1995 januárjában megváltoztak. Erre a jelenségre vonatkozólag bővebb magyarázatot tartalmaz az alábbi (3.3.4.2) pont. Ajánljuk, hogy olvasása után az olvasó térjen vissza ide annak jobb megértése érdekében, hogy miért nem volt szükség változtatásra.

5. 1995. január 1-jén más szabályváltozás is történt, mégpedig az OP szubaggregátumba tartozó szerszámok vonatkozásában. A szerszámok tőkésítésének alsó értékhatára 20 ezer dollárról 150 ezer dollárra emelkedett, követve ezzel az irodai kisbutorok és kisberendezések tőkésítésének ugyanekkor bekövetkezett korlátmódosítását. A szerszámok esete módszertanilag nem tartalmaz újat, ezért most a részleteket nem ismertetjük.
6. 1996. január 1-jén az OP szerszámokat követték a CO szerszámok. A tőkésítés alsó értékhatára itt is 20 ezer dollárról 150 ezer dollárra emelkedett. Ezzel sem foglalkozunk

Mint ezt a fenti példákban is láthattuk, a számviteli szabályok *tőke/költség-helyettesítő* változása a változás évében és esetleg az azt követő évben is jelentős mértékben torzíthatja a teljes input volumenindexét és ezzel a termelékenység mért növekményeit is. Korrekcióra azért van szükség, mert a számviteli szabályok változása nem valóságos inputarány-változásokat takar. A korrekció lényege minden esetben az, hogy minden egymást követő évpárra nézve azonos - bázisévi - számviteli szabályok legyenek érvényesek.

3.3.4.2 Módosítások az eszköz diszkontinuitás hatásának semlegesítésére

A tőketanulmányoknak - mint amilyen a CAM is - van egy sajátos általános problémájuk, amelyre tekintettel kell lenniük a termelékenységi tanulmányok készítőinek. Az alábbiakban ezzel foglalkozunk és a SaskTel tőketanulmányát használjuk illusztrációként.

Mint az előző fejezetben láttuk, a tőkeinput változóinak kiszámításához a CAM ad egy $(m \times n)$ dimenziójú mátrixot, amelyben m tőkekategória mindegyikére nézve n korcsoport található. A CAM a mátrixot minden évben előállítja az abban az évben létező bruttó és nettó tőkeállományra nézve. Ha tehát a SaskTel tanulmány 2000-ben készült és az utolsó év, amelyre nézve adatokat kapott 1999, akkor a CAM az 1999-ben létező tőkeállományt modellezi. Ennek két következménye van. Először is a CAM-ban megtalálhatók az 1999 elején még működő állomány összes létező korcsoportjai, akármilyen régiak is azok. Ez szerencsés körülmény, mert lehetővé teszi, hogy a termelékenységi tanulmányban megfelelően kezelni tudjuk az egész állományt. Másodszor az 1999. évi CAM nem tartalmazza mindazokat a tőkeállományokat, amelyek az 1999-et megelőző években léteztek ugyan, de 1999-ben már nem, mert időközben lejárt az életciklusuk és kielejezték őket. Ezt a jelenséget nevezzük *eszköz diszkontinuitásnak*. Bizonyos esetekben súlyos problémák eredhetnek belőle. Ha ugyanis SaskTel csak 2000-ben fejlesztette volna ki a CAM-et, akkor ez a modell alkalmatlan lett volna arra, hogy kezelje a korábbi évek tényleges tőkeállományát. Minél jobban visszament volna időben, a múltbeli tényleges tőkeállományoknak annál nagyobb része hiányzott volna a modellből, mert hiszen annál nagyobb lett volna az 1999-et meg nem ért tőkék nagysága. Ennek következményeként a termelékenységi tanulmány felfelé torzította volna a tőkeinput volumenindexét és ezzel az összes input volumenindexét is, ami viszont az éves termelékenységnövekmények lefelé történő torzításához vezetett volna.

Szerencsére a SaskTel-nél az eszköz diszkontinuitás nem okozott problémát, mert a cég évtizedek óta rendelkezik CAM-mel. Ha tehát például azt vizsgáljuk, hogy miként változott a tőkeinput volumene mondjuk 1992-ről 1993-ra, akkor egyszerűen elővesszük az 1992-es és 1993-as CAM adatbázisokat, amelyekből hű képet nyerünk az azokban az években ténylegesen létezett tőkeállomány nagyságáról, összetételéről stb. Magyarországon azonban a távközlési szolgáltatók nem rendelkeznek CAM-ekkel, ezért a diszkontinuitás súlyos gondok forrása akkor, ha a termelékenység elemzését egy legalább tízéves periódusra visszamenőleg kívánjuk megvalósítani. Annak érdekében, hogy megfelelő illusztrációt tudjunk nyújtani a nehézség kezelésére, a valóságtól eltérően feltételezzük, hogy SaskTel az 1999 előtti évekre vonatkozólag nem rendelkezett CAM-mel.

Természetesen a CAM-ből leszármaztatható $(m \times n)$ dimenziójú mátrixok visszavonhatatlanul hiányoznak. Ezen az elemző nem tud segíteni. Rendelkezésre állnak viszont egyfelől az elmúlt évekre vonatkozó számviteli tényadatok, másfelől pedig az 1999-ben létező állomány korcsoportjai, amelyeket minden múltbeli évre vonatkozólag összegezni lehet. A bruttó és a nettó könyv szerinti összegezett értékeket ezután össze lehet hasonlítani a számvitelből rendelkezésre álló történelmi információval, amely megmutatja, hogy melyik múltbeli évben ténylegesen mekkora volt a bruttó és a nettó tőkeállomány. A történelmi tényt szám nagyobb lesz az 1999-es év korcsoportjainak az összegénél. Ha az elemző gondosan jár el és nem vezet be az összehasonlításba módszertani következtetlenségeket,⁴⁸ akkor a különbséget teljes egészében az adott évben létezett, de 1999 elejére már kiselejtezt állomány adja. Ha minden évre képezünk egy-egy aggregált *diszkontinuitási módosítási tényezőt* - amely a számviteli történelmi érték és a korcsoportok adott évi összegének a hányadosa - és ezzel a tényezővel módosítjuk a CAM mátrixának az adott évre vonatkozó elemeit, akkor azt érjük el, hogy megszüntetjük a tőkeinput volumenindexének egyirányú (felfelé) való torzítását és azt olyan torzítással váltjuk fel,

- amelynek nagysága lényegesen kisebb az eredeti torzítás nagyságánál
- és iránya meghatározatlanná válik, azaz a torzítás egyaránt történhet felfelé és lefelé.⁴⁹

A módosítás olyan feltételezésen nyugszik, hogy a módosítási tényező, amely a tényleges és a modellezett könyv szerinti eszközérték hányadosa, egyenlő a tényleges és a modellezett folyóáras (jelenértékű) tőkeértékek hányadosával is. A tényező ugyanis csak ekkor használható arra, hogy segítségével a folyóáras CAM mátrix megfelelő elemét korrigáljuk.

Mint ezt már a munkainput kapcsán, valamint fentebb a tőkeinput kapcsán a 3.3.4.1 pontban is tárgyaltuk, 1995. január 1-jén módosultak a felhasználói végberendezések nyilvántartására vonatkozó számviteli szabályok. Ismertettük a szabályok változása következtében előálló torzítások kiküszöbölése érdekében végzett módosításokat. Ezek azonban nem elégségesek. A diszkontinuitással kapcsolatos eljárásunk egy másodlagos módosítást is szükségessé tesz, mert az eszközösítéssel egybekötött tőkétlenítés arra is alkalmas, hogy eltorzítsa a diszkontinuitási módosítási tényezőket. A SaskTel esetében az történt, hogy az 1995., 1996. és 1997. években nem vettük figyelembe a tényleges/modellezett hányadosokat, hanem ehelyett a másik hét év hányadosainak az egyszerű számtani átlagát vettük és ezt alkalmaztuk ebben a három évben is. Ezek ugyanis nem feltétlenül pontosan, de a figyelembe nem vett tényezőkénél biztosan sokkal kisebb torzítással tükrözik az eszköz diszkontinuitás hatását.

A módszer értékeléseként megállapítható, hogy a diszkontinuitás miatt létező hibát ugyan nem tudjuk kiküszöbölni, de képesek vagyunk arra, hogy torzító hatásait jelentős mértékben mérsékeljük. A SaskTel 1999-es CAM-jéből vett értékeket a megfelelő régi számviteli rekordokból kinyert értékekkel összehasonlítva kaptuk azokat a diszkontinuitási módosítási tényezőket, amelyeket az A(3.1.2.1.1) és az A(3.2.2.1.1) táblában foglaltunk össze. A két táblából kiviláglik, hogy nemcsak a tőkeállományok összegére, hanem az öt szubaggregátumra külön-külön is el tudtuk végezni az összehasonlításokat.

⁴⁸ Módszertani következtetlenség jön létre, ha a CAM-nek olyan változatával dolgoznak, amely az amortizációt a műszaki ráták szerint számítja. Ekkor a nettó értékek különbségében a műszaki és számviteli ráták közötti különbség hatása is megjelenik és a módosítás ezáltal használhatatlanná válik.

⁴⁹ Elvileg kívánatos az, ha valamely egyirányú torzítást meghatározatlan irányú torzítással válthatunk fel. Az utóbbi ugyanis felveszi a véletlen hibák bizonyos tulajdonságait, ami azt jelenti, hogy ha alkalmazásakor nem követünk el szisztematikus hibát és tényezőnket nagyszámú elemre alkalmazzuk - mint a jelen esetben az m tőkekategóriára - akkor az elkövetett hiba várható értéke közelíteni fogja a zérót. Mindez persze nem egzakt módon, hanem durván, nagyjából és tendenciaszerűen érvényesül.

Az adott esetben ez a javítás fontos volt, hiszen az egyes szubaggregátumok tényezői jelentősen különböznek egymástól és eltérő az időbeli változásaik módja is. Másrészt - mint ahogyan ez a táblákhoz írt megjegyzésekből kitűnik - megfelelőnek találtuk azt, ha a nettó értékeket is a bruttó értékek alapján számított tényezők szerint módosítjuk.

Elvárásunk az, hogy a tényezők időben monoton csökkenő sorokat alkotnak. Az az első látásra meglepő tény, hogy a várt monoton csökkenés nem minden évben valósul meg, arra hívja fel az elemző figyelmét, hogy a kivételt képező években olyan szerkezeti módosulások érték az adott szubaggregátum tőkeállományát, amelyek maguk is módosításokért kiáltanak. Megfelelő korrekciók elvégzése után a monotonítás valóban minden évben és minden szubaggregátumban teljesül. Az A(3.1.2.1.1) és az A(3.2.2.1.1) táblákban azonban még nem hajtottuk végre a módosításokat abból a célból, hogy illusztrálni tudjuk annak módját, ahogy a tényezők felhívják a figyelmet a további módosítások szükségességére.⁵⁰

A tényezőkkel való számítások részleteit a tőkeinput számítások menetéről szóló 3.5 alfejezetben közöljük.

3.3.4.3 Módosítások a hozzájárulások hatásának semlegesítésére

"Hozzájárulás" néven foglaljuk össze a beruházási ráfordítások egy részének az előfizetők által történő finanszírozását. Módszertani szempontból a jelenség fontos. Egyrészt azért, mert sokféle esetben kerülhet sor arra, hogy az előfizető a szolgáltatáshoz való gyorsabb és/vagy jobb hozzáférés érdekében részt vállal a szolgáltatás nyújtásához szükséges ráfordítások finanszírozásában. A múltban a különböző országokban különféle sémák léteztek a lakossági előfizetők által történő hozzájárulásra. A jelenre és - várhatóan - a jövőre is inkább az a jellemző, hogy nagy intézményi előfizetők választják a ráfordítások egy részének finanszírozását. Másrészt a hozzájárulásnak módszertani szempontból azért is nagy jelentősége van, mert olyan esetet illusztrál, amelyben szükségessé válik egy-egy év adatainak kétféle kezelése aszerint, hogy az év az összehasonlítás bázisévéként vagy tesztévéként (tárgyévéként) szerepel-e. Az azonos szerkezetre hozott évpároknak és az évek "megduplázásának" a jelentőségét demonstrálja.

Módosításra azért kell sort keríteni, mert a termelékenységi tanulmány a szolgáltató összes outputjának az összes input segítségével történő termelését vizsgálja. A hozzájárulás által létrehozott eszközök a tényleges, működő tőke részét képezik, hozzájárulnak - mégpedig az előfizető számára kritikusan fontos módon, hiszen azok ezért vállalják fizetésüket - az output létrehozásához. Ezek az eszközök azonban nem képezik a szolgáltató tulajdonát, mert létrehozásukat nem a szolgáltató, hanem az előfizető finanszírozta. Miután az előfizető tulajdonát képezik, nem szerepelnek a számviteli mérlegben és a számvitel eszközaiban sem. Ha ennek következtében a CAM-ből is kimaradnak, akkor a termelékenységi tanulmány külön módosítás hiányában szisztematikusan lefelé torzítaná a tőkeinput volumenét. A módosítás feladata ilyen esetben az, hogy "visszacsempéssze" a tőkeállományba a hozzájárulás által létrehozott - de a CAM által figyelembe nem vett - tőkejavakat.

Természetesen ha sikerül rávenni a CAM felelőseire, hogy a szóbanforgó tőkejavakat is vegyék figyelembe, akkor elhárul a torzítás veszélye és a külön módosítás szükségessége. Ugyancsak nem kerül sor módosításra akkor, ha a szolgáltató egyszerűen "bekebelezi" és a magáénak tünteti fel azokat az eszközöket, amelyeket az előfizetői hozzájárulás hozott létre. Ez történhet indokolt módon - amikor az előfizető megfelelő ekvivalens kárpótlást kap, például olcsó vagy ingyenes szolgáltatás formájában - de gazdaságilag és jogilag indokolhatatlan bekebelezésekre is vannak történelmi példák egyes országokban.

A számvitelnek és a menedzsmentnek vannak pontos adatai a mindenkori hozzájárulásokról. Ugyancsak léteznek adatok azokról az eszközökről, amelyeket a hozzájárulások hoztak létre. Itt persze néha nehézségek merülhetnek fel, mert nem minden esetben sikerül a hozzájárulások és az eszközök közötti közvetlen kapcsolat kimutatása. Vannak ugyanis közösen finanszírozott (jointly financed) eszközök. Az alábbiakban az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a hozzájárulások ilyen esetekben is allokalhatók a létrejött eszközökre. A probléma nem is annyira ez, mint inkább az a

⁵⁰ Az egy-egy évben időben növekedést mutató tényezők mögött a SaskTel esetében az is áll, hogy amíg a CAM azt feltételezi, hogy az új eszközök üzembe helyezése mindig az év közepén történik, a valóságban az új eszközök üzembe helyezésének az éven belüli ütemezése különféle tényezők hatására egy-egy évről a következőre igen nagy mértékben eltér.

körülmény, hogy számvitel csak beszerzési áron tartja nyilván a hozzájárulásból finanszírozott eszközöket. Korcsoportokra, a beszerzést követő időszak árváltozásaira, az amortizációra, az életciklus végi kiadásokra és bevételekre stb. vonatkozólag nem létezik információ, ezért azok a műveletek, amelyeket a CAM végez, a hozzájárulásból finanszírozott eszközökre nézve nem végezhetők el. Kritikus a nettó értékek és a jelenértékre átárazott (inflált) értékek hiánya.

Annak érdekében, hogy megoldhassuk a a hozzájárulásból finanszírozott eszközök megfelelő figyelembe vételét, a következő három eljárást alkalmazzuk:

1. Olyan feltételezés alapján, hogy a hozzájárulás értéke teljes egészében "tőkésítődik" az általa létrehozott eszközök bruttó könyv szerinti értékében, minden egymást követő év által képzett évpár bázisévében az azévi tényleges hozzájárulások összegét hozzáadjuk a bázisévi folyóáras tőkeértékhez.
2. Minden egymást követő év által képzett évpár tárgyévében:
 - a bruttó eszközérték vonatkozásában a módosításnak a modellezett tőkeállomány értékéhez adandó értéke egyenlő a tárgyévi tényleges hozzájárulások értékének és a bázisévi tényleges hozzájárulások tárgyévi árszínvonalra inflált értékének az összegével;
 - a nettó eszközérték vonatkozásában ugyanígy járunk el, de a bázisévi tényleges hozzájárulást nemcsak a tárgyévi árszínvonalra infláljuk, hanem levonunk belőle egy évnyi amortizációt is.

Ezen a ponton fontos megjegyezni, hogy továbbra sem vesszük figyelembe azokat az eszközöket, amelyeket a tárgyévet megelőző években nyújtott hozzájárulások hoztak létre. Ezt természetesen csak az illusztráció átláthatósága céljából tesszük. A valóságban a korábbi évek hozzájárulásait is figyelembe lehet venni.

3. Amikor a bázisévi hozzájárulást a tárgyévi árszínvonalra árazzuk át (infláljuk), akkor feltételezzük, hogy minden szubaggregátumon belül a hozzájárulásból létrehozott eszközök beszerzési árában bekövetkező változások egyenlőek a szolgáltató saját finanszírozásában megvalósuló eszközök beszerzési árainak változásaival.
4. A bázisévi hozzájárulás tárgyévi nettó összegét olyan feltételezés mellett számítjuk ki, hogy a hozzájárulásból finanszírozott eszközök minden szubaggregátumban ugyanolyan mértékben amortizálódnak, mint a saját finanszírozásban megvalósuló eszközök. A bázisévi hozzájárulás által finanszírozott eszközök amortizációs értékvesztését eszerint úgy számítjuk ki, hogy a bázisévi hozzájárulás összegét megszorozzuk az $1 - \delta_h$ tényezővel, amelyben δ_h a h -adik szubaggregátum szintjén létező amortizációs ráta.

3.3.5 A számítások menete

Kövessük ezek után lépésről lépésre a számításokat! Az illusztráció jobb követhetősége érdekében a lépéseket táblákba foglaltuk. Kiindulópontunkat azok a számviteli adatok képezik, amelyeket az A(3.1.1.1) tábla tartalmaz. A tábla az eszközállomány bruttó értékeit mutatja beszerzési áron minden év végén. Mind az öt szubaggregátumra vonatkozólag rendelkezünk adatokkal az 1988-tól 1999-ig terjedő időszak minden évre. Az év végi adatokból egyszerű átlagolással számítunk évi átlagos bruttó eszközértékeket az A(3.1.1.2) táblában. A valóságban ezt a lépést a CAM keretei között végzik el. A bruttó értékek adatait az A(3.1.1.1) és A(3.1.1.2) táblában, a nettó értékek adatait pedig az ezekkel azonos szerkezetű A(3.2.1.1) és A(3.2.1.2) táblában helyeztük el.

Ugyancsak a CAM-ből származó eredmény az átárazás eredményeként nyert folyóáras (jelenértékű) - más néven "inflált" - bruttó eszközérték, amelyet minden évre és szubaggregátumra nézve bemutatunk az A(3.1.2.1) táblában. A nettó értékek az A(3.2.2.1) táblában találhatók. A TPI jelzésű árindexeket illetően a nagy terjedelembre való tekintettel nem közlünk dezaggregált információt, hanem csak a szubaggregátum szintű indexeket mutatjuk be az A(3.1.2.2.1) táblában. Ezek tényadatokra épülnek, az adatok bizalmas jellege miatt azonban esetenként eltorzítottuk az indexek számszerű értékeit. Így például a CO szubaggregátumban az időszak egészére jellemző az árindex nagyarányú csökkenése, a GE szubaggregátumban viszont a tényleges indexek magasabbak voltak a táblában mutatotaknál. Máshol is változtattunk, mégpedig néha véletlenszerűen, néha pedig annak érdekében, hogy a CO és GE szubaggregációban okozott adatmanipulációk ne változtassák meg a végső eredményt, a

tőkeinput volumenindexét. Az A(3.1.2.2.1) táblában található TPI-okat a bruttó és a nettó érték esetében egyaránt alkalmazzuk. Ez az eljárás helyesnek tekintendő, hiszen a TPI a beszerzési árakban bekövetkező időbeli változásokat mutatja.

Az évi átlagos bruttó (illetve nettó) eszközértékeknek a diszkontinuitás és a hozzájárulás miatt módosított adatait az A(3.1.2.2) illetve az A(3.2.2.2) tábla mutatja. Az A(3.1.2.1) illetve az A(3.2.2.1) táblával való összehasonlításban látható, hogy a föld kivételével minden szubaggregátum érintett - egyesek egyes években igen nagy mértékben. A módosítás tehát a módszertan fontos eleme.

Térjünk most ki a hozzájárulások miatti módosítás menetére. A jelenség és a vele kapcsolatos eljárás lényegét az előző alfejezetben ismertettük. A SaskTel menedzsmentje rendszeresen megkapja a gazdasági elemző osztálytól a hozzájárulás nagyságára vonatkozó adatokat. Ezeket az A(3.1.5) táblában összegezzük és becsült hozzájárulásoknak nevezzük, mert nemcsak mért, hanem becsült elemeket is tartalmaznak. Látható, hogy a hozzájárulások valóban majdnem teljes egészükben a hálózati felhasználói végberendezések és transzmissziós berendezések vonatkozásában történtek, valamint kis mértékben érintették a csomóponti berendezéseket is. A számításokat a bruttó értékre vonatkozólag az A(3.1.3) tábla, a nettó értékre vonatkozólag pedig az A(3.2.3) tábla tartalmazza. A táblákban *évpárok*at látunk. Az egyes évek adatai különböznek aszerint, hogy az adott évet az összehasonlítás báziséveként vagy tesztéveként (tárgyéveként) használjuk-e. Az A(3.1.5) táblából vett tényleges hozzájárulások minden évben a "bázis" jelzésű sorokban jelennek meg. Ezekkel módosítjuk a bázisévi bruttó illetve nettó eszközértékeket. A következő évben is felhasználjuk őket módosításra, előbb azonban infláljuk őket. A következő év árszínvonalára történő átárázásuk ugyanazoknak a TPI-oknak a segítségével történik, amelyek az adott szubaggregátumra egészében jellemzőek (vagyis az A(3.1.2.2.1) táblából származnak). Most az A(3.1.3) táblában egy üres sor következik, az A(3.2.3) táblában pedig "net" jelöléssel bevezetjük a 3.3.4.2 pontban említett $1 - \delta_h$ tényezőt a bázisévi hozzájárulás által létrehozott eszközértékben a tárgyidőszak során bekövetkezett amortizáció figyelembe vétele céljából. A következő sorban az átárázott (inflált) bruttó értékek, illetve az inflált és amortizált nettó értékek találhatók. Ezeket hozzáadjuk a következő évi tényleges hozzájárulások értékeihez és így nyerjük a következő év mint tesztév módosítását.

A számítás következő lépéseként az A(3.1.2.2) táblában található bruttó, illetve az A(3.2.2.2) táblában található nettó átlagos eszközértékeket az A(3.1.3) illetve az A(3.2.3) táblákban kiszámított összegekkel módosítjuk. A módosítások eredményeit a bruttó értékre az A(3.1.4) tábla, a nettó értékre pedig az A(3.2.4) tábla tartalmazza. Ezekből a táblákból szemléletesen kitűnik az időszak évpárokra bontása, valamint az, hogy ugyanazt az évet másként kezeljük ha tárgyévként funkcionál, ahhoz képest, amikor bázisévként szerepel.

Az évpárok segítségével az A(3.3.1) táblában minden szubaggregátumra nézve kiszámítjuk a bruttó és a nettó eszközállományok költségindexeit. Az árindexeket az A(3.1.2.2.1) táblából vett TPI-ok képviselik. Ezekkel rendre elosztjuk a költségindexeket, hogy megkapjuk a bruttó illetve nettó eszközállományok implicit volumenindexeit. Az A(3.3.1) tábla az amortizálódó tőke szubaggregátumaira vonatkozólag tartalmazza a számítási eredményeket. A nem amortizálódó föld esetében a számítások ugyanígy zajlanak, de azzal a különbséggel, hogy itt nincsen nettó érték. Az eredményeket az A(3.3.2) táblában közöljük. Ezzel megszülettek a szubaggregátumoknak az összes tőkeinput egyetlen volumenindexévé aggregálandó volumenindexei. Aggregálásukhoz költségrészesedési súlyokra van szükség, ezért a számítások ezeknek a súlyoknak a kiszámításával folytatódnak.

3.3.6 A tőkeinput ára

A tőkeinput ára a tőke egy egységére jutó összes olyan költség, amely azért merül fel, mert termelési folyamatában a távközlési szolgáltató tőkét foglalkoztat. A "tőke ára" és a "tőke költsége" kifejezéseket ezért a továbbiakban ekvivalensként kezeljük. Szükséges a tőke árának-költségének az ismerete, mert a költségrészesedések alkotják az ár- és volumenindexek számításakor az egyedi ár-, illetve volumenváltozások átlagolásakor használatos súlyokat. A tőkeár ismerete nélkül nem lehetséges a tőkeinput és a teljes input ár- és volumenindexeinek a kiszámítása.

A tőke árát úgy kell meghatároznunk, hogy az konzisztens legyen az egyéb termelési tényezők áraival. A bérbevett eszközök esetében az ár eleve konzisztens formájú, hiszen a bérleti díj ugyanolyan folyó termelési költséget képez, mint a munka vagy az anyagok költségei. Saját tulajdonú eszközök

esetében a tényleges költség bonyolult formában jelentkezik és közvetlenül nem összehasonlítható a munka és az anyagok költségeivel. Az összehasonlíthatóságot a bérbeadott eszközök *bérleti díjára* vonatkozó analógia alapján érjük el.

A bérleti díj analógiája arra a feltételezésre épül, hogy a saját tulajdonban lévő eszköz ára és a vele azonos bérelt eszköz bérleti díja között *ekvivalencia* létezik. Az ekvivalencia azt jelzi, hogy bármely saját eszköz bármely adott ára esetén létezik egy olyan bérleti díj, amely *semleges választást* eredményez közöttük, vagyis amely bérleti díj fennállása esetében az illető eszköz használója számára az eszköz tulajdonlása és bérlete éppen egyformán gazdaságos, azaz gazdasági alapon nem tudja eldönteni, hogy vásároljon-e vagy béreljen. Ez az *ekvivalens bérleti díj*. Természetesen létezik ekvivalens tulajdonosi ár is, amely bármely bérelt eszköz bármely bérleti díjához rendeli azt az árat, amelynek érvényesülése esetén a tulajdon a bérlettel éppen azonos gazdasági elbírálás alá esik. Ez azonban a termelékenységi tanulmányokban nem használható, mert olyan tőkeárat képvisel, amely nem konzisztens a munka- és anyaginputok árainak a formájával.

Hatékony eszközpiacokon valóban léteznek olyan mozgások, amelyek a tulajdonosi árak és a bérleti díjak kiegyenlítődéseként - az ekvivalencia megvalósulásának - az irányában hatnak. Ha ugyanis a saját tulajdonban lévő eszközök árai nem egyeznek meg a velük azonos bérbevett eszközök bérleti díjaival, hanem mondjuk a bérlet olcsóbb, akkor a vállalatok saját tulajdonú eszközeiket addig fogják bérelt eszközökkel helyettesíteni, amíg a bérleti díjak ezáltal történő felhajtása és a tulajdonosi árak csökkentése révén az egyenlőség ki nem alakul. Ellenkező esetben - vagyis ha a bérlet drágább - a bérelt eszközöket helyettesítik saját tulajdonú eszközökkel, ismét addig, amíg kialakul az egyenlőség.

