

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: 17400/D/2013/2137626212

**ANALÝZA EKONOMICKÉHO RASTU TRANSFORMUJÚCICH SA KRAJÍN
METODOLÓGIOU SFA**

Diplomová práca

2013

Matej Cigán

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY**

**ANALÝZA EKONOMICKÉHO RASTU TRANSFORMUJÚCICH
SA KRAJÍN METODOLÓGIU SFA**

Diplomová práca

Študijný program: Operačný výskum a ekonometria (Jednoodborové štúdium,
inžiniersky II.st., denná forma)

Študijný odbor: 3.3.24 Kvantitatívne metódy v ekonómii

Školiace pracovisko: Katedra operačného výskumu a ekonometrie

Školiteľ: Ing. Andrea Furková, PhD.

Bratislava 2013

Matej Cigán



2137626212

Ekonomická univerzita v Bratislave
Fakulta hospodárskej informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Matej Cigán
Študijný program: Operačný výskum a ekonometria (Jednoodborové štúdium, inžiniersky II. st., denná forma)
Študijný odbor: 3.3.24 Kvantitatívne metódy v ekonómii
Typ záverečnej práce: Inžinierska záverečná práca
Jazyk záverečnej práce: slovenský

Názov: Analýza ekonomického rastu transformujúcich sa krajín metodológiou SFA

Anotácia: Väčšina krajín strednej a východnej Európy začala proces transformácie ekonomiky z centrálne plánovanej k trhovo orientovanej ekonomike začiatkom 90-tych rokov minulého storočia. Pre Slovensko a ďalšie krajiny strednej a východnej Európy bol spúšťačom procesu transformácie pád komunistického režimu. Jedným z hlavných znakov centrálne plánovaných ekonomík a častým dôvodom kritiky je ekonomická neefektívnosť a nízky rast produktivity. Za účelom zhodnotenia úspešnosti procesu transformácie bude využitá parametrická benchmarkingová metodológia SFA (Stochastic Frontier Analysis) na meranie efektívnosti. Táto metodológia je založená na princípe efektívnej hranice, ktorá je tvorená najlepšimi sledovanými jednotkami (krajinami). Analýza bude vychádzať z princípu produkčnej funkcie v makroekonomickom kontexte, sledované krajiny budú vnímané ako výrobcovia výstupu (napr. HDP) získaného použitím vstupov (napr. práca a kapitál).

Vedúci: Ing. Andrea Furková, PhD.

Katedra: KOVE FHI - Katedra operačného výskumu a ekonometrie FHI

Dátum zadania: 10.10.2010

Dátum schválenia: 04.11.2010

doc. Mgr. Juraj Pekár, PhD.
vedúci katedry

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracoval samostatne a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Dátum: 30.10.2013

.....

POĎAKOVANIE

Ďakujem svojej vedúcej diplomovej práce, Ing. Andrei Furkovej, PhD., za trpezlivosť, ochotu a čas, ako aj cenné rady, pripomienky a námety, ktoré mi poskytla pri písaní tejto diplomovej práce.

ABSTRAKT

CIGÁN, Matej: *Analýza ekonomického rastu transformujúcich sa krajín metodológiou SFA*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta hospodárskej informatiky; Katedra operačného výskumu a ekonometrie. – Vedúci záverečnej práce: Ing. Andrea Furková PhD. – Bratislava: FHI EU, 2013, 125 s.

Cieľom záverečnej práce je zhodnotiť úspešnosť transformácie vybraných krajín východnej Európy na základe sledovania ich ekonomickej efektívnosti a porovnať ich efektívnosť s krajinami západnej Európy. K naplneniu tohto cieľa využijeme parametrickú benčmarkingovú metodológiu SFA (Stochastic Frontier Analysis) na meranie efektívnosti.

Práca je rozdelená do 4 kapitol. Obsahuje 12 grafov, 7 tabuliek a 5 príloh.

Prvá kapitola je venovaná popísaniu súčasného stavu riešenia problematiky týkajúcej sa transformačného procesu v krajinách východnej Európy ako aj vzniku a vývoju metodológie stochastickej nákladovej hranice. V ďalšej časti sú charakterizované ciele práce. Tretia kapitola popisuje metodiku práce a metódy skúmania. V štvrtej kapitole aplikujeme teoretické poznatky na vytvorenie konkrétnych modelov využitím metódy SFA. Vytvoríme modely s časovo nemennou technickou efektívnosťou, modely s efektívnosťou meniacou sa v čase ako aj model translogaritmickej produkčnej funkcie. Na záver modely porovnáme a zhodnotíme.

Kľúčové slová: ekonomický rast, transformácia, stochastická nákladová hranica

ABSTRACT

This thesis is focused on transformation process in the selected countries of eastern Europe and comparing the economic efficiency of these countries with the rest of EU-countries. In our analysis we will use the parametric method called Stochastic Frontier Analysis (SFA).

This thesis is divided in 4 chapters, contains 12 diagrams, 7 tables and 5 appendix.

The first part is focused on describing the history of development the stochastic frontier analysis. The second chapter contains the main goals of this thesis. The third part describes the methodology and all the theoretical stuff necessary to understand how the models will be created and the efficiency estimated. In the fourth chapter we create five models using stochastic frontier analysis. In the end we compare all the models and sum them up.

Key words: economic growth, transformation, stochastic frontier analysis

OBSAH

ÚVOD	8
1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....	9
1.1 TRANSFORMÁCIA KRAJÍN VÝCHODNEJ EURÓPY	9
1.2 VZNIK A VÝVOJ METODOLÓGIE STOCHASTICKEJ NÁKLADOVEJ HRANICE	10
2 CIEĽ PRÁCE.....	13
3 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA.....	15
3.1 ÚVOD DO TEÓRIE EKONOMICKÉHO RASTU.....	15
3.2 NEOKEYNESOVSKÉ TEÓRIE EKONOMICKÉHO RASTU	16
3.2.1 Domarov model rastu	16
3.2.2 Harrodov model rastu	17
3.3 NEOKLASICKÉ TEÓRIE EKONOMICKÉHO RASTU	18
3.3.1 Komplementárna produkčná funkcia.....	18
3.3.2 Cobb-Douglasova produkčná funkcia	19
3.3.3 Solowov model rastu	19
3.4 EFEKTÍVNOSŤ, HODNOTENIE EFEKTÍVNOSTI.....	20
3.4.1 Technická efektívnosť	21
3.4.2 Meranie technickej efektívnosti.....	22
3.4.3 Hranica produkcie jediného outputu a meranie technickej efektívnosti.....	23
3.4.4 Funkcia vzdialenosti viacnásobného výstupu a meranie technickej efektívnosti	24
3.5 PRODUKČNÉ FUNKCIE	25
3.5.1 Vlastnosti produkčných funkcií.....	25

3.6	STOCHASTICKÁ PRODUKČNÁ HRANICA.....	29
3.6.1	Polonormálne rozdelenie	30
3.6.2	Normálne - exponenciálne rozdelenie	34
3.6.3	Normálne zrezané rozdelenie	36
3.6.4	Normálne gama rozdelenie	40
3.7	TESTOVANIE HYPOTÉZ	42
3.8	MODELÝ PRODUKČNÝCH HRANÍC	43
3.8.1	Panelové dáta v modeloch produkčných hraníc	43
3.8.2	Časovo nemenná technická efektívnosť	44
3.8.3	Model s fixnými vplyvmi	45
3.8.4	Model s náhodnými vplyvmi.....	46
3.8.5	Metóda maximálnej vierohodnosti	47
3.8.6	Časovo premenlivá technická efektívnosť	49
3.8.7	Model s fixnými a náhodnými vplyvmi	49
3.8.8	Metóda max. vierohodnosti pre časovo premenlivú tech. efektívnosť.....	52
4	PRAKTICKÁ APLIKÁCIA VYBRANÝCH MODELOV A VÝSLEDKY PRÁCE....	53
4.1	VÝBER PRODUKČNÝCH JEDNOTIEK, PREMENNÝCH A ŠPECIFIK. MODELU	53
4.2	ČASOVO NEMENNÁ TECHNICKÁ EFEKTÍVNOSŤ	54
4.3	ČASOVO MENIACA SA TECHNICKÁ EFEKTÍVNOSŤ	58
4.4	TRANSLOGARITMICKÁ PRODUKČNÁ FUNKCIA	63
5	ZÁVER.....	66
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY:	68
	PRÍLOHA:	70I

Úvod

Problematika ekonomického rastu je istotne jednou z kľúčových oblastí hospodárskej politiky všetkých krajín sveta. Ekonomika každej krajiny je jedinečná, má svoje špecifiká a každá má unikátny vývoj v čase. Môžeme povedať, že neexistuje krajina, ktorá by nechcela každým rok dosahovať pozitívny rast hospodárstva, keďže práve rast hospodárstva úzko súvisí s rastom životnej úrovne a blahobytu obyvateľstva, či bohatstva samotnej krajiny.

V našej práci sa pokúsime spojiť problematiku transformácie a ekonomického rastu a pomocou metódy stochastickej nákladovej hranice vyhodnotiť úspešnosť jednotlivých krajín v transformačnom procese a v ich úsilí dobehnúť najvyspelejšie európske ekonomiky.

V prvej kapitole našej diplomovej práce sa budeme venovať popisu súčasného stavu problematiky ekonomického rastu, rozpracovanú domácimi ako aj zahraničnými autormi. Popíšeme základné charakteristiky transformácie z centrálne plánovej ekonomiky na trhovo orientovanú, v druhej časti prvej kapitoly uvedieme základné členenie metód odhadu produkčnej hranice na parametrické a neparametrické a priblížime čitateľovi parametrickú metodológiu SFA (Stochastic Frontier Analysis), ktorú využijeme v aplikačnej časti na meranie efektívnosti zvolených európskych krajín.

Druhá kapitola oboznamuje čitateľa s vytýčenými cieľmi, ktoré sú predmetom riešenia tejto záverečnej práce.

V tretej kapitole sú uvedené všetky dôležité vzťahy a popísaná metodológia riešenia. Je rozdelená na viacero častí; v prvej sa venujeme ekonomickému rastu a charakterizujeme hlavné prúdy ekonomického rastu a spomenieme najznámejšie modely ekonomického rastu. V ďalšej časti rozoberieme efektívnosť a postupy na meranie efektívnosti, nasledovať bude časť popisujúca produkčné funkcie a ich vlastnosti a v závere tejto kapitoly sa budeme podrobne venovať stochastickej produkčnej hranici a jej odhadu.

Teoretické východiská z predošlých kapitol, využijeme v štvrtej kapitole, kde aplikujeme získané poznatky a analyzujeme vývoj hospodárskeho rastu vybraných európskych krajín z hľadiska technickej efektívnosti, na odhad ktorej použijeme parametrickú metódu SFA (Stochastic Frontier Analysis).

V závere zhrnieme výsledky, ktoré sme dosiahli a zhodnotíme úspešnosť naplnenia stanovených cieľov.

1 Súčasný stav riešenej problematiky

V našej práci sa venujeme analýze ekonomického rastu, preto si najprv zadefinujeme ekonomický rast v kontexte transformačných procesov, čo chápeme pod pojmom transformácia a uvedieme krajiny, ktoré budeme skúmať a porovnávať a napokon predstavíme rôzne metódy odhadu a analýzy ekonomického rastu, pričom najpodstatnejšiu časť venujeme metóde stochastickej nákladovej hranice (SFA).

1.1 Transformácia krajín východnej Európy

Prechod od plánovaného hospodárstva k trhovej ekonomike, znamenal pre všetky zasiahnuté krajiny¹ nutnosť vykonať radikálne celospoločenské, politické a ekonomické zmeny. Keďže tieto zmeny sa týkali takmer všetkých sfér hospodárstva, nedali sa vykonať zo dňa na deň, naopak ich zavádzanie do praxe trvalo a môžeme povedať, že trvá dodnes. Celkový komplex problémov s tým súvisiacich nazývame transformáciou a krajiny usilujúce sa dosiahnuť štandardy tradičných demokracií nazývame transformujúce sa krajiny.

Každá z transformujúcich sa krajín má svoje špecifiká a od rozpadu sovietskeho zväzu prešla každá zo skúmaných krajín individuálnym vývojom. Napriek tomu môžeme nájsť určité znaky, ktoré sú typické a charakteristické pre všetky krajiny, ktoré prechádzali procesom transformácie.

Krajiny strednej Európy mali zväčša dobre rozvinutý priemysel, rozdiel a zaostávanie oproti západným krajinám bolo spôsobené zastaranými technológiami, menej efektívnym riadením a organizáciou práce[11].

Oblasti kde transformujúce sa krajiny zaostávali za západnými krajinami boli predovšetkým v ukazovateľoch ako úroveň demokratizácie, nezávislosť vlády, verejnej správy, nezávislosť médií a súdnej moci. Veľký problém v mnohých krajinách ešte aj dnes predstavuje korupcia, daňové úniky, sivá a čierna ekonomika. Tieto problémy spôsobujú odčerpávanie resp. neefektívne nakladanie s verejnými zdrojmi. Ďalším spoločným znakom je privatizácia štátneho majetku a vstup zahraničného kapitálu, ktorý pomohol zachovaniu

¹ Transformujúcimi sa krajinami myslíme v tejto diplomovej práci krajiny ktoré pristúpili do EU v rokoch 2004 a 2007 teda: Bulharsko, Česká republika, Estónsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Malta, Poľsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko. Cyprus a Maltu napriek pristúpeniu v roku 2004 vzhľadom na odlišný historický vývoj za transformujúce sa krajiny nepovažujeme.

zamestnanosti, zefektívneniu procesov vykonávaných v privatizovaných jednotkách. Napriek počiatočnému nadšeniu väčšiny občanov súvisiacich s pádom komunistického režimu a očakávaného zlepšenia životnej úrovne sa postupne podpora demokracie v týchto krajinách dostala na nízku úroveň. Podľa The New Europe Barometer bolo v transformujúcich sa krajinách až 60% občanov skôr, alebo úplne nespokojných s fungovaním demokracie, zatiaľ čo spokojnosť vyjadrili len necelé 3 percentá. Súvisí to samozrejme s vyššie zmienenými sprievodnými znakmi transformačného procesu, s turbulentným vývojom, reformnými procesmi, či liberalizáciu cien.

Za hlavný cieľ transformácie označuje Paulína Pellešová[10] výkonnosť ekonomiky a s tým spojený aj rast životnej úrovne občanov. Jedným z vo svete uznávaných indikátorov úrovne nie len transformujúcich sa krajín je index ľudského rozvoja (HDI). Okrem úrovne HDP sleduje aj ďalšie ukazovatele v krajine, ktoré v konečnom dôsledku dávajú pomerne verný obraz o stave a vývoji krajiny v čase. HDI nadobúda hodnoty z intervalu $<0,1>$ čím viac sa hodnota blíži k 1, tým je kvalita života v danej krajine lepšia. Index HDI tvoria tri zložky:

- životná úroveň ako HNP na obyvateľa, vyjadrená v parite kúpnej sily
- prístup ku vzdelaniu: index strednej dĺžky školskej dochádzky a očakávanej dĺžky školskej dochádzky
- index očakávanej dĺžky života a zdravotnej starostlivosti

Na základe dosiahnutého skóre sa krajiny členia do jednej z trochu skupín.