Ha az eszközpiac tökéletlen, akkor nem valósul meg az ekvivalencia. A saját tulajdon költségénél tartósan olcsóbb bérelti díjú eszközöket ilyenkor tartósan bérlik, a tartósan drágábbakat pedig megvásárolják. Ekkor is létezik azonban ekvivalens bérleti díj, amelynek megjelenése esetén tökéletlen piacokat feltételezve is kialakulna a semleges választás helyzete. A bérleti díj analógia alkalmazásának tehát nem feltétele az, hogy az eszközpiacok hatékonyak legyenek. A tőkeárak a bérleti díj analógián alapuló leegyszerűsített képlete

$$w_k = b_k(\delta + i + \tau), \quad (19)$$

ahol δ , i és τ sorrendben az amortizációs rátát, a pénzügyi költségek rátáját és az adókölségek rátáját jelzik, b_k pedig a beszerzési ár indexét. A képletet a vállalati jövedelemadóval kapcsolatos szabályok bonyolíthatják olyan esetekben, amikor az adózás céljaira figyelembe vett amortizációs ráták eltérhetnek a számviteli amortizációs rátáktól. Ezek általában számszerűleg nem nagy hatású módosítások, ezért most nem vezetjük be őket a számításba. A bérleti díj analógia segítségével meghatározott képletből kitűnik, hogy a tőke összes költsége háromféle elemből tevődik össze. Ezek:

1. amortizáció
2. pénzügyi költségek
3. tőkeadó-költségek

A bruttó értéken alapuló számításokhoz ezeket az elemeket - a nagyvolumenű és a pénzügyi költségek esetében meglehetősen bonyolult részletek teljes mellőzésével – az A(3.4.1) tábla tartalmazza. A nettó értéken alapuló számításokat az ezzel azonos szerkezetű A(3.5.1) tábla tartalmazza. A táblákban először a szubaggregátumokra vonatkozó átlagos amortizációs rátákat közöljük. A ráták az éves összes amortizációs költség és az összes bruttó illetve nettó eszközérték hányadosai.⁵¹ Ezután rátákat számolunk a pénzügyi és az adókölségekre nézve is. Ez úgy történik, hogy vesszük a SaskTel pénzügyi osztálya által rendelkezésünkre bocsátott pénzügyi költségadatokat, ezek összegét beépítjük a táblába, majd pedig elosztjuk a táblában ugyancsak megjelenített összes bruttó tőkeértékkel. A nettó érték esetében ugyanezt tesszük az A(3.5.1) táblában.

A pénzügyi költségek a kölcsöntőke és a részvénytőke költségei. A kölcsöntőke kamatköltségei számos különleges tételt foglalhatnak magukba olyan esetekben, amikor a kölcsön nyújtása és visszafizetése külföldi pénznemekben történik. Ezek egy része az átszámítási kulcsokkal kapcsolatos nyereségekkel vagy veszteségekkel függ össze. Más részük a kölcsöntőke bizonyos formáihoz (pl.

⁵¹ Vagyis az A(3.5.1) táblában látható magasabb ráták mögött ugyanaz az éves amortizációs költség rejtőzik, mint az A(3.4.1) táblában látható alacsonyabb ráták mögött. Csak a nevezőként funkcionáló eszközérték alacsonyabb, mert hiszen az A(3.5.1) táblában a nettó és nem a bruttó értékkel osztunk, mint azt az A(3.4.1) táblában tettük.

sinking funds) vagy a visszafizetés illetve újrafinanszírozás feltételeihez (pl. gains on debt retirement) kötődik. További bonyodalmak forrása lehet az, hogy a kamatok egy része nem a termelési folyamatot, hanem a beruházási programot terheli (interest charged to construction). Végezetül azt is megemlítjük, hogy a kamat nemcsak költség, hanem bevétel is (pl. interest on temporary cash investments) és a költségeket csökkenteni kell a kamatbevételek összegével. A fentiekből kitűnik, hogy a SaskTel pénzügyi osztályának nem volt egyszerű a feladata, amikor meg kellett határozni a tőke pénzköltségét. A részvénytőke költségét nem az osztalék, hanem a "megtermelt" nyereség valamilyen mutatója képviseli. Egyes tanulmányokban nem a tényleges költséget, hanem a "normálprofitot" képviselő költséget veszik figyelembe. A normálprofit megbízható becslése azonban olyan feladat, amely valószínűleg meghaladja egy magyar távközlési termelékenységi tanulmány kereteit, ezért itthon még jó ideig nem lesz kivitelezhető.

A tőkeadó-költségeket mindazok a - gyakran helyi önkormányzati - adók képviselik, amelyek valamilyen módon az eszközállományt használják adóalapul. Ugyancsak ide sorolják azokat az adókat és adójellegű kifizetéseket is, amelyeknek nincsen adóalapjuk, tehát nem mondható el róluk, hogy az árbevétel, a profit vagy valamilyen specifikus input nagysága vagy értéke alapján vetik ki őket. Az adókötségek esetében a pénzügyi költségekhez hasonlóan járunk el, de itt az a különbség adódik, hogy a tőke nem minden eleme adóköteles. Ezt a tényt valamelyest egyszerűsített formában illusztráljuk annak a feltételezésnek az alapján, hogy az ST szubaggregátum teljes egészében mentes a tőkeadóktól, míg a másik négy tőke szubaggregátum teljes mértékben, minden elemében egységes ráta szerint adóköteles. Ez a feltételezés a SaskTel esetében történetesen megfelel a valóságnak, más szolgáltatókra vonatkozólag azonban az adózási szabályok az itt alkalmazottól eltérő feltételezéseket követelhetnek meg.

A három költségelem rátáit összegezzük az A(3.4.2) illetve az A(3.5.2) táblában a bruttó illetve a nettó tőkére nézve, majd pedig az összegezett ráták és az A(3.4.1) illetve az A(3.5.1) táblában található összes tőkeértékek segítségével kiszámítjuk a tőke összköltségét szubaggregátumonként. Ezeket is az A(3.4.2) illetve az A(3.5.2) tábla tartalmazza.

A szubaggregátumoknak az összes tőkeköltségéből való éves részesedéseit az A(3.4.3) illetve az A(3.5.3) táblában találjuk. Az ezekből származó átlagos költségrészesedések képezik a tőkeinput volumenindexének kiszámításához szükséges súlyokat.

A számítások végpontját alkotó volumenindexeket az A(3.6) táblában számítjuk ki — itt az egyszerűség és az összehasonlítás kényelme miatt ugyanabban a táblában a bruttó és a nettó tőkeértékekre is. A szubaggregátumok volumenindexei az A(3.3.1) és az A(3.3.2) táblából származnak. "Összes" fejléccel mutatjuk az ezekből számított Törnqvist volumenindexeket. A tábla valamennyi indexe láncindex, azaz az előző évhez képest bekövetkezett változások átlagos mértékét mutatja. A tőkeinput volumenindexeire nézve nem számítottunk bázisindexsorokat, mert ezek előállításának módját már másutt rögzítettük.

3.4 Az anyaginput mérése

Mindenek előtt visszaidézzük, hogy az anyaginput heterogén *reziduális* kategória, amelybe az anyagokon kívül az energia, egyes bérlemények, hirdetések, különféle komissiók, utazási költségek és sok más tétel által képviselt inputok is beletartoznak. Az "anyaginput" elnevezést csak annak egyszerűsége miatt használjuk, valamint azért, mert – az AT&T és Bell Canada tanulmányok nyomán – ez honosodott meg a termelékenység angol nyelvű irodalmában.

A költségeket a számvitel általában megfelelően nagy részletességgel nyilvántartja. Az igen nagyszámú elemi költségtételből a termelékenységi tanulmány céljaira szubaggregátumokat alakítanak ki. A Bell Canada tanulmánya például 15 szubaggregátummal dolgozott. A szubaggregátumok az elemi inputok rendkívüli mértékű heterogenitása miatt 15-nél jóval több kategória esetében sem lehetnek még megközelítőleg sem homogének. Ezért kialakításuk kritériuma nem is az aggregátum létezése, hanem más - gyakorlati - szempontokat követnek a termelékenységi tanulmányok készítői. A legfontosabb ilyen szempont a proxy árindexek létezése.

A számvitel ugyanis csak a mindenkori tényleges költségeket rögzíti. A költségek használhatók ugyan értékindexek (költségindexek) számítására, nem alkalmasak azonban arra, hogy segítségükkel ár- és volumenindexeket képezzünk. Az indexszámítás elvégzéséhez vagy volumenadatokra, vagy pedig

áradatokra van szükség. A volumenadatok megszerzése teljességgel reménytelen feladat, hiszen az anyaginput körébe tartozó elemi inputok száma igen magas, maguk az inputok pedig - amint ezt fentebb már próbáltuk érzékelteni - fizikailag rendkívül különbözőek. Az áradatoknak is csak egy része (pl. anyagárak, energiaárak) áll rendelkezésre. Más árakat oly módon lehet képezni, hogy az egyes szubaggregátumokra publikált forrásokból megfelelő proxy változókat keresünk. Szerencsére a statisztikai ügynökségek által publikált nagyszámú árindex között akadnak megfelelőek. Néhány példát idézve, a postai szolgáltatások publikált árindexei minden valószínűség szerint jól tükrözik a szolgáltató által igénybe vett postai szolgáltatások árainak alakulását. Feltehetően ugyanez az okoskodás érvényes a távközlési szolgáltatásokra, sőt egy sereg más szolgáltatásra is. A fogyasztói árindexek egyes komponensei alkalmasak arra, hogy segítségével reprezentáljuk például a felhasznált tisztítószer árainak időbeli alakulását. Más kategóriákra nézve a termelői vagy kiskereskedelmi árindexek közül választhatunk jó proxy indexeket. Léteznek végül olyan kategóriák is, amelyek annyira heterogének, hogy számukra nem létezik a természetéből adódóan megfelelő proxy. Ezekkel kapcsolatban az a gyakorlat alakult ki, hogy az árak alakulását valamilyen nagyon általános árindex - mint például a GNP vagy a GDP implicit árindexe - segítségével reprezentáljuk. Az eddig elmondottakból következik, hogy az anyaginput szubaggregátumainak kialakításakor olyan kategóriákat igyekszünk alkotni, amelyekre a leginkább találunk megfelelő proxy árindexeket.

Az indexek számítása többféleképpen is lebonyolítható. Gondos termelékenységi tanulmányokban több utat is használnak és a kapott különféle eredmények összehasonlító elemzése alapján empirikus úton döntenek el, hogy melyik módszer a legalkalmasabb. Az empirikus eljárás ajánlható, mert elméleti-módszertani útmutatások nem állnak rendelkezésre. Az alábbiakban az indexszámításnak azokat az eljárásait ismertetjük, amelyeket egyes nagyobb termelékenységi tanulmányok ténylegesen követtek.

1. A jelen értekezés szerzője által kialakított Bell Canada módszer lényege az, hogy létrehoz 15 (vagy ehhez közelálló számú) szubaggregátumot, ezekre nézve összegyűjti a számviteli költségadatokat, amelyeket a különféle szerkezeti változások által létrehozott torzítások kiküszöbölése érdekében többszörösen módosít, majd a módosított költségadatokból éves költségindexeket számol minden szubaggregátumra. Ezután a 15 kategória mindegyikéhez hozzárendel egy-egy árindexet. Az árindex egyes kategóriákban a cég belső árinformációin alapul, a kategóriák zöme esetében azonban a *Statistics Canada* által publikált indexek közül történik a válogatás. A költségindexek és az árindexek hányadosaiként minden szubaggregátumra nézve minden évben kiszámítja az implicit volumenindexeket, majd pedig a 15 volumenindexből átlagos költséggrészesedési súlyok segítségével mértani átlagot, azaz Törnqvist volumenindexet számít a teljes anyaginputra a megfigyelési időszak minden évében.
2. Az AT&T módszer ennél egyszerűbb. Nem bontja szubaggregátumokra az összes anyagköltséget, hanem egyetlen aggregált anyagköltség láncindexsort számít, majd a láncindexeket az amerikai GNP implicit árindexével elosztva egyetlen lépésben nyeri a teljes anyaginput implicit volumenindexét. A módszer ugyan roppant egyszerű, érdekessége azonban az, hogy amikor AT&T beszerzett részletes árinformációt és kialakított egy a Bell Canada módszerhez közelálló eljárást, akkor az elemzők meglepetéssel tapasztalták, hogy ennek eredményei alig tértek el az eredeti egyszerű módszer eredményeitől. A majdnem-azonosság azonban nem vezethet az egyszerű módszer ajánlásához, mert okai nem ismeretesek és könnyen lehet, hogy véletlen - és más cégek esetében nem ismétlődő - jelenség volt a két eredmény közelisége.
3. Az ugyancsak a szerző által kialakított SaskTel módszernek az a lényege, hogy a Bell Canadához hasonlóan nagyszámú szubaggregátumot használ, ezekre nézve elvégzi a költségek szerkezetváltozások miatti módosításait, költségindexeket képez, proxy árindexeket szerez be, ezekből azonban nem számít szubaggregátum szintű volumenindexeket, hanem az árindexeket aggregálja egyetlen Törnqvist árindexszé, majd pedig a teljes anyaginputra nézve implicit volumenindexet számít a módosított összes anyagköltség indexének és a Törnqvist árindexnek a segítségével.

A SaskTel számításait az A(4.1) tábla mutatja. A szubaggregátumokat nem mutatjuk be, hanem azonnal a módosított összes költségeket helyezzük a tábla egyik oszlopába. Ezekből a következő oszlopban értékindexeket (költségindexeket) számítunk. Az ezután következő oszlop a fentemlített anyaginput szintű Törnqvist árindex. Végül a tábla utolsó oszlopa mutatja az implicit volumenindexeket.

Mint említettük, az A(4.1) tábla anyagköltségei módosított költségek. A következőkben röviden leírjuk a módosítások okait és módszerét.

1. Az első módosítás 1989-ben történt. Ez szokatlan abban az értelemben, hogy a számviteli költségadatok utólagos korrekciója miatt vált szükségessé. 1990 decemberében az "egyéb szerződéses szolgáltatások és anyagok" elnevezésű kategória 1990-es költségét 7,184 millió dollárban állapították meg. Egy évvel később ezt a számot felülvizsgálták és 7,286 millióra korrigálták. A korrekciót végző számviteli munkatársak azt javasolták a termelékenységi tanulmány készítőinek, hogy növeljék meg az 1989-es költséget 1,42%-kal annak érdekében, hogy ne változzék az eredetileg kiszámított költségindex. Úgy vélték ugyanis, hogy az 1989-es adatokat is korrigálni kellett volna, de ehhez nem volt elegendő információjuk, továbbá számviteli és menedzseri szempontok nem indokolták az 1989-es adatok korrekcióját.
2. A második módosítás az 1993., 1994. és az 1995. év költségeiben történt. Ezekben az években ugyanis az értékesítés kapcsán felmerülő költségeket nem számolták el az anyagköltségek között, más években viszont elszámolták. Az összes év költségeit konzisztenssé kellett tenni és a számviteli osztály úgy ítélte meg, hogy a fentemlített három évben az értékesítés költségeinek az anyagköltségekhez adása révén történő korrekció egyszerűbb és célszerűbb, mintha az összes többi év költségeit korrigálták volna az értékesítés költségeinek az anyagköltségekből való eltávolítása útján. A hozzáadott költségek összege 1993-ban 3,215 millió dollár, 1994-ben 7,224 millió dollár, 1995-ben pedig 6,957 millió dollár volt.
3. A harmadik módosításra 1995-ben került sor. Az 1995/1994 összehasonlítás céljaira ennek az évnek az anyagköltségeit csökkenteni kellett a tőkeinput tárgyalása során bevezetett számviteli szabályváltozások következtében. Az irodai kisbutorokkal és kisberendezésekkel összefüggő módosítás összege 1,2 millió dollár volt, a felhasználói végberendezések költségesebbé válása miatt 2,2 millió dollár, míg a szerszámok értékhatárának változása egy 412 ezer dolláros módosítást tett szükségessé.⁵²
4. A negyedik módosítás 1996-ban történt, ugyancsak a szerszámok értékhatárának változása miatt. Az 1996/1995 összehasonlítás céljaira az 1996-os költséget 216 ezer dollárral csökkenteni kellett.⁵³
5. Végezetül az ötödik módosítás 1999-ben vált szükségessé. Ez a telefonkönyvet kiadó önálló leányvállalat - a DirectWest Publishing - áprilisi alapításával függ össze. Az 1999/1998 összehasonlítás céljaira 4 millió dollárt hozzáadtunk az 1999-es anyagköltségekhez.

3.5 A munka-, tőke- és anyaginput aggregálása

Ezen a ponton rendelkezünk az inputok valamennyi volumenindexével. A feladat most az, hogy a munka-, a tőke- és az anyaginput volumenindexeit a vizsgált periódus minden évére nézve egyetlen teljesinput-volumenindexszé aggregáljuk. Az aggregálást direkt Törnqvist volumenindex formájában végezzük el. Mint már ezt több alkalommal is megjegyeztük, a Törnqvist index az egyedi változásoknak - jelen esetben a munka-, a tőke- és az anyaginput volumenindexeinek - a súlyozott mértani átlagaként állítható elő, ahol a súlyok az átlagos értékrészesedések (itt: költségrészesedések). Az input aggregálása során tehát két feladattal kell megbirkóznunk:

- a megfelelő átlagos költségrészesedések kiszámításával,
- a súlyozott mértani átlagok kiszámításával.

Először a tőkeköltségek mérését végezzük el. A mérési eredményeket az A(5.1) tábla mutatja. A táblában számviteli költségadatok találhatók, amelyek az amortizációra, a kamatköltségekre, az adózás előtti nyereségre és a korábban már tárgyalt tőkeadókra vonatkoznak. Ezek a tőkeadók kivételével megtalálhatók a szolgáltató különféle pénzügyi jelentéseiben, de a tőkeadók adatainak beszerzése sem jelent különösebb nehézséget. A tőkeadók korábban már szerepeltek az A(3.4.1) és az A(3.5.1) táblában.

A pénzügyi-számviteli adatokat mindenek előtt módosítani kell a hozzájárulások miatt, mert a hozzájárulás növeli az amortizációt. Az amortizációnak a hozzájárulás következtében előálló

⁵² Ez utóbbinak az összegét a tőkeinputtal foglalkozó fejezetben nem említettük, a másik két módosítás összegét azonban igen.

⁵³ A tőkeinput korrekciói kapcsán ezt a változást említettük ugyan, de a módosítás összegét nem.

növekményét az A(5.2) táblában számítjuk ki. A tábla az éves hozzájárulások értékeit tartalmazza. Ismét megfigyelhető az időszaknak az évpárokra történő bontása. A hozzájárulások ugyanis ténylegesek az összehasonlítások báziséveiben (vagyis az A(3.1.5) táblából erednek), a tárgy évekre vonatkozólag azonban az A(3.1.3) táblában már részletes számításokat végeztünk. Ezeket a számított értékeket használjuk itt az A(5.2) táblában is. A hozzájárulások az általuk létrehozott eszközök bruttó értékeivel egyenlőek. A bruttó eszközértékek amortizálódnak, mégpedig az A(3.4.1) táblában már közölt amortizációs ráták szerint. Feltételezésünk szerint ugyanis a hozzájárulások által létrehozott eszközök átlagos amortizációs rátája minden szubaggregátumra nézve megegyezik a SaskTel saját finanszírozásában megvalósult eszközök átlagos amortizációs rátájával. Az A(5.2) tábla utolsó oszlopa minden évre nézve tartalmazza a négy amortizálódó tőke szubaggregátumban ily módon keletkező éves amortizációk összegeit.

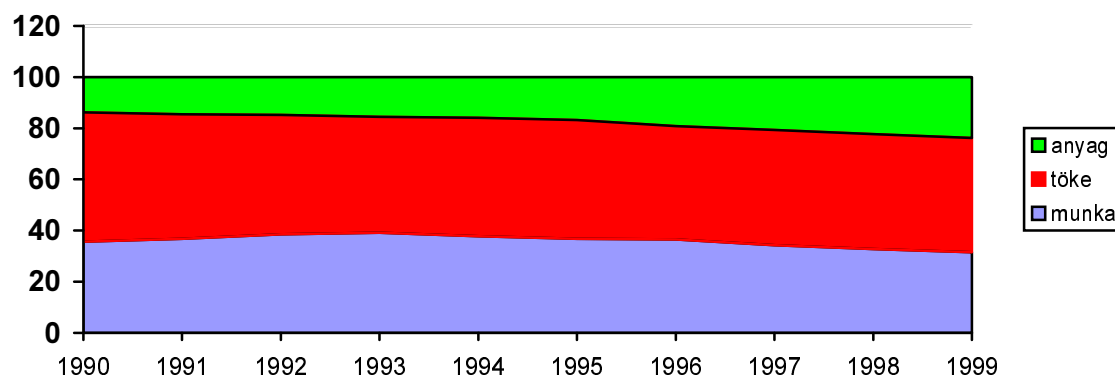
A munka- és anyaginput költségeit ugyancsak a számviteltől illetve a pénzügyi jelentésekből lehet beszerezni. A SaskTel esetében az anyagköltségek nagysága közvetlenül elérhető. Ezt az A(5.3) táblában mM jelzéssel láttuk el arra való utalással, hogy az anyagköltségek nagysága az anyagok árainak (m) és az anyagok volumeneinek (M) a szorzatösszege. A munkainput költségeit reziduális módon állítjuk elő, azaz vesszük az összes termelési költséget és levonjuk belőle a tőke- és anyaginputok költségeit. Ami ezután marad, az a munkainput költsége. Az A(5.3) táblában az eljárás kiindulópontját azonban némileg "előrehoztuk" azáltal, hogy már eleve levontuk az amortizációt. Az így nyert nem-amortizációs költség alkotja a tábla első költségoszlopát. Ennek és az mM -nek a különbsége a wL , amely a munkainput költségét szimbolizálja és arra utal, hogy a munkainput költsége a munkainputok árainak (w) és a munkainputok volumeneinek (L) a szorzatösszege. Összehasonlításként két további oszlopot is felvettünk a táblába. Az egyik az összes bér nagyságát mutatja. Ez azért magasabb, mint a munkainput összes költsége, mert tartalmazza a beruházási program kapcsán kifizetett tőkésített béreket is. A tábla utolsó oszlopa az A(2.1) táblából származik. Ez is a munkainput összes költsége, mégis különbözik azonban a wL oszlop adataitól.

Ennek a diszkrepanciának a kihangsúlyozásával arra a jelenségre kívánjuk felhívni az olvasó figyelmét, hogy a különböző vállalati belső forrásokból származó adatok azonos definícióik ellenére néha számszerűleg különböznek. Ennek általában módszertani eltérések az okai. A különböző források más és más célok elérése érdekében alkotják meg adataikat és munkájuk közben előfordul, hogy különböző feltételezéseket alkalmaznak vagy eltérő számítási módszereket követnek. Ugyancsak létezik diszkrepancia az anyagköltség adatait illetően az A(4.1) tábla és az A(5.3) tábla között. Amikor ilyen helyzet áll elő, akkor az elemzőnek kötelessége a diszkrepancia okainak alapos feltárása, mert csak így tudja eldönteni, hogy a számszerűségükben különböző adatok közül melyiket használja. A SaskTel esetében is megtörtént a diszkrepanciák elemzése és olyan döntés született, hogy a teljes input volumenindexének számításakor célszerű az A(5.3) táblában látható adatokra támaszkodni.

A vizsgált időszakban lezajlott különféle szerkezeti változások miatt szükséges az A(5.1) és az A(5.3) táblában szereplő költségek módosítása. Ez a korábban már ismertetett változások torzító hatásait korrigálja. Az A(5.4) tábla összegezi a módosításokat, az A(5.5) tábla pedig bemutatja a módosított költségadatokat. Természetesen ugyanabban az évben a módosítások itt is különbözőek attól függően, hogy az illető év az összehasonlítás báziséve vagy tárgyéve. Az A(5.1) tábla utolsó oszlopában összegezett tőkeköltségeket az A(5.2) tábla utolsó oszlopából átvett amortizációs növekményekkel módosítjuk. Ha egy pillantást vetünk az A(5.4) táblára, akkor látjuk, hogy több évben is munka-anyag helyettesítést eredményező számviteli szabálmódosulások következtek be. Ezt az jelzi szemléletesen, hogy a munka és az anyag módosítási összegei azonosak, de ellenkező az előjelük. Ezt látjuk 1989-ben, majd 1993-95-ben is. 1995-ben többféle szerkezeti változás hatását kell semlegesíteni, ezért több módosító összeg is szerepel a táblában. Az ezek mögött álló eseményeket a munka- és az anyaginput tárgyalása során már leírtuk. Az A(5.5) tábla végigviszi az A(5.2) és az A(5.4) táblában kifejezett értékek szerinti módosításokat. Itt csak egyetlen komplikációt találunk, mégpedig a munkaköltséget illetően 1989-ben. Diszkrepanciák és hiányosságok voltak ugyanis a SaskTel számviteli információiban, amelyeket az elemzők nem tudtak kellő bizonyossággal megmagyarázni. A bizonytalanságok létezése miatt olyan döntés született, hogy az egymással "versengő" változatok közül a termelékenységi tanulmány egyiket sem használja, hanem az 1989-es béreket módosítja a béreknek és a teljes munkaköltségnek az 1990-ben létezett hányadosa szerint. Ez felhívja a tanulmány használóinak figyelmét a megoldatlan adatproblémára. A jelen értekezésben is azért hagytuk meg, hogy az olvasó számára az ilyen esetekben alkalmazható módszertani megközelítést sugalljon.

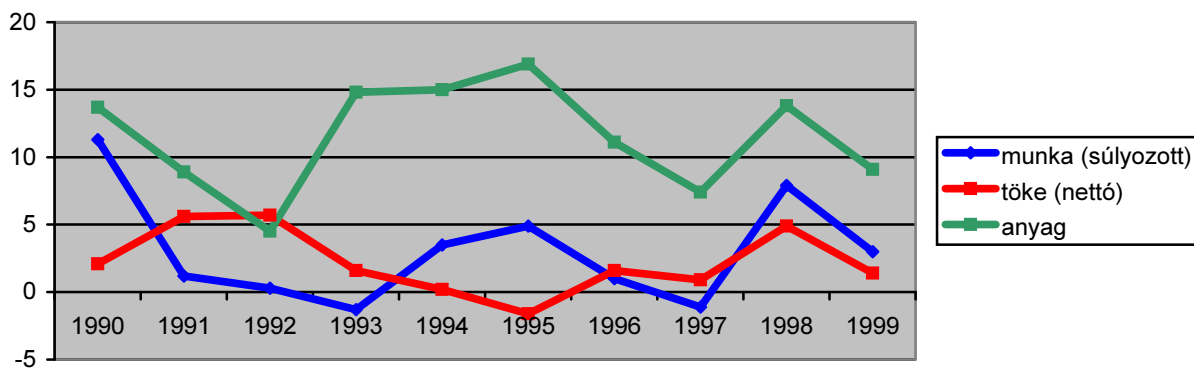
A munka-, tőke- és anyaginput éves költségrészesedéseit az A(5.6) tábla mutatja. Ezekből a szokásos módon számítjuk ki minden két egymást követő évre nézve az átlagos költségrészesedéseket, amelyek a teljes input Törnqvist volumenindexeinek a súlyait képezik. Ezek az A(5.7) táblában, illetve a 3. ábrában találhatóak.

3. ábra: SaskTel inputjainak költségrészesedései (%)



Végezetül a teljes input indexeit számítjuk ki és mutatjuk be az A(5.9.1) táblában. Ehhez mintegy emlékeztetőül visszaidézzük az A(5.8) táblában a munka-, tőke- és anyaginput kategória szintű volumenindexeit, amelyeket korábban az A(2.2), A(3.6) és A(4.1) táblában mutattunk be. A 4. ábrában grafikus formában is bemutatjuk a három inputkategória volumenindexeit. A tőkeinputot a nettó változat, a munkainputot pedig a súlyozott változat szerint mutatja az ábra.