Hodnoty indexu 0,8 - 1 dosahujú zeme s vysokou úrovňou rozvoja, krajiny ktorých index je 0,5 - 0,799 predstavujú krajiny so strednou úrovňou a krajiny dosahujúce menej ako 0,5 klasifikujeme ako krajiny s nízkou hodnotou ľudského rozvoja

1.2 Vznik a vývoj metodológie stochastickej nákladovej hranice

Pri hodnotení ekonomickej vyspelosti krajín vo všeobecnosti, alebo konkrétne v našom prípade hodnotení úspešnosti transformačného procesu sa často používajú pomerné ukazovatele ako napríklad rast HDP, vývoj inflácie, miera nezamestnanosti. Tieto indikátory sami o sebe neposkytujú komplexný obraz o efektívnosti krajiny. Na analýzu, kde sa navyše snažíme porovnávať viacero krajín nám treba využiť sofistikovanejšie metódy.

Medzi metódy využívajúce matematickú analýzu a v ktorých využívame ekonometrické modelovanie patria napríklad stochastické modely na odhad hranice

produkčných možností. V takomto modeli určí najlepšia skúmaná jednotka hranicu efektívnosti a ostatné produkčné jednotky vytvoria poradie na základe vzdialenosti od tejto hranice. Hranicu efektívnosti môžeme získať použitím dvoch rôznych metód a to použitím neparametrických metód a parametrických metód. Medzi neparametrické metódy patria napríklad DEA (Data Envelopment Analysis), alebo FDH(Free Disposal Hull).

Medzi parametrické metódy zaraďujeme napríklad TFA (Thick Frontier Approach), alebo SFA (Stochastic Frontier Approach).

V našej diplomovej práci sa zameriame práve na posledne menovanú - parametrickú metódu SFA.

Počiatky metodológie stochastickej nákladovej hranice môžeme hľadať v prácach Debreua (1951), Koopmansa (1951) a Sheparda (1953), ktoré skúmali efektívnosť pri výrobe. Koopmans ako prvý definoval technickú efektívnosť. Debreu a Shepard definovali funkciu vzdialenosti na modelovanie viacnásobných vstupov[5]. Spojením týchto poznatkov vznikli predpoklady pre vznik ďalších prác, ktoré sa zaoberali problematikou hodnotenia efektívnosti. Na práce Koopmansa (1951) a Debreua (1951) nadviazal Farrell (1957), ktorý ako prvý ukázal ako definovať nákladovú efektívnosť a ako rozdeliť nákladovú efektívnosť na technickú a alokačnú zložku. Z Farrellových prác vychádzali Aigner a Chu (1968), Seitz (1971), Timmer (1971), Afrait (1972) a Richmond (1974), ktorých práce v ktorých sa zaoberali odhadom deterministickej produkčnej hranice použitím techník lineárneho programovania, alebo využitím modifikovaním metódy najmenších štvorcov[5]. Tieto práce viedli priamo k formulovaniu metodológie stochastickej nákladovej hranice.

Samotnú metodológiu stochastickej nákladovej hranice predstavili nezávisle na sebe približne v rovnakom čase Aigner, Lovell a Schmidt (ALS)(1977) a Meeusen a van den Broeck (MB) (1977). Tieto modely uvažovali s technickou neefektívnosťou a tiež potvrdili fakt, že náhodné šoky odohrávajúce sa mimo produkčnej jednotky môžu ovplyvniť výstup. Prínos modelov stochastických produkčných hraníc je, že vplyv šokov na output následkom kolísania množstva vykonanej práce, vplyv počasia, alebo jednoducho vplyv náhody môže byť oddelený od vplyvu na zmeny v technickej efektívnosti[1]

Problematiku stochastickej nákladovej hranice rozšírili svojimi prácami Forsund, Lovell a Schmidt (1980), ktorý analyzovali slabé stránky tejto metódy. Aifrat, Richmond a Greene(1980) navrhli gama rozdelenie, Stevenson(1980) navrhol zrezané normálne rozdelenie, Lee(1983) predstavil 4-parametrové Pearsonové rozdelenie. Pitt a Lee(1981) rozšírili techniky odhadu pomocou metódy maximálnej vierohodnosti pre prierezové dáta na techniku pre dáta panelové. Kopp a Diewert(1982) zase navrhli translogaritmicke

transformáciu v modeloch SFA. Schmidt a Sickles(1984) skúmali rozdiely v modeloch s fixnými vplyvmi a modeloch s náhodnými vplyvmi. Skúmaniu problematiky SFA sa venovali aj ďalší autori - Cornwell(1990), Gosh a McGuckin(1991), Huang a Liu (1994), Griliches(1996) a ďalší[5].

2. Cieľ práce

V 90tych rokoch minulého storočia došlo v Európe k veľkým politicko-ekonomickým zmenám. Máme na mysli predovšetkým pád komunistického režimu, ktorý pre krajiny východnej Európy znamenal prechod od centrálne plánovanej k trhovej ekonomike. Centrálne plánované ekonomiky sú často označované ako neefektívne s nízkou produktivitou práce. Za viac ako dve desaťročia od pádu komunistického režimu máme k dispozícii dostatočné množstvo údajov, ktoré nám umožňujú overiť a preskúmať tento predpoklad a porovnať vývoj ekonomík východnej a západnej Európy.

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce je zhodnotiť úspešnosť transformácie vybraných krajín východnej Európy na základe sledovania ich ekonomickej efektívnosti a porovnať ich efektívnosť s krajinami západnej Európy. K naplneniu tohto cieľa využijeme parametrickú benchmarkingovú metodológiu SFA (Stochastic Frontier Analysis) na meranie efektívnosti. K dosiahnutiu vytýčených cieľov sme prispôsobili aj samotnú štruktúru diplomovej práce.

V prvej kapitole je stručne uvedený súčasný stav riešenej problematiky a spomenutých niekoľko autorov, ktorý sa venovali problematike stochastickej nákladovej hranice, efektívnosti a ekonomickému rastu.

V druhej kapitole uvádzame štruktúru práce a hlavné ciele, ktoré chceme touto prácou dosiahnuť.

V tretej kapitole sú popísané metódy skúmania, všetky dôležité vzťahy a súvislosti z ktorých budeme vychádzať a ktoré použijeme v aplikačnej časti na odhad efektívnosti jednotlivých krajín

Štvrtá kapitola je aplikačná, kde porovnáme a zhodnotíme viacero modelov a pokúsime sa vybrať najvhodnejší pre skúmanú problematiku. Na začiatku analýzy si stanovíme vhodné parametre o ktorých predpokladáme že štatisticky významne vplyvajú na efektívnosť. V ďalšom kroku zostavíme zodpovedajúcu produkčnú funkciu, kde sledované krajiny budú vnímané ako producenti výstupu pri použití vyšpecifikovaných vstupov. Následne aplikujeme modely popísané v tretej kapitole. Porovnáme modely kde predpokladáme, že technická efektívnosť je v čase nemenná s modelmi, ktoré predpokladajú, že technická efektívnosť sa v čase mení. Tieto modely porovnáme a zhodnotíme, ktorý z nich je viac vyhovujúci.

V závere sú zhrnuté výsledky práce a zhodnotenie úspešnosti naplnenia cieľov, ktoré sme si v práci vytýčili.

3. Metodika práce a metody skúmania

Na dosiahnutie cieľov, ktoré sme si touto prácou vytýčili sa musíme bližšie oboznámiť s problematikou, ktorej sa táto práca týka. V tejto kapitole teda postupne rozoberieme najznámejšie teórie ekonomického rastu, problematiku efektívnosti, spomenieme prístupy na meranie efektívnosti, budeme sa tiež venovať produkčnej teórii a popíšeme vlastnosti produkčnej funkcie. Tieto teoretické poznatky nám poslúžia na pochopenie a popis nosnej témy tejto kapitoly, ktorou je stochastická nákladová hranica. Na základe týchto teoretických východísk sa potom pokúsime analyzovať vývoj hospodárskeho rastu vybraných krajín Európy.

3.1. Úvod do teórie ekonomického rastu.

Ekonomický rast predstavuje také zmeny v hospodárstve, ktoré sa prejavujú v prírastku základných makroekonomických veličín v čase. V krátkom období ide o prírastok reálneho HDP, v dlhom období ide o rast potenciálneho produktu. Potenciálny produkt predstavuje najvyššiu možnú úroveň reálneho produktu, ktorú môže ekonomika trvale dosahovať v podmienkach prirodzenej miery nezamestnanosti a v podmienkach stabilnej cenovej hladiny, resp. pri nízkej miere inflácie. Ekonomický rast je proces, ktorý zvyšuje schopnosť ekonomiky vyrábať tovary a služby, vyjadrujeme ho pomocou reálnych ekonomických veličín (reálny HDP). Ekonomický rast predstavuje zvyšovanie produkčnej kapacity danej ekonomiky v čase. Ekonomický rast teda predstavuje rast potenciálneho HDP. O ekonomickom raste hovoríme vtedy, ak je celkový objem reálneho HDP v danom období (Y_t) väčší ako v predchádzajúcom období (Y_{t-1}), teda[6]:

$$Y_t > Y_{t-1}$$

Ekonomický rast môžeme vyjadriť tromi spôsobmi:

1. absolútnou hodnotou, t.j. prírastkom reálneho produktu medzi dvoma obdobiami:

$$\Delta Y = Y_t - Y_{t-1}$$

teda ak $\Delta Y > 0$, výkonnosť ekonomiky vzrástla.

2. Koeficientom ekonomického rastu (r), teda podiel reálneho HDP v čase t a v čase $t-1$

$$r = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} \cdot 100\%$$

3. Tempom ekonomického rastu(G), teda relatívny podiel absolútneho prírastku reálneho HDP v danom období a úrovne HDP v predchádzajúcom období:

$$G = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \cdot 100\%$$

Dôležitejší ukazovateľ ako samotná absolútna výška HDP, je HDP pripadajúce na jedného obyvateľa danej krajiny, čo je v praxi ukazovateľ určujúci životnú úroveň. Ak hovoríme o raste životnej úrovne, znamená to, že tempo rastu HDP krajiny je vyššie ako tempo rastu obyvateľov. Rast reálneho HDP na jedného obyvateľa teda znamená, že ekonomika v danom roku produkuje viac tovarov a služieb ako v roku predchádzajúcom.

Rast reálneho HDP závisí od rastu produktivity práce a od počtu ekonomicky aktívneho obyvateľstva. Medzi základne faktory, ktoré ovplyvňujú produktivitu práce sú:

- ľudský kapitál
- fyzický kapitál
- technologické zmeny
- informácie a inovácie
- pôda a prírodné zdroje
- podnikateľské a manažérske schopnosti
- spoločensko - inštitucionálne a právne prostredie.

3.2 Neokeynesovské teórie ekonomického rastu

Neokeynesovské teórie ekonomického rastu vychádzajú z ekonomického učenia J.M.Keynesa a k problematike ekonomického rastu pristupujú zo strany dopytu. Za hlavný zdroj ekonomického rastu považujú investície ako súčasť agregátneho dopytu

3.2.1 Domarov model rastu:

Domar na rozdiel od Keynesa tvrdil, že investície rozširujú existujúcu výrobnú kapacitu a zároveň vytvárajú nový dôchodok. Na vysvetlenie použil Domar princíp investičného multiplikátora. Tento model rieši problém akým tempom majú rásť investície aby sa zvýšenie dôchodku rovnalo zvýšeniu výrobnnej kapacity ak vychádzame z predpokladu,

že investície zvyšujú výrobnú kapacitu a vytvárajú aj nový dôchodok. Model je vysvetlený 3 rovnicami.

1. Rovnica ponuky

$$\Delta P = I \cdot \delta$$

kde:

ΔP - prírastok výroby, resp. výrobnéj kapacity

I - celkové investície

δ - priemerná produktivita

2. Rovnica dopytu

$$\Delta Y = \Delta I \cdot \frac{1}{\alpha}; \quad \alpha = \frac{S}{Y}$$

kde:

ΔY - prírastok dôchodku

ΔI - prírastok investícií

$\frac{1}{\alpha}$ - multiplikátor

$\alpha = \frac{S}{Y}$ - sklon k úsporám

3. Rovnica, ktorá vyjadruje rovnosť medzi prírastkom dopytu a ponuky

$$\Delta I \cdot \frac{1}{\alpha} = I \cdot \delta; \quad \text{resp: } \frac{\Delta I}{I} = \alpha \cdot \delta$$

vyjadrili sme teda rovnovážne tempo rastu investícií. Znamená to, že ak investície rastú týmto tempom, aj dôchodok (HDP) bude rásť tempom, ktoré zabezpečí využitie výrobnéj kapacity pri plnej zamestnanosti a rovnováhu agregátnej ponuky a dopytu.

3.2.2 Harrodov model rastu

V Harrodovom modeli sa využíva princíp akcelerátora, podľa ktorého prírastok dôchodku vyvolá prírastok investícií, pretože zvýšenie dôchodku spôsobí rast dopytu po spotrebných tovaroch, čo pôsobí akceleračne na dopyt po investíciách. Akcelerátor je kapitálový koeficient c , ktorý vyjadruje, koľko jednotiek výrobných fondov treba vynaložiť, aby sme získali jednotku dodatočnej výroby. Harrodov model teda vyzerá nasledovne:

$$G = \frac{s}{c}$$

kde

G - rast dôchodku

s - podiel úspor na dôchodku

c - kapitálový koeficient

Takéto tempo rastu dôchodku predstavuje podľa Harroda dynamickú rovnováhu úspor a investícií[6].

3.3 Neoklasické teórie ekonomického rastu

Neoklasické teórie ekonomického rastu na rozdiel od neokeynesovských teórií pristupujú k vysvetleniu ekonomického rastu z hľadiska ponuky. Podľa týchto teórií má na ekonomický rast vplyv aj akumulácia kapitálu, t.j. investície a technický pokrok. Základom neoklasických teórií je **produkčná funkcia**. Produkčná funkcia vyjadruje vzťahy technicko-ekonomickej závislosti medzi množstvom výrobných faktorov (práca, kapitál) a objemom výroby. Vyjadruje teda závislosti medzi výrobnými nákladmi a dosiahnutým objemom výroby.

3.3.1 Komplementárna produkčná funkcia:

Komplementárna produkčná funkcia predstavuje vzťahy medzi vytvoreným produktom a výrobnými faktormi (kapitálom a prácou)

$$Y = a \cdot L$$

$$Y = b \cdot K$$

kde:

K - celkové množstvo vynaloženého kapitálu

L - celkové množstvo vynaloženej práce

a, b - koeficienty vyjadrujúce množstvo produktu, ktorý pripadá na jednotku príslušného výrobného faktora

3.3.2 Cobbova-Douglasova substitučná produkčná funkcia:

Najznámejšia produkčná funkcia je však **Cobb-Douglasova substitučná produkčná funkcia**. Vychádza z predpokladu neobmedzenej substitúcie medzi dvojicou výrobných faktorov (práce a kapitálu), ktorých funkciou je celkový objem výroby. Predpokladá sa tiež lineárna závislosť medzi celkovým výstupom a množstvom výrobných faktorov. Teda objem výroby rastie proporcionálne s rovnakým rastom oboch výrobných faktorov. Teda:

$$Y = f(L, K)$$

resp. Cobb-Douglasova funkcia v rozvinutej forme

$$Y = A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta$$

kde:

Y - fyzický objem výroby

K - množstvo vynaloženého kapitálu

L - množstvo vynaloženej práce (index hodín odpracovaných jedným pracovníkom

α, β - koeficienty elasticity práce a kapitálu

A - koeficient proporcionality, vyjadrujúci vplyvy nemerateľných faktorov (zlepšenie organizácie výroby, technický pokrok...)