4. ábra: SaskTel munkainput, tőkeinput és anyaginput volumenei (%-os változás az előző évhez képest)



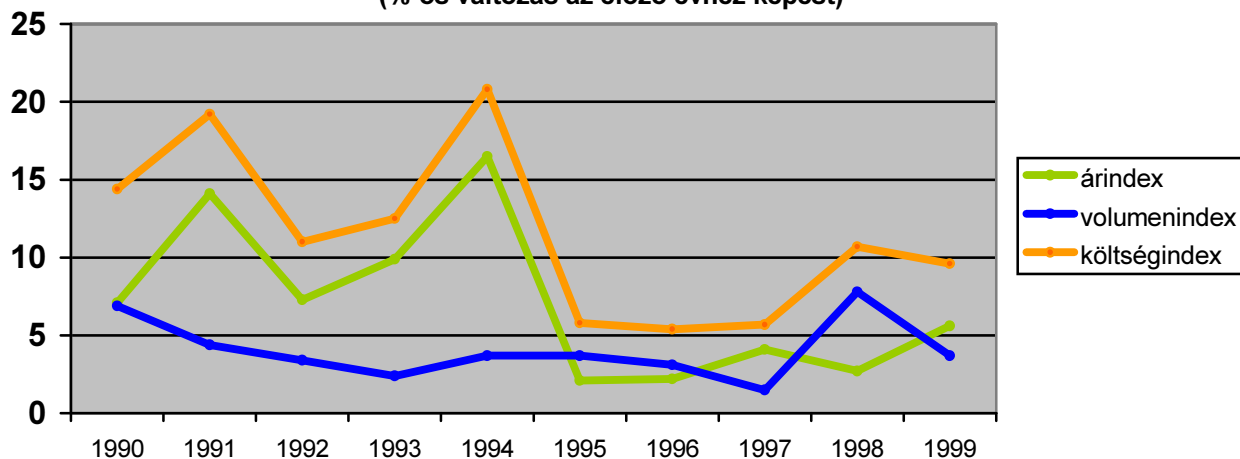
Az A(5.9.1) tábla a teljes input direkt Törnqvist volumenindexeit tartalmazza, amelyeket az A(5.7) és az A(5.8) tábla adatai alapján számítottunk ki.

Miután az inputoknak léteznek olyan alternatív definíciói, amelyek nemcsak értelmesek, hanem jelentősek is, érdemes valamennyit kiszámítani. A munka kapcsán - mint ezt a 3.3 alfejezetben már kifejtettük - súlyozatlan és súlyozott munkaórákat is használunk mint a munkainput volumenének alternatív kifejezéseit. A tőke kapcsán a volumen alternatív kifejezéseit a bruttó és a nettó értékek képezik. Ilyen módon négy indexszámot kapunk:

- (i) bruttó - súlyozatlan
- (ii) bruttó - súlyozott
- (iii) nettó - súlyozatlan
- (iv) nettó - súlyozott

Az A(5.9.1) tábla négy oszlopa ezeknek felel meg. A tábla láncindexeket tartalmaz. Az ezekből számított bázisindexeket tartalmazó A(5.9.2) tábla elemzési célokat szolgál. A SaskTel munkainputjának részletes elemzése során az elemzők arra a következtetésre jutottak, hogy annak két definíciója közül a *súlyozott* definíció fejezi ki jobban a munkainput jellegzetességeit, vagyis jelentős minőségi (termelékenységbeli) eltérések léteznek a munkainput különféle kategóriái között, továbbá a bérek és egyéb munkaköltségek arányai nagyjából helyesen tükrözik ezeket az eltéréseket. A tőkeinputnak a túlélési görbék "mérnöki" vizsgálata során a bruttó és a nettó definíciók közül a nettó definíció bizonyult megfelelőbbnek arra, hogy kifejezze a valóságos tőkeinput volumenében bekövetkezett változásokat. Ezért a menedzsment és az elemzők közösen úgy döntöttek, hogy az inputok fenti (iv) változatát fogadják el preferált definícióként, a másik három definícióra pedig elemzési és értékelési célokból támaszkodnak. Ennek megfelelően az alábbi 5. ábrában a (iv) definíció szerint összegezzük az inputokra vonatkozó aggregált információt. Az 5. ábra az éves árindexeket, volumenindexeket és a teljes termelési költség indexeit tehát aszerint a változat szerint tartalmazza, amelyben a tőke nettó és a munka súlyozott.

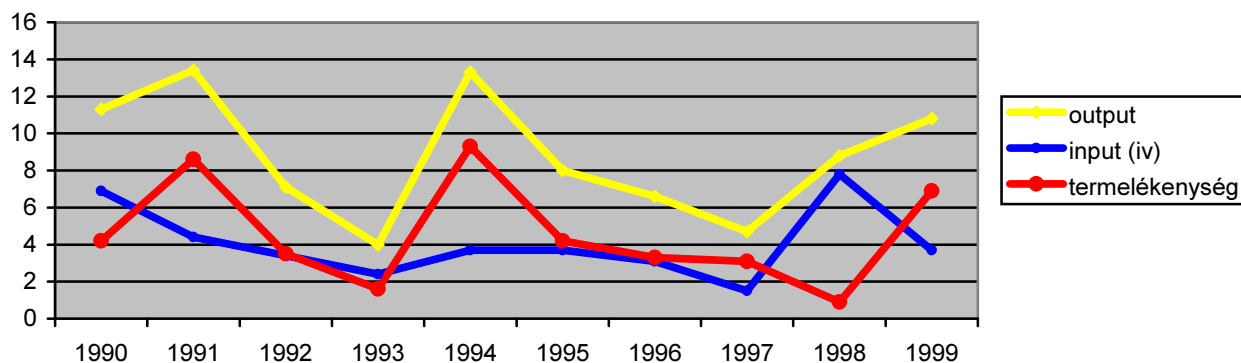
**5. ábra: SaskTel inputár- és -volumenindexei, valamint költségindexei,
(iv) változat: nettó tőke, súlyozott munka
(%-os változás az előző évhez képest)**



3.6 A termelékenységi mutatók kiszámítása

A termelékenységi index az output és a teljes input volumenindexeinek a hányadosa. Az A(5.9.1) tábla adatai segítségével kiszámított indexeket az A(6.1) tábla tartalmazza. Ezek láncindexek. A belőlük számított bázisindexsorokat az A(6.2) tábla tartalmazza. Az input (iv) változat szerinti definíciója segítségével számított termelékenység alakulását az alábbi 6. ábra mutatja.

**6. ábra: SaskTel outputjának, inputjának, termelékenységének alakulása,
(iv) változat: nettó tőke, súlyozott munka (%-os változás az előző évhez képest)**



Elemzési célokra azonban nem egyetlen indexszámot számítunk ki, hanem a mutatószámok egész rendszerét alkotjuk meg. Ez a rendszer a termelékenység többféle definíciójára nézve tartalmaz indexeket. Egyfelől megkülönböztetjük - és külön kiszámítjuk - a teljes termelékenységet és a parciális termelékenységeket, amelyekből három létezik:

1. munkatermelékenység
2. tőketermelékenység
3. anyagtermelékenység.

Másfelől a tőke bruttó és nettó, valamint a munka súlyozatlan és súlyozott mérőszámainak a létezése következtében a teljes termelékenységnek a korábban többször említett négy változata lesz, a parciális termelékenységek közül pedig a tőkének és a munkának kettő-kettő.

A termelékenységi mutatók rendszere tehát valójában igen terjedelmes. Legjobban úgy foglalhatjuk őket rendszerbe, hogy négy táblát alkotunk. Ez történt az A jelzésű függelékben, mégpedig a következő módon:

A(7.1) tábla:	nettó – súlyozott	változat
A(7.2) tábla:	nettó – súlyozatlan	változat
A(7.3) tábla:	bruttó – súlyozott	változat
A(7.4) tábla:	bruttó – súlyozatlan	változat

Minden táblában minden évre vonatkozólag bemutatjuk nemcsak a teljes és parciális termelékenységek indexeit, hanem - elemzési célokra - azt is, hogy a parciális termelékenységekben bekövetkezett változások milyen mértékben járultak hozzá a teljes termelékenység mért változásához. Ezt "hozzájárulás" címszó alatt a táblák utolsó oszlopaiban helyezzük el.⁵⁴

A mérési eredmények alapos elemzése hosszadalmas és bonyolult munka. Az írásos jelentések tipikusan több tucat oldalra rúgnak. A jó elemzés nemcsak a termelékenység mérése során feltárt jelenségeket rögzíti, hanem ezeket sokoldalú összefüggésbe is hozza a különféle konkrét eseményekkel és a vállalat gazdasági környezetében beállott változásokkal. A jelen értekezés keretei között nincsen lehetőség arra, hogy minden lényeges részletre kiterjedő elemzést adjunk a SaskTel termelékenységének alakulását illetően. Elhagyjuk a konkrét eseményekre való hivatkozásokat, valamint a tőke és a munka különféle méréseinek összevetéséből adódó következtetések leírását is. Az alábbiakban csak a (iv) "nettó-súlyozott" változat rövid, vázlatos elemzésére adódik lehetőség. Ennek jobb illusztrálása céljából a jelen fejezet végén lévő (4) táblában reprodukáljuk a függelék A(7.1) tábláját.

Látható, hogy a vizsgált tizenegy éves időszakban a SaskTel átlagos évi termelékenységnövekedése 4,5% volt, ami más kanadai és amerikai vállalatokkal összehasonlítva magasnak mondható, noha léteztek ennél magasabb növekedési ütemek is, mint például a szomszédos Alberta tartományban, ahol a gazdaság gyorsabban növekedett, mint a SaskTel piacát képező Saskatchewan tartományban. Meglehetősen gyors ütemű volt a cég szolgáltatási outputjának a növekedési üteme: évente átlagosan majdnem 8,8%. Meglehetősen lassan - évi átlagban csupán 5%-kal növekedett az I. kategóriába sorolt helyi szolgáltatások volumene. Valamivel gyorsabban, de még mindig átlag alatt - 7 illetve 7,7%-kal - növekedtek a IX. és a II. kategória szolgáltatásai.⁵⁵ Átlag feletti növekedési ütemet regisztrált a IV., X., XI., V., VI. és III. kategóriák szolgáltatásai, amelyek évi átlagos növekedési üteme sorrendben 10,4, 10,7, 11,7, 12,2, 13,5 és 14,6% volt. Viharos gyorsasággal - évi átlagban 21,2 illetve 21,3%-kal növekedtek a VII. és a VIII. kategória adatkommunikációs szolgáltatásai.

Az inputok átlagosan évente csak 4,1%-kal növekedtek. Igen jelentős volt az inputok szerkezetváltozása. A tőkeinput lassú (átlagos évi 2,2%-os) növekedése azért volt lehetséges, mert nyilvánvalóan elsősorban az időszak során bekövetkezett technológiai fejlődés hatására - a tőke termelékenysége gyorsan (évente átlagosan 6,4%-kal) nőtt. Az egész időszak során elért összes

⁵⁴ Felhívjuk az olvasó figyelmét arra, hogy ez a hozzájárulás nem tévesztendő össze azzal a korábban többszörösen tárgyalt hozzájárulással, amely a felhasználók által a beruházási program finanszírozásához nyújtott hozzájárulások mértékét fejezte ki.

⁵⁵ A II. kategóriába a SaskTel-en belül terminált távolsági szolgáltatások tartoznak, míg a IX. kategória a SaskTel-en kívül, de a SaskTel-lel szomszédos kanadai távközlési vállalatok szolgáltatási területén belül terminált versenypiaci szolgáltatásokat tartalmazza.

termelékenységnövekedés majd kétharmadának (65,5%-ának) a tőketermelékenység növekedése volt a forrása. Az összes inputon belül a tőke aránya az időszak folyamán 51%-ról 45%-ra esett. Ezzel megfordult a tőkearány növekedésének a II. világháború utáni korábbi évtizedekben tapasztalt tendenciája.

Ugyancsak jelentős mértékben vált termelékenyebbé a munkatényező, amely az összes termelékenységnövekedés 44,3%-áért volt felelős. Az összes munkainput volumene évente átlagosan mintegy 3%-kal növekedett, ami alacsonyabb ütemet jelent, mint az összes input növekedéséé. A munkának is csökkent az összes inputon belüli aránya, mégpedig 36%-ról 31%-ra. A munka termelékenységének növekedése részben abból eredt, hogy a foglalkoztatottak körében jelentős szerkezetváltozások történtek, de növekedett a termelékenység az alkalmazottak egyes csoportjain belül is.

A tőke- és munkatermelékenység növekedése nagyszabású inpuhelyettesítéssel egyidejűleg zajlott le. Ennek során anyaginput helyettesítette a munka és a tőke növekvő részét, vagyis erőteljesen csökkent az L/M és különösen a K/M arány. A helyettesítés következtében az anyaginput volumene igen gyorsan nőtt (évente átlagosan 11,5%-kal az 1990-es 13,8%-ról az 1999-es 23,7%-ra. Az anyaginput gyorsabban növekedett, mint az output, vagyis csökkent (évente átlagosan 2,4-kal) a termelékenysége, amivel majd 10%-kal csökkentette a teljes termelékenység növekedését.

Az anyaginput termelékenységének az inpuhelyettesítés miatt előállott csökkenése ugyanabban az időszakban valamennyi más telefonvállalat esetében is megfigyelhető volt. Mind a termelékenységszökkenés, mind pedig az inpuhelyettesítés rátája vonatkozásának a SaskTel-nél kialakult helyzet normálisnak – durván átlagosnak – mondható. Ennek ellenére a vállalat részletekbe menő elemzés segítségével vizsgálta meg az anyaginputban bekövetkezett változásokat annak érdekében, hogy feltárja az esetleges indokolatlan növekményeket. Ilyeneket azonban nem találtak.

Szembevetendő, hogy a termelékenység gyors növekedése nem sima, időben egyenletes folyamat volt, hanem jelentős fluktuáció kíséretében valósult meg. A fluktuáció illusztrálása céljából nézzük meg az egyes mutatóknak az időszakban mutatott minimális és maximális értékeit.

	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>	<u>Különbség</u>
Teljes termelékenység	0,9%	9,3%	8,4 pont
Tőketermelékenység	1,3	13,0	11,7
Munkatermelékenység	0,0	12,0	12,0
Anyagtermelékenység	-9,4	4,1	13,5

A nagymérvű fluktuáció ugyancsak általánosan tapasztalt jelenség volt a telefonvállalatok körében. Okai meglehetősen bonyolultak, ezért részletes elemzésükre a jelen értekezés keretei között nem kerülhet sor. Az output növekedési ütemének ingadozásai (minimum: 4,7%, maximum: 13,4%) főként a piaci viszonyokban bekövetkezett változások következtében alakultak ki. Az inputokra leginkább az volt jellemző, hogy gyakori kisebb változások helyett ritka nagy változások történtek. Ezek egy része az új technológiák bevezetésének volt a következménye, más része szabályozói követelményekből fakadt, ismét más része késedelmes reakciók felhalmozódott hatásainak egyszerre történő levezetéséből adódott. Az adatok azt is megvilágítják, hogy a fluktuáció inpuhelyettesítés mellett valósult meg, vagyis az egyik input gyorsabb/lassúbb növekedését más input(ok) lassúbb/gyorsabb növekedése kísérte, aminek következtében a teljes termelékenység ingadozása kisebb mértékű volt a parciális termelékenységek ingadozásánál. A parciális termelékenységek fluktuációinak egymáshoz való viszonya tekintetében is nagyjából normálisnak mondható a SaskTel helyzete. Más észak amerikai távközlési vállalatok esetében is általánosan megfigyelt jelenség az, hogy a legnagyobb fluktuáció az anyagtermelékenység, a legkisebb fluktuáció pedig a tőketermelékenység tekintetében valósul meg. A SaskTel-nél legfeljebb az érdemel figyelmet, hogy a max-min különbségek számszerű értékei jóval közelebb estek egymáshoz, mint más vállalatok esetében.

(4) tábla: Termelékenységi indexek (t-1=1,0; nettó tőke, súlyozott munka)

Év	Output volumen index	Input kategória neve	Költség- része- sedés	Input volumen index	Termelé- kenységi index	Hozzá- járulás, %
1990		tőke	0,50639	1,020949	1,090457	106,83
		munka	0,35603	1,113200	1,000090	0,08
		anyag	0,13758	1,136500	0,979587	-6,91
	1,113300	összes	1,00000	1,068528	1,041900	100,00
1991		tőke	0,48818	1,055551	1,074454	42,41
		munka	0,36686	1,012231	1,120438	50,47
		anyag	0,14496	1,088997	1,041455	7,12
	1,134142	összes	1,00000	1,044158	1,086178	100,00
1992		tőke	0,46778	1,056737	1,013385	17,87
		munka	0,38466	1,003649	1,066988	71,65
		anyag	0,14756	1,044718	1,025044	10,49
	1,070881	összes	1,00000	1,034245	1,035424	100,00
1993		tőke	0,45443	1,015855	1,023629	67,72
		munka	0,39099	0,987166	1,053378	129,75
		anyag	0,15458	1,147861	0,905910	-97,47
	1,039859	összes	1,00000	1,023690	1,015794	100,00
1994		tőke	0,46253	1,002471	1,130269	63,84
		munka	0,37854	1,034618	1,095149	38,78
		anyag	0,15892	1,149768	0,985470	-2,62
	1,133061	összes	1,00000	1,036866	1,092775	100,00
1995		tőke	0,46425	0,983770	1,097869	106,38
		munka	0,36758	1,049064	1,029537	26,26
		anyag	0,16817	1,168931	0,923964	-32,64
	1,080051	összes	1,00000	1,036924	1,041591	100,00
1996		tőke	0,44387	1,015822	1,049094	64,75
		munka	0,36484	1,010069	1,055069	59,53
		anyag	0,19129	1,111071	0,959158	-24,28
	1,065692	összes	1,00000	1,031249	1,033400	100,00
1997		tőke	0,45214	1,008756	1,037923	54,49
		munka	0,34215	0,989535	1,058084	62,55
		anyag	0,20571	1,074136	0,974747	-17,04
	1,047011	összes	1,00000	1,015168	1,031368	100,00
1998		tőke	0,45021	1,048590	1,037638	179,36
		munka	0,32768	1,079166	1,008238	28,99
		anyag	0,22211	1,138412	0,955767	-108,35
	1,088057	összes	1,00000	1,078013	1,009317	100,00
1999		tőke	0,44848	1,014480	1,092387	59,77
		munka	0,31488	1,030112	1,075810	34,70
		anyag	0,23664	1,091168	1,015613	5,53
	1,108205	összes	1,00000	1,037108	1,068553	100,00
Átlag		tőke	0,46383	1,022045	1,064106	65,54
		munka	0,35942	1,030187	1,055695	44,30
		anyag	0,17675	1,114519	0,975814	-9,84
	1,087564	összes	1,00000	1,040777	1,044954	100,00

Forrás: Azonos az A. függelék A(7.1) táblájával.

4. A termelékenység parametrikus mérése

Az (1) fejezetben már említés történt arról, hogy a parametrikus megközelítés a termelési technológia valamely matematikai modelljét hasznosítja és a termelékenység mérőszámát a modell statisztikailag becsült paramétereiből vezeti le. A becsült paraméterek segítségével előállítható mérőszám a termelékenység proporcionális változását mutatja.

A termelési technológia neoklasszikus modelljére támaszkodunk. Feltételezzük, hogy azok a termelő erőforrások (inputok), amelyeket a vállalat termelési folyamatában felhasznál azért, hogy foglalkoztatásuk révén termékeket és/vagy szolgáltatásokat (outputokat) állítson elő, összefüggésbe hozhatók eme outputok volumeneivel valamely transzformációs függvény segítségével. A transzformációs függvény közgazdaságilag értelmezhető matematikai tulajdonságokkal rendelkezik, folyamatos és kétszer differenciálható, szigorúan monoton, és kvázi-konkáv. Feltételezzük továbbá, hogy a transzformációs függvény által reprezentált termelési folyamat kifejezhető valamely termelési függvény, vagy ennek duálisa, a költségfüggvény segítségével. A termelés közgazdasági tulajdonságainak becslését a költségfüggvény paramétereinek statisztikai becslése útján végezzük el. Más függvényformákkal – termelési függvényekkel, profitfüggvényekkel, inputkeresleti függvényekkel és termelékenységi függvényekkel – a jelen értekezés keretei között nem foglalkozunk.

Megjegyezzük, hogy a becslési célokra rendelkezésre álló függvényformák száma igen nagy, mert – a közgazdasági feltételezésektől függően – igen sokféle termelési, költség-, profit- és egyéb függvény hozható létre. A termelési függvény például általában egy outputot feltételez, Corbo azonban az 1970-es évek közepén több munkájában is kísérletezett több outputos termelési függvényekkel. További változatosság forrása az, hogy a technológiai változásokat különféle feltételezések alapján veszik figyelembe. Az inputok helyettesítésével és az input-output viszonyral összefüggő tulajdonságok meghatározása kiterjedt hipotézis tesztelést tesz szükségessé. A tesztek eredményeitől függően igen sokféle modell alakulhat ki, mégpedig nemcsak a termelési, hanem a költségfüggvények vonatkozásában is. A költségfüggvények formáinak további gazdagságához vezet az exogén költségváltozó megválasztása. A költségfüggvény exogén változója lehet az összes költség (az alábbiakban erre támaszkodunk), de léteznek változó-költség-függvények (variable cost functions) is.

A sikeresen megbecsült modellek legnagyobb része még jelenleg is statikus modell. A statikus modellek az endogén változóknak (például a költségfüggvényben az inputok volumeneinek) az állandóan módosuló gazdasági környezethez való alkalmazkodását azonnalinak és költségmentesnek tételezik fel. A dinamikus modellek feloldják ezt a feltételezést és elismerik az alkalmazkodás késedelmét és költségét. Dinamikus modellek már sok évtizede léteznek. Az egyszerű *parciális módosítási* (partial adjustment) modellektől kezdve a fokozatosan bonyolódó különféle *módosítási költség* (cost of adjustment) modelleken, valamint az endogén technológiai változásokon keresztül megvalósuló dinamikájú modelleken keresztül a késedelem és a módosítási költség legkülönbözőbb formáit összekovácsoló komplex dinamikájú modellekig terjed azoknak a neoklasszikus modelleknek a választéka, amelyek paramétereit különböző kutatók különféle távközlési vállalatokra vonatkozólag – sikerrel vagy sikertelenül – megbecsülték. A technológiai folyamatok realisabb ábrázolásának azonban ára van. A bonyolult szerkezetű dinamikus modellek paramétereinek becslése nehezebb, bonyolultabb és több kudarccal járó feladat, mint a statikus modelleké. A becslési problémák magyarázzák azt, hogy mindeddig nem került sor a dinamikus input-módosítási folyamatok termelékenységre vonatkozó következményeinek az empirikus feltárására.

Ez sajnálatos, mert az empirikus eredmények hiánya alapvető fontosságú információtól fosztja meg a vállalati menedzsmentet és a gazdaságpolitika alkotóit egyaránt. Az elemzés szempontjából roppant érdekes, gyakorlati szempontból pedig igen hasznos lenne például annak megismerése, hogy valamely adott időszak (például év) termelékenységnövekményének mekkora részéért felelősek az olyan inputmódosítások, amelyek a vállalati környezetnek a korábbi években bekövetkezett változásaira késedelemmel történő reagálásból fakadnak, illetve mekkora részt okoznak a megfigyelés évében bekövetkező változásokra történő rövidtávú reagálások. A termelékenység évi növekedését fel lehetne osztani egy *tehetetlenségi hatásra* és egy *azonnali hatásra*, az exogén változók változásainak hatását illetően pedig meg lehetne különböztetni a rövidtávú (részleges) és a hosszútávú (teljes) hatást. Remélhető, hogy a következő évtized során kialakulnak majd a megfelelő modellek, megoldódnak paramétereik statisztikai becslésének jelenleg még áthághatatlan nehézségei, és kialakul a termelékenység dinamikus természetét leíró empirikus ismeretanyag.

4.1 Az ökonometriai költségmodell

A termelési tényezők és a termelékenység elemzési módszereinek bemutatását az egyszerűség és a szemléletesség kedvéért a termelő intézmény (vállalat) egy erősen stilizált modelljének bemutatásával kezdjük. A különféle fogalmi és mérés technikai témák erre a modellre épülnek. A korlátozó feltételezések fokozatos feloldása révén az empirikus becslési munka során válik a modell elégséges módon komplexsége ahhoz, hogy vállalatok termelékenységének gyakorlati célú elemzését szolgáló becsléseket eredményezzen.

Ugyanúgy, mint ezt az (1) fejezetben tettük, tételezzük fel, hogy valamely vállalat valamely termelési időszakban (például a t -edik évben) lefolytatandó termelési folyamat céljaira m fajtájú, $x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tm}$ mennyiségű termelési tényezőt (inputot) vásárol $w_{t1}, w_{t2}, \dots, w_{tm}$ áron ($x_j > 0$; $w_j > 0$; $j = 1, \dots, m$). Termelési költsége ily módon $C_t = \sum w_{tj} x_{tj}$. A vásárolt inputok termelő foglalkoztatása $q_{t1}, q_{t2}, \dots, q_{tm}$ outputokat eredményez ($q_i > 0$; $i = 1, \dots, n$), amely outputokat a vállalat $p_{t1}, p_{t2}, \dots, p_{tn}$ ($p_i > 0$; $i = 1, \dots, n$) árakon értékesíti és ezáltal $R_t = \sum p_{ti} q_{ti}$ árbevételhez, illetve $\Pi_t = R_t - C_t$ közgazdasági profithoz jut.

A termelékenység költségfüggvények segítségével történő modellezéséhez és előrejelzéséhez elégséges feltétel az, hogy a vállalat költségminimalizáló magatartást tanúsítson. Valóban, ha az inputok és az outputok piaci árai a vállalat számára adottságként jelentkeznek (exogén természetűek), valamint – piaci meghatározottságuk folytán – ugyancsak exogének az outputok volumenei is, akkor a vállalat célja a vásárolt inputok volumeneinek olyan módon történő meghatározása, hogy a termelendő outputok összes termelési költsége minimális legyen. Természetesen az endogén outputárak esetében kialakuló profitmaximalizáló magatartás is modellezhető költségfüggvények segítségével,⁵⁶ noha erre a célra a távközlés empirikus elemzésének gyakorlatában – elsősorban Erwin Diewert munkássága által és nyomán – a profitfüggvények becslése terjedt el. A profitmaximalizálásnak két alapesete létezik. Az elsőben a szignifikáns piaci hatalommal rendelkező vállalat termelési költsége minimalizálásán túlmenően olyan outputárakat kíván kialakítani, amelyek mellett a piacon a fogyasztók outputjai olyan volumeneit keresik, amelyek értékesítése révén profitja maximális lesz. Ennek az esetnek a klasszikus példája a szabályozatlan monopolista profitmaximuma. A második alapeset az árszabályozás, mégpedig olyan esetekben, amikor a szabályozó hatóság célja olyan outputárak meghatározása, amelyek segítségével a szabályozott vállalat elérheti profitjának maximumát. Miután azonban az árszabályozás általános célja éppen az, hogy a szabályozatlan profitmaximumnál kisebb tömegűre csökkentse a szabályozott vállalat profitját, az alábbiakban leírandó módszer szabályozói ármegállapítás céljaira csak további feltételezések és megkötések mellett használható.⁵⁷

A termelési folyamat legcélszerűbb és empirikus becslések céljaira a gyakorlati munkában legjobban alkalmazható reprezentánsa a neoklasszikus transzformációs függvényből levezethető költségfüggvény,⁵⁸ amely szerint a költség az inputok áraitól (w_j), az outputok volumeneitől (Q_j) és a technológiai változásaitól függ, és amelynek általános formája

$$C = g(w_1, w_2, \dots, w_m; Q_1, Q_2, \dots, Q_n; T_1, T_2, \dots, T_s) \quad (20)$$

ahol $T_1, T_2, \dots, T_s$ olyan technológiai változásokat jelez, amelyek módosítják a termelési folyamat hatékonyságát, azaz a benne felhasznált termelési tényezők termelékenységét. A jelen elemzés tárgyához nem tartozó komplikációk elkerülése végett feltételezzük, hogy a technológiai változások exogének, *megtestesületlenek* (disembodied), Hicks-neutrálisak,⁵⁹ valamint hogy létezik a technológiai

⁵⁶ Érdemes megemlíteni, hogy a távközlésben több szerző – legkorábban Fuss és Waverman (1977, 1978, 1980), Smith és Corbo (1979), valamint Denny et al (1979) – használt költségfüggvényeket olyan termelési folyamatok paramétereinek a becslésére, amelyekben részleges profitmaximalizálást feltételeztek. Ábrázolásukban a távközlési szolgáltató szabályozott árú monopolista szolgáltatásai exogének, a versenypiacokon kínált szolgáltatások azonban endogének, mert a szolgáltató domináns piaci helyzetet élvez.

⁵⁷ Ilyen feltételezés például az, hogy a szabályozó annak érdekében kívánja megállapítani a profitmaximalizáló árakat, hogy a szabályozott vállalat outputjának árait ezeknél alacsonyabb szinten állapíthassa meg, valamint hogy ki tudjon alakítani egy hozzávetőleges képet arra vonatkozólag, hogy a szabályozott árak következtében mekkora közgazdasági profit nem jön létre a vállalatnál.

⁵⁸ Lásd Kiss et al (1983).

⁵⁹ A megtestesült (embodied) technológiai változás módosítja valamely termelési tényező fizikai formáját, tulajdonságait, funkcionalitását. Az új technológia mintegy megtestesül a termelési tényezőben (legszemléletesebben a tőkében). A megtestesületlen technológiai változás ezt nem teszi, hanem a változatlan fizikai megjelenésű és tulajdonságokkal ellátott termelési tényezők újfajta termelő felhasználásában jelentkezik. A Hicks-neutrális technológiai változás nincsen befolyással

változások költségmegtakarító hatásainak együttes átlagos mértékét tükröző mérőszám, amelyet a továbbiakban *technológiai indexnek* nevezünk.⁶⁰

A modell bemutatásának további egyszerűsítése céljából feltételezzük, hogy az adott vállalat egyetlen outputot (Q) gyárt háromféle input – nevezetesen munka (L), tőke (K) és anyag (M)⁶¹ – segítségével, valamint, hogy technológiájának változásai mérhetők valamely T technológiai index segítségével. Az inputárakat w (munka), r (tőke) és m (anyag) jelöli, a termelési költség tehát $C = \Sigma wL + \Sigma rK + \Sigma mM$.

A termelési struktúrát Kiss et al (1983) nyomán olyan általánosított transzlog (GTL) költségfüggvény⁶² segítségével reprezentáljuk, amely a (20) egyenletben közölt általános neoklasszikus függvényforma rugalmas, másodfokú Taylor sor segítségével történő megközelítése által nyerhető. Bizonyos közgazdaságilag értelmes korlátok alkalmazása után a közgazdasági irodalomból jól ismert formulát nyerjük, amely szerint

$$\begin{aligned} C = & a_0 + a_1w + a_2r + a_3m + a_4q + bt \\ & + 1/2(G_{11}w^2 + G_{22}r^2 + G_{33}m^2 + G_{44}q^2 + Bt^2) \\ & + G_{12}wr + G_{13}wm + G_{14}wq + G_{23}rm + G_{24}rq + G_{34}mq \\ & + B_1wt + B_2rt + B_3mt + B_4qt \end{aligned} \quad (21)$$

Ebből a formulából azáltal keletkezik a GTL függvény, hogy az inputárak változóit logaritmikusan transzformáljuk, az output és technológiai változókat pedig Box-Cox transzformációnak vetjük alá,⁶³ amelynek eredményeként $q = (Q^{\lambda_1} - 1)/\lambda_1$ illetve $t = (T^{\lambda_2} - 1)/\lambda_2$, ahol $\lambda_1 \neq 0$ és $\lambda_2 \neq 0$.⁶⁴

A költségfüggvény az inputárak vonatkozásában első fokon homogén, azaz

$$\Sigma a_i = 1; \Sigma G_{ij} = \Sigma B_i = 0; (i=1,2,3; j=1, \dots, 4). \quad (22)$$

Ez fontos "józanész-követelmény", mert biztosítja, hogy ha az összes inputár egyöntetűen valamely százalékkal növekszik (tehát az árváltozás nem vált ki input-helyettesítéseket), akkor ennek következtében az összes termelési költség is ugyanezen százalékkal fog növekedni.⁶⁵

az inputarányokra, nem okoz input-helyettesítést. Analitikusan és empirikusan a megtestesült (embodied), az inputarányokat torzító (input-biased) és az endogén technológiai változások is kezelhetők, kezelésük azonban olyan bonyodalmakat vezetne be az elemzésbe, amely eltakarná a termelékenységi szempontok lényegét, ezért a jelen értekezés keretei között eltekintünk tőle. Konkrét vállalati adatok elemzése során azonban az elemző egyik legfontosabb és legnehezebb feladata éppen a technológiai változás jellemzőinek és következményeinek a meghatározása.

⁶⁰ A távközlésben az elmúlt három évtized során számos kísérlet született bonyolult, a technológiai változások sokféle fajtáinak hatásait tükröző indexszámok kialakítására.

⁶¹ A 7. lábjegyzetben már jeleztük, hogy az anyaginput fogalmát a vállalati termelékenységi tanulmányok készítői körében az 1960-as évek eleje óta kialakult általános gyakorlatnak megfelelően úgy határozzuk meg, hogy az magában foglalja az energia inputját, valamint különféle egyéb apró-cseprő inputokat is. Ily módon az anyaginput meglehetősen heterogén gyűjtőkategóriává válik. Ez kompromisszumos megoldás, amelyre elsősorban nem a termelékenység indexeinek mérésével kapcsolatos kööttségek miatt, hanem inkább elemzési korlátokból kifolyólag, pontosabban azért van szükség, mert a statisztikai becslés információs és módszertani korlátai következtében korlátozott a költségfüggvényben figyelembe vehető független változók száma.

⁶² Transzlog költségfüggvényt először az energia ipar adatai alapján becsült Christensen és Greene (1976). A távközlési szolgáltatókra való alkalmazást illetően Kanadában Fuss és Waverman (1977, 1978), Breslaw és Smith (1978), Denny et al (1979), Smith és Corbo (1979), Amerikában pedig Nadiri és Shankerman (1979) illetve Christensen (1980) végeztek úttörő munkát.

⁶³ Box és Cox (1962) munkája alapján először Khaled (1976) javasolta a Box-Cox formulát költségfüggvények változói transzformálásának céljaira. A távközlésben elsőként Fuss és Waverman (1980) valamint Kiss et al (1981) használtak Box-Cox transzformációt a Bell Canada költségfüggvényeinek becslése során. A Box-Cox transzformáció igen hasznos empirikus elemzési eszköz. Speciális határeseteként magában foglalja mind a logaritmikus, mind pedig a lineáris transzformációt, ezért segítségével hipotézisek állíthatók fel és tesztelhetők annak megállapítására, hogy a költségfüggvény egyes változói lineáris ($\lambda = 1$) vagy logaritmikus ($\lambda = 0$) formában legyenek-e specifikálva. Ha mindkét szélső eset hipotézise visszautasítandó, akkor az egyenlet nemlineárisává válik és sor kerül a Box-Cox kitevő becslésére a $(0 < \lambda < 1)$ intervallumban.

⁶⁴ Az inputárakat azért nem vetjük alá Box-Cox transzformációnak, mert logaritmikus formájuk lehetővé teszi, hogy egyszerű módon alkalmazzuk azt a feltételezést, amely szerint a költség az inputárak vonatkozásában első fokon homogén. A gyakorlati empirikus munkában ez azt jelenti, hogy teszteljük a homogeneitás hipotézisét, és elvetjük mindazokat a becsült modelleket, amelyek más modelleknél kevésbé teljesítik az első fokú homogeneitás követelményét.

⁶⁵ A homogeneitási követelmény és az inputárakra vonatkozó szimmetria követelmény együttesen oda vezetnek, hogy $\sum_i G_{ij} = \sum_j G_{ij} = 0$, ahol $i, j = 1, 2, 3$.

A költségminimalizáló magatartás lehetővé teszi Shephard (1953,1970) lemmájának az alkalmazását. A lemma kimondja, hogy a költségfüggvénynek a valamely inputarra vonatkozó deriváltja egyenlő az illető input iránti kereslet volumenével. Alkalmazásával keresleti egyenleteket nyerünk minden input vonatkozásában. A vállalat inputok iránti keresleteit X_i' -vel jelölve

$$\partial C / \partial W_i = X_i' \quad (W_i = w, r, m; X_i' = L, K, M) \quad (23)$$

Az input-keresletek egyenleteit ezután átalakítjuk az egyes inputoknak a termelési költségből való részesedéseinek az egyenleteivé. Az inputok becsült részesedéseit a (24) egyenlet tartalmazza.

$$s_i = a_i + G_{i1}w + G_{i2}r + G_{i3}m + G_{i4}q + B_i t \quad (i = L, K, M) \quad (24)$$

Megjegyzendő, hogy az inputár-homogeneitás következményeként a költségrészesedések összege 1.

A termelékenység elemzése során is követhető az utóbbi évtizedekben általánossá vált becslési eljárás, amely a költségfüggvény és a költségrészesedések szimultán becslését lehetővé tévő többegyenletes rendszerrel dolgozik. Ebben az egyenletrendszerben a költségfüggvény önmagában történő becsléséhez képest növekszik a szabadságfok és vele a becslés pontossága, mert a költségrészesedések paraméterei a költségfüggvény paramétereinek a részhalmazát képezik. A vállalat optimalizálási törekvései során elkövethető hibák bevezetéseként a költségrészesedések egyenleteihez véletlen hibák adhatók. Miután a költségrészesedések összege 1, egyenleteik hibaváltozóinak összege zéró. Annak érdekében, hogy a variancia-kovariancia mátrix ne legyen szinguláris, egy költségrészesedési egyenletet kihagyunk az egyenletrendszerből. A távközlési szolgáltatók termelési folyamatainak modellezése során általános gyakorlattá vált a heterogén reziduális anyaginput részesedésének a törlése.⁶⁶

4.2 Empirikus eredmények

A becslési módszereket illetően többféle gyakorlat alakult ki. Viszonylagos egyszerűsége és könnyű kezelhetősége miatt meglehetősen elterjedt a Zellner (1962) által javasolt SUE (*Seemingly Unrelated Equations*) becslési eljárás módosított változatainak az alkalmazása, amely gyakorlati célokra elfogadható pontosságú paraméter becsléseket tesz lehetővé, iteratív formája pedig jól használható nemlineáris egyenletek becslésére (például amikor egyes változók Box-Cox transzformációja kívánatos és a Box-Cox kifejezés hatványkitevőjében megjelenő λ paramétert kell megbecsülni). Megfelelően nagy minta esetében ez az eljárás *maximum likelihood* becsléseket eredményez, ha a variancia-kovariancia mátrix konvergál. Ugyancsak fontos szempont, hogy a SUE paraméter becslések invariánsak a rendszerből kihagyott költségrészesedési egyenletre vonatkozólag.

(3) tábla: A távközlési technológia paramétereinek becsült értékei egy outputos modellekben

Paraméter	Alacsony becslés	Legjobb becslés	Magas becslés
munka	0,30	0,32	0,43
tőke	0,40	0,51	0,54
output	0,57	0,58	0,95
technológia	-0,18	-0,20	-0,95
munka-tőke	-0,16	-0,11	0,13
munka ²	-0,08	0,07	0,05
tőke ²	0,02	0,22	0,24
munka-output	-0,02	0	0,10
tőke-output	-0,09	0	0,03
output ²	-0,22	0,14	0,96
munka-technológia	-0,33	-0,18	-0,15
tőke-technológia	0,17	0,20	0,37
output-technológia	-0,15	-0,58	-2,25
technológia ²	0	0,77	3,23

⁶⁶ Ez különösen olyan esetekben ésszerű, amelyekben az anyaginput nemcsak fogalmilag reziduális, hanem költségének mérése is úgy történik, hogy a mért összes közgazdasági költségből levonják a munka és a tőke közgazdasági költségeinek az összegét.

A becslések empirikus eredményeinek leírása és elemzése nem képezi a jelen értekezés tárgyát, ezért a (3) táblában csak rövid illusztratív összefoglalót nyújtunk a távközlési termelési technológia paramétereinek, illetve közgazdasági tulajdonságainak az ökonometria modellekben becsült értékeiből.⁶⁷ A paraméter becsléseket jórészt a Kiss és Lefebvre (1987) által megvizsgált nagyszámú egy outputos modellből vettük. Noha kívánatosabb lenne a paramétereket a közgazdasági tulajdonságokhoz hasonlóan a több outputos modellekből származó becslések segítségével is illusztrálni, a több outputos modelleket a különféle tanulmányok szerzői rendkívül sokféleképpen specifikálták, ezért paramétereik sokfélék, definícióikban egymástól gyakran jelentős mértékben eltérők. A változók eltérő definíciói, valamint a modellek eltérő szerkezete eredményeképpen a numerikus becslési eredmények gyakran nem összehasonlíthatóak és az esetek jelentős részében nem is hozhatók közvetlenül összehasonlítható formába.⁶⁸ A modellek és eredmények sokfélesége nem teszi lehetővé a több outputos modellek paraméter becsléseinek rövid összefoglalást.

A (4) tábla a közgazdasági tulajdonságok értékeiről ad képet. Ennek a táblának a kitöltése során már nemcsak az egy outputos modellek eredményeire támaszkodtunk, hanem figyelembe vettünk különféle több outputos modelleket is. Erre szükség volt, hiszen a technológia olyan fontos közgazdasági tulajdonságait, mint például az output-specifikus méretgazdaságosság, a választékgazdaságosság vagy a költségkomplementaritás, egy outputos modellek segítségével nem lehet megbecsülni. A több outputos modellek eredményeinek figyelembe vételét az tette lehetővé, hogy a közgazdasági tulajdonságokra vonatkozó empirikus eredmények olyan esetekben is közvetlenül összehasonlíthatók, amikor a paraméter becslések nem hasonlíthatók össze.

(4) tábla: A távközlési technológia főbb közgazdasági tulajdonságainak becsült értékei

Tulajdonság	Eredmények intervalluma	Legjobb eredmény	Evidencia minősége
Munkainput keresletének sajátár-rugalmassága	-0,10 - -1,00	-0,30	kitűnő
Tőkeinput keresletének sajátár-rugalmassága	-0,01 - -0,60	-0,10	kitűnő
Anyaginput keresletének sajátár-rugalmassága	-0,10 - -1,10	-0,50	kitűnő
Munka-tőke viszony	helyettesítés	helyettesítés	kitűnő
Munka-anyag viszony	helyettesítés	helyettesítés	kitűnő
Tőke-anyag viszony	helyettesít-kiegészít	helyettesítés	jó
Homotheticitás	igen-nem	nem	jó
Általános méretgazdaságosság (rugalmasság)	1,00-1,90	1,50	kitűnő
Helyi szolgáltatások méretgazdaságossága	igen - semleges	igen	gyenge
Távolsági szolgáltatások méretgazdaságossága	igen - semleges	igen	gyenge
Adatkommunikációs szolg. méretgazdaságossága	igen - semleges	igen	gyenge
Helyi-távolsági költségkomplementaritás	igen - nem	igen	gyenge
Helyi-adatkomm. költségkomplementaritás	igen - nem	igen	gyenge
Távolsági-adatkomm. költségkomplementaritás	igen - nem	igen	gyenge
Helyi szolgáltatási választékgazdaságosság	-	-	nincs
Távolsági szolgáltatási választékgazdaságosság	-	-	nincs
Adatkomm. szolg. választékgazdaságosság	-	-	nincs
Költség szubaditivitás	szubadd-szuperadd	szubadditív	jó
Technológiai változás viszonya a munkához	megtakarít	megtakarít	közepes
Technológiai változás viszonya a tőkéhez	megtakarít-használ	megtakarít	közepes
Technológiai változás viszonya az anyaghoz	megtakarít-használ	használ	közepes
Technológia termelékenységnövelő hatása (β) ⁶⁹	0,63-1,30	0,90	jó

⁶⁷ Felhívjuk az olvasó figyelmét arra, hogy a modellek és az eredmények meglehetősen kaotikusak, ezért a paraméter becslések értékelésekor viszonylag tág tere nyílik a szubjektív értékítéleteknek.

⁶⁸ Megjegyzendő, hogy összehasonlíthatósági problémáktól az egy outputos modellek sem mentesek. Ezek esetében azonban a változók eltérő definíciója szinte kizárólag a technológiai változó kapcsán okoz problémát. Egyes modellek ugyanis az időváltozót használják, míg mások a modellezés céljaira kifejlesztett technológiai indexeket tartalmaznak. Az ebből adódó problémák azonban a változó normalizálása következtében kezelhetőek. A szerkezeti eltérések nem okoznak jelentős problémát, mert azok a hipotézisek, amelyeken az egyes szerkezeti megoldások alapulnak, tesztelhetők és a hipotézis elutasítása esetében a hibásan elfogadott hipotézis parametrikus hatásai feltárhatók.

⁶⁹ Lásd a (34) és (35) egyenleteket az alábbi 4.4 alfejezetben.

4.3 Az inputok iránti kereslet kompozíciója

Az alábbi elemzést nevezhetjük forrás szerinti elemzésnek, oksági elemzésnek, vagy ökonometriai elemzésnek is. Az elnevezések az elemzés különböző aspektusaira utalnak. Valóban, az eljárás az inputok volumenében bekövetkezett változásokat azok forrásaiból rakja össze. „Oksági” azért, mert csak akkor végezhető el, ha a forrásként megjelölt jelenségek valóban oksági viszonyban állnak az input volumenének változásaival. Az „ökonometriai” elnevezés arra utal, hogy a felhasznált paraméterek a termelés valamely ökonometriai modelljéből származnak.

A termelékenység megközelítésének első lépése az inputok volumenei iránti kereslet időbeli (vagy térbeli) változásainak a meghatározása a modell paramétereinek segítségével. Mint fentebb már említettük, a becsült paraméterek segítségével kialakítható mérőszámok természetükre nézve proporcionális változások. Biztosítják, hogy a parametrikus megközelítés fogalmilag konzisztens legyen az indexelési megközelítéssel. Visszaidezzük, hogy az input aggregátumának proporcionális változása

$$\bar{x}_{it} = \sum_j \bar{s}_{ijt} \log(x_{ijt} / x_{ijt-1}) \quad (25)$$

ahol $\bar{x}_{ijt}$ ($j=1, \dots, v$) az i -edik input kategória j -edik elemét jelöli a t -edik időszakban, $\bar{s}_{ijt}$ pedig ugyanannak az inputnak a t -edik és $t-1$ -edik időszakra vonatkoztatott átlagos⁷⁰ részesedése az i -edik input kategória költségéből. A proporcionális változás itt a megfigyelt inputvolumenek együttes átlagos változásait mutatja. A megfigyelés származhat vállalati tényadatokból a múltra vonatkozólag, vagy pedig tervezési illetve költségvetési adatokból jövőbeli időszakokra vonatkozólag.

A költségfüggvény statisztikailag becsült paramétereinek segítségével lehetségessé válik az, hogy az inputok volumeneinek változásait kiváltó okokat azok fajtája szerint csoportosítsuk és a volumenváltozást oksági elemek hatásai összességéként írjuk fel. Az alkotó elemek a költségrészesedéseket kifejező (24) egyenlet jobboldali változóit: outputok, inputárak és technológiai változások. Az oksági elemek tehát:

1. inputár effektusok (ahány input létezik)
2. output effektusok (ahány output létezik)
3. technológiai effektusok (csak egyet feltételezünk, de ezekből is lehet több)
4. reziduális effektus

A reziduális effektus kivételével, amelyet az egyenlet véletlenhiba-változója hoz létre, az oksági hatások maguk is felbonthatók két elemre. Egyik elemük az exogén változóban beállott proporcionális változás, amely hatást gyakorol az input volumenére, másik elemük pedig az a rugalmassági mutató, amely szerint ez a hatás létrejön. A (26) egyenlet jól mutatja az inputváltozás oksági elemeit és az egyes elemek szerkezetét.

$$\bar{x}_i = \varepsilon_{iQ} \bar{Q} + \varepsilon_{iT} \bar{T} + \varepsilon_{iW} \bar{W} + \varepsilon_{iR} \bar{R} + \varepsilon_{im} \bar{m} + u_i \quad (26)$$

ahol $i=L, K, M$; ε_i az i -edik inputkategória volumenének rugalmasságát mutatja sorrendben az outputra, technológiai változásra és az inputárakra vonatkozólag; $\bar{Q}, \bar{T}, \bar{W}, \bar{R}, \bar{m}$ pedig az exogén változók időbeli proporcionális változásait jelöli, például $\bar{Q} = d \log Q / dt$, amelynek diszkrét megközelítése $\bar{Q} = \log Q_t - \log Q_{t-1}$ formájában történhet⁷¹; végül u_i a reziduális effektus, vagyis az inputok megfigyelt volumenei proporcionális változásának az a része, amely sem az inputárak, sem az outputok, sem pedig a technológia változásai hatásaként nem magyarázható. Az egyenlet jobboldalán lévő első öt szorzat összege a költségfüggvény exogén változóinak együttes hatását mutatja az input volumenére. Ez az input volumene időbeli változásának a modell által megmagyarázott része, amelyet *számított* inputváltozásnak is nevezhetünk. Az egyenlet jobboldalán lévő első öt szorzat összeadása

⁷⁰ Egyszerű számtani átlag.

⁷¹ Ha a vállalat outputja $Q_{1t}, Q_{2t}, \dots, Q_{nt}$ termékből tevődik össze, akkor az output diszkrét proporcionális növekedési rátája

$\bar{Q} = \sum_{h=1}^n \bar{r}_{ht} \log(Q_{ht} / Q_{ht-1})$, ahol $\bar{r}_{ht}$ a h -adik termék átlagos árbevételi részesedése a t -edik és a $t-1$ -edik időszakokban.

révén az input volumenének proporcionális változását egy ökonometriai eszközökkel megmagyarázott és egy meg nem magyarázott *reziduális* részre bontjuk fel, vagyis

$$x_i = x_i^E + x_i^R \quad (i=L, K, M) \quad (27)$$

ahol x_i^E a megmagyarázott rész és x_i^R a meg nem magyarázott reziduális rész. A megmagyarázott részt nevezhetjük számítottnak vagy ökonometriainak is.

Azokat az inputrugalmasságokat, amelyek ismeretét a dekompozíció szükségessé teszi, a költségfüggvény becsült paramétereinek a segítségével állíthatjuk elő; GTL költségfüggvény esetén az alábbi módokon:

$$\varepsilon_{iQ} = (G_{i4}Q^{\lambda_1} + s_i\varepsilon_{CQ}) / s_i \quad (28a)$$

$$\varepsilon_{iT} = (B_iT^{\lambda_2} + s_i\varepsilon_{CT}) / s_i \quad (28b)$$

$$\varepsilon_{ij} = (G_{ij} + s_i s_j) / s_i \quad (28c)$$

$$\varepsilon_{ih} = (G_{ih} + s_i^2 - s_i) / s_i \quad (28d)$$

ahol $i=L, K, M$; $j=w, r, m$; $(i, h) = (L, w), (K, r), (M, m)$; s_i az i -edik inputnak a (24) egyenlet szerint meghatározott költségrészesedése, ε_{CQ} illetve ε_{CT} pedig a költség output- illetve technológia-rugalmassága.⁷²

Az időbeli változások elemzése céljából a vállalat megfigyelt és számított (megmagyarázott) proporcionális input növekedési rátáit időben összekapcsoljuk — a proporcionális változás rátáit összeadjuk, illetve az indexeket összeszorozzuk. A (29) egyenletben az indexszámokra vonatkozólag mutatjuk be a szükséges műveleteket. Az összeszorozás eredménye olyan időbeli bázisindexsor, amelynek bázisa a periódus első időszaka (például éve). Ezeket valamely kiválasztott időszak (például év) értékére nézve normalizáljuk. Valamely $z+1$ hosszúságú (mondjuk $z+1$ éves) periódusban ($t=0, 1, \dots, z$) az u -adik időszakra (évre) normalizált indexértékek eszerint a következő formát öltik:

$$\text{a } 0. \text{ évben:} \quad \text{nem létezik indexérték} \quad (29a)$$

$$\text{az } 1. \text{ évben:} \quad (\bar{X}_{12} \times \bar{X}_{23} \times \dots \times \bar{X}_{u-2, u-1} \times \bar{X}_{u-1, u})^{-1} \quad (29b)$$

$$\text{a } 2. \text{ évben:} \quad (\bar{X}_{23} \times \dots \times \bar{X}_{u-2, u-1} \times \bar{X}_{u-1, u})^{-1} \quad (29c)$$

$$\text{az } u-1\text{-edik évben:} \quad (\bar{X}_{u-1, u})^{-1} \quad (29d)$$

$$\text{az } u\text{-edik évben:} \quad 1.0 \quad (29e)$$

$$\text{az } u+1\text{-edik évben:} \quad \bar{X}_{u, u+1} \quad (29f)$$

$$\text{a } z\text{-edik évben:} \quad \bar{X}_{u, u+1} \times \bar{X}_{u+1, u+2} \times \dots \times \bar{X}_{z-2, z-1} \times \bar{X}_{z-1, z} \quad (29g)$$

Normalizálás céljára olyan időszakot választunk, amelyre nézve *a priori* információ alapján nagy valószínűséggel feltételezhetjük, hogy ekkor a vállalat által felhasznált inputok volumenei nem tértek el jelentős mértékben a költségminimalizáló inputvolumenektől.

A kompozíciós eljárás eredményeként megállapíthatóvá válik, hogy az outputok, az inputárak és a technológia változásai milyen mértékben változtatják meg az egyes inputok (K, L, M), valamint a teljes input volumenét.

⁷² Fogalmilag a költség output-rugalmassága $\varepsilon_{CQ} = \frac{\partial \log C}{\partial \log Q}$, a költség technológia-rugalmassága pedig $\varepsilon_{CT} = \frac{\partial \log C}{\partial \log T}$. Ha

költségfüggvényünk GTL, akkor a két rugalmasság $\varepsilon_{CQ} = Q^{\lambda_1} (a_4 + G_{14}w + G_{24}r + G_{34}m + G_{44}q + B_4t)$ illetve $\varepsilon_{CT} = T^{\lambda_2} (b + B_1w + B_2r + B_3m + B_4q + Bt)$.

4.4 A termelékenység változásainak dekompozíciója

Ha – mint költségfüggvényünkben is – az output exogén és a vállalat költséget minimalizál, akkor az input elemzése egyben megadja a termelékenység elemzését is, hiszen a termelékenység nem más, mint az exogén output és az endogén input változásainak a viszonya. A 4.2 alfejezetben a források szerinti elemzést oksági elemzésnek is neveztük. Az input változásait az oksági elemek hatásainak az összességéként komponáltuk meg. A termelékenység kompozíciója során is ez történik.

Most azonban fordítunk a folyamaton és a források szerinti elemzést nem mint kompozíciót, hanem mint *dekompozíciót* kezeljük. Ezzel mintegy kiteljesítjük a parametrikus megközelítés és az indexelési megközelítés kapcsolatát. Kompozíció esetén a folyamat elején *nem ismerjük* az inputváltozó és a termelékenység változásának mértékét, és arra törekszünk, hogy az ismeretlen indexszámokat oksági elemekből összerakva számítsuk ki. A kompozíció révén eljutunk a proporcionális változás mérőszámához, amelynek exponenciálisaként nyerjük az input és a termelékenység indexét. Dekompozíció esetén már a folyamat elején *ismerjük* az input és a termelékenység indexszámait és a parametrikus megközelítést arra használjuk, hogy segítségével mennyiségileg megmagyarázzuk eme indexszámok oksági összetevőit. Ugyanazokról az összefüggésekről van tehát szó, de eltér az elemző munka kiindulópontja és célja.

A kompozíciós folyamattal az input kapcsán az előző alfejezetben foglalkoztunk. A jelen alfejezetben a termelékenység elemzését dekompozícióként írjuk le. A dekompozíció a termelékenység elemzésének hatékony eszköze. Dekompozíció tárgya lehet:

1. Valamely vállalat termelékenységének valamely időszakban megfigyelt növekedése, amelyet temporális index segítségével mérünk.
2. Két vállalat termelékenységi színvonalának valamely időszakban megfigyelt eltérése, amelyet térbeli index segítségével mérünk.
3. Két vállalat valamely időszakban megfigyelt termelékenységnövekedésének a különbsége, amelyet temporális indexek térbeli eltéréseként mérünk.