Faktormi rastu v Cobbovej-Douglasovej produkčnej funkcii sú rast objemu kapitálu a technický pokrok a rast množstva práce.

3.3.3 Solowov model rastu

So zdokonalením Cobbovho-Douglasovho modelu prišiel americký ekonóm R.M.Solow. Ten zaviedol do modelu faktor času. Modifikovaná funkcia teda vyzerá takto:

$$Y = f(K, L, t)$$

kde:

t - predstavuje technickú zmenu ako funkciu času

Solow počíta s neutrálnym technickým pokrokom, ktorý nezávisí od kvantitatívnych zmien vo výrobných faktoroch a ani sám na ne nevlýva. Neutrálny technický pokrok podľa neho rovnomerne zvyšuje hraničný produkt práce a kapitálu. Ak zavedieme do modelu spomínaný neutrálny technický pokrok, môžeme produkčnú funkciu vyjadriť nasledovne:

$$Y = A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta \cdot e^{rt}$$

kde:

Y - objem výroby

L, K - výdavky na prácu a kapitál

α, β - koeficienty elasticity práce a kapitálu

A - koeficient proporcionality

e^{rt} - faktor času, vyjadrujúci vplyv kvalitatívnych zmien vo výrobe, vrátane technického pokroku (e - základ prirodzeného logaritmu, r - tempo neutrálneho technického pokroku, t - čas)

3.4 Efektívnosť, hodnotenie efektívnosti

Meranie efektívnosti a výkonnosti a nájdenie zdrojov neefektívnosti či už sa jedná o výrobné podniky, nevýrobnú sféru, alebo v prípade našej práce krajiny európskej únie, je základný predpoklad k dosiahnutiu zlepšenia výstupu, ktoré tieto jednotky vyrábajú alebo produkujú. Na analyzovanie efektívnosti sa v praxi najčastejšie používajú pomerové ukazovatele, u firiem sú to najčastejšie finančné výkazy, u jednotlivých krajín napríklad HDP, nezamestnanosť, či inflácia. Nevýhodou takéhoto porovnávania je, že porovnávajú obmedzený počet faktorov, ktoré majú vplyv na celkovú efektívnosť. Na podrobnejšiu analýzu efektívnosti je potrebné využiť komplexnejšie nástroje ekonomickej analýzy, založené predovšetkým na princípoch matematického modelovania.

Efektívnosť je definovaná ako stav, kedy nie je možné pri daných zdrojoch vyrobiť o jednotku statku viac tak, aby pri tom bolo nutné obmedziť výrobu iného statku[12]. Neexistuje teda žiadne plytvanie Ekonomika krajiny, produkčná jednotka, či firma operuje na hraniciach produkčných možností. Matematicky sa to dá jednoducho vyjadriť ako pomer vstupov a výstupov:

$$\text{Efektívnosť} = \frac{\text{výstupy}}{\text{vstupy}}$$

Sofistikovanejšie ekonometrické prístupy na odhad efektívnosti sú založené na deterministickej alebo stochastickej analýze produkčnej hranice. Takýto model môžeme zapísať nasledovne:

$$y_i = f(x_i, \beta)TE_i,$$

kde y_i je produkcia i -tej produkčnej jednotky, x_i je vektor n vstupov i -tej produkčnej jednotky, $f(x_i, \beta)$ je produkčná hranica, β je vektor technologických koeficientov, ktoré treba odhadnúť, TE_i je stupeň výstupovo orientovanej technickej efektívnosti, teda hodnotí koľko výstupu jednotka vytvára vzhľadom k produkčnej hranici. Technická efektívnosť teda predstavuje pomer skutočného výstupu jednotky k maximálne možnému výstupu, ktorý je určený produkčnou hranicou. Teda platí:

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i, \beta)}$$

Pre neefektívnu jednotku technická efektívnosť platí $TE_i < 1$, pre efektívnu jednotku $TE_i = 1$. Uvedený model nazývame deterministická analýza produkčnej hranice. Produkcia nie je podľa tohto modelu vystavená žiadnym náhodným šokom. Náhodná zložka je v tomto modeli interpretovaná ako technická efektívnosť.

3.4.1 Technická efektívnosť

Pod pojmom technická efektívnosť rozumieme schopnosť minimalizovať vstupy pri výrobe daného vektora výstupov, alebo schopnosť získať maximálny výstup z daného vektora vstupov[5]. Technickú efektívnosť definoval Koompams (1951) a znie:

- Vstupno-výstupný vektor $(y, x) \in GR$ je technicky efektívny vtedy a len vtedy, ak $(y', x') \notin GR$ pre $(y', -x') \geq (y, -x)$ (3.4.11)

Vzťah 3.4.12 popisuje technicky efektívny vektor vstupov a vzťah 3.4.13 technicky efektívny vektor výstupov.

- Vektor vstupov $x \in L(y)$ je technicky efektívny vtedy a len vtedy ak $x' \notin L(y)$ pre $x' \leq x$, resp. $x \in \text{Eff } L(y)$ (3.4.12)
- Vektor výstupov $y \in P(x)$ je technicky efektívny vtedy a len vtedy ak $y' \notin P(x)$ pre $y' \geq y$, resp. $y \in \text{Eff } P(x)$. (3.4.13)

3.4.2 Meranie technickej efektívnosti

Na základe hore uvedených predpokladov môžeme uviesť vzťahy na meranie technickej efektívnosti orientované ako na vstup (3.4.21), tak aj výstup (3.4.22). Tieto miery

navrhol Debreu (1951) a Farrell (1957) na základe toho sa označujú ako Debreu-Farrellove miery technickej efektívnosti.

- Na vstup orientovaná miera technickej efektívnosti je funkciou $TE_I(y, x) = \min\{\theta: \theta x \in L(y)\}$ (3.4.21)

- Na výstup orientovaná miera technickej efektívnosti je funkciou $TE_O(x, y) = [\max\{\phi: \phi y \in P(x)\}]^{-1}$. (3.4.22)

Na základe vzťahov 3.4.21 a 3.4.22 meriame technickú efektívnosť z hľadiska znižovania, či zväčšovania všetkých vstupov, respektíve všetkých výstupov v rovnakom pomere.

Ak nie je možné dosiahnuť znižovanie všetkých vstupov v rovnakom pomere, potom je vektor vstupov technicky efektívny. Ak nie je možné dosiahnuť zväčšenie všetkých výstupov v rovnakom pomere, vtedy je vektor výstupov technicky efektívny.

Vo väčšine ekonometrických prác je technická efektívnosť meraná radiálne pomocnou izokvant. Dôvodom sú ich dobré vlastnosti.

Pre inputovo – orientované meranie technickej efektívnosti $TE_I(y, x)$ spĺňa tieto vlastnosti:

1. $TE_I(y, x) \leq 1$
2. $TE_I(y, x) = 1 \Leftrightarrow x \in \text{Isoq } L(y)$
3. $TE_I(y, x)$ je nerastúca v x
4. $TE_I(y, x)$ v x je homogénna -1. stupňa
5. $TE_I(y, x)$ je nemenná vo vzťahu k jednotkám v ktorých sú y a x merané

Pre outputovo – orientované meranie technickej efektívnosti $TE_O(x, y)$ spĺňa tieto vlastnosti:

1. $TE_O(x, y) \leq 1$
2. $TE_O(x, y) = 1 \Leftrightarrow y \in \text{Isoq } P(x)$
3. $TE_O(x, y)$ je neklesajúca v y
4. $TE_O(x, y)$ je homogénna -1. stupňa
5. $TE_O(x, y)$ je nemenná vo vzťahu k jednotkám v ktorých sú x a y merané

Prvá je vlastnosť normalizácie a hovorí, že obidve $TE_I(y, x)$ aj $TE_O(x, y)$ sú zhora ohraničené jednotkou. Tretia vlastnosť je vlastnosťou slabej monotónnosti, ktorá uvádza, že $TE_I(y, x)$ nerastie, ak nepoužijeme dodatočnú jednotku vstupu a že $TE_O(x, y)$ neklesne, ak sa produkcia výstupu zvyšuje. Štvrtá je vlastnosť homogénnosti, ktorá uvádza, že proporcionálna zmena vo vstupoch sa prejaví v rovnako veľkej zmene no v opačnom smere v $TE_I(y, x)$ a proporcionálna zmena vo všetkých výstupoch sa prejaví v rovnako veľkej zmene

v rovnakom smere na $TE_o(x, y)$. Posledná vlastnosť – invariancia – stálosť hovorí o tom, že ak zmeníme jednotky, v ktorých sú input alebo output merané, na efektívnosť to nemá vplyv. Druhá vlastnosť uvádza, že $TE_i(y, x)$ a $TE_o(x, y)$ využíva na meranie technickej efektívnosti izokvanty Isoq $L(y)$ a Isoq $P(x)$. Vlastnosť 2 môže byť posilnená tak, že $TE_i(y, x) = 1 \Leftrightarrow x \in \text{Eff } L(y)$ a $TE_o(x, y) = 1 \Leftrightarrow y \in \text{Eff } P(x)$, za predpokladu, že produkčná technológia spĺňa dostatočne silný predpoklad o monotónnosti, ktorý zaručí $\text{Eff } L(y) = \text{Isoq } L(y)$ a $\text{Eff } P(x) = \text{Isoq } P(x)$. Tento silný predpoklad o monotónnosti spĺňa napríklad Cobbova-Douglasova produkčná hranica.

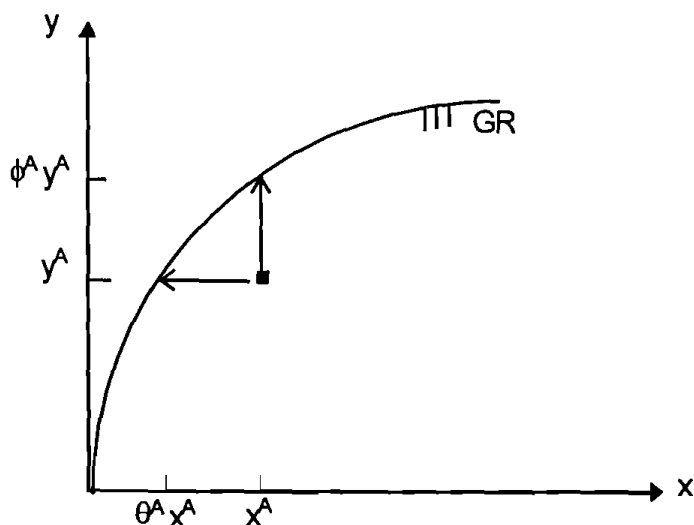
3.4.3 Hranica produkcie jediného outputu a meranie technickej efektívnosti

V tomto prípade budeme uvažovať prípad, že používame viacero vstupov pri vyprodukovaní jedného výstupu. Vychádzame z Debreu-Farrellových mier technickej efektívnosti 3.4.21 a 3.4.22, ktoré pre prípad jediného outputu budú mať tvar:

- Pri produkcii jediného jediného outputu, na vstup orientovaná miera technickej efektívnosti je daná funkciou $TE_i(y, x) = \min\{\theta: y \leq f(\theta x)\}$ (3.4.31)
- Pri produkcii jedného jediného outputu, na výstup orientovaná miera technickej efektívnosti je funkciou $TE_o(x, y) = [\max\{\phi: \phi y \leq f(x)\}]^{-1}$. (3.4.32)

Táto situácia je znázornená na grafe 3.1:

Graf 3.1: Vstupovo a výstupovo orientované miery technickej efektívnosti ($M = 1, N = 1$)



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

Graf 3.1 zobrazuje produkčnú hranicu na ilustráciu oboch mier technickej efektívnosti. Producent využívajúci X^A vstupov na produkciu y^A výstupov je technicky neefektívny, lebo operuje pod $f(x)$. $TE_I(y^A, x^A)$ meria maximálne zmenšenie x^A , ktoré dovoľuje pokračovať v produkcii y^A a $TE_I(y^A, x^A) = \theta^A < 1$, keďže $y^A = f(\theta^A x^A)$. $TE_O(x^A, y^A)$ meria vzájomné maximálne rozpätie y^A , realizovateľné s x^A a $TE_O(x^A, y^A) = (\phi^A)^{-1} < 1$, keďže $\phi^A y^A = f(x^A)$.

3.4.4 Funkcia vzdialenosti viacnásobného výstupu a meranie technickej efektívnosti

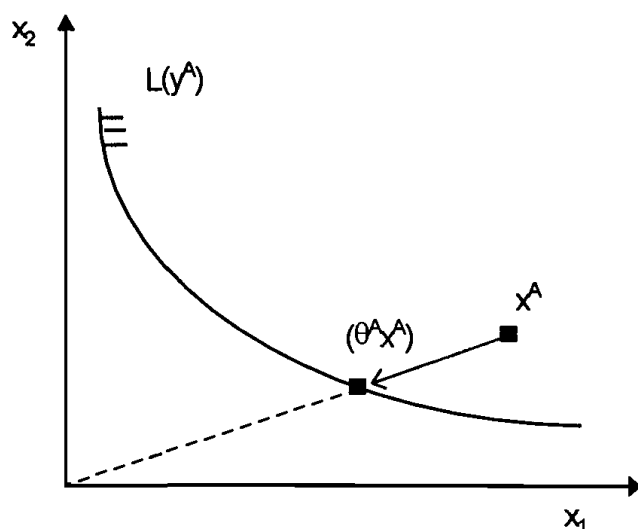
V tejto časti budeme predpokladať, že producenti využívajú viacero vstupov na produkciu viacero výstupov. Takáto sústava je podobná ako v predchádzajúcom prípade s tým rozdielom, že jedno – outputová produkčná hranica, je nahradená funkciami vzdialenosti. Funkcie vzdialenosti vstupov použijeme na definovanie inputovo orientovaného merania technickej efektívnosti a funkcie vzdialenosti outputu použijeme na definovanie outputovo – orientovaného merania technickej efektívnosti. Nasledujúce definície sú priamym rozšírením definícií 3.4.31 a 3.4.32 na prípad viacnásobného outputu.

- Ak je produkovaných niekoľko výstupov, inputovo – orientované meranie technickej efektívnosti je dané funkciou

$$TE_I(y, x) = \min\{\theta: D_I(y, \theta x) \geq 1\} \quad (3.4.41)$$
- Ak je produkovaných niekoľko výstupov, outputovo – orientované meranie technickej efektívnosti je dané funkciou $TE_O(x, y) = [\max\{\phi: D_O(x, \phi y) \leq 1\}]^{-1}$. (3.4.42)

Na lepšiu ilustráciu nám posluži graf 3.2

Graf 3.2: Inputovo orientované meranie technickej efektívnosti ($N=2$)



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

Na obrázku 3.02 je inputovo orientované meranie technickej efektívnosti producenta (x^A, y^A) dané $TE_I(y^A, x^A) = \theta^A < 1$, keďže $\theta^A x^A \in \text{Isoq } L(y^A)$

3.5 Produkčné funkcie

Uvažujeme firmu (alebo v našom prípade konkrétnu skúmanú krajinu), ktorá využíva N množstvo zdrojov (prácu, strojové vybavenie, suroviny) na produkciu jednotky výstupu. Technologické možnosti takejto sledovanej jednotky môžeme charakterizovať definovaním produkčnej funkcie

$$q = f(x)$$

kde q predstavuje výstup a $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ je $N \times 1$ vektor vstupov.

3.5.1 Vlastnosti produkčných funkcií:

Horeuvedená produkčná funkcia má nasledovné vlastnosti:

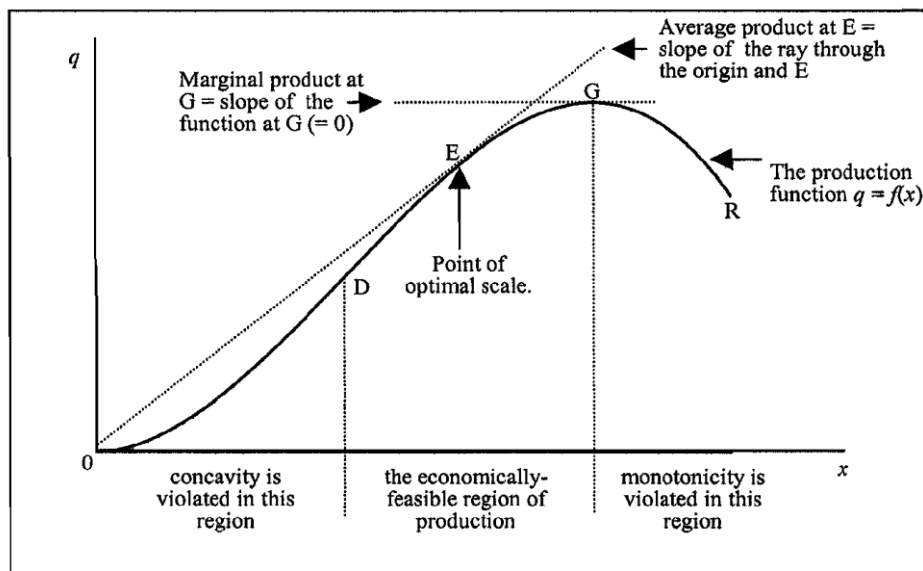
1. *Nezápornosť*: hodnota $f(x)$ je konečné, nezáporné, reálne číslo
2. *Nutná postačujúca*: Na produkciu kladného množstva výstupu je vždy nutné použiť nejaké (kladné) množstvo vstupu
3. *Monotónnosť, príp. neklesajúcosť x* : Pri zvýšení množstva vstupov, nikdy nedôjde k zníženiu množstva výstupov. Teda ak $x^0 \geq x^1$, potom $f(x^0) \geq f(x^1)$. Ak

produkčná funkcia je spojito diferencovateľná, monotónnosť znamená, že hraničný produkt je nezáporný

4. *Konkávnosť* x : Akákoľvek lineárna kombinácia vektorov x^0 a x^1 bude produkovať výstup, ktorý nebude menší ako rovnaká lineárna kombinácia $f(x^0)$ a $f(x^1)$. Formálne, $f(\theta x^0 + (1 - \theta)x^1) \geq \theta f(x^0) + (1 - \theta)f(x^1)$ pre všetky $0 \leq \theta \leq 1$. Ak produkčná funkcia je spojito diferencovateľná, konkávnosť znamená, že hraničný produkt je nerastúci.

Vlastnosti a priebeh produkčnej funkcie sú znázornené na grafe 3.3

Graf 3.3. Produkčná funkcia pre jeden výstup



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

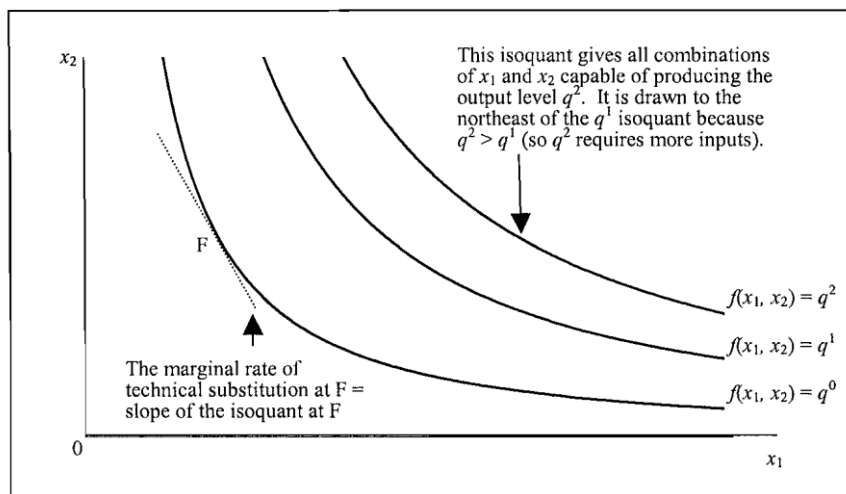
- pre hodnoty x vyjadrené na vodorovnej osi, sú všetky hodnoty q nezáporné, konečné, reálne čísla. Teda funkcia spĺňa vlastnosť 1. o nezápornosti
- funkcia prechádza začiatkom súradnicovej sústavy o čom hovorí vlastnosť 2.
- hraničný produkt je kladný vo všetkých bodoch od začiatku súradnicovej sústavy po bod G, čo znamená splnenie vlastnosti 3. v tejto časti grafu. Monotónnosť je však narušená od bodu G po bod R
- pohybujúc sa po produkčnej krivke od začiatku súradnicovej sústavy po bod D, hraničný produkt rastie, ale vlastnosť 4., ktorá hovorí o konkávnosti je porušená. Konkávnosť je splnená od bodu D po bod R.

Produkčná funkcia na grafe 3.3 porušuje predpoklad o konkávnosti v časti OD a predpoklad o monotónnosti v časti GR. Časť na krivke medzi bodmi D a G môžeme označiť ako oblasť žiaducej úrovne produkcie. Bod E, ktorý sa nachádza v tejto časti je bodom, kde priemerný produkt maximalizuje svoju hodnotu. Táto hodnota predstavuje optimálnu veľkosť produkcie.

Rozšírenie takejto grafickej analýzy na prípad viacerých výstupov je zložité najmä z dôvodu vykreslenia viac ako dvojrozmerného grafu. V takomto prípade je vhodné naznačiť vzťah medzi dvoma premennými, zatiaľ čo ostatné budeme chápať ako fixné.

Takýto prípad ilustruje graf 3.4, na ktorom skúmame produkčnú funkciu, skladajúcu sa z dvoch vstupov, teda do grafu zakreslíme vzťah x_1 a x_2 , zatiaľ čo výstup zafixujeme na úrovni q^0 . Rovnako môžeme zakresliť vzťah medzi dvoma vstupmi a výstup zafixujeme na úrovni q^1 a q^2 , kde $q^2 > q^1 > q^0$. Krivky na grafe 3.4 nazývame izokvanty výstupu. Ak sú splnené vlastnosti 1 až 4, izokvanty sú konvexné a v žiadnom bode sa nepretínajú. Sklon izokvanty nazývame hraničná hodnota technickej substitúcie a vyjadruje aké množstvo x_1 má byť substituované pri zachovaní rovnakej hodnoty výstupu

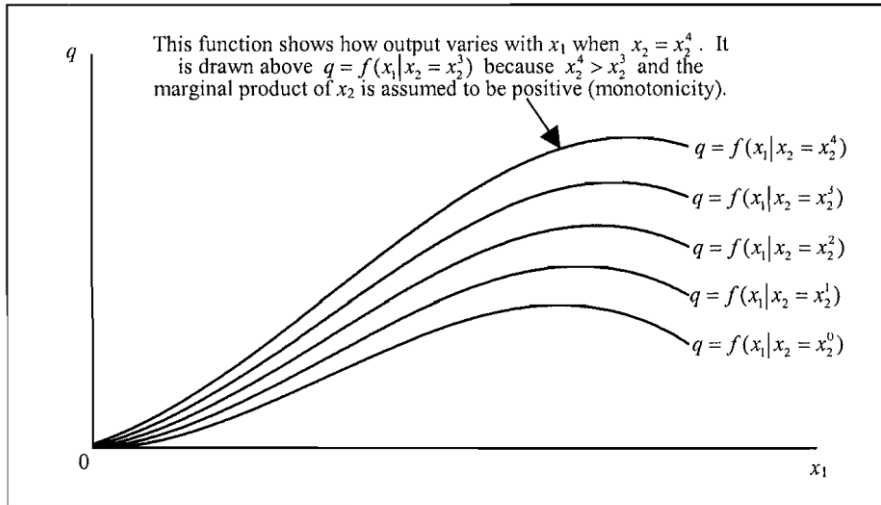
Graf 3.4 - Izokvanty výstupu



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

Iné znázornenie produkčnej funkcie s dvoma vstupmi je na grafe 3.5. Najnižšia zo štyroch funkcií $q = f(x_1 | x_2 = x_2^0)$, znázorňuje vzťah medzi q a x_1 zatiaľ čo x_2 je fixovaná na úrovni x_2^0 . Ostatné funkcie zobrazujú vzťah medzi q a x_1 , zatiaľ čo x_2 je fixovaná na úrovni x_2^1, x_2^2, x_2^3 a x_2^4 , kde $x_2^4 > x_2^3 > x_2^2 > x_2^1 > x_2^0$.

Graf 3.5 - Množina produkčných funkcií



Zdroj: [Coelli, Prasada, Battese (2005)]

3.6 Stochastická produkčná hranica

Aigner, Lovell a Schmidt(ALS)(1977) a Meeusen a van den Broeck (MB) (1977) predstavili nezávisle na sebe približne v rovnakom čase modely stochastickej produkčnej hranice. Tieto modely uvažovali s technickou neefektívnosťou a tiež potvrdili fakt, že náhodné šoky odohrávajúce sa mimo produkčnej jednotky môžu ovplyvniť výstup. Prínos modelov stochastických produkčných hraníc je, že vplyv šokov na output následkom kolísania množstva vykonanej práce, vplyv počasia, alebo jednoducho vplyv náhody môže byť oddelený od vplyvu na zmeny v technickej efektívnosti. Ak predpokladáme, že $f(x_i; \beta)$ je daná log-lin formu Cobbyvej-Douglasovej funkcie, potom model stochastickej produkčnej hranice môžeme napísať takto:

$$\ln y_t = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln x_{ni} + v_i - u_i \quad (3.6.1)$$

kde

v_i je dvoj stranný náhodný člen a u_i je nezáporná zložka technickej neefektívnosti, chybového člena. Pokiaľ chybový člen v 3.6.1 má dve zložky, model stochastickej produkčnej hranice je často označovaný ako model s vyrovnanou chybou. O náhodnom člene v_i predpokladáme, že je symetricky nezávisle rozložený od u_i . Preto chybový člen $\varepsilon_i = v_i - u_i$ je asymetrický, pretože $u_i \geq 0$. Za predpokladu, že v_i a u_i sú nezávisle rozdelené od x_i odhad rovnice 3.6.1 metódou najmenších štvorcov zabezpečí konzistentný

odhad parametrov β_n , ale nezabezpečí konzistentný odhad β_0 , pretože $E(\varepsilon_i) = -E(u_i) \leq 0$. Pomocou MNŠ môžeme vidieť prítomnosť technickej neefektívnosti. Ak $u_i = 0$, potom $\varepsilon_i = v_i$, chybový člen je symetrický. Ak ale $u_i > 0$, potom $\varepsilon_i = v_i - u_i$ je negatívne zošikmené a to predstavuje informáciu o technickej neefektívnosti. To svedčí o tom, že test na prítomnosť technickej neefektívnosti môže byť založený priamo na reziduáloch metódy najmenších štvorcov. Schmidt a Lin (1984) navrhli testovaciu štatistiku

$$(b_1)^{1/2} = \frac{m_3}{(m_2)^{3/2}}, \quad (3.6.2)$$

kde m_2 a m_3 sú druhý a tretí výber momentov reziduálov metódy najmenších štvorcov. Keďže v_i je rovnomerne rozložené, m_3 je tretí výber momentov u_i . Z toho, že $m_3 < 0$ vyplýva, že reziduály MNŠ sú negatívne zošikmené a naznačujú prítomnosť technickej neefektívnosti. Ak $m_3 > 0$, tak reziduály MNŠ, sú pozitívne zošikmené. Preto pozitívne zošikmenie v reziduáloch najmenších štvorcov naznačuje že model je zle špecifikovaný. Coelli (1995) navrhol alternatívnu testovaciu štatistiku, ktorá je asymptoticky rozdelená ako $N(0,1)$. Vzhľadom na negatívne skosenie v prípade ak $m_3 < 0$, je vhodné testovať predpoklad, že $m_3 > 0$. Testovacia štatistika $m_3 / (\frac{6m_2^3}{I})^{1/2}$ je asymptoticky rozdelená podľa $N(0,1)$, pri predpoklade nulovej hypotézy nulového zošikmenia chýb v rovnici 3.6.1

Výhoda týchto testov je, že sú založené na metóde najmenších štvorcov, výsledky teda môžeme získať relatívne ľahko.

Nevýhoda naopak spočíva v tom, že sú založené na asymptotickej teórii a mnoho výberov je relatívne malých.

Uvažujme teda, že v reziduáloch MNŠ existuje negatívne skosenie, čo predstavuje dôkaz neefektívnosti v dátach a teda má zmysel odhadovať stochastickú produkčnú hranicu. Našou úlohou je získanie parametrov produkčnej technológie β vo funkcii $f(x; \beta)$ a získanie odhadov technickej efektívnosti jednotlivých producentov. Na získanie technickej efektívnosti potrebujeme oddeliť odhady náhodnej zložky v_i a technickej neefektívnosti u_i od odhadov ε_i pre každého producenta a toto vyžaduje distribučný predpoklad o dvoch chybových zložkách. Za predpokladu, že u_i sú rozdelené nezávisle od vstupov, MNŠ zabezpečuje konzistentné odhady všetkých parametrov produkčných technológií okrem lokujúcej konštanty a odhadu technickej efektívnosti každého producenta.

Teraz rozoberieme metódu maximálnej vierohodnosti, ktorá môže byť použitá na odhad β a u_i . Po nej nasleduje použitie metódy najmenších štvorcov na odhad sklonu

parametrov a použitie metódy maximálnej virohodnosti na odhad lokujúcej konštanty a rozdiely chybových členov. Napokon, na odhad technickej efektívnosti každého producenta sú potrebné distribučné predpoklady

3.6.1 Polonormálne rozdelenie:

Predpokladajme model stochastickej produkčnej hranice daný tvarom 3.6.1 Potom predpokláame, že

1. $v_i \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$.
2. $u_i \sim \text{iid } N^+(0, \sigma_u^2)$, to značí nezápornosť a polonormalitu.
3. v_i a u_i sú navzájom nezávisle rozdelené a nezávisle od regresorov

Predpoklad 1 je všeobecný a platí stále. Predpoklad 2 je založený na tvrdení, že stredná hodnota technickej neefektívnosti je nula. Tretí predpoklad môže byť problematický v prípade ak producenti poznajú ich technickú efektívnosť, môže to totiž ovplyvniť ich výber vstupov.