A jelen alfejezet tárgya a fenti 1. pont, vagyis a termelékenység megfigyelt (mért) időbeli növekedésének az oksági elemeit kívánjuk meghatározni és számszerűsíteni. A dekompozíció kiindulópontjaként megismételjük, hogy bármely adott t időszakra (például évre) vonatkozólag a vállalat megfigyelt termelékenységének a proporcionális növekedési rátája

$$\phi_t^E = \phi_t^I - \alpha_t^E \quad (30)$$

vagyis az output és az input aggregált proporcionális növekedési rátáinak a különbsége, ahol az input aggregátumot a (25) egyenlet szerint határozzuk meg.

A dekompozíció segítségével lehetségessé válik az, hogy a vállalat megfigyelt proporcionális termelékenységnövekedési rátáját egy megmagyarázott (számított) és egy meg nem magyarázott (reziduális) komponens rátára bontsuk szét. A termelékenység ilyen dekompozíciója a (31) egyenletben található.

$$\phi_t^E = \phi_t^E + \phi_t^R \quad (31)$$

ahol ϕ_t^R a reziduális effektust jelképezi, $\phi_t^E = \phi_t^I - \alpha_t^E$ és ahol a (27) egyenletből már ismert α_t^E a (23) egyenlet szerinti input keresleteknek a (25) egyenlet szerint történt aggregálása révén is előállítható, mégpedig úgy, hogy a megfigyelt költségrészesedéseket a nekik megfelelő számított költségrészesedésekkel helyettesítjük.

A termelékenység proporcionális változásainak a dekompozíciója az input volumenek proporcionális változásainak a (26) egyenletben bemutatott kompozíciójával konzisztens módon megy végbe. Az (20) egyenletben bemutatott általános formájú költségfüggvénynek az időre vonatkozó teljes deriválása révén nyert képletet célszerűen átrendezve a termelékenység proporcionális változásának rátájára nézve Denny, Fuss és Everson (1978-79) a következő kifejezést nyerte:

$$\phi_t^E = (1 - \varepsilon_{CQ}) \phi_t^I - \varepsilon_{CT} \phi_t^I + \phi_t^I \quad (32)$$

ahol ε_{CQ} és ε_{CT} a költségnek az outputra illetve a technológiai változásra vonatkozó rugalmassága.

A költség output-rugalmasságának az inverze a méretrugalmasság mutatója, ezért a (32) egyenlet jobboldalának első elemét célszerű *mérethatásnak* nevezni. Denny, Fuss és Everson (1978-79) szerint a mérethatás

$$\mathcal{B} = \left[1 - \frac{\partial \log C}{\partial \log Q} \right] \frac{d \log Q}{dt} = (1 - \varepsilon_{CQ}) \mathcal{Q} = \zeta_{\Phi Q} \mathcal{Q} \quad (33)$$

vagyis a mérethatás kifejezhető a költség output-rugalmasságának és az output proporcionális változásának a segítségével. $\zeta_{\Phi Q} = 1 - \varepsilon_{CQ}$ a termelékenység output-rugalmasságának a mérőszáma.

A (32) egyenlet jobboldalának második eleme a *technológiai hatás*. Mérőszáma Denny, Fuss és Everson (1978-79) szerint

$$\mathcal{B} = - \frac{\partial \log C}{\partial t} \quad (34)$$

amelyet magát is két tényezőre tudjuk bontani, mégpedig

$$\mathcal{B} = - \frac{\partial \log C}{\partial \log T} \times \frac{d \log T}{dt} = \varepsilon_{CT} \mathcal{T} \quad (35)$$

vagyis a technológiai hatás egyenlő a költség technológia-rugalmasságának és a proporcionális technológiai változásnak a szorzatával. Látható, hogy a költség technológia-rugalmassága megegyezik a termelékenység technológia-rugalmasságával.

A (32) egyenlet jobboldalának harmadik eleme a *reziduális hatás*, amelyet joggal nevezhetünk véletlen hatásnak is, hiszen az ökonometria modell hibaváltozója véletlen változó.

A fentiekben taglalt három hatás megvalósítja a termelékenység proporcionális változásának az oksági szempontból történő dekompozícióját. A (32) egyenlet háromelemes dekompozíciója

$$\phi_i = \mathcal{B}_i + \mathcal{E}_i + \mathcal{R}_i. \quad (36)$$

Dekompozíció segítségével azonban nemcsak valamely vállalat valamely időszakra vonatkozó termelékenységnövekedésének az oksági elemeit tudjuk meghatározni, hanem arra is képesek lehetünk, hogy két vállalat termelékenységnövekedési ütemeinek az eltérését megmagyarázzuk. A két vállalat közötti különbségeket Δ -val jelölve

$$\Delta \phi_i = \Delta \mathcal{B}_i + \Delta \mathcal{E}_i + \Delta \mathcal{R}_i. \quad (37)$$

Térjünk most vissza a (35) egyenlethez, pontosabban a költség és a termelékenység technológia-rugalmasságának egyenlőségéhez, amely csak bizonyos esetekre vonatkozólag érvényes. Érdemes megvizsgálni, hogy a Denny, Fuss és Everson által feltárt összefüggésnek milyen érvényességi korlátai léteznek. Visszaidezzük, hogy a termelékenység Divisia indexe $\phi = \sum_i r_i \mathcal{Q}_i - \sum_j s_j \mathcal{X}_j$ ($i=1, \dots, n$;

$j=1, \dots, m$), ahol r az output árbevételi részesedése és s az input költségrészesedése. Ha vesszük a neoklasszikus teljesköltség-függvény általános formájának a T mint időváltozó szerinti teljes deriváltját, alkalmazzuk Shephard lemmáját és megfelelően átrendezzük a kapott kifejezést, akkor $\mathcal{B}$ -ra vonatkozólag a következő kifejezést nyerjük:

$$\mathcal{B} = \sum_i \varepsilon_{CQ_i} \mathcal{Q}_i - \sum_j s_j \mathcal{X}_j. \quad (38)$$

Eszerint a termelékenység proporcionális változása akkor egyenlő a költség proporcionális változásával, amikor

$$\frac{P_i Q_i}{\sum_i P_i Q_i} = \frac{\partial C}{\partial Q_i} \times \frac{Q_i}{C} \quad (39a)$$

vagy, egyszerűbben kifejezve

$$r_i = \varepsilon_{CQ_i}, \quad (39b)$$

tehát amikor minden outputra nézve igaz az, hogy az árbevételben való részesedése egyenlő a költségnek a rá vonatkozó rugalmasságával.⁷³ A feltétel akkor teljesül, ha (a) határköltség szerinti árazás történik, azaz $P_i = MC_i = \partial C / \partial Q_i$; (b) az összes költség egyenlő az összes árbevétellel ($C=R$), azaz a közgazdasági profit zéró. Ilyen eset áll elő akkor, amikor a termelési folyamatban nincsenek belső gazdaságosságok (állandó hozadék) és hatékonyan versenyesek az inputok és outputok piacai.

Ez nyilvánvalóan nem a közszolgáltatók – közöttük a távközlési szolgáltatók – esete. A közszolgáltatók termelési folyamatában rendszerint többféle belső gazdaságosság is munkál, a piacok vagy monopolizáltak, vagy pedig tökéletlenül versenyesek. A távközlésben a gyakran történelminek nevezett keresztfinanszírozások⁷⁴ léte különösen kizárja a határköltséges árazás feltételezését.

A feltételek nemteljesítésének az a következménye, hogy a termelékenységi proporcionális változása eltér a költségek intertemporális proporcionális változásának a mértékétől. A (39a) egyenlet segítségével kifejezhető az eltérés mértéke, amely

$$\phi = \sum_i \left(\frac{P_i Q_i}{R} - \frac{MC_i Q_i}{C} \right) \cdot \frac{Q_i}{C} \quad (40)$$

A (40) egyenlet felhasználható a termelékenységi olyan dekompozíciójához, amelyben elkülönítjük a méretgazdaságosság hatását a nem-határköltséges árazás hatásától. $(P_i Q_i / C)$ -t a (40) egyenlethez hozzáadva illetve abból levonva és az egyenlet jobboldalát átrendezve a termelékenységi proporcionális változása kifejezhető a következő formában:

$$\phi = \sum_i \left[(P_i - MC_i) \frac{Q_i}{C} \right] \cdot \frac{Q_i}{C} + \sum_i \left[(P_i Q_i)(R^{-1} - C^{-1}) \right] \cdot \frac{Q_i}{C} + \phi. \quad (41)$$

A (41) egyenlet segítségével jól megkülönböztethetők a következő alapesetek:

- (1) Ha nincs méretgazdaságosság és az árazás határköltséges, akkor $\phi = \phi$, vagyis a termelékenység növekedése kizárólag a technológiai változásnak tudható be.
- (2) Ha van méretgazdaságosság és az árazás határköltséges, akkor $R-C < 0$ és $P-MC=0$, tehát a termelékenység változását az egyenlet jobboldali második és harmadik tényezője hozza létre.
- (3) Ha az árak költségfedezőek – mint például átlagköltséges árazás vagy Ramsey árazás esetében –, akkor $R=C$, de $P_i - MC_i \neq 0$ (az árak nagyobbak és kisebbek is lehetnek a határköltségnél), akkor a termelékenység változásáért az egyenlet jobboldalának első és harmadik tényezője a felelős.
- (4) Ha van méretgazdaságosság és közgazdasági profit, akkor a dekompozíció háromtényezős.

Gyakorlati és elemzési célokra egyaránt igen hasznos lehet, ha az árak és a határköltségek különbségét két tényezőre bontjuk, nevezetesen (a) az árak és az átlagköltségek különbségére, valamint (b) az átlagköltségek és a határköltségek különbségére

$$P_i - MC_i = (P_i - AC_i) + (AC_i - MC_i) \quad (42)$$

Ennek nemcsak akkor van értelme, ha ténylegesen átlagköltséges árazás folyik. Ugyanis a határköltség és az átlagköltség viszonya jelzi a termelési folyamat belső gazdaságosságait:

- (1) $AC > MC$, ha belső gazdaságosságok léteznek, azaz növekvő a hozadék,
- (2) $AC < MC$, ha belső gazdaságtalanságok léteznek, azaz csökkenő a hozadék,
- (3) $AC = MC$, ha nincsen sem gazdaságosság, sem gazdaságtalanság és állandó a hozadék.

⁷³ Megjegyzendő, hogy hasonló feltétel vezethető le az input Divisia indexére nézve – legegyszerűbben a duális termelési függvényből. Ott minden input költségrészesedésének kell egyenlőnek lennie az outputnak a rá vonatkozó rugalmasságával.

⁷⁴ A távolsági és a nemzetközi hívások finanszírozzák a hozzáférési és a helyi szolgáltatásokat, az intézményes előfizetők finanszírozzák a lakossági előfizetők fogyasztását.

A (42) egyenletet a (41) egyenletbe helyettesítve kapjuk a (43) egyenletet

$$\dot{Q}_i = \sum_i \left[(P_i - AC_i) \frac{Q_i}{C} \right] \cdot \dot{Q}_i + \sum_i \left[(AC_i - MC_i) \frac{Q_i}{C} \right] \cdot \dot{Q}_i + \sum_i \left[(P_i Q_i) (R^{-1} - C^{-1}) \right] \cdot \dot{Q}_i + \dot{B} \quad (43)$$

A fentiek alkalmazásával tovább bontható a (32) egyenletben bevezetett mérethatás. A szögletes zárójelen belüli kifejezések rugalmasságok, amelyeket ζ -val jelölve, valamint a (35) egyenletből a technológiai hatás formáját visszaidézve a (44) egyenlethez jutunk

$$\dot{Q}_i = \sum_i \zeta_{Ai} \dot{Q}_i + \sum_i \zeta_{Mi} \dot{Q}_i + \sum_i \zeta_{Ti} \dot{Q}_i + \varepsilon_{CT} \dot{K}_i + \dot{B} \quad (44)$$

Eszerint az egyenlet szerint a termelékenység megfigyelt változásait (proporcionális növekedéseit) a következő tényezőkre lehet felbontani:

1. a nem-átlagköltséges árazás hatása, minden outputra nézve külön-külön
2. belső gazdaságossági hatás, ugyancsak outputonként
3. profithatás (nem költségfedező nem-átlagköltséges árazás hatása) outputonként
4. a technológiai változás hatása
5. reziduális hatás

Végezetül foglaljuk össze röviden a dekompozíciónak a fentiekben feltárt lehetőségeit. A legegyszerűbb dekompozíció segítségével a termelékenység megfigyelt (mért) proporcionális változásait mérethatásra, technológiai hatásra és reziduális hatásra bontjuk. Miután a mérethatás is és a technológiai hatás is egy független változó proporcionális változásának és a termelékenység e változóra vonatkozó rugalmasságának a szorzata, mindkét hatást tovább tudjuk bontani egy exogén hatásra (ez a változó proporcionális változásának a hatása) és egy rugalmassági hatásra. A mérethatást alternatív módon felbonthatjuk árazási hatásra, belső gazdaságossági hatásra és profithatásra. Miután ezek ugyancsak egy proporcionális változás és egy rugalmasság szorzatai, további bontásuk is lehetséges. Ezzel azonban a jelen értekezés keretei között nem foglalkozunk. Ugyancsak nem foglalkozunk a technológiai hatás további felbontásainak a lehetőségeivel sem.

4.5 SaskTel termelékenységének ökonometriai dekompozíciója

Illusztrációként az alábbiakban grafikusán mutatjuk be, hogy miként alakult 1990 és 1999 között a SaskTel telefonvállalat termelékenységének növekedése, valamint hogy milyen oksági hatások milyen mértékben járultak hozzá a termelékenység megfigyelt (mért) növekedéséhez.

A SaskTel termelékenységi tanulmányára vonatkozó információt a B melléklet négy táblája tartalmazza. A táblákban közölt adatok nem teljeskörűek. Csak azokat az adatokat mutatjuk be, amelyek a dekompozíció szempontjából szükségesek. A B(1) tábla a releváns változók tényadatait tartalmazza. A dekompozíció illusztrációjaként az inputváltozók mérésének azt a változatát használjuk, amelyben a munka súlyozott és a tőke nettó. A dekompozíciós eljárás menetére nincsen befolyással, ha azt súlyozatlan munkainput és bruttó tőkeinput alapján végezzük el. Az alternatív input definíciók természetesen számszerűleg eltérő eredményekhez vezetnek és ezáltal további betekintést engednek a cég termelékenység növekedését meghatározó tényezők hatásaiba.

Ismertek az egyes inputok volumeneinek proporcionális változásai (az A(5.8) táblából), az összes input proporcionális volumenváltozásai (az A(5.9.1) táblából), az inputok költségrészesedései (az A(5.7) táblából), valamint az output volumenének proporcionális változásai (az A(5.9.1) táblából). Ezekből kiszámíthatók a termelékenység tényleges éves proporcionális változásai. A táblában tehát az indexelési megközelítést alkalmazzuk. A további számítások és elemzések feladata a B(1) táblába foglalt termelékenységváltozások dekompozíciós magyarázata.

A B(2) tábla vezeti be az ökonometriai modellekből kinyerhető strukturális információt, mégpedig: (1) a méretrugalmasságot és (2) a technológiai rugalmasságot, továbbá (3) a technológia proporcionális változásait. SaskTel-re nézve azonban nem állnak rendelkezésre becsült ökonometriai modellek. Hiányuk legfőbb oka az, hogy a SaskTel tízéves megfigyelési periódusa túlságosan rövid és nem képez elegendő számú megfigyelést a sokváltozós költségmodell megfelelő statisztikai pontosságú

becslése számára, elegendő számú megfigyelést biztosítani képes havi vagy negyedéves adatok pedig a változók egy részére nézve nem állnak rendelkezésre. A becslési eredmények hiányából fakadó problémát a szerző a SaskTel termelékenységi tanulmányában *szakértői becslésen* alapuló numerikus értékek bevezetésével oldotta meg. Ezek tehát szubjektív értékítéleten alapulnak. Értékítéletei megalkotása során a szerző figyelembe vette a különféle távközlési vállalatokra rendelkezésre álló empirikus eredményeket, különösen az eredetileg Kiss et al (1983) által közölt, Kiss (1985) által kiterjesztett és újrabecslült, majd Kiss és Lefebvre (1987) által összefoglalt modellek további újrabecsléseinek az eredményeit.⁷⁵ A technológiai index előállítását a Bell Canada által a kifejezetten ökonometria költségmodellekben való alkalmazás céljaira kifejlesztett technológiai indexek mintájára történt. A szakértői becslések eredményeit a szerző felhasználta a SaskTel megfigyelt termelékenységnövekedésének szimulálására. A szimulációs eredmények elemzése a paraméter becslések felülvizsgálatához vezetett. Néhány iterációt követően az eredmények teljes mértékben konzisztensekké váltak mind a közgazdasági elmélet követelményeivel, mind pedig azokkal az ismert körülményekkel és eseményekkel, amelyek a vizsgálat időszakában számottevő mértékben befolyásolták a termelékenység alakulását. A B(2) tábla ezeket a konzisztens eredményeket kezeli strukturális tényadatokként a dekompozíció folyamatában.

A B(3) táblában kiszámítjuk a különféle termelékenységi hatásokat, nevezetesen: (1) az éves mérethatásokat, (2) az éves technológiai hatásokat, (3) a méret- és technológiai hatások összegeként a *számított* nevezett⁷⁶ éves termelékenységváltozásokat, végül pedig (4) az éves reziduális hatást, amelyet a számított termelékenységváltozásnak a tényleges termelékenységváltozásból való kivonása útján nyerünk.

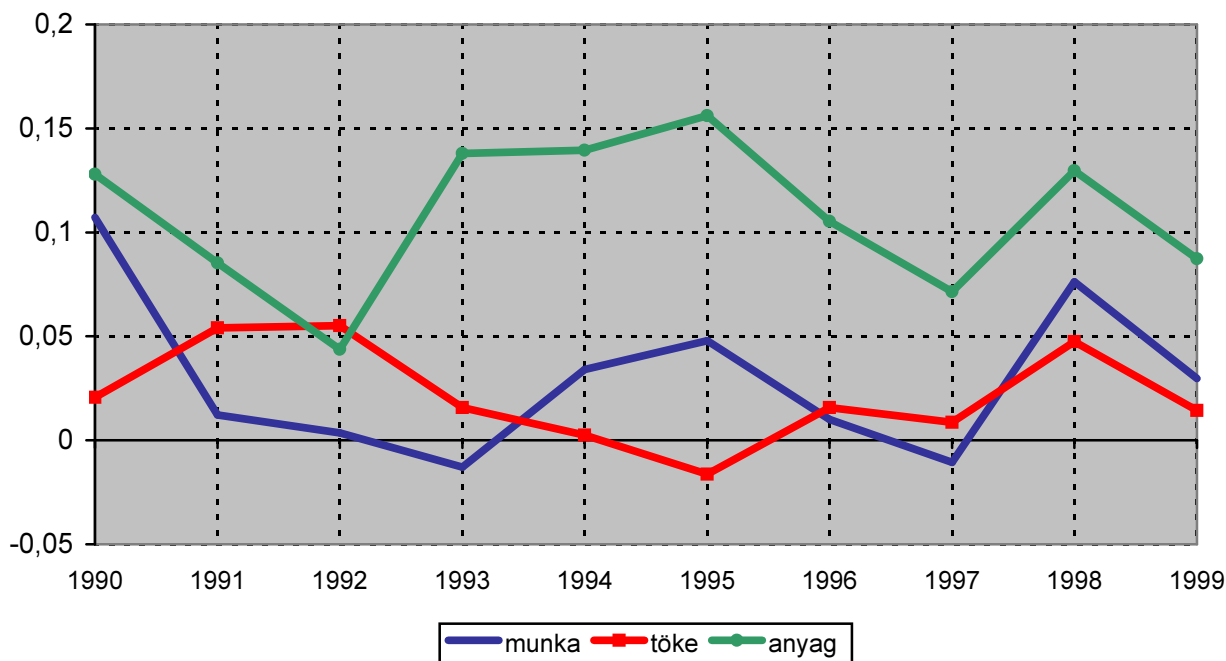
A B(4) tábla azt mutatja az időszak minden évére nézve, hogy a termelékenység tényleges növekedéséhez hány százalékban járult hozzá (1) a mérethatás, (2) a technológiai hatás, és (3) a reziduális hatás. Ugyanezeket a hatásokat az időszak átlagára nézve is kiszámítjuk. Látható, hogy - miután az ökonometria költségmodell változója olyan véletlen változó, amelynek várható értéke zéró - a periódus átlagában a reziduális hatás zéró. Ezzel a dekompozíció befejeződik és kezdődhet a SaskTel termelékenysége elemzése.

Először az egyes input aggregátumok volumenének alakulásával foglalkozunk. A 7. ábra néhány igen fontos jelenségre világít rá. Ezek nemcsak SaskTelt, hanem az észak-amerikai integrált távközlési vállalatok szinte mindegyikét is jellemzik. Feltűnik, hogy a megfigyelési időszak során a tőke/munka (K/L) arány nagyjából változatlan maradt (igen kis mértékben csökkent). Ez eltér a tőke/munka (K/L) aránynak a más távközlési vállalatok esetében megfigyelt mérsékelt növekedésétől. Az eltérés magyarázata azokban a munkaintenzív követelményekben található, amelyeket Saskatchewan tartomány kormánya támasztott — a periódus elején a SaskTel ügyfélszolgálatával, a periódus második felében pedig a rurális hibajavításokkal szemben. Ha ezek hatását kiszűrjük, akkor a tipikus képet kapjuk: a tőke/munka (K/L) arány mérsékelt növekedését. Az anyaginput más távközlési vállalatok esetében is megfigyelhető gyors növekedése következtében viszonylag gyorsan nőtt az anyag/tőke (M/K) és az anyag/munka (M/L) arány. Igen jelentős mértékű volt tehát az inputarányoknak, illetve az output és az egyes inputok közötti viszonyoknak a változása. Arra területi korlátok miatt nem térhetünk ki, hogy mely oksági elemek milyen mértékben járultak hozzá a munkainput, a tőkeinput és az anyaginput változásaihoz. A dekompozíciót csak aggregált formában - a termelékenységre vonatkozólag - végezzük el. Az anyaginput kapcsán nemcsak a növekedés gyors üteme érdemel figyelmet, hanem az éves változások nagyfokú ingadozása is. A formalizált menedzsment elemzési folyamatok – elsősorban az éves költségvetés-készítési folyamat – feladata volt annak részletekbe menő vizsgálata, hogy az input-input és input-output viszonyokban bekövetkező változások milyen konkrét események összegeként alakultak ki.

⁷⁵ A rendelkezésre álló empirikus eredmények összessége felhasználható bizonyos számszerű következtetések és értékbecslések kialakítására. Vegyük például a méretgazdaságosság fokát. Az output és a termelékenység közötti szoros pozitív korreláció annak a jele, hogy a termelési folyamatban jelentős mértékű belső gazdaságosságok érvényesülnek. A (6) ábrán látható, hogy a pozitív korreláció a SaskTel esetében szoros. Egy év (1998) kivételével az egész időszak során együtt mozgott a két változó. A SaskTel méretrugalmassága tehát egynél nagyobb. A (6) ábrában kirajzolódó kapcsolat összehasonlítható olyan észak-amerikai távközlési vállalatok hasonló módon kialakított ábráival, amelyekre nézve rendelkezünk a méretrugalmasság becsléseivel. Hasznos *ad hoc* összehasonlítási eljárások alakíthatók ki annak érdekében, hogy megbecsüljük a SaskTel termelési folyamatában érvényesült méretrugalmasság nagyságát és időbeli alakulását. Az összehasonlítások azt sugallják, hogy a méretrugalmasság értéke 1,5 körül mozgott, az éves fluktuációk pedig nem voltak olyan jelentősek, mint más vállalatok esetében (innen a táblába foglalt viszonylag keskeny 1,48-1,56 sáv).

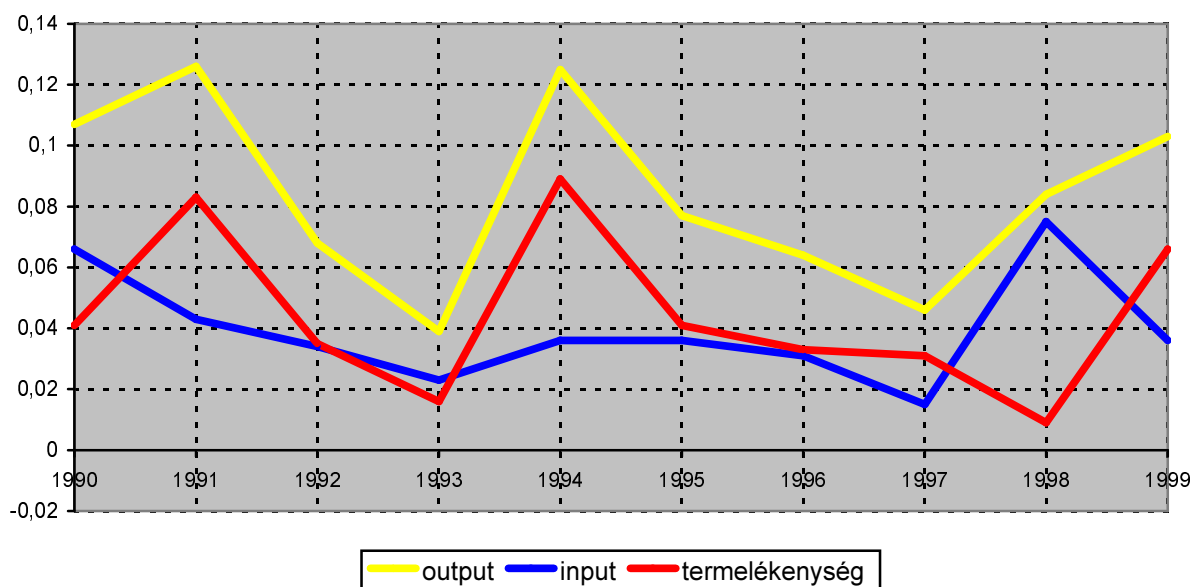
⁷⁶ "Megmagyarázott" is nevezhető.