Hustota funkcie $u_i \geq 0$ je daná rovnicou $f(u) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_u} \cdot \exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}\right\}$, potom hustota funkcie v je:

$$f(v) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}, \quad (3.6.11)$$

Za predpokladu nezávislosti jednotlivých funkcií, združená hustota u a v je súčinom jednotlivých hustôt funkcií, teda:

$$f(u, v) = \frac{2}{2\pi\sigma_u\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2} - \frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}, \quad (3.6.12)$$

Potom $\varepsilon = v - u$, združená hustota funkcie ε a u je

$$f(u, \varepsilon) = \frac{2}{2\pi\sigma_u\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2} - \frac{(\varepsilon+u)^2}{2\sigma_v^2}\right\}, \quad (3.6.13)$$

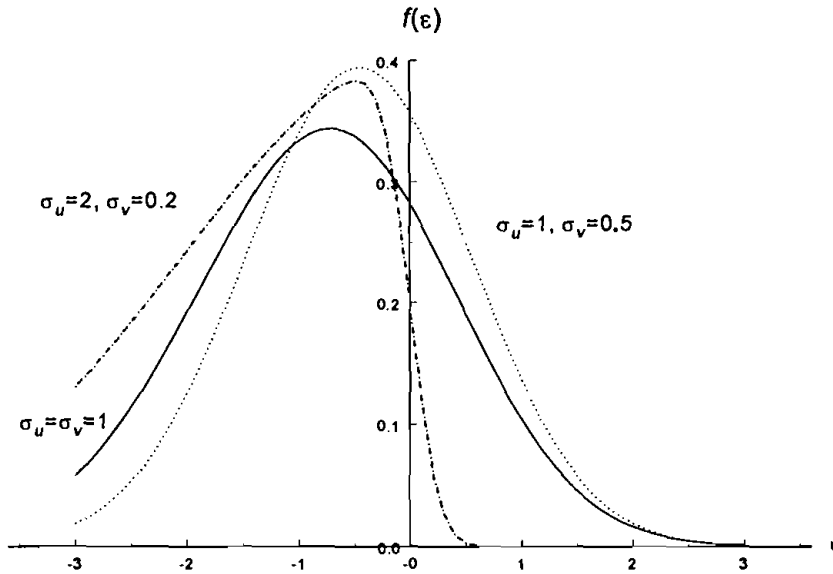
Hraničnú funkciu hustoty ε získame zintegrovaním u z $f(u, \varepsilon)$, teda

$$f(\varepsilon) = \int_0^\infty f(u, \varepsilon) du = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \left[1 - \Phi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)\right] \cdot \exp\left\{-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right\} = \frac{2}{\sigma} \cdot \phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \cdot \Phi\left(-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \quad (3.6.14)$$

kde $\sigma = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{1/2}$, $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$, a $\Phi(\cdot)$ a $\phi(\cdot)$ sú štandardne normálne rastúco rozdelené a funkcie hustoty. Vhodná je reparametrizácia od σ_u^2 a σ_v^2 k σ a λ , keďže λ označuje relatívny podiel u a v k ε . Keď $\lambda \rightarrow 0$, buď $\sigma_v^2 \rightarrow \infty$, alebo $\sigma_u^2 \rightarrow 0$, a zložka rovnomernej náhodnej zložky dominuje jednostrannej náhodnej zložke pri určení ε . Keď $\lambda \rightarrow \infty$, buď $\sigma_v^2 \rightarrow 0$, alebo $\sigma_u^2 \rightarrow \infty$ a jednostranná náhodná zložka dominuje náhodnej

rovnomernej zložke pri určení ε . V prvom prípade sa dostávame späť ku modelu produkčnej funkcie vyjadreným metódou najmenších štvorcov bez technickej neefektívnosti, v druhom prípade hovoríme o modeli deterministickej produkčnej hranice bez štatistickej poruchy

Graf 3.6 - Polonormálne rozdelenie



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

Polonormálne rozdelenie obsahuje dva parametre σ_u a σ_v , alebo σ a λ . Graf 3.6 ilustruje 3 rôzne možnosti polonormálneho rozdelenia, zodpovedajúce trom kombináciám σ_u a σ_v . Všetky tri sú negatívne skosené so záporným modusom aj mediánom, vzhľadom na to, že $\sigma_u > 0$. Rozdelenie parametrov σ a λ je odhadnuté zároveň s technologickými parametrami β . Vhodné je otestovať hypotézu, že $\lambda=0$ pomocou metódy maximálnej vierohodnosti. Môžeme tak urobiť pomocou Waldovej testovacej štatistiky alebo pomocou likelihood ratio testu. Testovaciu štatistiku je ťažké interpretovať ak predpokladaná hodnota λ leží na hranici parametrov. Coelli (1995) dokázal, že v tomto prípade je jednostranná likelihood ratio testovacia štatistika asymptoticky rozdelená ako zmes rozdelenia χ^2 , skôr než jednotlivé χ^2 rozdelenie.

Hraničná hustota funkcie $f(\varepsilon)$ je asymetricky rozdelená so strednou hodnotou a varianciou:

$$E(\varepsilon) = -E(u) - \sigma_u \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

$$V(\varepsilon) = \frac{\pi-2}{\pi} \sigma_u^2 + \sigma_v^2, \quad (3.6.15)$$

Aigner, Lowell a Schmidt (ALS) navrhli $[1 - E(u)]$ ako estimátor priemernej technickej efektívnosti všetkých producentov. Lee a Tyler (1978) zase navrhli

$$E(\exp\{-u\}) = 2[1 - \Phi(\sigma_u)] \cdot \exp\left\{\frac{\sigma_u^2}{2}\right\}, \quad (3.6.16)$$

Použitím rovnice 3.6.14, log-likelihood funkcia pre výber I producentov je:

$$\ln L = \text{konštanta} - I \ln \sigma + \sum_i \ln \Phi\left(-\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_i \varepsilon_i^2. \quad (3.6.17)$$

Log-likelihood funkcia v rovnici 3.6.17 môže byť maximalizovaná, pokiaľ ide o parametre na získanie odhadov metódou maximálnej vierohodnosti všetkých parametrov.

Ďalší krok je spraviť odhady technickej efektívnosti jednotlivých producentov. Máme odhady $\varepsilon_i = v_i - u_i$. Ak $\varepsilon_i > 0$, pravdepodobne u_i nie je príliš veľké (keďže $E(v_i) = 0$), čo znamená, že producent je relatívne efektívny. Naopak ak $\varepsilon_i < 0$, u_i bude relatívne vysoké a teda producent relatívne neefektívny. Problém môže byť získanie hodnoty ε_i z u_i . Riešením je získanie podmieneného rozdelenia u_i z ε_i , ktoré obsahuje všetky informácie týkajúce sa u_i . Jondrow, Lovell, Materov a Schmidt (1982) ukázali (a na základe toho sa táto procedúra nazýva JLMS), že ak $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$, podmienené rozdelenie u dané ε je :

$$f(u|\varepsilon) = \frac{f(u|\varepsilon)}{f(\varepsilon)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_*}} \cdot \exp\left\{-\frac{(u-\mu_*)^2}{2\sigma_*^2}\right\} / \left[1 - \Phi\left(\frac{\mu_*}{\sigma_*}\right)\right], \quad (3.6.18)$$

Keďže $f(u|\varepsilon)$ je rozdelené podľa $N^+(\mu_*, \sigma_*^2)$, tak buď modus, alebo medián môžeme využiť ako bodový estimátor pre u_i .

$$E(u_i | \varepsilon_i) = \mu_{*i} + \sigma_* \left[\frac{\phi\left(\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right)}{1 - \Phi\left(\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right)} \right] = \sigma_* \left[\frac{\phi(\varepsilon_i \lambda / \sigma)}{1 - \Phi(\varepsilon_i \lambda / \sigma)} - \left(\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) \right] \quad (3.6.19)$$

a

$$M(u_i | \varepsilon_i) = \begin{cases} -\varepsilon_i \left(\frac{\sigma_u^2}{\sigma^2}\right) & \text{ak } \varepsilon_i \leq 0 \\ 0 & \text{ak } \varepsilon_i > 0 \end{cases} \quad (3.6.20)$$

$E(u_i | \varepsilon_i)$ sa používa častejšie ako $M(u_i | \varepsilon_i)$. Materov (1981) ukázal, že $M(u_i | \varepsilon_i)$ môžeme zderivovať maximalizovaním združenej hustoty u_i a v_i dané rovnicou 3.2.21

Po získaní bodových odhadov u_i , môžeme začať s odhadom technickej efektívnosti jednotlivých producentov:

$$TE_i = \exp\{-\hat{u}_t\} \quad (3.6.21)$$

Kde \hat{u}_t je buď $E(u_i | \varepsilon_i)$, alebo $M(u_i | \varepsilon_i)$.

Battese a Coelli(1988) navrhli alternatívny bodový estimátor pre TE_i :

$$TE_i = E(\exp\{-u_i\} | \varepsilon_i) = \left[\frac{1 - \Phi(\sigma_* - \mu_{*i}/\sigma_*)}{1 - \Phi(-\mu_{*i}/\sigma_*)} \right] \cdot \exp\left\{-\mu_{*i} + \frac{1}{2}\sigma_*^2\right\}. \quad (3.6.22)$$

Bodový estimátor daný rovnicou 3.6.21 [použitím $E(u_i | \varepsilon_i)$] a rovnicou 3.6.22 môže poskytnúť nerovnaké výsledky, pretože $\exp\{-E(u_i | \varepsilon_i)\} \neq E[\exp\{-u_i\} | \varepsilon_i]$. Preferovaný je estimátor v rovnici (3.6.22), najmä ak u_i nie je blízko 0, pre dôvody spomenuté vyššie pri rovnici 3.6.16. Bez ohľadu na použitý estimátor, odhady technickej efektívnosti sú nekonzistentné kvôli kolísaniu spojenému s rozdelením $(u_i | \varepsilon_i)$ je nezávislé od i . Nanešťastie toto je to najlepší výsledok, aký nám môžu poskytnúť prierezové dáta.

Je možné získať konfidenčné intervaly pre bodové odhady technickej efektívnosti, využitím faktu, že hustota $(u_i | \varepsilon_i)$ sa riadi rozdelením $N^+(\mu_*, \sigma_*^2)$. Horrace a Schmidt (1995) zderivovali hornú a dolnú hranicu $(u_i | \varepsilon_i)$.

$(1-\alpha)100\%$ konfidenčný interval (L_i, U_i) pre $[\exp\{-u_i\} | \varepsilon_i]$ je daný:

$$\begin{aligned} L_i &= \exp\{-\mu_{*i} - z_L \sigma_*\}, \\ U_i &= \exp\{-\mu_{*i} - z_U \sigma_*\}, \end{aligned} \quad (3.6.23)$$

kde

$$\begin{aligned} Pr(Z > z_L) &= \frac{\alpha}{2} \left[1 - \Phi\left(-\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right) \right], \\ Pr(Z > z_U) &= \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \left[1 - \Phi\left(-\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right) \right], \end{aligned} \quad (3.6.24)$$

a Z zodpovedá normálne rozdelenie $N(0,1)$. Preto

$$\begin{aligned} z_L &= \Phi^{-1} \left\{ \left[1 - \frac{\alpha}{2} \right] \left[1 - \Phi\left(-\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right) \right] \right\}, \\ z_U &= \Phi^{-1} \left\{ \left[1 - \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \right] \left[1 - \Phi\left(-\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (3.6.25)$$

Bera a Sharma (1966) a Hjalmarrsson, Kumbhakar a Heshmati (1996) získali konfidenčné intervaly pre JLMS bodový estimátor $E(u_i | \varepsilon_i)$ a Bera a Sharma získali bodový odhad pre Batteseov a Coelliho bodový estimátor $E[\exp\{-u_i\} | \varepsilon_i]$. Kumbhakar a Löthgren (1998) vykonali simuláciu Monte Carlo správanie sa JLMS bodových estimátorov a následných intervalových odhadov, kde skutočné hodnoty základných parametrov sú neznáme

a musia byť nahradené ich odhadmi pomocou maximálnej vierohodnosti. Našli negatívnu odchýlku v odhadovanej neefektívnosti a priemerná empirická presnosť pokrytia konfidenčných intervalov je značne pod zodpovedajúcimi teoretickými hranicami pre všetky hodnoty λ , pre výber obsahujúci menej ako 200 pozorovaní.

Doposiaľ sme pri analýze stochastickej produkčnej hranice predpokladali, že $u \sim N^+(0, \sigma_u^2)$. Predpoklad takéhoto rozdelenia je prijateľný a bežne využívaný v praxi. Môžeme ho dokonca aj testovať. Lee (1983) testoval predpoklad polonormálneho rozdelenia proti skupine Pearsonových rozdelení. Bera a Mallick (1988) vyvinuli test pre potreby polonormálneho rozdelenia založený na teste Whiteovej informačnej matice. ALS a MB navrhli pre u exponenciálne rozdelenie:

3.6.2 Normálne - exponenciálne rozdelenie

Vráťme sa opäť k modelu stochastickej produkčnej hranice danému vzťahom (3.6.1) s nasledovnými predpokladmi:

1. $v_i \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$.
2. $u_i \sim \text{iid}$ exponenciálne
3. v_i a u_i sú navzájom nezávisle rozdelené a nezávisle od regresorov

Problémy súvisiace s predpokladmi rozdelenia uvedené pri polonormálnom rozdelení sa týkajú rovnako aj normálneho – exponenciálneho rozdelenia.

Funkcie hustoty pre v_i a u_i dané rovnicami 3.6.11 a 3.6.12 a rôzne hustoty pre u_i vidíme na grafe 3.7. Výsledkom jednotlivých predpokladov, je funkcia združenej hustoty pre u a v je súčinom hustôt jednotlivých funkcií, teda:

$$f(u, v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{u}{\sigma_u} - \frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}. \quad (3.6.26)$$

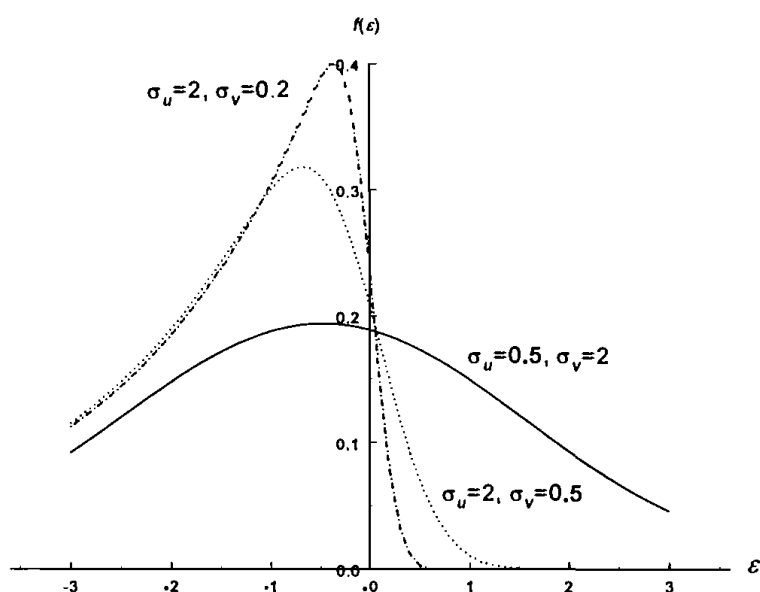
Združená hustota u a ε je :

$$f(u, \varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{u}{\sigma_u} - \frac{1}{2\sigma_v^2}(u + \varepsilon)^2\right\}. \quad (3.6.27)$$

A teda hraničná hustota funkcie ε je:

$$f(\varepsilon) = \int_0^\infty f(u, \varepsilon) du = \left(\frac{1}{\sigma_u}\right) \cdot \Phi\left(-\frac{\varepsilon}{\sigma_v} - \frac{\sigma_v}{\sigma_u}\right) \cdot \exp\left\{\frac{\varepsilon}{\sigma_u} + \frac{\sigma_v^2}{2\sigma_u^2}\right\} \quad (3.6.28)$$

Graf 3.7: Normálne exponenciálne rozdelenie



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

$\Phi(\cdot)$ predstavuje funkciu štandardného normálneho rastúceho rozdelenia. Hraničná hustota funkcie $f(\varepsilon)$ je nesúmerne rozdelená s priemerom a varianciou:

$$E(\varepsilon) = -E(u) = -\sigma_u,$$

$$V(\varepsilon) = \sigma_u^2 + \sigma_v^2,$$

Tvar normálneho exponenciálneho rozdelenia je daný štandardnou odchýlkou parametrov σ_u a σ_v . Ukážky troch rôznych rozdelení môžeme vidieť na grafe 3.7. Všetky 3 sú negatívne skosené so záporným modusom aj mediánom. So zvyšujúcim sa pomerom σ_u/σ_v sa rozdelenie javí viac a viac ako negatívne exponenciálne rozdelenie, zatiaľ čo ak rastie pomer σ_v/σ_u , rozdelenie bude viac a viac pripomínať normálne rozdelenie. Log-likelihood funkcia pre výber I producentov bude vyzeráť nasledovne:

$$\ln L = \text{constant} - I \ln \sigma_u + I \left(\frac{\sigma_v^2}{2\sigma_u^2} \right) + \sum_i \ln \Phi(-A) + \sum_i \frac{\varepsilon_i}{\sigma_u}, \quad (3.6.29)$$

Kde $A = -\bar{\mu}/\sigma_v$ a $\bar{\mu} = -\varepsilon - (\sigma_v^2/\sigma_u)$. In L môžeme maximalizovať na získanie maximálne virohodných odhadov všetkých parametrov. Ako už bolo spomenuté pri polonormálnom rozdelení, bodové odhady technickej efektívnosti môžeme získať buď z modusu, alebo mediánu podmieneného rozdelenia u vzhľadom na ε .

Podmienené rozdelenie $f(u|\varepsilon)$ je dané:

$$f(u|\varepsilon) = \frac{f(u, \varepsilon)}{f(\varepsilon)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_v \Phi(-\tilde{\mu}/\sigma_v)} \cdot \exp\left\{-\frac{(u - \tilde{\mu})^2}{2\sigma^2}\right\}. \quad (3.6.30)$$

$f(u|\varepsilon)$ je rozdelené podľa $N^+(\tilde{\mu}, \sigma_u^2)$ so strednou hodnotou

$$E(u_i|\varepsilon_i) = \tilde{\mu}_i + \sigma_v \left[\frac{\phi(-\tilde{\mu}_i/\sigma_v)}{\Phi(\tilde{\mu}_i/\sigma_v)} \right] = \sigma_v \left[\frac{\phi(A)}{\Phi(-A)} - A \right], \quad (3.6.31)$$

Kde $\Phi(\cdot)$ a $\phi(\cdot)$ sú štandardne normálne rastúco rozdelené a funkcie hustoty a modus:

$$M(u_i|\varepsilon_i) = \begin{cases} \tilde{\mu}_i & \text{if } \tilde{\mu}_i \geq 0, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3.6.32)$$

Ako v prípade polonormálneho rozdelenia buď $E(u_i | \varepsilon_i)$, alebo $M(u_i | \varepsilon_i)$, môžeme použiť na odhady technickej efektívnosti producentov dosadením do rovníc (3.6.21), alebo (3.6.22). Tieto odhady sú síce neskreslené, ale sú nekonzistentné. Konfidenčné intervaly pre bodové odhady technickej efektívnosti môžeme vytvoriť tak, ako v prípade polonormálneho rozdelenia. Jediný rozdiel je rozdielna hustota $(u_i | \varepsilon_i)$ v prípade normálneho exponenciálneho rozdelenia a polonormálneho rozdelenia.

3.6.3 Normálne zrezané rozdelenie

Normálne zrezané rozdelenie formuloval Stevenson (1980) a vychádza z nasledovných predpokladov:

1. $v_i \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$.
2. $u_i \sim \text{iid } N^+(\tilde{\mu}, \sigma_u^2)$
3. v_i a u_i sú navzájom nezávisle rozdelené a nezávisle od regresorov.

Všetky predpoklady spomínané vyššie platia až na jednu výnimku aj pre normálne zrezané rozdelenie. Normálne zrezané rozdelenie pre u zovšeobecňuje jedno parametrové polonormálne rozdelenie umožňujú normálnemu rozdeleniu, ktoré je zrezané pod nulou dosiahnuť nenulový modus. Zrezané normálne rozdelenie obsahuje navyše parameter μ , ktorý musíme tiež odhadnúť, no poskytne nám reprezentatívnejšiu vzorku dát týkajúcich sa efektívnosti. Funkcia hustoty $f(v)$ je daná rovnicou 3.6.21, funkcia hustoty pre normálne zrezané rozdelenie a pre $u \geq 0$ je daná :

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u \Phi(-\mu/\sigma_u)} \cdot \exp\left\{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma_u^2}\right\}, \quad (3.6.33)$$

Kde μ je modus normálneho rozdelenia, ktorý je skosený k nule a $\Phi(\cdot)$ je štandardne normálne rastúco rozdelená a funkcia hustoty. Preto $f(u)$ je hustota normálne rozdelenej premennej s pozitívnym nenulovým priemerom μ , zrezaná k nule. Ak $\mu = 0$, funkcia hustoty v rovnici 3.6.33 sa posunie k polonormálnej hustote funkcie danej vzťahom 3.6.11. V porovnaní s normálnym rozdelením, normálne zrezané rozdelenie je dvoj parametrové rozdelenie podľa rozmiestnenia parametrov μ a σ_u . Tri takéto rozdelenia sú znázornené na grafe 3.8, s σ_u a μ , ktoré môže byť záporné, nulové alebo kladné.

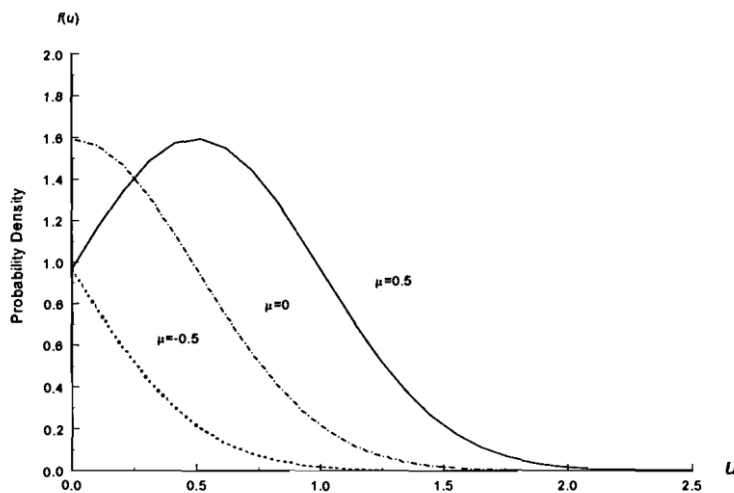
Funkcia združenej hustoty pre u a v je súčinom hustôt jednotlivých funkcií, teda:

$$f(u, v) = \frac{1}{2\pi\sigma_u\sigma_v\Phi(-\mu/\sigma_u)} \cdot \exp\left\{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma_u^2} - \frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}. \quad (3.6.34)$$

Združená hustota u a ε je:

$$f(u, \varepsilon) = \frac{1}{2\pi\sigma_u\sigma_v\Phi(-\mu/\sigma_u)} \cdot \exp\left\{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma_u^2} - \frac{(\varepsilon+u)^2}{2\sigma_v^2}\right\}. \quad (3.6.35)$$

Graf. 3.8 - Zrezané normálne rozdelenie



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

Hraničná funkcia hustota ε je:

$$\begin{aligned}
 f(\varepsilon) &= \int_0^{\infty} f(u, \varepsilon) du \\
 &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma \Phi(-\mu/\sigma_u)} \cdot \Phi\left(\frac{\mu}{\sigma\lambda} - \frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \cdot \exp\left\{-\frac{(\varepsilon + \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \\
 &= \frac{1}{\sigma} \cdot \phi\left(\frac{\varepsilon + \mu}{\sigma}\right) \cdot \Phi\left(\frac{\mu}{\sigma\lambda} - \frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \cdot \left[\Phi\left(-\frac{\mu}{\sigma_u}\right)\right]^{-1},
 \end{aligned} \tag{3.6.36}$$

Kde $\sigma = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{1/2}$, $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$, ako v prípade polo normálneho modelu a $\phi(\cdot)$ je funkcia štandardne normálne rozdelenej hustoty. Ak $\mu = 0$, z rovnice (3.6.36) vznikne rovnica (3.6.14)

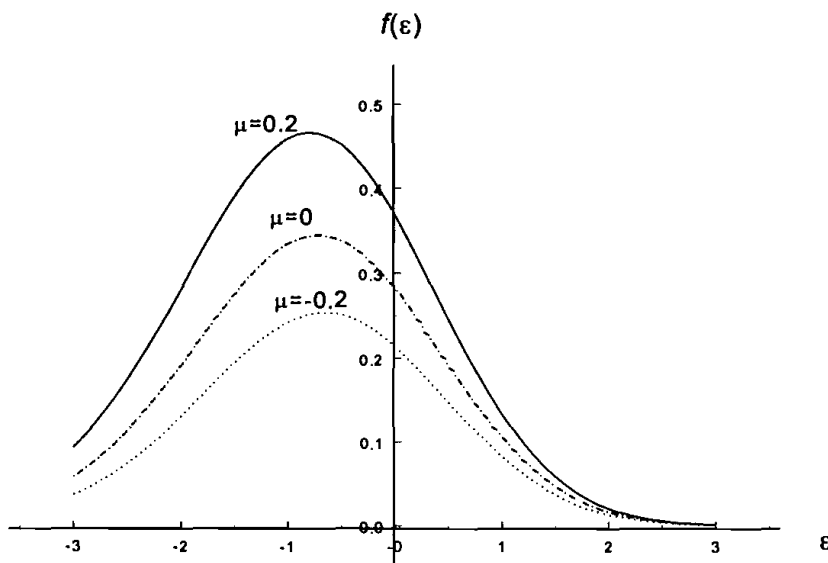
Funkcie $f(\varepsilon)$ je nesúmerne rozdelená s priemerom a varianciou:

$$\begin{aligned}
 E(\varepsilon) &= -E(u) = -\frac{\mu a}{2} - \frac{\sigma_u a}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{\sigma_u}\right)^2\right\}, \\
 V(\varepsilon) &= \mu^2 \frac{a}{2} \left(1 - \frac{a}{2}\right) + \frac{a}{2} \left(\frac{\pi - a}{\pi}\right) \sigma_u^2 + \sigma_v^2,
 \end{aligned} \tag{3.6.37}$$

Kde $a = [\Phi(-\mu/\sigma_u)]^{-1}$.

Normálne zrezané rozdelenie má 3 parametre, polohový parameter μ a dva parametre rozptylu σ_u a σ_v . Tri takéto rozdelenia sú znázornené na grafe 3.9, kde $\sigma_u = \sigma_v = 1$ a μ môže nadobúdať kladné, záporné alebo nulové hodnoty.

Graf 3.9 Normálne zrezané normálne rozdelenie



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

Všetky tri rozdelenia sú negatívne skosené so zápornou strednou hodnotou. Log-likelihood funkcia pre výber I producentov je

$$\begin{aligned} \ln L = & \text{constant} - I \ln \sigma - I \ln \Phi\left(-\frac{\mu}{\sigma_u}\right) \\ & + \sum_i \ln \Phi\left(\frac{\mu}{\sigma\lambda} - \frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2} \sum_i \left(\frac{\varepsilon_i + \mu}{\sigma}\right)^2, \end{aligned} \quad (3.6.38)$$

Kde $\sigma_u = \lambda\sigma/\sqrt{1+\lambda^2}$. Log-likelihood funkcia môže byť maximalizovaná, pokiaľ ide o parametre na získanie odhadov maximálnej vierohodnosti všetkých parametrov. Závislé podmienené rozdelenie $f(u|\varepsilon)$ je dané:

$$\begin{aligned} f(u|\varepsilon) &= \frac{f(u, \varepsilon)}{f(\varepsilon)} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_*} [1 - \Phi(-\tilde{\mu}/\sigma_*)]} \cdot \exp\left\{-\frac{(u - \tilde{\mu})^2}{2\sigma_*^2}\right\}. \end{aligned} \quad (3.6.39)$$

$f(u|\varepsilon)$ je rozdelené podľa $N^+(\tilde{\mu}, \sigma_*^2)$, kde $\tilde{\mu} = (-\sigma_u^2 \varepsilon_i + \mu \sigma_v^2)/\sigma^2$ a $\sigma_*^2 = \sigma_v^2 \sigma_u^2/\sigma^2$. Teda aj modulus aj medián $f(u|\varepsilon)$ môžeme použiť na odhad technickej efektívnosti jednotlivých producentov.

$$E(u_i|\varepsilon_i) = \sigma_* \left[\frac{\tilde{\mu}_i}{\sigma_*} + \frac{\phi(\tilde{\mu}_i/\sigma_*)}{1 - \Phi(-\tilde{\mu}_i/\sigma_*)} \right] \quad (3.6.40)$$

a

$$M(u_i|\varepsilon_i) = \begin{cases} \tilde{\mu}_i & \text{if } \tilde{\mu}_i \geq 0, \\ 0 & \text{inak} \end{cases} \quad (3.6.41)$$

Bodové odhady technickej efektívnosti pre jednotlivých producentov získame dosadením $E(u_i | \varepsilon_i)$, alebo $M(u_i | \varepsilon_i)$, do rovnice (3.6.21), alebo prostredníctvom:

$$\begin{aligned} TE_i &= E(\exp\{-u_i\}|\varepsilon_i) \\ &= \frac{1 - \Phi[\sigma_* - (\tilde{\mu}_i/\sigma_*)]}{1 - \Phi(-\tilde{\mu}_i/\sigma_*)} \cdot \exp\left\{-\tilde{\mu}_i + \frac{1}{2}\sigma_*^2\right\}, \end{aligned} \quad (3.6.42)$$

čo ak $\mu = 0$, predstavuje rovnicu (3.6.22). Použitím rovnice (3.6.22), alebo (3.2.42) dostávame neskreslené, no nekonzistentné odhady technickej efektívnosti. Konfidenčné intervaly pre ktorýkoľvek z týchto bodových odhadov, môžeme dostať modifikovaním postupu popísanom pri rovniciach (3.6.23)–(3.6.25), ale musíme brať do úvahy fakt, že $(u|\varepsilon)$ má rozdielnu hustotu pre zrezané normálne rozdelenie a polonormálne rozdelenie.