7. ábra: SaskTel inputjának proporcionális változásai (az előző évhez képest)



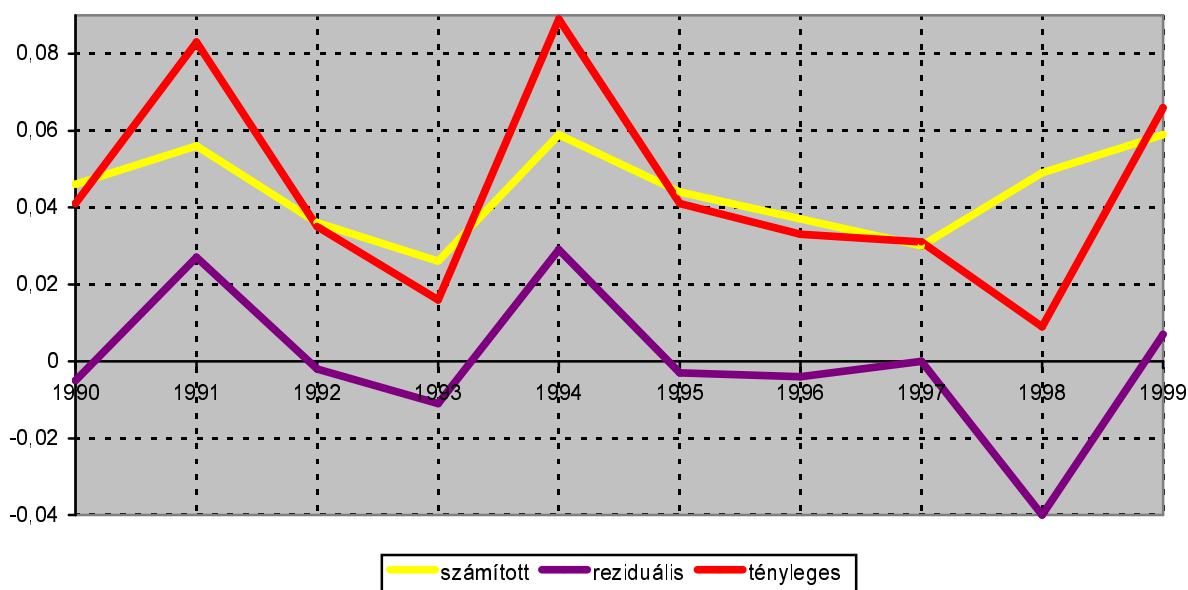
A 8. ábrában visszaidézzük a 6. ábra tartalmát és azt mutatjuk be, hogy miként alakult az output, a teljes input és a teljes termelékenység. Korreláció figyelhető ugyan meg az input és az output alakulása között, de ez a korreláció viszonylag laza. Ezt azt jelenti, hogy a termelékenység éves növekményei aránylag nagy mértékű fluktuációt mutatnak. Valóban, a termelékenység proporcionális változásai a 0,01-0,09 sávba esnek és az éves változások véletlenszerűen követik egymást. Már említettük a termelékenység és az output közötti meglehetősen szoros korrelációt, mert ez a méretgazdaságosság jele. Azokban az években, amelyekben az output kiugróan magas ütemben növekedett, a termelékenység növekedési üteme is magas volt. Ez a fix költségek és a kihasználatlan kapacitások viszonylag nagy mértékére is utal, ami többek között a termelési folyamat növekvő digitalizálásának is a következménye, és mint ilyen megfelel más távközlési cégek tapasztalatainak. A megfigyelési időszakban a távközlési szolgáltatók körében még viszonylag kevésbé volt jellemző a termelési kapacitások modularizációja.

8. ábra: SaskTel inputjának, outputjának és termelékenységének proporcionális változásai



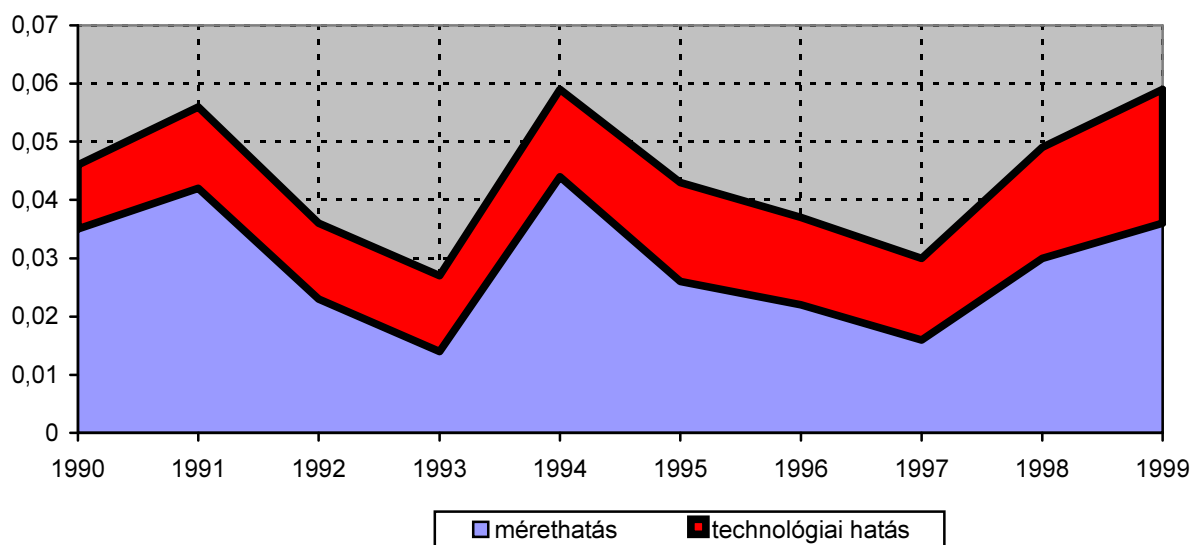
A 9. ábra bemutatja a dekompozíció eredményét. Az ábra a termelékenység éves tényleges növekedéseit a számított (az ökonometriai modellbe foglalt változók által megmagyarázott) növekedésekhez viszonyítja. A kettő közötti különbséget megtestesítő reziduális hatások más távközlési vállalatokhoz viszonyítva általában alacsonyak, de egyes években kiemelkedően magas értékeket mutatnak (1991-ben és 1994-ben +0,3, 1998-ban pedig -0,4). Látható, hogy a tényleges növekedések szóródása nagyobb mértékű, mint a számított – ökonometriai – növekedéseké. Ha kiszámítjuk az ábrában látható (a B(1) és a B(2) táblában közölt) két sor szórását, akkor azt tapasztaljuk, hogy a tényleges növekedések szórása meghaladja a számított növekedésekét. Ez a jelenség az észak-amerikai távközlési vállalatok körében a II. világháború vége óta folyamatosan megfigyelhető. Az éves tényleges növekményeknek az 1980 előtti években tapasztalt igen magas fokú változékonysága azonban az utóbbi időszakban egyre inkább mérséklődik. Kiss (1983) igen nagyfokú fluktuációt állapított meg az 1952-1980 időszak során Bell Canadára vonatkozólag. 1991-ben és 1994-ben a tényleges termelékenységnövekedés kiugróan magas értékeit az output kiugróan magas ütemű növekedése váltotta ki. Ez a jelenség normális. Mint fentebb említettük, okai közül a méretgazdaságosság, a fix költségek magas szintje és a kihasználatlan kapacitások jelenléte a legfontosabbak. A termelékenység 1998. évi csekély növekedését az inputoknak jórészt szabályozási okokra visszavezethető növekedése váltotta ki. Ilyen eset más távközlési vállalatokkal kapcsolatban is előfordult, de viszonylag ritkán.

9. ábra: SaskTel tényleges és számított termelékenységének proporcionális változásai, valamint az éves reziduális hatások



A 9. ábrában megjelenő számított termelékenységet a 10. ábra bontja szét mérethatásra és technológiai hatásra. Az ábrából jól látszik, hogy közepes mértékű méretgazdaságosság mellett is (a B(2) táblában bemutatott méretrugalmasságok az 1,48-1,56 sávban helyezkednek el) évről évre a mérethatás alkotja a termelékenység növekedésének a legnagyobb részét. A B(3) tábla utolsó sorából kiolvasható, hogy az időszak alatt létrejött összes termelékenységnövekedés közel kétharmadáért (65,2%-áért) a mérethatás felelős. Az erőteljes hatás magyarázata a gyors növekedésben rejlik. SaskTel outputja évente átlagosan 8,8%-kal növekedett. A technológiai fejlődés által előidézett rövidtávú költségmegtakarítások idézték elő a termelékenység növekedésének több mint egyharmadát (34,8%-át). Az ábrából jól látható, hogy a technológiai hatás éves mértékei csak viszonylag kis mértékben szóródtak. Ennek kettős oka van. Egyfelől a technológiai változás meglehetősen egyenletes volt, másfelől pedig a termelékenység technológia-rugalmasságai sem szóródtak jelentős mértékben. Itt a II. világháborút követő három évtizedhez képest új jelenséggel állunk szemben. A korábbi évtizedekre a technológiai változás ütemének és a technológiai hatás nagyságának az igen erőteljes fluktuációja volt jellemző.

10. ábra: SaskTel számított termelékenységének dekompozíciója



5. Szervezés, menedzselés, elemzések, alkalmazások

A SaskTel termelékenysége ökonometriai dekompozíciójának bemutatásával elérkeztünk a termelékenység tárgyalásának végpontjához. Rögzítettük az elméleti alapokat, számba vettük a módszertani nehézségeket, kialakítottuk a mérés módszertani követelményrendszerét. A SaskTel példáján elejétől végig a gyakorlatban is bemutattuk, hogy miként zajlik egy valóságos mérési folyamat és melyek az eredményei. Az értekezés terjedelmi korlátai miatt nem foglalkozhattunk azonban a vállalati termelékenységi tanulmány menedzselésével, valamint nem vizsgáltuk meg azokat az elemzéseket és alkalmazásokat, amelyek a termelési tanulmányt kiemelkedően hasznossá teszik egyfelől a menedzseri döntések előkészítésében, másrészt a távközlési (és egyéb közszolgáltató) vállalatok szabályozása szempontjából. Végezetül most ezekről ejtünk néhány szót.

Először a szervezési és menedzselési feladatokról.

Annak ellenére, hogy a termelékenység fogalmilag viszonylag egyszerű jelenség, a vállalatok termelékenységének mérése minden esetben és minden időben különlegesen bonyolult, nehéz és hosszadalmas feladatot képez. Ez leginkább azért van így, mert a termelékenység a legátfogóbb kategóriák körébe tartozik. A termelési folyamat összes outputjának és összes inputjának a változásai közötti viszonyt fejezi ki, ezért mérése csak akkor végezhető el eredménnyel, ha kiterjed a termelési folyamat valamennyi változójára, valamint figyelembe veszi a változókat - és a vállalat életét - befolyásoló valamennyi eseményt, belső és külső körülményt, illetve a körülményekben bekövetkező - gyakran igen bonyolult és mindig igen heterogén - változásokat. A vállalati termelékenységi tanulmánynak a vállalat valamennyi aspektusával behatóan foglalkoznia kell.

A mérés elvégezhető indexszámok kialakításával, de az elemzés és a különféle alkalmazások (mint például az előrejelzés) megkívánják a termelési folyamat közgazdasági tulajdonságainak az ismeretét, ezért csak parametrikus mérőszámok felhasználásával végezhető el sikeresen. Erre jó példát láttunk az inputok iránti kereslet ökonometriai kompozíciója és a termelékenység növekedésének ökonometriai dekompozíciója esetében. A 2.3 alfejezetben tett megállapítást - amely szerint a termelékenység mérésének indexelési és parametrikus megközelítése létezik - most azzal szükséges kiegészíteni, hogy ezek a megközelítések a gyakorlatban nem egymás helyettesítőjeként, hanem sokkal inkább egymás kiegészítőjeként szerepelnek.

Az indexszámok kialakítása szükségessé teszi a termelés közgazdasági változóinak mérését. Itt számos körülmény érdemel különleges figyelmet. Mindenek előtt az, hogy a változók mérése nem végezhető el aggregált adatok segítségével, hanem lényege éppen a közgazdaságilag értelmes

aggregátumok képzése, ami megkívánja a dezaggregáltság magas fokán álló kiinduló adatok használatát. Minél dezaggregáltabbak az adataink, annál pontosabbak és megbízhatóbbak lesznek az inputok és az outputok aggregátumai. Ideális esetben valamennyi egyedi inputra és outputra vonatkozólag rendelkezünk kellene az értékre, az árra és a volumenre vonatkozó információval. A magas fokú dezaggregáltság azt jelenti, hogy a vállalati termelékenységi tanulmánynak igen nagy tömegű adathalmazzal kell foglalkoznia.

Az adatok volumene azonban korántsem okoz annyi gyakorlati nehézséget a termelékenység mérőinek és elemzőinek, mint az a követelmény, hogy a mért változóknak *közgazdaságilag értelmes* definícióval kell rendelkezniük. Mint ahogyan ezt az értekezésben több helyütt is taglaltuk, a számvitel szempontjai és követelményei jelentősen eltérnek a közgazdasági elemzés szempontjaitól és követelményeitől. Ezért a számviteli adatok csak ritkán alkalmasak eredeti formájukban közgazdasági változók mérésére.⁷⁷ A probléma lényege úgy is kifejezhető, hogy a termelési folyamat közgazdasági tulajdonságait képező közgazdasági összefüggések nem a számviteli adatok között állnak fenn, hanem a közgazdasági változók között.⁷⁸ Tehát ha meg akarjuk ragadni az összefüggéseket, akkor mindenképp először közgazdasági változókat kell képeznünk a rendelkezésre álló - számviteli és természetes - adatokból. Kiss és Olley (1984) ezt úgy fogalmazták meg, hogy *közgazdasági számlarendszerre* van szükség. Munkájukban javaslatot tettek a közgazdasági számlarendszer bevezetésére.⁷⁹ A közgazdasági számlarendszer közgazdaságilag értelmes, mérési célokra megfelelő tartalmú és formájú *közgazdasági változókat* tartalmaz. A számviteli adatok és a közgazdasági változók közötti tartalmi és formai eltérések által okozott problémák a mérés gyakorlatában csak akkor oldhatók fel - és az egyes közgazdasági változók mérése csak akkor valósítható meg sikeresen -, ha a számviteli és a menedzseri célú természetes mutatórendszer mellett - azokkal párhuzamosan - a termelékenységét mérni kívánó vállalat kialakítja a teljes közgazdasági számlarendszert. Itt tehát egyfelől a *párhuzamosság*, másfelől pedig a *teljesség* követelménye merül fel.

- A párhuzamosság követelménye erőteljesen hangsúlyozandó. A közgazdasági számlarendszer semmiképpen sem helyettesítheti a számvitel számlarendszerét, vagy a természetes mutatók menedzseri célú rendszerét. Ez utóbbiak hiányában ugyanis elvégezhetetlenné válnának azok a számviteli és menedzseri feladatok, amelyek sikeres végzésétől a vállalat eredményes működése sokoldalúan függ.
- A teljesség azért is fontos, mert az egyes változók mérésének konzisztensnek kell lennie, és ez a konzisztencia a gyakorlatban csak egységes módszertan és adatkezelés keretei között biztosítható. A számlarend teljessége tehát alapvető követelmény.

A közgazdasági számlarendszer adatai a számviteli és a természetes adatokból vezethetők le - sokrétű, bonyolult és sokszoros módosítások révén. A SaskTel változóinak mérése kapcsán a gyakorlatban is bemutattuk azt, hogy a transzformáció miként zajlik le. Bemutattuk, hogy a közgazdasági adatoknak képeseknek kell lenniük az árhatások és a volumenhatások megkülönböztetésére, strukturális változások által torzítatlanoknak kell lenniük, továbbá - különösen a tőke esetében - olyan definícióval kell rendelkezniük, amely megfelel a termeléselmélet kiterjedt és szigorú követelményrendszerének.

A közgazdasági változók mérése olyan feladat, amely nem oldható meg *ad hoc* módon, hanem tervszerűen fel kell rá készülni, biztosítani kell hozzá a megfelelő szakmai hozzáértést, a szervezeti formát és a mérési eljárások pontosan és részletesen kidolgozott munkarendjét. Mindez nem valósítható meg a közgazdasági számlarendszer kialakítása nélkül. Az olyan mérési eljárások, amelyek nem épülnek jól kidolgozott közgazdasági számlarendszerre, nagy valószínűséggel torz és félrevezető mérési eredményeket hoznak létre.

Megfelelő számlarendszer esetében a termelékenység mérési és elemzési eljárása azzal kezdődik, hogy a jó minőségű számviteli és természetes adatokat közgazdasági változókká transzformáljuk. A termelékenység mérését, valamint a termelés ökonometriai modelljének becslését közgazdasági változók segítségével végezzük el. A kapott eredmények egy részét eredeti formájában elemezzük és jelentjük, más részét pedig - a jobb és szélesebb körű megértés érdekében - *visszatranszformáljuk* olyan számviteli, illetve természetes formába, amely a nem-közgazdász menedzsment számára ismert és megszokott.

⁷⁷ A természetes mutatók viszont általában alkalmasak.

⁷⁸ Különösen sok probléma adódik a tőkeinput árának és volumeneinek a mérésekor.

⁷⁹ Ilyen közgazdasági számlarendszer valósult meg az 1980-as években Bell Canadánál.

A fentiekből a termelékenységi tanulmány szervezésére és menedzselésére vonatkozólag számos követelmény áll elő. Mindenek előtt azt kell hangsúlyozni, hogy sikeres termelékenységi tanulmányt csak a vállalat *belülről* lehet csinálni. A külső segítség szerepe elméleti és módszertani tanácsadásra korlátozódik. Ez főként azért van így, mert igen magas a dezaggregáció szintje és nagy részletességgel kell ismerni a vállalat szinte valamennyi adatának pontos tartalmát és sajátosságait, továbbá a technológiát, a körülményeket és az eseményeket. Az a követelmény is világosan látszik, hogy a termelékenységi tanulmány nem egyéni feladat, hanem *csapatmunka*. Elvégzéséhez sokféle szakértelemre van szükség. Behatóan ismerni kell a vállalat által felhasznált erőforrásokat, a termelési folyamatot és a vállalat termékeit is. Ez megköveteli az alapos műszaki és marketing-értékesítési ismeretanyag létét. Nélkülözhetetlenek a mélyreható számviteli ismeretek is, hiszen ezek nélkül nem valósítható meg a számviteli adatok transzformációja. A tőkeváltozók méréséhez sokféle pénzügyi jelenséget is ismerni kell. Maga a mérési feladat az indexszámítás ismeretét tételezi fel. A termelés ökonometriaival modellje alapos mikroökonómiai és ökonometriaival ismereteket tételez fel. Az elemzés és előrejelzés szintén speciális szakmai követelményeket támaszt.

Mindez csak akkor jön létre, ha a vállalatban belül kialakul a termelékenység mérésére szakosodott - viszonylag nagy létszámú - csapat, amely nem projektként fogja fel és végzi munkáját, hanem szervezeti egységként funkcionál. Célszerű, ha a tervezéssel és költségvetés készítéssel, vagy pedig - ha a vállalat szabályozott - a szabályozással kapcsolatos funkciókat ellátó csoportokkal közös szervezetbe kerül. Ekkor a legintenzívebb belső felhasználókhoz kerül közel, ezért ilyen elrendezésben a legnagyobb annak az esélye, hogy a vállalati termelékenységi tanulmány maximálisan *felhasználó-orientálttá* váljon. Kevésbé hatékony, de esetenként még elfogadható elrendezés az is, ha a termelékenységi tanulmányt nem a felhasználókhoz, hanem a forrásokhoz való szervezeti "távolságát" próbálják minimalizálni. Ilyen elrendezésre kimondottak szükség lehet a munka kezdeti szakaszában, amikor az adatok és az adatforrásokat felügyelő szervezeti egységek általi támogatottság megszerzése jelenti a legfontosabb feladatot.

Fontos a vállalati termelékenységi tanulmány menedzselésének helyes kialakítása. Ebben a vonatkozásban alapvető követelmény az, hogy a csapat menedzselését nem szabad egyik szakmai részterület művelőjére sem bízni, hanem a vezetéssel olyan személyt kell megbízni, akinek a termelékenység képezi a speciális szakterületét. A széleskörű tapasztalatok szerint ugyanis csak így biztosítható az, hogy a termelékenységi tanulmány egyrészt "sinen maradjon", másrészt pedig megőrizze komplexitását és teljességét.

Utoljára ejtsünk néhány szót az elemzésről és az alkalmazásokról! Ezek már túlmutatnak a jelen értekezés keretein, ezért csak igen röviden foglalkozunk velük.

Az elemzések és az alkalmazások tulajdonképpen nem választhatók ketté, hiszen minden alkalmazás elemzésekre épül, az elemzéseknek pedig minden esetben az alkalmazás a céljuk. Az elemzéseket és alkalmazásokat többféleképpen lehet csoportosítani. Célszerű az elemzés természete szerinti és az alkalmazás felhasználója szerinti kombinált csoportosítás. Az alábbiakban erre már nem teszünk kísérletet, hanem az elemzés és alkalmazás kombinálása nélküli csoportosítást mutatunk be. Először az elvégezhető elemzések természete szerint osztályozunk, majd bemutatjuk a felhasználók főbb kategóriáit. Eszerint természetükre nézve az elemzéseket a következő főbb kategóriákba sorolhatjuk:

1. forráselemzés:

- az inputárak változásai által létrehozott termelékenységváltozás
- az inputok volumenei és a parciális termelékenységek által létrehozott termelékenységváltozás
- a technológiai változások és a belső gazdaságosság által létrehozott termelékenységváltozás

2. hatáselemzés:

- a termelékenység változásának hatása az inputok volumeneire
- a termelékenység változásának hatása a termelési költségekre
- a termelékenység változásának hatása az outputok áraira
- a termelékenység változásának hatása a vállalati profitra és pénzügyi mutatókra

3. összehasonlítás

- cégen belül
 - időben (temporálisan)
 - keresztmetszetileg
- cégen kívül
 - más cégekhez
 - a termelékenység színvonala
 - a termelékenység növekménye⁸⁰
 - ágazathoz
 - gazdasághoz

4. előrejelzés:

- inputok
- termelékenység
- források (forráselemzés)
- következmények (hatáselemzés)
- összehasonlítások

A most kategorizált elemzések természetesen sokfajta kombinációban sokfajta alkalmazást szolgálhatnak. Az alkalmazások felhasználójuk szerint lehetnek:

1. menedzsment alkalmazások
2. szabályozási alkalmazások
3. gazdaságpolitikai alkalmazások

Menedzsment alkalmazásokra az elemzések teljes skálája szerint sor kerül, hiszen nincsen a termelékenységnek olyan elemzése, amely a vállalat menedzsmentje számára ne lenne szükséges és hasznos. Fontossága miatt mégis kiemelendő a termelékenység alkalmazása a tervezésben, költségvetéskészítésben (budgeting) és a költségkontroll területén. A korszerű távközlési vállalati tervezési folyamatnak a termelékenység központi fogalma.

A szabályozói alkalmazások ugyancsak központi jelentőségűek, hiszen az árszabályozásnak a termelékenység ugyancsak központi kategóriája. Az árszabályozás a szabályozott vállalat output árainak a szabályozása. Az outputok árai pedig egyfelől az infláció és egyéb inputár-hatások következtében előálló költségnövekedés, másfelől pedig a termelékenység növekedése következtében lehetővé váló költségmegtakarítások eredőjeként alakulnak. A szabályozónak is ilyen módon kell alakítania őket. Ez akkor is így van, ha a szabályozási rezsim intervencionista közvetlen egyedi árszabályozás, de akkor is, ha korszerű ösztönző szabályozás létezik, akár *price cap*, akár más ösztönző rendszerek bevezetése révén.

A gazdaságpolitikai alkalmazásokra rendkívül széleskörű lehetőségek adódnak, ezeknek kifejtésére azonban a jelen értekezésben nem kerülhet sor.

⁸⁰ A termelékenység színvonalának és növekedési ütemének az összehasonlítása nemcsak a vállalatok közötti, hanem minden más összehasonlításban is érdekes feladat. Az ágazathoz és a gazdaság egészéhez való hasonlítás kapcsán valamint egyéb helyeken csak a felsorolás áttekinthetősége érdekében nem jelezzük.

A szerző termelékenységi és a termelékenységhez kapcsolódó tárgyú publikációinak jegyzéke

- Bell Canada Productivity: How Productivity Gains Increase Income and Absorb Inflation* [Bell Canada termelékenysége: A termelékenységnövekedés hogyan növeli az eredményt és abszorbeálja az inflációt], társszerző J.R. Joseph. Sixth International Cost Engineering Congress, Mexico City, October 20-22, 1980.
- Forecasting Productivity Gains* [A termelékenység növekedésének előrejelzése]. Fourth International Conference on Forecasting and Public Utilities, Paris, June 27-30, 1982.
- Economies of Scale and Scope in Bell Canada* [Méret- és választékgazdaságosság a Bell Canadánál], társszerzők S. Karabadjian és B. Lefebvre. Előadás az "Economic Analysis of Telecommunications" konferencián, Ecole des Hautes Etudes Commerciales, Montreal, 1981 június. Megjelent az "Economic Analysis of Telecommunications" című kötetben, Courville, L., de Fontenay, A., és Dobell, R. (szerk.), North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, 1983; 55-82.
- Productivity Gains in Bell Canada* [Bell Canada termelékenységének növekedése]. Előadás az "Economic Analysis of Telecommunications" konferencián, Ecole des Hautes Etudes Commerciales, Montreal, 1981 június. Megjelent az "Economic Analysis of Telecommunications" című kötetben, Courville, L., de Fontenay, A., és Dobell, R. (szerk.), North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, 1983; 83-113.
- Inter-Firm Productivity Gain Comparisons in the Canadian Telecommunications Industry* [Vállalközi termelékenységnövekedési összehasonlítások a kanadai távközlésben], társszerzők R.E. Olley és B.J. Lefebvre. Third International Symposium on Forecasting, Philadelphia, USA, June 5-8, 1983.
- On Inter-Firm Productivity Comparisons* [A vállalközi termelékenységi összehasonlításokról]. Megjelent a "Total Factor Productivity of Canadian Communications Carriers" című kötetben, Olley, R.E., és Le, C.D. (szerk.), Final Report to the Department of Communications, Ottawa, Canada, 1984.
- The Application of Productivity Forecasts to Budget Analysis* [Termelékenységi előrejelzések használata a költségvetés elemzéséhez], társszerzők R.E. Olley és B.J. Lefebvre. Fifth International Conference on Futures Analysis, Forecasting and Planning for Telecommunications, Vancouver, Canada, July 1-4, 1984.
- Managing Economic Accounts: Some Observations from Canadian Telecommunications* [A közgazdasági számlarendszer menedzselése: Néhány megjegyzés a kanadai távközlésből], társszerző R.E. Olley. Fourth International Symposium on Forecasting, London, July 8-11, 1984.
- Comparative Analysis and Econometric Forecasting of Factor Inputs and Productivity: Some Empirical Results in Canadian Telecommunications* [A termelési inputok és a termelékenység összehasonlító elemzése és ökonometria előrejelzése: Empirikus eredmények a kanadai távközlésben], társszerző B.J. Lefebvre. Fourth International Symposium on Forecasting, London, July 8-11, 1984.
- Some Basic Indexing Considerations* [Alapvető indexszámítási megfontolások]. Canadian Telecommunications Carriers Association and Statistics Canada Indexing and Forecasting Seminar, Ottawa, Canada, September 24-26, 1984.
- Economies of Scale in Common Carriers* [Telefonvállalatok méretgazdaságossága], társszerző B.J. Lefebvre. Bellcore Economic Cost Modeling Forum, Atlantic City, New Jersey, USA, September 11-13, 1985.
- Econometric Cost Models in Telecommunications* [Ökonometria költségmodellek a távközlésben]. Sixth International Symposium on Forecasting, Paris, June 15-18, 1986.
- Econometric Models of Telecommunications Firms: A Survey* [Távközlési vállalatok ökonometria modelljei: Áttekintés], társszerző B.J. Lefebvre. *Revue Economique*, Paris, Vol. 38, No. 2, March 1987; 307-374.
- Productivity and Price Cap Regulation* [Termelékenység és price cap szabályozás]. Seventh International Conference of the International Telecommunications Society at the Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., USA, June 29 -July 2, 1988.
- Constant and Variable Productivity Adjustments for Price Cap Regulation* [Konstans és változó termelékenységi tényezők price cap szabályozás céljaira]. Megjelent a "Price Caps and Incentive Regulation in Telecommunications" című kötetben, Einhorn, M. (szerk.), Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London 1991; 95-126.

Measurement and Analysis of the Productivity Performance of SaskTel: 1980-1989 [A SaskTel termelékenységének mérése és elemzése: 1980-1989]. Canadian Radio, Television and Telecommunications Commission, June 1991.

Some current issues of regulation and pricing in Hungarian telecommunications [Aktuális szabályozási és árképzési témák a magyar távközlésben] Qualitel Conference on Telecommunications and Data Transmission, Kecskemét, March 2-5, 1993.

Az árszabályozás és a vállalati árképzés közgazdasági kérdései a magyar távközlésben. Közgazdasági Szemle, Budapest, 1993 október; 864-886.

Price regulation in Hungarian telecommunications [Árszabályozás a magyar távközlésben]. Utilities Regulation Network conference, Prague, Czech Republic, December 9-10, 1994.

Szakmai javaslatok a 30/1993. (XI.23.) KHVM rendelet módosítására, Jelentés a HIF és a KHVM számára, Hírközlési Főfelügyelet, Budapest, 1995. augusztus 24.