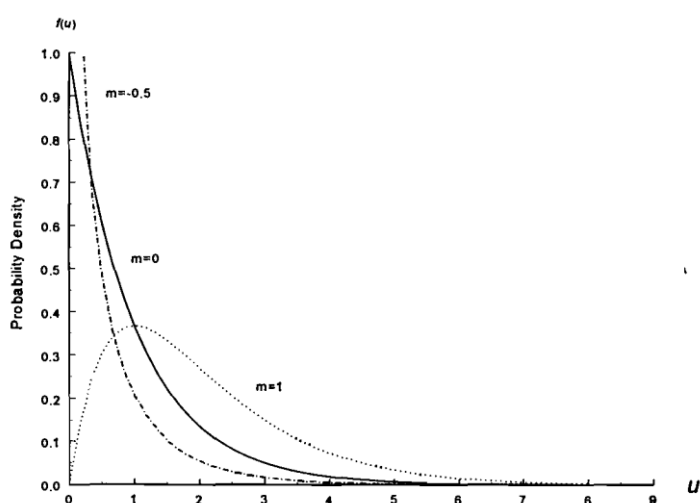
3.6.4 Normálne gama rozdelenie

Normálne gama rozdelenie formuloval Green (1980) a Stevenson(1980), neskôr bolo rozšírené opäť Greenom (1990). Rozdelenie spĺňa nasledujúce predpoklady:

1. $v_i \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$.
2. $u_i \sim \text{iid gama}$
3. v_i a u_i sú navzájom nezávisle rozdelené a nezávisle od regresorov

Opäť platia predpoklady spomenuté vyššie s jednou výnimkou. Gama rozdelenie predpokladá pre u zovšeobecnenie jednoparametrového exponenciálneho rozdelenia zavedením doplnkového parametra, ktorý nám poskytne reprezentatívnejšiu vzorku dát týkajúcich sa technickej efektívnosti

Graf 3.10 - Gama rozdelenie



Zdroj: [Kumbhakar a Lovell (2000)]

Funkcia hustoty $f(v)$ je daná rovnicou (3.6.11). Funkcia gama hustoty $f(u)$ pre $u \geq 0$ je

$$f(u) = \frac{u^m}{\Gamma(m+1)\sigma_u^{m+1}} \cdot \exp\left\{-\frac{u}{\sigma_u}\right\}, \quad m > -1. \quad (3.6.43)$$

Ak $m = 0$, funkcia gama hustoty sa bude rovnat' exponenciálnemu rozdeleniu danému rovnicou (3.6.1), pre $-1 < m < 0$, hustota gama rozdelenia bude mať tvar ako pri exponenciálnom rozdelení hustoty a teda sa bude sústreďovať blízko nule. Ak $m > 0$, hustota sa bude sústreďovať tým ďalej od nuly, čím viac bude m narastať. Gama rozdelenie je dvoj – parametrové rozdelenie, závislé na m a σ_u . Tri ukážky rozdelenia sú znázornené na grafe 3.10. Pri každej z nich predpokladáme, že $\sigma_u = 1$ a m môže nadobúdať kladnú, zápornú,

alebo nulovú hodnotu. Na základe jednotlivých predpokladov funkcia združenej hustoty pre u a v je:

$$f(u, v) = \frac{u^m}{\Gamma(m+1)\sigma_u^{m+1}\sqrt{2\pi}\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{u}{\sigma_u} - \frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}, \quad (3.6.44)$$

A teda funkcia združenej hustoty pre u a $\varepsilon = v - u$ je

$$f(u, \varepsilon) = \frac{u^m}{\Gamma(m+1)\sigma_u^{m+1}\sqrt{2\pi}\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{u}{\sigma_u} - \frac{(\varepsilon+u)^2}{2\sigma_v^2}\right\}. \quad (3.6.45)$$

Funkcia hraničnej hustoty pre ε je

$$\begin{aligned} f(\varepsilon) &= \int_0^\infty f(u, \varepsilon) du \\ &= \frac{\sigma_v^m}{\Gamma(m+1)\sqrt{2\pi}\sigma_u^{m+1}} \cdot \exp\left\{\frac{\varepsilon}{\sigma_u} + \frac{\sigma_v^2}{2\sigma_u^2}\right\} \cdot \int_w^\infty (t-w)^m \exp\left\{-\frac{t^2}{2}\right\} dt, \end{aligned} \quad (3.6.46)$$

Kde $w = \varepsilon / \sigma_v + (\sigma_v / \sigma_u) \cdot f(\varepsilon)$ je asymetricky rozdelená so strednou hodnotou a varianciou

$$\begin{aligned} E(\varepsilon) &= -E(u) = -(m+1)\sigma_u, \\ V(\varepsilon) &= \sigma_v^2 + (m+1)\sigma_u^2. \end{aligned} \quad (3.6.47)$$

Funkcia hraničnej hustoty obsahuje integrál, čo pri odhade môže spôsobiť isté problémy. Stevenson dokázal, že ak $m = 0$, rovnica (3.6.46) sa dá zjednodušiť na tvar normálnej exponenciálnej hustoty danej rovnicou (3.6.47) a tiež zderivoval pre normálnu gama hustotu danú rovnicou (3.6.46) a (3.6.47) pre $m = 1$ a $m = 2$. Beckers a Hammond (1987) získali iné vyjadrenie pre rovnicu (3.6.46), ktorá neobmedzuje m iba na celočíselné hodnoty. Dokázali, že $f(\varepsilon)$, môžeme zapísať ako:

$$\begin{aligned} f(\varepsilon) &= \frac{1}{\Gamma(m+1)\sqrt{2\pi}\sigma_u^{m+1}\sigma_v} \cdot \exp\left\{-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma_v^2}\right\} \\ &\cdot \int_0^\infty u^m \exp\left\{-\frac{u}{\sigma_u} - \frac{u\varepsilon}{\sigma_v^2} - \frac{u^2}{2\sigma_v^2}\right\} du, \end{aligned} \quad (3.6.48)$$

Kde integrál

$$\int_0^\infty u^m \exp\left\{-\left(\frac{1}{\sigma_u} + \frac{\varepsilon}{\sigma_v^2}\right)u - \frac{u^2}{2\sigma_v^2}\right\} du = J(m, \sigma_u, \sigma_v, \varepsilon)$$

Log-likelihood funkciu zodpovedajúcu $f(\varepsilon)$, môžeme zapísať:

$$\begin{aligned}
\ln L &= \text{constant} - I \ln \Gamma(m+1) - (m+1)I \ln \sigma_u \\
&\quad - I \ln \sigma_v - \frac{1}{2\sigma_v^2} \sum_i \varepsilon_i^2 + \sum_i \ln J_i(m, \sigma_u, \sigma_v, \varepsilon) \\
&= \text{constant} - I \ln \Gamma(m+1) - (m+1)I \ln \sigma_u + I \left(\frac{\sigma_v^2}{2\sigma_u^2} \right) \\
&\quad + \sum_i \frac{\varepsilon_i}{\sigma_u} + \sum_i \ln \Phi \left[-\frac{(\varepsilon_i + \sigma_v^2/\sigma_u)}{\sigma_v} \right] + \sum_i \ln h(m, \varepsilon_i),
\end{aligned} \tag{3.6.49}$$

Kde $h(m, \varepsilon_i) = E[z^m \mid z > 0, \varepsilon_i]$ a $z \approx N[-(\varepsilon_i + \sigma_v^2/\sigma_u), \sigma_v^2]$. Ak $m = 0$, gama log likelihood funkcia bude rovná exponenciálnej log likelihood funkcii danej rovnicou (3.6.29). Za účelom získania odhadov technickej efektívnosti jednotlivých producentov, potrebujeme podmienené rozdelenie $f(u|\varepsilon)$

$$\begin{aligned}
f(u|\varepsilon) &= \frac{f(u, \varepsilon)}{f(\varepsilon)} \\
&= \frac{u^m \cdot \exp \left\{ -\frac{u}{\sigma_u} - \frac{\varepsilon u}{\sigma_v^2} - \frac{u^2}{2\sigma_v^2} \right\}}{J(m, \sigma_u, \sigma_v, \varepsilon)},
\end{aligned} \tag{3.6.50}$$

Odkiaľ ďalej dostaneme:

$$E(u_i|\varepsilon_i) = \frac{h(m+1, \varepsilon_i)}{h(m, \varepsilon_i)}, \tag{3.6.51}$$

Ritter a Simar (1997) sa vyjadrili kriticky ku prínosu normálneho gama rozdelenia. Tvrdili, že log-likelihood funkcia musí byť vypočítaná numericky a odhadnutá chyba môže byť vážny problém. Tiež uviedli, že maximum log-likelihood funkcie nemusí existovať. Ďalším problémom je, že pokiaľ nemáme dostatočne veľkú vzorku (rádovo aspoň v stovkách pozorovaní) parameter m určujúci tvar hustoty gama je ťažko odhadnuteľný. Tiež tvrdili, že podobný problém nastáva aj pri parametri μ a normálnom zrezanom rozdelení.

3.7 Testovanie hypotéz

Všetky spôsoby testovania hypotéz používané pri deterministických modeloch môžeme uplatniť aj pri stochastických modeloch. Pripomeňme likelihood-ratio (LR) test, Waldovu štatistiku a test Langrangových multiplikátorov sú asymptoticky oprávnené. Preto tieto testy môžeme použiť len v prípade že výber je dostatočne veľký. T-test a F-test nie sú vhodnými testami pri malých výberoch, pretože zložená chyba v modeli stochastickej hranice

nie je normálne. Okrem testovania hypotéz týkajúcich sa parametrov β , nás často zaujíma testovanie na neprítomnosť neefektívnosti. Ak bol model odhadnutý metódou maximálnej virohodnosti, môžeme testovať hypotézu pomocou jednoduchého z -testu. Napríklad pre polonormálny model by bola nulová hypotéza: $H_0: \sigma_u^2 = 0$ oproti alternatívnej hypotéze $H_1: \sigma_u^2 > 0$, alebo v prípade λ -parametrizácie Aignera, Lovella a Schmidta (1977): $H_0: \lambda = 0$ oproti $H_1: \lambda > 0$. Testovacia z -štatistika má tvar

$$z = \frac{\tilde{\lambda}}{se(\tilde{\lambda})} \sim N(0,1) \quad (3.7.11)$$

Kde $\tilde{\lambda}$ je ML estimátor λ a $se(\tilde{\lambda})$ je estimátor jeho štandardnej odchýlky.

Coelli (1995) dokázal metódou Monte Carlo, že z -test má pri malých výberoch nežiaducu vlastnosť a to že zvykne zamietnuť nulovú hypotézu častejšie ako by mal. Okrem toho, číselná maximalizácia pravdepodobnostnej funkcie môže zapríčiniť nespoľahlivé odhady kovariančnej matice a tým pádom aj štandardnej odchýlky. Preto používame alternatívne testovacie techniky napríklad už spomenutý Waldov test alebo LR -test.

Aj keď je možné testovať neefektívnosť použitím Waldovho, LM , či LR testu, z jednostrannej povahy alternatívnej hypotézy vyplýva, že tieto testy sú ťažko interpretovateľné.

3.8 Modely produkčných hraníc

V tejto časti popíšeme modely produkčných hraníc. Pozornosť budeme venovať rozdielom medzi modelmi ktoré sú časovo nemenné a modelmi, ktoré pripúšťajú zmeny v čase. Porovnáme tiež model s fixnými vplyvmi s modelmi s náhodnými vplyvmi.

3.8.1 Panelové dáta v modeloch produkčných hraníc

Panelové dáta (opakované pozorovania pre každej sledovanej jednotky) nám poskytujú detailnejšie informácie ako prierezové údaje. Vďaka panelovým dátam vieme odhadovať technickú efektívnosť s priaznivejšími štatistickými vlastnosťami. Sickles a Schmidt (1984) zaznamenali 3 problémy pri prierezových dátach, ktorým sa vieme vyhnúť použitím dát panelových.

1. Odhad stochastickej produkčnej hranice pomocou metódy maximálnej vierohodnosti oddelenie technickej neefektívnosti od náhodnej poruchy vyžaduje pre každý poruchový člen silné predpoklady o ich rozdelení.
2. Pri odhade pomocou MMV tiež predpokladáme, že chybová zložka technickej neefektívnosti je nezávislá od regresorov. V praxi sa však môže stať, že technická neefektívnosť môže byť vo vzájomnom vzťahu s vektormi vstupov niektorých výrobcov.
3. Technickú efektívnosť producentov vieme odhadnúť použitím JLMS techniky, nemôžeme ju však odhadnúť konzistentne, keďže rozptyly podmieneného modusu ($u_i | \varepsilon_i$) ako aj podmienenej strednej hodnoty pre jednotlivých výrobcov sa s rastúcim množstvom prierezových údajov neblíži k nule.

Každému z týchto obmedzení sa dá vyhnúť v prípade použitia panelových dát. Pri meraní technickej efektívnosti môžeme využiť techniky na odhad, bežne používané pri panelových dátach. Nie všetky techniky na odhad pomocou panelových dát vyžadujú silné predpoklady o rozdelení a tiež nevyžadujú predpoklad o nezávislosti chybového člena technickej neefektívnosti od regresorov. Pridaním ďalších pozorovaní získame informácie, ktoré by sme v prípade prierezových údajov nezískali. V prípade panelových dát, môžeme technickú efektívnosť jednotlivých výrobcov odhadnúť konzistentne ako $T \rightarrow +\infty$, kde T je počet pozorovaní každého výrobcu. Problém nekonzistentnosti pri opakovaných pozorovaniach vybraných výrobcov vyriešime použitím JLMS techniky. Nevýhodou je, že panely dát bývajú pomerne krátke.

3.8.2 Časovo nemenná technická efektívnosť

V tejto časti popíšeme modely produkčných hraníc pre panelové dáta, kde skúmaná technická efektívnosť pre jednotlivých výrobcov je konštantná v čase. V tejto, ako aj v nasledujúcich častiach budeme predpokladať, že panel dát je vybilancovaný², teda pre každého producenta máme T pozorovaní.

Predpokladajme, že máme pozorovania I producentov $i = 1, \dots, I$, za T časových období $t = 1, \dots, T$. Potom Cobbova-Douglasova produkčná hranica má pre časovo nemennú technickú efektívnosť tvar:

² Vieme tiež odhadnúť nevybilancovaný panel dát, bližšie pozri Kumbhakar, Lovell (2003)

$$\ln y_{it} = \beta_o + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_i, \quad (3.8.11)$$

kde

v_{it} je náhodná štatistická chyba a $u_i \geq 0$ vyjadruje technickú neefektívnosť. Rozdiel medzi týmto modelom a modelom 1.4.8 daným prierezovými dátami je, prídanie indexu času do parametra outputu, inputu a štatistickej chyby. Jediný rozdiel medzi týmto modelom a tradičným panelovým modelom je, že požadujeme aby vplyv producentov bol nezáporný, keďže reprezentujú technickú neefektívnosť.