Szakmai javaslatok a hatályos KHVM díjrendeletek módosítására, Jelentés a HIF és a KHVM számára, (teljes szöveg), Hírközlési Főfelügyelet, Budapest, 1997. április 7.

Szakmai javaslatok a hatályos KHVM díjrendeletek módosítására, Jelentés a HIF és a KHVM számára, (rövidített változat), Hírközlési Főfelügyelet, Budapest, 1997. április 17.

Proposal to enhance telecommunications service price regulation in Hungary, Report to the Ministry of Transport and Communications and the Communications Authority (in English), Budapest, 1997. április 17.

Bibliográfia

- Abbott, T.A., Z. Griliches and J. Hausman (1998) "Short-Run Movements in Productivity: Market Power Versus Capacity Utilization," in: Z. Griliches (ed.) *Practicing Econometrics: Essays in Method and Application*, Elgar, Cheltenham, UK.
- Abramovitz, M. (1956) "Resource and Output Trends in the U.S. since 1870," *American Economic Review*, 46(2), May; 5-23.
- Abramovitz, M. (1993) "The Search for Sources of Growth: Areas of Ignorance, Old and New," *Journal of Economic History*, 53(2); 217-243.
- Abramovitz, M. and P.A. David (1996). "The Rise of Intangible Investment: The U.S. Economy's Growth Path in the Twentieth Century," in: D. Foray and B.-A. Lundvall (eds.), *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*, OECD, Paris.
- Abramovitz, M. and P.A. David (1973). "Reinterpreting American Economic Growth: Parables and Realities," *American Economic Review*, 63, May; 4; 428-437.
- Aghion, P. and P. Howitt (1998), "On the Macroeconomic Effects of Major Technological Change," in: E. Helpman (ed.) *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press, Cambridge, MA; 121-144.
- Allen, D.S. (1997) "Where's the Productivity Growth (from the Information Technology Revolution)?" *Federal Reserve Bank of St. Louis, Review* 79(2), March-April; 15-25.
- Autor, D.H., L.F. Katz and A.B. Krueger (1998) "Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?" *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), November; 1169-1213.
- Aw, B.Y., X. Chen and M.J. Roberts (1997) "Firm-Level Evidence on Productivity Differentials, Turnovers and Exports in Taiwanese Manufacturing," NBER Working Paper, No. 6235.
- Azariadis, C. and A. Drazen (1990) "Threshold Externalities in Economic Development" *Quarterly Journal of Economics*, 105(2), May; 501-526.
- Baily, M.N. (1986) "Productivity Growth and Materials Use in U.S. Manufacturing," *Quarterly Journal of Economics*, 101(1); 185-195.
- Baily, M.N., C.R. Hulten and D. Campbell (1992) "Productivity Dynamics in Manufacturing Plants," *Brookings Papers on Economic Activity I: Microeconomics*; 187-267.
- Baily, M.N. and Zitzewitz (2000) "Service Sector Productivity Comparisons," in: C.R. Hulten, E.R. Dean and M.J. Harper (eds.) *New Developments in Productivity Analysis*, University of Chicago Press, Chicago.
- Bakh, B.-H. and M. Gort (1993) "Decomposing Learning by Doing in New Plants," *Journal of Political Economy*, 101(4), August; 561-583.
- Ball, V.E. and M.J. Harper (1990) "Neoclassical Capital Measures Using Vintage Data: An Application to Breeding Livestock," U.S. Bureau of Labor Statistics, Washington, D.C.
- Ball, V.E., F. Rolf, S. Grosskopf and R. Nehring (1998) "Productivity of the U.S. Agricultural Sector: The Case of Undesirable Outputs," in: E. Dean, M. Harper and C.R. Hulten (eds.) *New Directions in Productivity Analysis*, proceedings of the Conference on Research in Income and Wealth.
- Bartelsman, E.J., R. Caballero and R.K. Lyons (1994) "Customer- and Supply-Driven Externalities," *American Economic Review*, 84(4); 1075-1084.
- Bartelsman, E.J. and P. Dhrymes (1994) "Productivity Dynamics: U.S. Manufacturing Plants, 1972-86," *Finance and Economics Discussions Series*, No. 94-1, Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- Bartelsman, E.J. and W. Gray (1996) "The NBER Manufacturing Productivity Database," NBER Technical Working Papers, No. 205, Washington, D.C.
- Bartelsman, E.J. and M. Doms (1997) "Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Micro Datasets, Mimeo.
- Basu, S. and J.G. Fernald (1997a) "Returns to Scale in U.S. Manufacturing: Estimates and Implications," *Journal of Political Economy*, 105, April; 249-283.
- Basu, S. and J.G. Fernald (1997b) "Aggregate Productivity and Aggregate Technology," *International Finance Discussion Paper No. 593*, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Baumol, W.J. and Y.M. Braunstein (1977) "Empirical Study of Scale Economies and Production Complementarity: The Case of Journal Publication," *Journal of Political Economy*, October; 1037-1048.
- Baumol, W.J., D. Fischer and M.I. Nadiri (1978). "Forms of Empirical Cost Functions to Evaluate Efficiency and Industry Structure," Paper No. 30, Center for the Study of Business Regulation, Graduate School of Business Administration, Duke University.
- Bergson, A. (1975) "Index Numbers and the Competition of Factor Productivity," *Review of Income and Wealth*, 21(3), September; 259-278.
- Becker, G. (1975) "Human Capital," Columbia University Press, New York.
- Bernard, A. and C. Jones (1996) "Productivity Levels across Countries," *Economic Journal*, 106.
- Berndt, E.R. (1980) "Comment on U.S. Productivity Growth by Industry, 1947-73, by F.M. Gollop and D.W. Jorgenson," in: J.W. Kendrick and B. Vaccara (eds.) *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, NBER, University of Chicago Press, Chicago; 124-136.
- Berndt, E.R. and D.O. Wood (1977) "Engineering and Econometric Approaches to Energy Conservation and Capital Formation: A Reconciliation," MIT Energy Laboratory Working Paper.
- Berndt, E.R. and M.A. Fuss (1981) "Productivity Measurement Using Capital Asset Valuation to Adjust for Variations in Utilization," Institute of Policy Analysis Working Paper No. 8125, University of Toronto.

- Berndt, E.R. and M.A. Fuss (1986) "Productivity Measurement with Adjustments for Variations in Capacity Utilization and Other Forms of Temporary Equilibrium," *Journal of Econometrics* 33, October-November; 7-29.
- Berndt, E.R. and M.A. Fuss (1989) "Economic Capacity Utilization and Productivity Measurement for Multiproduct Firms with Multiple Quasi-Fixed Inputs, NBER Working Paper No. 2932, Cambridge, MA.
- Berndt, E.R., M.A. Fuss and L. Waverman (1980) "Dynamic Adjustment Models of Industrial Energy Demand: Empirical Analysis for U.S. Manufacturing, 1947-1974," Final Report No. 1613 to the Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA.
- Berndt, E.R. and C.J. Morrison (1981) "Capacity Utilization Measures: Underlying Economic Theory and an Alternative Approach," *American Economic Review*, 71; 48-52.
- Berndt, E.R. and C.J. Morrison (1995) "High-Tech Capital Formation and Economic Performance in U.S. Manufacturing Industries: An Exploratory Analysis," *Journal of Econometrics*, 65(1), January; 9-43.
- Bernstein, J.I. (1988a) "Multiple Outputs, Adjustment Costs and the Structure of Production for Bell Canada," *International Journal of Forecasting*, 4; 207-219.
- Bernstein, J.I. (1988b) "Dynamic Factor Demands and Adjustment Costs: An Analysis of Bell Canada's Technology," *Information Economics and Policy*, 3(1); 5-24.
- Bertola, G. (1988) "Adjustment Costs and Dynamic Factor Demand: Investment and Employment under Uncertainty," Ph.D. dissertation, Department of Economics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Boadway, R.W. (1980) "Corporate Taxation and Investment: A Synthesis of the Neo-Classical Theory," *Canadian Journal of Economics*, 13(2), May; 250-267.
- Boadway, R.W. and N. Bruce (1979) "Depreciation and Interest Deductions and the Effect of the Corporate Income Tax on Investment," *Journal of Public Economics*, 11; 93-105.
- Box, G.E.P. and D.R. Cox (1962). "An Analysis of Transformations (with Discussions)," *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*: 211-243.
- Breslaw, J. and B. Smith (1980) Efficiency, Equity and Regulation: An Econometric Model of Bell Canada," Final Report to the Department of Communications, March, Ottawa.
- Bresnahan, T.F. and M. Trajtenberg (1995). "General Purpose Technologies: Engines of Growth," *Journal of Econometrics* 65: 83-108.
- Breshanan, T.F. and S. Greenstein (1998) "The Economic Contribution of Information Technology: Value Indicators in International Perspective," Mimeo.
- Broadberry, S. (1993). "Manufacturing and the Convergence Hypothesis," *Journal of Economic History* 53: 772-95.
- Broadberry, S. and K. Wagner (1996). "Human Capital and Productivity in Manufacturing during the Twentieth Century," in: B. van Ark and N.F.R. Crafts (eds.) *Quantitative Aspects of Post-War European Economic Growth*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Brynjolfsson, E. and S. Yang (1996) "Information Technology and Productivity: A Review of the Literature," *Advances in Computers*, Academic Press, 43; 179-214.
- Brynjolfsson, E. and L.M. Hitt (1998) "Beyond the Productivity Paradox," *Communications of the ACM*, 41(8), August; 49-55.
- Brynjolfsson, E. and L.M. Hitt (1999) "Paradox Lost? Firm-Level Evidence of High Returns to Information Systems Spending," in: L.P. Willcocks and S. Lester (eds.) *Beyond the IT Paradox*, New York; 39-68.
- Caballero, R.J. and R.K. Lyons (1989) "The Role of External Economies in U.S. Manufacturing," NBER Working Paper No. 3033.
- Caballero, R.J. and R.K. Lyons (1990) "Internal and External Economies in European Industries," *European Economic Review* 34; 805-830.
- Caballero, R.J. and R.K. Lyons (1992) "External Effects in U.S. Procyclical Productivity," *Journal of Monetary Economics*, 29; 209-226.
- Carr, J. (1973). "Demand and Cost: An Empirical Study of Bell Telephone of Canada," in: H.E. English (ed.) *Telecommunications for Canada*, Methuen, Toronto; 301-313.
- Caves, D.W., L.R. Christensen and W.E. Diewert (1982a) "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity," *Econometrica*, 50; 1393-1414.
- Caves, D.W., L.R. Christensen and W.E. Diewert (1982b) "Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity, Using Superlative Index Numbers, *Economic Journal*, 92; 73-86.
- Chambers, R.G. (1988) "Applied Production Analysis: A Dual Approach," Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Chari, V.V. and H. Hopenhayn (1991) "Vintage Human Capital, Growth and the Diffusion of New Technology," *Journal of Political Economy*, 99(6); 1142-1165.
- Chaudry, A. (1983) "Net Income and Productivity Analysis (NIPA) as a Planning Model," in: L. Courville, A. de Fontenay, R. Dobell (eds.) *Economic Analysis of Telecommunications*, North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, 1983; 145-166.
- Christensen, L.R. and D.W. Jorgenson (1969) "The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-1967, *Review of Income and Wealth*, 15, December; 293-320.
- Christensen, L.R. and D.W. Jorgenson (1970) "U.S. Real Product and Real Factor Input, 1929-1967, *Review of Income and Wealth*, 16(1), January; 293-320.
- Christensen, L.R., D.W. Jorgenson and L.J. Lau (1971) "Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Functions, *Econometrica*, 39; 255-256.
- Christensen, L.R., D.W. Jorgenson and L.J. Lau (1973) "Transcendental Logarithmic Production Frontiers, *Review of Economics and Statistics*, 55; 28-45.

- Christensen, L.R. and D.W. Jorgenson (1973) "Measuring Economic Performance in the Private Sector," in: M. Moss (ed.) *The Measurement of Economic and Social Performance, Studies in Income and Wealth*, vol. 37, Columbia University Press, New York; 233-251.
- Christensen, L.R. and W.H. Greene (1976). "Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation," *Journal of Political Economy*, August: 655-76.
- Christensen, L.R., D. Cummings and D.W. Jorgenson (1980). "New Developments in Productivity Measurement and Analysis," in: J.W. Kendrick and B. Vaccara (eds.) *Studies in Income and Wealth*, 41, University of Chicago Press.
- Christensen, L.R., D. Cummings and P.E. Schoech (1980). "Econometric Estimation of Scale Economies in Telecommunications,"
- Christensen, L.R., D. Cummings and P.E. Schoech (1980). "Productivity in the Bell System, 1947-1977." Paper presented at the Eight Annual Telecommunications Policy Research Conference (TPRC), Annapolis, Maryland, April 27-30.
- Chun (2000) "Can Information Technology Explain Deceleration and Acceleration in Productivity Growth?" in: C.R. Hulten, E.R. Dean and M.J. Harper (eds.) *New Developments in Productivity Analysis, Proceedings of a conference held March 20-21, 1998*; University of Chicago Press, Chicago.
- Cooley, T., J. Greenwood and M. Yorukoglu (1996) "The Replacement Problem, Working Paper, University of Rochester.
- Corbo, V., J. Breslaw, J.M. Dufour and J.M. Vrljicak (1979). "A simulation Model for Bell Canada: Phase II," Special Study No. 77-022, Institute of Applied Economic Research, Concordia University, Montreal.
- Cowing, T.G. and R. Stevenson (eds.) (1981) "Productivity Measurement in Regulated Industries," Academic Press, New York.
- Cummins, J.G. and K.A. Hassett (1996) "The Giant Sucking Sound: Structural Estimates of Factor Substitution from Firm-Level Panel Data on Multinational Corporations," Mimeo, New York University.
- David, P.A. (1990). "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox," *American Economic Review*, 80(2), May; 355-361.
- David, P.A. (1991). "Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror," in: *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*, OECD, Paris; 315-347.
- David, P.A. (1999). "Digital Technology and the Productivity Paradox: After Ten Years, What Has Been Learned and What Do We Need to Know?" Prepared for the White House Conference on Understanding the Digital Economy, Washington, D.C., May 25-26.
- David, P.A. and W.E. Steinmueller (1999). "Understanding the Puzzles and Payoffs of the IT Revolution: The 'Productivity Paradox' after Ten Years," Ch. 1: Of Productivity and the Information Technology Revolution, in: P. A. David and W. E. Steinmueller (eds.) Harwood Academic Publishers.
- David, P.A. and G. Wright (1999). "Early Twentieth Century Growth Dynamics: An Inquiry into the Economic History of Our Ignorance," Stanford: SIEPR Discussion Paper No. 98-3. Presented at the Economic History Society Annual Conference, St. Catherine's College, Oxford, March 26-28.
- Dean, E.R. (1999) "The Accuracy of the BLS Productivity Measures," *Monthly Labor Review*, 122(2), February; 24-34.
- Dean, E.R. and K. Kunze (1992) "Productivity Measurement in Service Industries," in: Z. Griliches (ed.) *Output Measurement in the Service Sectors*, NBER, *Studies in Income and Wealth*, 56, University of Chicago Press, Chicago; 73-101.
- Denison, E.F. (1957) "Theoretical Aspects of Quality Change, Capital Consumption and Net Capital Formation," in: *Capital Formation, Studies in Income and Wealth*, 19, NBER, New York.
- Denison, E.F. (1962) "Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us," Supplementary Paper No. 13, Committee for Economic Development.
- Denison, E.F. (1964) "The Unimportance of the Embodiment Question," *American Economic Review*, 54(1); 90-94.
- Denison, E.F. (1969) "Some Major Issues in Productivity Analysis: An Estimation of Estimates by Jorgenson and Griliches," *Survey of Current Business*, 49, January; 1-27.
- Denison, E.F. (1972) "Final Comments," *Survey of Current Business*, 52, May; 95-110.
- Denison, E.F. (1974) "Accounting for U.S. Economic Growth, 1929-1969," The Brookings Institution, Washington, D.C.
- Denison, E.F. (1985) "Trends in American Economic Growth, 1929-1982," The Brookings Institution, Washington, D.C.
- Denny, M., M. Fuss and C. Everson (1979). "Productivity, Employment and Technical Change in Canadian Telecommunications: The Case for Bell Canada," DCGE Document No. 166, Department of Communications, Government of Canada, Ottawa, March.
- Denny, M., M.A. Fuss, C. Everson and L. Waverman (1981). "Estimating the Effects of Diffusion of Technological Innovations in Telecommunications: The Production Structure of Bell Canada," *The Canadian Journal of Economics* XIV.1: 24-43.
- Denny, M., M. Fuss and L. Waverman (1981a). "Substitution Possibilities for Energy: Evidence from U.S. and Canadian Manufacturing Industries," in: E.R. Berndt and B.C. Fields (eds.) *Modeling and Measuring Natural Resource Substitution*, MIT Press, Cambridge, MA.; 230-258.
- Denny, M., M. Fuss and L. Waverman (1981b). "The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications," in: T.G. Cowing and R. Stevenson (eds.) *Productivity Measurement in Regulated Industries*, Academic Press, New York: 179-218.
- Devine, W. Jr. (1983). "From Shafts to Wires," *Journal of Economic History* 43: 347-372.

- Diewert, W.E. (1971a) "Functional Forms for Profit and Transformation Functions," *Journal of Economic Theory*, 6; 284-316.
- Diewert, W.E. (1971b) "An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function," *Journal of Political Economy*, 79; 481-507.
- Diewert, W.E. (1972) "Applications of Duality Theory," in: M. Intriligator and D.A. Kendrick (eds.) *Frontiers of Quantitative Economics*, Vol.II, North-Holland, Amsterdam; 106-171.
- Diewert, W.E. (1976) "Exact and Superlative Index Numbers," *Journal of Econometrics*, 4; 115-145.
- Diewert, W.E. (1977) "Walras' Theory of Capital Formation and the Existence of a Temporary Equilibrium," in: G. Schwödiauer (ed.) *Equilibrium and Disequilibrium in Economic Theory*, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht; 73-126.
- Diewert, W.E. (1980) "Aggregation Problems in the Measurement of Capital," in: D. Usher (ed.) *The Measurement of Capital*, University of Chicago Press, Chicago; 433-528.
- Diewert, W.E. (1982) "Duality Approaches to Microeconomic Theory," in: K.J. Arrow and M.D. Intriligator (eds.) *Handbook of Mathematical Economics*, Vol.II, North-Holland, Amsterdam; 535-599.
- Diewert, W.E. and T.J. Wales (1987) "Flexible Functional Forms and Curvature Conditions," *Econometrica*, 55; 43-68.
- Diewert, W.E. and D.A. Lawrence (1996) "The Deadweight Cost of Taxation in New Zealand," *Canadian Journal of Economics*, 24, Special Issue; 658-673.
- Diewert, W.E. and D.A. Lawrence (1998) "The Deadweight Cost of Capital Taxation in Australia," Department of Economics Discussion Paper No. 98-01, University of British Columbia, Vancouver.
- Dobell, A.R., L.D. Taylor, L. Waverman, T. Liu and M.D.G. Copeland (1972). "Telephone Communications in Canada: Demand, Production and Investment Decisions," *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 3.1: 175-219.
- Domar, E.D. (1961) "On the Measurement of Technical Change," *Economic Journal* 71(284), December; 709-729.
- Domar, E.D. (1963) "Total Factor Productivity and the Quality of Capital," *Journal of Political Economy*, 71(3); 586-588.
- DuBoff, R. (1979). "Electric Power in American Manufacturing 1889-1958., Arno, New York.
- Dwyer, D. (1997) "Productivity Races I: Are Some Productivity Measures Better than Others?" Center for Economic Studies Working Paper, CES 97-2.
- Eisner, R. (1972) "Components of Capital Expenditures: Replacement and Modernization versus Expansion," *Review of Economics and Statistics*, 54; 297-305.
- Epstein, L.G. and M. Denny (1980) "Endogenous Capital Utilization in a Short-Run Production Model: Theory and Empirical Application," *Journal of Econometrics*, 12; 189-207.
- Fabricant, S. (1959). "Basic Facts on Productivity Change," NBER Occasional Paper No. 63, New York.
- Fabricant, S. (1969) "Primer on Productivity," Random House, New York.
- Feinstein, C.H. (1965). "Domestic Capital Formation in the United Kingdom 1920-1938," Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Feinstein, C.H., P. Temin and G. Toniolo (1997). "The European Economy Between the Wars," Oxford University Press, Oxford.
- Feldstein, M.S. and M. Rothschild (1974) "Towards an Economic Theory of Replacement Investment," *Econometrica*, 42; 393-423.
- Fisher, I. (1922) "The Making of Index Numbers," Houghton Mifflin, Boston.
- Foster, L., J. Haltiwanger and C.J. Krizan (2000) "Aggregate Productivity Growth: Lessons from Microeconomic Evidence," in: C.R. Hulten, E.R. Dean and M.J. Harper (eds.) *New Developments in Productivity Analysis*, University of Chicago Press, Chicago. (Previously released as NBER Working Paper No. 6803 in 1998).
- Fuss, M.A. (1994) Productivity growth in Canadian telecommunications, *Canadian Journal of Economics*, 27(2); 371-392.
- Fuss, M.A. and D. McFadden (1978a) "Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications," North-Holland, Amsterdam.
- Fuss, M.A., D. McFadden and Y. Mundlak (1978b) "A Survey of Functional Forms in the Economic Analysis of Production," in: M.A. Fuss and D. McFadden (eds.) *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, Vol.I, North-Holland, Amsterdam; 219-268.
- Fuss, M. and L. Waverman (1977-78). "Multi-Product, Multi-Input Cost Functions for a Regulated Utility: The Case of Telecommunications in Canada," Presented at the NBER Conference on Public Regulation, Washington, D.C.; revised in a research paper of the Institute of Policy Analysis, University of Toronto.
- Fuss, M. and L. Waverman (1981). "The regulation of Telecommunications in Canada," Technical Report No. 7, Economic Council of Canada, Ottawa.
- Gerschenkron, A. (1969). "Economic Backwardness in Historical Perspective," Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Goldin, C., and L. Katz (1998). "The Origins of Technology-Skill Complementarity," *Quarterly Journal of Economics* 113: 693-732. Elasticity of Scale and the Shape of the Average Costs," *American Economic Review*, 88, June; 492-96.
- Gollop, F.M. and D.W. Jorgenson (1980) "U.S. Productivity Growth by Industry, 1947-73," in: J.W. Kendrick and B. Vaccara (eds.) *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, NBER, University of Chicago Press, Chicago; 17-124.

- Good, D., M.I. Nadiri and R. Sickles (1997) "Index Number and Factor Demand Approaches to the Estimation of Productivity," in: M.H. Pesaran and P. Schmidt (eds.) *Handbook of Applied Econometrics*, Vol.II, Microeconometrics, Basil Blackwell, London.
- Gordon, R.J. (1993) "Are Procyclical Productivity Fluctuations a Figment of Measurement Error?" Mimeo, Northwestern University.
- Gordon, R.J. (2000) "Does the New Economy Measure up to the Great Inventions of the Past?" NBER Working Paper No. 7833, August.
- Gould, J.P. (1968) "Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm," *Review of Economic Studies*, 35; 47-55.
- Greenwald, B.C., M. Kohn and J.E. Stiglitz (1990) "Financial Market Imperfections and Productivity Growth," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 13; 321-345.
- Greenwood, J. (1997) "The Third Industrial Revolution: Technology, Productivity and Income Inequality," The AEI Press, Washington, D.C.
- Greenwood, J. and B. Jovanovic (1998) "Accounting for Growth," NBER Working Paper No. 6647, July.
- Griliches, Z. (1963) "Sources of Measured Productivity Growth: U.S. Agriculture 1940-1960," *Journal of Political Economy*, August; 331-346.
- Griliches, Z. (1979) "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics*, 10(1); 92-116.
- Griliches, Z. (1980) "Returns to Research and Development Expenditures in the Private Sector," in: J.W. Kendrick and B. Vaccara (eds.) *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, NBER, University of Chicago Press, Chicago; 419-454.
- Griliches, Z. (ed.) (1982) "Output Measurement in the Service Sectors," NBER, *Studies in Income and Wealth*, 56, University of Chicago Press, Chicago.
- Griliches, Z. (ed.) (1984) "R&D, Patents and Productivity," NBER, *Studies in Income and Wealth*, University of Chicago Press, Chicago.
- Griliches, Z. (1987) "Productivity: Measurement Problems," in: J. Eatwell, M. Milgate and P. Newman (eds.) *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Stockton Press, New York.
- Griliches, Z. (1996) "The Theory of the Residual: A Historical Note," *Journal of Economic Literature*, 34; 1324-1330.
- Griliches, Z. and D.W. Jorgenson (1966) "Sources of Measured Productivity Change: Capital Input," *American Economic Review*, 56(2), May; 50-61.
- Griliches, Z. and J. Mairesse (1995) "Production Functions: The Search for Identification," NBER Working Paper No. 5069, March.
- Gullickson, W. and M.J. Harper (1999) "Possible Measurement Bias in Aggregate Productivity Growth," *Monthly Labor Review*, February; 47-67.
- Haimowitz, J.H. (1998) "Has the Surge in Computer Spending Fundamentally Changed the Economy?" *Federal Reserve Bank of Kansas City, Economic Review*, 83(2); 27-42.
- Hall, R.E. (1988) "The Relation between Price and Marginal Cost in U.S. Industry," *Journal of Political Economy*, 96, October; 921-947.
- Hall, R.E. (1990) "Invariance Properties of Solow's Productivity Residual," in: P. Diamond (ed.) *Growth/Productivity/Unemployment: Essays to Celebrate Bob Solow's Birthday*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Hall, R.E. and D.W. Jorgenson (1967) "Tax Policy and Investment Behavior," *American Economic Review*, 57(3), June; 391-414.
- Hall, R.E. and D.W. Jorgenson (1971) "Application of Theory of Optimum Capital Accumulation," in: G. Fromm (ed.) *Tax Incentives and Capital Spending*, The Brookings Institution, Washington, D.C.; 9-60.
- Hannah, L. (1979). "Electricity Before Nationalisation," Macmillan, London.
- Hanoch, G. (1975). "The Elasticity of Scale and the Shape of the Average Costs," *American Economic Review*, 55, June; 492-496.
- Harberger, A. (1998). "A Vision of the Growth Process," *American Economic Review* 88: 1-32.
- Harries, H. (1978). "Some economic Aspects of Interconnection," Evidence-in-Chief on behalf of Alberta Government Telephones, Saskatchewan Telecommunications and the Manitoba Telephone System, Canadian Radio-Television and Telecommunications Commission (CRTC), Ottawa.
- Harris, D.A. (1982). Alberta Government Telephones Evidence-in-Chief re: Economic Conditions and Productivity," Exhibit No. 5, Alberta Public Utilities Board, Edmonton.
- Hayashi, F. (1982) "Tobin's marginal and Average q: A Neoclassical Interpretation," *Econometrica*, 50; 213-224.
- Helpman, E., editor (1998). "General Purpose Technologies and Economic Growth," MIT Press, Cambridge, MA.
- Helpman E. and M. Trajtenberg (1998) "A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies," in: E. Helpman (ed.) *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press, Cambridge, MA; 55-83.
- Helpman E. and M. Trajtenberg (1998) "Diffusion of General Purpose Technologies," in: E. Helpman (ed.) *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press, Cambridge, MA; 85-119.
- Hicks, J.R. (1946) "Value and Capital," 2nd edition, Oxford University Press, Oxford.
- Hornstein, A. (1999) "Growth Accounting with Technological Revolution," *Federal Reserve Bank of Richmond, Economic Quarterly*, 85(3), Summer; 1-22.
- Hornstein, A. and P. Krusell (1996) "Can Technology Improvements Cause Productivity Slowdowns?" in: B.S. Bernanke and J.J. Rotemberg (eds.) *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press, Cambridge, MA.; 209-259.
- Hounshell, D. (1984). "From the American System to Mass Production," JHU Press, Baltimore.
- Hughes, T.P. (1983). "Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930," JHU Press, Baltimore.

- Hulten, C.R. (1973) "Divisia Index Numbers," *Econometrica*, 41(6), November; 1017-1026.
- Hulten, C.R. (ed.) (1981) "Depreciation, Inflation and the Taxation of Income from Capital," Urban Institute, Washington, D.C.
- Hulten, C.R. (1986) "Productivity Change, Capacity Utilization and the Sources of Efficiency Growth," *Journal of Econometrics*, 33, October-November; 31-50.
- Hulten, C.R. (1987) "The Divisia Index," in: J. Eatwell, M. Milgate and P. Newman (eds.) *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Stockton Press, New York.
- Hulten, C.R. (1992) "Growth Accounting when Technical Change is Embodied in Capital," *American Economic Review*, 82(4), September; 964-980.
- Hulten, C.R. and F.C. Wykoff (1980) "Economic Depreciation and the Taxation of Structures in the U.S. Manufacturing Industries: An Empirical Analysis," in: D. Usher (ed.) *The Measurement of Capital*, Studies in Income and Wealth, 45, NBER, University of Chicago Press, Chicago.
- Hulten, C.R. and F.C. Wykoff (1981a) "Measurement of Economic Depreciation," in: Hulten, C.R. (ed.) "Depreciation, Inflation and the Taxation of Income from Capital," The Urban Institute, Washington, D.C.
- Hulten, C.R. and F.C. Wykoff (1981b) "The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices," *Journal of Econometrics*, 15; 367-396.
- Hulten, C.R. and F.C. Wykoff (1981c) "Economic Depreciation and Accelerated Depreciation: An Evaluation of the Conable-Jones 10-5-3 proposal," *National Tax Journal*, 34; 45-60.
- Hulten, C.R., E.R. Dean and M.J. Harper, editors (2000). "New Developments in Productivity Analysis" Proceedings of a conference held March 20-21, 1998; University of Chicago Press, Chicago.
- Jensen, J.B., R.H. McGuckin and K.J. Stiroh (1998) "The Impact of Vintage and Age on Productivity: Evidence from Cohorts of U.S. Manufacturing Plants," Mimeo, January.
- Jerome, H. (1934). "Mechanization in Industry," National Bureau of Economic Research (NBER), Washington, D.C.
- Jorgenson, D.W. (1963) "Capital Theory and Investment Behavior," *American Economic Review*, 53(2); 247-259.
- Jorgenson, D.W. (1966) "The Embodiment Hypothesis," *Journal of Political Economy*, 74(1); 1-17.
- Jorgenson, D.W. (1967) "The Theory of Investment Behavior," in: R. Ferber (ed.) *Determinants of Investment Behavior*, NBER, New York.
- Jorgenson, D.W. (1974) "The Economic Theory of Replacement and Depreciation," in: W. Sellekaerts (ed.) *Essays in Honor of Jan Tinbergen*, Economic Theory and Miscellaneous, North-Holland, Amsterdam; 189-221.
- Jorgenson, D.W. (1986) "Econometric Methods for Modeling Producer Behavior," in: Z. Griliches and M.D. Intriligator (eds.) *Handbook of Econometrics*, Vol.III, Elsevier, New York; 1841-1915.
- Jorgenson, D.W. (1987) "Productivity and Postwar U.S. Economic Growth," *Journal of Economic Perspectives*, 2(4), Fall; 23-42.
- Jorgenson, D.W. (1990) "Productivity and Economic Growth," NBER Studies in Income and Wealth, 54.
- Jorgenson, D.W. (1995) "Productivity," Vols.I. and II., MIT Press, Cambridge, MA.
- Jorgenson, D.W. (1996a) "Capital Theory and Investment Behavior," MIT Press, Cambridge, MA.
- Jorgenson, D.W. (1996b) "Tax Policy and the Cost of Capital," MIT Press, Cambridge, MA.
- Jorgenson, D.W. and Z. Griliches (1967) "The Explanation of Productivity Change," *Review of Economic Studies*, 34(3), July; 249-283.
- Jorgenson, D.W. and Z. Griliches (1972a) "Issues in Growth Accounting: A Reply to Edward F. Denison," *Survey of Current Business*, 52, May; 65-94.
- Jorgenson, D.W. and Z. Griliches (1972b) "Issues in Growth Accounting: Final Reply," *Survey of Current Business*, 52, May; 111.
- Jorgenson, D.W. and L.J. Lau (1977). "Duality and Technology," North-Holland, Amsterdam.
- Jorgenson, D.W. and M. Nishimizu (1978). "U.S. and Japanese Economic Growth, 1952-74: An International Comparison," *Economic Journal* 88: 707-26.
- Jorgenson, D.W. and B.M. Fraumeni (1981) "Relative Prices and Technical Change," in: E.R. Berndt and B.C. Field (eds.) *Modeling and Measuring Natural Resource Substitution*, MIT Press, Cambridge, MA.; 17-47.
- Jorgenson, D.W., F.M. Gollop and B.M. Fraumeni (1987) "Productivity and U.S. Economic Growth," Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Jorgenson, D.W. and K.Y. Yun (1991) "Tax Reform and the Cost of Capital," Oxford University Press, Oxford, UK.
- Jorgenson, D.W. and K.J. Stiroh (1995). "Computer Investment, Capital and Productivity in the US," *Economics of Innovation and New Technology*, 4 (3-4); 295-316.
- Jorgenson, D.W. and K.J. Stiroh (1999). "Information Technology and Growth," *American Economic Review*, 89(2), May.
- Jorgenson, D.W. and K.J. Stiroh (2000). "Rising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age," *Brookings Papers on Economic Activity*, 1; 125-233.
- Jovanovic, B. and R. Rob (1989) "The Growth and Diffusion of Knowledge," *Review of Economic Studies*, 56; 569-582.
- Kendrick, J.W. (1961). "Productivity Trends in the United States," Princeton University Press Princeton.
- Kendrick, J.W. (1973). "Postwar Productivity Trends in the United States, 1948-1969," National Bureau of Economic Research, New York.
- Kendrick, J.W. (1976) "The Formation and Stocks of Total Capital," Columbia University Press, New York.
- Kendrick, J.W. (1977) "Understanding Productivity," Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Kendrick, J.W. and D. Creamer (1965) "Measuring Company Productivity," Conference Board Studies in Business Economics No. 89, National Industrial Conference Board, New York.

- Kendrick, J.W. and B. Vaccara (eds.) (1980) "New Developments in Productivity Measurement and Analysis, NBER, University of Chicago Press, Chicago.
- Khaled, M.S. (1978). "Productivity Analysis and Functional Specification: A Parametric Approach," Ph.D. Dissertation, Department of Economics, University of British Columbia, Vancouver.
- Klein, L.R. and Y. Kumasaka (2000) "IT Revolution and Increasing Returns to Scale in the U.S. Economy," Mimeo, United Nations, Spring.
- Klenow, P.J. (1998) "Learning Curves and the Cyclical Behavior of Manufacturing Industries," *Review of Economic Dynamics*, 1(2), April; 531-550.
- Kokkelenberg, E.C. (1984) "The Specification and Estimation of Interrelated Factor Demands under Uncertainty," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 7; 181-207.
- Kokkelenberg, E.C. and C.W. Bischoff (1986) "Expectations and Factor Demand," *Review of Economics and Statistics*, 68; 423-431.
- Lau, L.J. (1976) "A Characterization of the Normalized Restricted Profit Function," *Journal of Economic Theory*, 12; 131-163.
- Lau, L.J. (1986) "Functional Forms in Econometric Model Building," in: Z. Griliches and M.D. Intriligator (eds.) *Handbook of Econometrics*, Vol.III, Elsevier, New York; 1515-1566.
- Lichtenberg, F.R. (1991) "The Output Contributions of Computer Equipment and Personnel: A Firm-Level Analysis," *Economics of Innovation and New Technology*, 3(3-4), May; 201-217.
- Loveman G.W. (1994) "An Assessment of the Productivity Impact of Innovation Technologies," in: T.J. Allen and M.S. Scott Morton (eds.) *Information Technology and the Corporation of the 1990s: Research Studies*, Oxford University Press, Oxford.
- Mairesse, J. and M. Sassenou (1991) "R&D and Productivity: A Survey of Econometric Studies at the Firm Level," NBER Working Paper, No. 3666.
- Mamuneas, T.P. and A. Savvides (1999) "Economic Development and the Return to Human Capital," Mimeo, University of Cyprus.
- Matthews, R.C.O., C.H. Feinstein and J.C. Odling-Smee (1982). "British Economic Growth 1856-1873," Stanford University Press, Palo Alto.
- McFadden, D. (1978) "Cost, Revenue and Profit Functions, in: M.A. Fuss and D. McFadden (eds.) *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, Vol.I., North-Holland, Amsterdam; 3-109.
- McGuckin, R.H. and K.J. Stiroh (1999) "Computers and Productivity: Are Aggregation Effects Important?" Mimeo.
- McHugh, R. and J. Lane (1987) "The Role of Embodied Technological Change in the Decline of Labor Productivity," *Southern Economic Journal*, 53(4), April; 915-924.
- McKinsey Global Institute (1992) "Service Sector Productivity," McKinsey & Co., Washington, D.C.
- McKinsey Global Institute (1993) "Manufacturing Productivity," McKinsey & Co., Washington, D.C.
- McKinsey Global Institute (1994) "Employment Productivity," McKinsey & Co., Washington, D.C.
- McKinsey Global Institute (1996) "Capital Productivity," McKinsey & Co., Washington, D.C.
- McKinsey Global Institute (1998) "Driving Productivity and Growth in the U.K.," McKinsey & Co., London and Washington, D.C.
- Minami, R. (1987). "Power Revolution in the Industrialization of Japan, 1885-1940," Kinokuniya Co., Tokyo.
- Mohnen, P.A. (1990) "R&D and Productivity Growth: A Survey of the Literature," CERPE, Cahier de Recherche No. 57, l'Université du Québec à Montréal.
- Morrison, C.J. (1993) "A Microeconomic Approach to the Measurement of Economic Performance: Productivity Growth, Capacity Utilization and Related Performance Indicators," Springer-Verlag, New York.
- Morrison, C.J. (1997) "Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in U.S. Manufacturing Industries," *Review of Economics and Statistics*, 79(3), August; 471-481.
- Morrison, C.J. and D.S. Siegel (1997) "External Capital Factors and Increasing Returns in U.S. Manufacturing," *Review of Economics and Statistics*, 79; 647-654.
- Morrison, C.J. and D.S. Siegel (1999) "Scale Economies and Industry agglomeration Externalities: A Dynamic Cost Function Approach," *American Economic Review*, 89(1); 273-290.
- Mortenson, D.T. (1973) "Generalized Cost of Adjustment and Dynamic Factor Demand Theory," *Econometrica*, 41; 657-665.
- Mundlak, Y. (1996) "Production Function Estimation: Reviving the Primal," *Econometrica*, 64(2); 431-438.
- Nadiri, M.I. (1970). "Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey," *Journal of Economic Literature* 8(4), December; 1137-1177.
- Nadiri, M.I. and M. Schankerman (1981). "The Structure of Production, Technological Change and the Rate of Growth of Total Factor Productivity in the U.S. Bell System," in: T.G. Cowing and R. Stevenson (eds.) *Productivity Measurement in Regulated Industries*, Academic Press, New York.
- Nadiri, M.I. and B. Nandi (1996). "Productivity Growth in the US Telecommunications Industry," Presented at the ITS Conference, Seville, Spain.
- Nadiri, M.I. and B. Nandi (1997a). "Technical Change, Markup, Divestiture and Productivity Growth in the U.S. Telecommunications Industry," C.V. Starr Center Research Report #97-03, (Jan 1997), submitted to *The Review of Economics and Statistics*.
- Nadiri, M.I. and B. Nandi (1997b). "The Changing Structure of Cost and Demand for the U.S. Telecommunications Industry," *Information Economics and Policy*, 9(4); 319-347.
- Nadiri, M.I. and B. Nandi (1999). "Benefits of Communications Infrastructure Capital in the U.S. Economy," written for publication in: *Economics of Innovation and New Technology*.

- Nadiri, M.I. and I. Prucha (1998). "Dynamic Factor Demand Models and Productivity Analysis," presented at the NBER CRIW Conference.
- Nadiri, I.M. (forthcoming). "Production Theory and Productivity: Theory and Econometrics," North Holland Advanced Textbook Series.
- Nishimizu, M. and J.M. Page Jr. (1998) "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78," *The Economic Journal*, 92, December; 920-936.
- Ohta, M. (1974) "A Note on the Duality between Production and Cost Functions: Returns to Scale and Rate of Technical Progress," *Economic Studies Quarterly*, 25; 63-65.
- Oliner, S.D. and D.E. Sichel (2000) *The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?* Finance and Economics Discussion Series, No. 2000-20, Federal Reserve Board, May.
- Olley, R.E. and C.D. Le (1984). "Total Factor Productivity of Canadian Telecommunications Carriers: Project Report to the Department of Communications and to Members of the Canadian Telecommunications Carriers Association, Ottawa.
- Olley, G.S. and A. Pakes (1996) "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry," *Econometrica*, 64(6); 1263-1297.
- Panzar, J.C. and R.D. Willig (1979) "Economies of Scope, Product Specific Economies of Scale, and the Multi-Product Competitive Firm," Manuscript, Bell Laboratories.
- Pindyck, R.S. and J.J. Rotemberg (1983) "Dynamic Factor Demands and the Effects of Energy Price Shocks," *American Economic Review* (73), December; 1066-1079.
- Richter, M.K. (1966) "Invariance Axioms and Economic Indexes," *Econometrica*, 34; 739-755.
- Rolf, F., S. Grosskopf, M. Norris and Z. Zhang (1994) "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries," *American Economic Review*, 84(1), March; 66-83.
- Romer, P. (1986) "Increasing Returns and Long-Run Growth," *Journal of political Economy*, 94(5); 1002-1037.
- Romer, P. (1990) "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, 98; 71-102.
- Samuelson, P.A. and S. Swamy (1974) "Invariant Economic Index Numbers and Canonical Duality: Survey and Synthesis," *American Economic Review*, 64; 566-593.
- Sanderson, M. (1988). "Education and Economic Decline, 1890s-1980s," *Oxford Review of Economic Policy* 4: 38-50. Reprinted with postscript in C.H. Feinstein (ed.), *The Economic Development of the United Kingdom since 1870*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Sato, K. (1976) "The Meaning and Measurement of the Real Value Added Index," *Review of Economics and Statistics*, 58; 434-442.
- Schreyer, P. (2000) "The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: A Study of the G7 Countries," STI Working Paper 2000/2, OECD, Paris.
- Schurr, S.H. et al (1990). "Electricity in the American Economy," Greenwood Press, New York.
- Shapiro, M.D. (1986) "Capital Utilization and Capital Accumulation: Theory and Evidence," *Journal of Applied Econometrics*, 1; 211-234.
- Shephard, R.W. (1953). "Theory of Cost and Production Functions," Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Shephard, R.W. (1970). "Cost and Production Functions," Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Sherwood, M.K. (1987) "Performance of Multifactor Productivity in the Steel and Motor Vehicle Industries," *Monthly Labor Review*, August; 22-31.
- Siegel, D. and Z. Griliches (1991) "Purchased Services, Outsourcing, Computers and Productivity in Manufacturing," NBER Working Paper No. 3678.
- Smith, J.B. and V. Corbo (1979). "Economies of Scale and Economies of Scope of Bell Canada," Institute of Applied Economic Research, Concordia University, Final Report to the Department of Communications, Montreal.
- Solow, R.M. (1957) "Technical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economics and Statistics*, 39(3), August; 312-320.
- Solow, R.M. (1960) "Investment and Technical Progress," in: K. Arrow, S. Karlin and P. Suppes (eds.) *Mathematical Methods in the Social Sciences*, Stanford University Press.
- Solow, R.M. (1980) "Growth Theory and After," *American Economic Review*, 70; 307-317.
- Solow, R.M. (1994) "Perspectives on Growth Theory," *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), Winter; 45-54.
- Steigum, E. Jr. (1983) "A Financial Theory of Investment Behavior," *Econometrica*, 51(3); 637-645.
- Stein, J. (1997) "Waves of Creative Destruction: Firm-Specific Learning-by-Doing and the Dynamics of Innovation," *Review of Economics and Statistics*, 4(2); 265-288.
- Steinmueller, W.E. (1996). "The U.S. Software Industry: An Analysis and Interpretative History," in: D. C. Mowery (ed.) *The International Computer Software Industry*, Oxford University Press, Oxford: 15-52.
- Stiroh, K.J. (1998) "Computers, Productivity and Input Substitution," *Economic Inquiry*, 36(2), April; 175-191.
- Stolarick, K. (1999) *IT Spending and Firm Productivity: Additional Evidence from the Manufacturing Sector*, Center for Economic Studies, Working Paper, No. 99-11, October.
- Sudit, E.F. (1973) "Additive Non-Homogeneous Production Functions in Telecommunications," *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(2); 499-514.
- Swinand, G.P. (1997) "Modeling and Measuring Total Resource Productivity," Boston College Working Paper.
- Terleckij, N.E. (1974) "Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries: An Exploratory Study," Washington, National Planning Association.
- Terleckij, N.E. (1980) "Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development," in: J.W. Kendrick and B. Vaccara (eds.) *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, NBER, University of Chicago Press, Chicago; 359-386.

- Theil, H. (1967) "Economics and Information Theory," North-Holland, Amsterdam.
- Törnqvist, L. (1936) "The Bank of Finland's Consumption Price Index," Bank of Finland Monthly Bulletin, 10; 1-8.
- Treadway, A.B. (1969) "On Rational Entrepreneurial Behavior and the Demand for Investment," Review of Economic Studies, 36; 227-239.
- Treadway, A.B. (1970) "Adjustment Costs and Variable Inputs in the Theory of the Competitive Firm," Journal of Economic Theory, 2; 329-347.
- Usher, D. (1974) "The Suitability of the Divisia Index for the Measurement of Economic Aggregates," Review of Income and Wealth, 20; 273-288.
- Usher, D. (1980) "The Measurement of Capital," Studies in Income and Wealth, 45, NBER, University of Chicago Press, Chicago.
- Veblen, T. (1915). "Imperial Germany and the Industrial Revolution," MacMillan, New York.
- Watkins, G.C. and E.R. Berndt (1992) "Dynamic Models of Input Demand: A Comparison under Different Formulations of Adjustment Costs," in: J. Moroney (ed.) Advances in the Economics of Energy and Resources, Vol.7, JAI Press, Greenwich.
- Wen, Y. (1998) "Capacity Utilization under Increasing Returns to Scale," Journal of Economic Theory, 81, July; 7-36.
- Whelan, K. (2000) "Computers, Obsolescence and Productivity," Finance and Economics Discussion Series, No. 2000-6, Federal Reserve Board, February.
- Willig, R.D. (1979) "Multi-Product Technology and Market Structure," American Economic Review, 69(2), May; 346-351.
- Wolff, E.N. (1999) "The Productivity Paradox: Evidence from Indirect Indicators of Service Sector Productivity Growth," Canadian Journal of Economics, 32(2), April; 281-308.
- Yorukoglu, M. (1998) "The Information Technology Productivity Paradox," Review of Economic Dynamics, 1(1), April; 551-592.
- Zellner, A. (1962). "An Efficient Method for Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias," Journal of the American Statistical Association 57 (June): 348-68.

FÜGGELÉK A:

Termelékenység munkatáblák

1.1	Az átváltozások dátumai és mértékei
1.2.1	Árbevétel szolgáltatási kategóriánként (módosítatlan)
1.2.2	Árbevétel szolgáltatási kategóriánként (módosított)
1.3.1.1	Éves árbevételi részesedések (módosítatlan)
1.3.2.1	Éves árbevételi részesedések (módosított)
1.3.1.2	Éves százalékos árbevételi részesedések (módosított)
1.3.2.2	Átlagos százalékos árbevételi részesedések (módosított)
1.4.1	Árindexek: I. szolgáltatási kategória
1.4.2	Árindexek: II. szolgáltatási kategória
1.4.3	Árindexek: III. szolgáltatási kategória
1.4.4	Árindexek: IV. szolgáltatási kategória
1.4.5	Árindexek: V. szolgáltatási kategória
1.4.6	Árindexek: VI. szolgáltatási kategória
1.4.7	Árindexek: VII. szolgáltatási kategória
1.4.8	Árindexek: VIII. szolgáltatási kategória
1.4.9	Árindexek: IX. szolgáltatási kategória
1.4.10	Árindexek: X. szolgáltatási kategória
1.5.1	Output indexek: I. kategória
1.5.2	Output indexek: II. kategória
1.5.3	Output indexek: III. kategória
1.5.4	Output indexek: IV. kategória
1.5.5	Output indexek: V. kategória
1.5.6	Output indexek: VI. kategória
1.5.7	Output indexek: VII. kategória
1.5.8	Output indexek: VIII. kategória
1.5.9	Output indexek: IX. kategória
1.5.10	Output indexek: X. kategória
1.5.11.1	Output indexek: XI. (vegyes) kategória (módosítatlan)
1.5.11.2	Output indexek: XI. (vegyes) kategória (módosított)
1.6.1	A teljes output láncindexei
1.6.2	A teljes output bázisindexei
1.7	A teljes output volumenindexének módosítása
2.1	A munkainput költsége, volumene és ára
2.2	A munkainput volumenindexei
3.1.1.1	Bruttó eszközérték beszerzési áron az év végén (ezer \$) - módosítatlan
3.1.1.2	Évi átlagos bruttó eszközérték beszerzési áron (ezer \$) - módosítatlan
3.1.2.1	Évi átlagos bruttó eszközérték folyó áron (ezer \$) - módosítatlan
3.1.2.1.1	Az eszköz diszkontinuitás módosítási tényezői
3.1.2.2	Évi átlagos bruttó eszközérték folyó áron (ezer \$) - (tőkeeszköz diszkontinuitás miatt módosítva)
3.1.2.2.1	A tőkeeszközök árindexei (TPI)
3.1.3	A bruttó eszközérték módosítása a hozzájárulás miatt (ezer \$)
3.1.4	Évi átlagos bruttó eszközérték folyó áron (ezer \$) - (tőkeeszköz diszkontinuitás miatt módosítva)

3.1.5	Becsült hozzájárulás (ezer \$)
3.2.1.1	Nettó eszközérték beszerzési áron az év végén (ezer \$) - módosítatlan
3.2.1.2	Évi átlagos nettó eszközérték beszerzési áron (ezer \$) - módosítatlan
3.2.2.1	Évi átlagos nettó eszközérték folyó áron (ezer \$) - módosítatlan
3.2.2.1.1	Az eszköz diszkontinuitás módosítási tényezői
3.2.2.2	Évi átlagos nettó eszközérték folyó áron (ezer \$) - (tőkeeszköz diszkontinuitás miatt módosítva)
3.2.2.2.1	A tőkeeszközök nettó értékeinek árindexeit módosító tényezők
3.2.3	A nettó eszközérték módosítása a hozzájárulás miatt (ezer \$)
3.2.4	Évi átlagos nettó eszközérték folyó áron (ezer \$) - (tőkeeszköz diszkontinuitás miatt módosítva)
3.3.1	Az amortizálódó fő tőkekategóriák indexei
3.3.2	A nem amortizálódó tőkekategória indexei
3.4.1	Tőkeköltségek és a bruttó tőke költségrátái
3.4.2	Az összes bruttó tőke költségrátája és a bruttó tőke összes költsége
3.4.3	A folyóáras bruttó tőke költségrészesedései
3.5.1	Tőkeköltségek és a nettó tőke költségrátái
3.5.2	Az összes nettó tőke költségrátája és a nettó tőke összes költsége
3.5.3	A folyóáras nettó tőke költségrészesedései
3.6	A tőkeinput volumenindexei
4.1	Az anyaginput érték-, ár- és volumenindexei
5.1	Módosítatlan tőkeköltségek (ezer \$)
5.2	A tőkeköltségek módosítása a hozzájárulás miatt (ezer \$)
5.3	Módosítatlan munkaköltségek és anyagköltségek (ezer \$)
5.4	A munkaköltségek és anyagköltségek módosításai (ezer \$)
5.5	Módosított inputköltségek (ezer \$)
5.6	Az inputok költségrészesedései bázis- és tárgyévben
5.7	Átlagos költségrészesedések
5.8	Az inputok Törnqvist volumenindexei (t-1: 1,0)
5.9.1	A teljes input és az output Törnqvist volumenindexei (t-1: 1,0)
5.9.2	A teljes input és az output Törnqvist volumenindexei (1989: 1,0)
5.10	Költségindexek (t-1=1,0)
5.11	Az inputok implicit Törnqvist árindexei kategóriánként (t-1=1,0)
5.12	Az összes input implicit Törnqvist árindexei (t-1=1,0)
6.1	A teljes termelékenység Törnqvist volumenindexei (t-1: 1,0)
6.2	A teljes termelékenység Törnqvist volumenindexei (1989: 1,0)
7.1	Termelékenységi indexek (t-1=1; nettó tőke, súlyozott munka)
7.2	Termelékenységi indexek (t-1=1; nettó tőke, súlyozatlan munka)
7.3	Termelékenységi indexek (t-1=1; bruttó tőke, súlyozott munka)
7.4	Termelékenységi indexek (t-1=1; bruttó tőke, súlyozatlan munka)

FÜGGELÉK B:

A SaskTel termelékenységének dekompozíciója

- | | |
|---|--|
| 1 | SaskTel tényleges outputjának, inputjának és termelékenységének
proporcionális változásai |
| 2 | Mérethatás, technológiai hatás, reziduális hatás és számított
termelékenység |
| 3 | A termelékenység változásainak dekompozíciója |
| 4 | SaskTel számított inputjának proporcionális változásai |

B(2) tábla: Mérethatás, technológiai hatás, reziduális hatás és számított termelékenység

Év	Méret- rugalmasság ε	Méret- tényező $\zeta=1-1/\varepsilon$	Technológia elaszticitás ε_{CT}	Technológiai változás T	Méret- hatás $(1-1/\varepsilon)q$	Technológiai hatás $(\varepsilon_{CT})T$	Számított termelé- kenység	Reziduális hatás ρ
1990	1,48	0,324324	-0,44	0,025	0,034809	0,011000	0,045809	-0,004763
1991	1,50	0,333333	-0,46	0,030	0,041959	0,013800	0,055759	0,026906
1992	1,51	0,337748	-0,43	0,031	0,023130	0,013330	0,036460	-0,001649
1993	1,53	0,346405	-0,47	0,027	0,013539	0,012878	0,026417	-0,010746
1994	1,55	0,354839	-0,50	0,030	0,044328	0,015000	0,059328	0,029392
1995	1,52	0,342105	-0,49	0,036	0,026345	0,017444	0,043789	-0,003040
1996	1,53	0,346405	-0,50	0,029	0,022040	0,014529	0,036569	-0,003715
1997	1,54	0,350649	-0,53	0,027	0,016109	0,014330	0,030439	0,000447
1998	1,56	0,358974	-0,52	0,037	0,030295	0,019161	0,049456	-0,040182
1999	1,55	0,354839	-0,50	0,045	0,036457	0,022500	0,058957	0,007349
Összes					0,289009	0,153972	0,442981	0,000000
Átlag					0,028901	0,015397	0,044298	0,000000

B(3) tábla: A termelékenység változásainak dekompozíciója

Év	Méret- hatás (%)	Technológiai hatás (%)	Reziduális hatás (%)	Összes hatás (%)
1990	84,805	26,799	-1,604	100,000
1991	50,758	16,694	32,549	100,000
1992	66,444	38,293	-4,737	100,000
1993	86,397	82,177	-68,574	100,000
1994	49,963	16,907	33,129	100,000
1995	64,651	42,808	-7,460	100,000
1996	67,084	44,223	-1,307	100,000
1997	52,156	46,398,448	100,000	
1998	326,666	206,609	-433,275	100,000
1999	54,983	33,934	1,084	100,000
Összes				
Átlag	65,242	34,758	0,000	100,000