3.8.3 Model s fixnými vplyvmi

Najjednoduchším panelovým modelom, je model s fixnými vplyvmi. Na meranie efektívnosti pomocou takéhoto modelu vyžadujeme predpoklad, že $u_i \geq 0$. Tento predpoklad je zohľadnený v rovniciach (3.8.13) a (3.8.14). Tiež predpokladáme, že v_{it} iid $(0, \sigma_v^2)$ a s regresormi sú nekorelované. Pre u_i nešpecifikujeme predpoklad o konkrétnom rozdelení, u_i môže byť korelované s regresormi alebo s v_{it} . Keďže u_i pokladáme v tomto prípade za fixné efekty, stávajú sa špecifickými lokujúcimi konštantami pre producentov, ktoré odhadneme spolu s ostatnými parametrami β_n

Model môžeme odhadnúť pomocou metódy najmenších štvorcov a pridáme umelé premenné pre každého producenta:

$$\ln y_{it} = \beta_{oi} + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it}, \quad (3.8.12)$$

Kde $\beta_{oi} = (\beta_o - u_i)$ predstavujú lokujúce konštanty pre výrobcov. Po odhade vykonáme normalizáciu:

$$\hat{\beta}_o = \max_i \{\hat{\beta}_{oi}\}, \quad (3.8.13)$$

a u_i odhadneme z:

$$\hat{u}_i = \hat{\beta}_o - \hat{\beta}_{oi}, \quad (3.8.14)$$

Čo zabezpečí, že všetky $\hat{u}_i \geq 0$. Špecifické odhady technickej efektívnosti pre producentov budú dané pomocou:

$$TE_i = \exp\{-\hat{u}_i\}. \quad (3.8.15)$$

V modeli s fixnými vplyvmi teda predpokladáme, že aspoň jeden výrobca bude 100%-ne technicky efektívny a technickú efektívnosť ostatných producentov budeme merať pomerovo od týchto efektívnych výrobcov. Odhady parametrov β_n metódou najmenších štvorcov pridaním umelých premenných sú konzistentné buď ako $I \rightarrow \infty$, alebo $T \rightarrow \infty$ a vlastnosť konzistentnosti nevyžaduje, že u_i je nekorelované s regresormi. Odhady β_{oi} metódou najmenších štvorcov pridaním umelých premenných sú konzistentné ak $T \rightarrow \infty$, hoci konzistentnosť odhadov u_i vypočítanou metódou najmenších štvorcov pridaním umelých premenných vyžaduje aj $I \rightarrow \infty$, aj $T \rightarrow \infty$

Model s fixnými vplyvmi má výhodu vo svojej jednoduchosti a jeho dobrými vlastnosťami konzistentnosti. Má však aj jeden potenciálne vážny nedostatok. Fixné vplyvy (u_i) by mali zachytiť zmeny týkajúce sa časovo nemennej technickej efektívnosti producentov. Bohužiaľ model zachytáva vplyvy všetkých javov (napr. regulačné prostredie), ktoré sa líšia pre všetkých výrobcov, a ktoré sú pre všetkých výrobcov časovo nemenné. Miešajú sa nám teda odchýlky technickej efektívnosti s odchýlkami ostatných vplyvov, bez ohľadu na to či sú, alebo nie sú tieto vplyvy zahrnuté ako regresory v modeli. Tento nedostatok sa snaží riešiť iný typ modelu a to model s náhodnými vplyvmi.

3.8.4 Model s náhodnými vplyvmi

V prípade modelu s fixnými vplyvmi sme predpokladali, že u_i je nemenné, ale môže byť korelované s regresormi. V prípade modelu s náhodnými vplyvmi naopak predpokladáme, že u_i je náhodne rozdelené s konštantným rozptylom a strednou hodnotou a tiež predpokladáme, že u_i sú nekorelované s regresormi a v_{it} . Pri u_i neuprednostňujeme žiadne konkrétne rozdelenie, vyžadujeme len podmienku nezápornosti u_i . Ako v predošlom prípade aj teraz predpokladáme, že v_{it} má nulovú hodnotu a konštantný rozptyl. Tieto predpoklady nám umožnia pridanie časovo nemenných regresorov do modelu. Model (3.8.11) teda môžeme upraviť na tvar

$$\begin{aligned} \ln y_{it} &= [\beta_o - E(u_i)] + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - [u_i - E(u_i)] \\ &= \beta_o^* + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_i^*, \end{aligned} \quad (3.8.16)$$

Kde predpoklad o náhodnosti u_i umožní, aby niektoré x_{nit} boli časovo nemenné.

Model s náhodnými vplyvmi môžeme odhadnúť napríklad zovšeobecnenou dvojstupňovou metódou najmenších štvorcov. V prvom kroku vykonáme odhad všetkých parametrov klasickou metódou najmenších štvorcov. V druhom kroku sú znova odhadnuté parametre β_o^* a β_n zovšeobecnenou metódou najmenších štvorcov. Následne môžeme z reziduálov odhadnúť u_i^* prostredníctvom:

$$\hat{u}_i^* = \frac{1}{T} \sum_t \left(\ln y_{it} - \hat{\beta}_o^* - \sum_n \hat{\beta}_n \ln x_{nit} \right). \quad (3.8.17)$$

Odhad u_i dostaneme normalizáciou:

$$\hat{u}_i = \max_i \{ \hat{u}_i^* \} - \hat{u}_i^*. \quad (3.8.18)$$

Ak $I \rightarrow \infty$ a $T \rightarrow \infty$, tak odhady sú konzistentné. Dosadením \hat{u}_i do rovnice (3.8.15) získame odhady technickej efektívnosti producentov.

Použitie zovšeobecnenej metódy najmenších štvorcov je vhodné ak I je dostatočne veľké, pretože konzistentný odhad σ_u^2 vyžaduje $I \rightarrow \infty$ a keď sú vplyvy nekorelované s regresormi. Nekorelovanosť zvyšuje efektívnosť odhadu. Hausman a Taylor (1981) vyvinuli test o hypotéze nekorelovanosti. Test je známy ako Hausmanov test a testuje významnosť rozdielu medzi estimátorom s fixnými vplyvmi a estimátorom zovšeobecnenej metódy najmenších štvorcov. Vyvinuli tiež test na testovanie hypotézy o nekorelovanosti u_i s podmnožinou regresorov. Hlavná výhoda estimátora zovšeobecnenej metódy najmenších štvorcov je, že umožňuje prítomnosť časovo nemenných regresorov, vplyv ktorých by bol v prípade modelu s fixnými vplyvmi zamiešaný so zmenami technickej efektívnosti. Odhad zovšeobecnenou metódou najmenších štvorcov vyžaduje, aby u_i bolo korelované s regresormi, zatiaľ čo model s fixnými vplyvmi nie.

3.8.5 Metóda maximálnej vierohodnosti

Odhad metódou maximálnej vierohodnosti panelového modelu stochastickej produkčnej hranice s časovo nemennou technickou efektívnosťou je štruktúrne podobný ako model v prípade prierezových dát. Začneme popisom predpokladov o rozdelení chybového člena stochastickej produkčnej hranice danej rovnicou (3.8.11)

1. $v_{it} \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$.
2. $u_i \sim \text{iid } N^+(0, \sigma_u^2)$.
3. u_i a v_{it} sú navzájom nezávislé a nezávislé od regresorov.

Pitt a Lee (1981) použili tieto predpoklady na odhad technickej efektívnosti panelového modelu. Funkcia hustoty u pre model prierezových dát, ktorá je v nezávislá v čase. Funkcia hustoty $\mathbf{v} = (v_1, \dots, v_T)$, je v prípade tohto modelu časovo závislá. V prípade tohto modelu bude mať funkcia hustoty tvar:

$$f(\mathbf{v}) = \frac{1}{(2\pi)^{T/2} \sigma_v^T} \cdot \exp\left\{-\frac{\mathbf{v}'\mathbf{v}}{2\sigma_v^2}\right\}. \quad (3.8.19)$$

Za predpokladu nezávislosti jednotlivých funkcií, združená funkcia hustoty u a \mathbf{v} je

$$f(u, \mathbf{v}) = \frac{2}{(2\pi)^{(T+1)/2} \sigma_u \sigma_v^T} \cdot \exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2} - \frac{\mathbf{v}'\mathbf{v}}{2\sigma_v^2}\right\}, \quad (3.8.20)$$

a združená funkcia hustoty pre u a $\varepsilon = (v_1 - u, \dots, v_T - u)'$ je :

$$f(u, \varepsilon) = \frac{2}{(2\pi)^{(T+1)/2} \sigma_u \sigma_v^T} \cdot \exp\left\{-\frac{(u - \mu_*)^2}{2\sigma_*^2} - \frac{\varepsilon'\varepsilon}{2\sigma_v^2} + \frac{\mu_*^2}{2\sigma_*^2}\right\}, \quad (3.8.21)$$

kde

$$\begin{aligned} \mu_* &= -\frac{T\sigma_u^2 \bar{\varepsilon}}{\sigma_v^2 + T\sigma_u^2} \\ \sigma_*^2 &= \frac{\sigma_u^2 \sigma_v^2}{\sigma_v^2 + T\sigma_u^2} \\ \bar{\varepsilon} &= \frac{1}{T} \sum_i \varepsilon_{it}. \end{aligned}$$

A teda hraničná funkcia hustoty pre ε je :

$$\begin{aligned} f(\varepsilon) &= \int_0^\infty f(u, \varepsilon) du \\ &= \frac{2[1 - \Phi(-\mu_*/\sigma_*)]}{(2\pi)^{T/2} \sigma_v^{T-1} (\sigma_v^2 + T\sigma_u^2)^{1/2}} \cdot \exp\left\{-\frac{\varepsilon'\varepsilon}{2\sigma_v^2} + \frac{\mu_*^2}{2\sigma_*^2}\right\}. \end{aligned} \quad (3.8.22)$$

Log likelihood funkcia pre výber I výrobcov, kde o každom máme T pozorovaní v čase je:

$$\begin{aligned} \ln L &= \text{constant} - \frac{I(T-1)}{2} \ln \sigma_v^2 - \frac{I}{2} \ln(\sigma_v^2 + T\sigma_u^2) \\ &\quad + \sum_i \ln \left[1 - \Phi\left(-\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right) \right] - \frac{\sum_i \varepsilon_i' \varepsilon_i}{2\sigma_v^2} + \frac{1}{2} \sum_i \left(\frac{\mu_{*i}}{\sigma_*}\right)^2. \end{aligned} \quad (3.8.23)$$

Túto log likelihood funkciu môžeme maximalizovať s cieľom získania odhadov β , σ_v^2 a σ_u^2 metódou maximálnej vierohodnosti. Ďalej získame odhady časovo nemennej technickej efektívnosti. Získame podmienené rozdelenie $(u|\varepsilon)$

$$f(u|\varepsilon) = \frac{f(u, \varepsilon)}{f(\varepsilon)} = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \sigma_* [1 - \Phi(-\mu_* / \sigma_*)]} \cdot \exp\left\{-\frac{(u - \mu_*)^2}{2\sigma_*^2}\right\}, \quad (3.8.24)$$

Táto funkcia hustoty je rozdelená podľa $N^+(\mu_*, \sigma_*^2)$. Modus aj medián v tomto modeli môžu byť použité ako bodový estimátor technickej efektívnosti:

$$E(u_i|\varepsilon_i) = \mu_{*i} + \sigma_* \left[\frac{\phi(-\mu_{*i}/\sigma_*)}{1 - \Phi(-\mu_{*i}/\sigma_*)} \right] \quad (3.8.25)$$

a

$$M(u_i|\varepsilon_i) = \begin{cases} \mu_{*i} & \text{if } \varepsilon_i \leq 0, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3.8.26)$$

Odhady u_i sú konzistentné pokiaľ $T \rightarrow \infty$.

3.8.6 Časovo premenlivá technická efektívnosť

Predpoklad o časovej nemennosti technickej efektívnosti popísaný v predošlej časti nemusí byť, najmä pri dlhších panelov dát, splnený. V reálnom svete je totiž ťažké si predstaviť, že by bola technická efektívnosť konštantná počas viacerých časových období. Čím je časové obdobie väčšie, resp. panel dát je dlhší, tým nevyhnutnejšia bude úvaha o potrebe skúmania technickej efektívnosti meniacej sa v čase. Časovú premenlivosť vieme do modelu zahrnúť, cenou za ňu však bude zvýšené množstvo parametrov, ktoré bude treba odhadnúť. Tak ako v prípade modelu s technickou efektívnosťou nemeniacou sa v čase, aj v prípade modelu časovo premenlivej technickej efektívnosti uvažujeme dva prístupy. Modelovanie použitím fixných alebo náhodných vplyvov a využitím metódy maximálnej vierohodnosti.

3.8.7 Modely s fixnými a náhodnými vplyvmi

Cornwell, Sickles a Schmidt (1990) a Kumbhakar (1990) predstavili ako prví panelový model stochastickej produkčnej hranice s technickou efektívnosťou meniacou sa v čase. Model vychádza z dobre známeho modelu (3.8.11) a v tomto prípade má tvar:

$$\begin{aligned}\ln y_{it} &= \beta_{ot} + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_{it} \\ &= \beta_{it} + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it},\end{aligned}\tag{3.8.27}$$

kde β_{ot} je lokujúca konštanta produkčnej hranice pre všetkých producentov v čase t , $\beta_{it} = \beta_{ot} - u_{it}$ je lokujúca konštanta i -teho producenta v čase t , ostatné premenné sme už definovali pri predošlých modeloch.

Rovnako ako pri už popísaných modeloch, v prvom kroku odhadneme parametre popisujúce štruktúru produkčnej technológie, druhý krok je získanie odhadov technickej efektívnosti producentov. Pre panel $I \times T$ nie je možné získať odhady pre všetkých $I \cdot T$ lokujúcich konštánt β_{it} , N parametrov sklonu β_n a σ_v^2 . Cornwell, Sickles a Schmidt vyriešili tento problém zredukovaním lokujúcich konštánt na $I \cdot 3$ pomocou tvaru:

$$\beta_{it} = \Omega_{i1} + \Omega_{i2}t + \Omega_{i3}t^2,\tag{3.8.28}$$

a predsa nám ostáva odhadnúť veľa parametrov obzvlášť ak pomer (I/T) je veľké číslo. Pomer parametrov, ktoré máme odhadnúť k počtu pozorovaní bude $(I \cdot 3 + N + 1)/I \times T$. Takáto špecifikácia umožní technickej efektívnosti variovať v čase zvlášť pre každého producenta. Ak $\Omega_{i2} = \Omega_{i3} = 0$ pre všetky i , tento model sa zredukuje na model časovo nemennej technickej efektívnosti (3.8.11). Ak $\Omega_{i2} = \Omega_2$ pre všetky i a $\Omega_{i3} = \Omega_3$ pre všetky i , model sa zredukuje na tvar modelu s fixnými vplyvmi s pre producentov špecifikovanou lokujúcou konštantou Ω_{i1} a kvadratickým členom spoločným pre všetkých producentov je daný $(\Omega_2 t + \Omega_3 t^2)$. Tento zredukovaný tvar modelu môžeme interpretovať tak, že technická efektívnosť pre producentov kolíše v čase rovnako pre všetkých producentov. Iná interpretácia je, že pre producentov špecifikovaná technická efektívnosť je časovo nemenná, s kvadratickým členom, ktorá zachytáva vplyvy technických zmien. Tieto dve interpretácie nevieme rozlíšiť.

Cornwell, Sickles a Schmidt popísali viacero stratégií odhadu vrátane prípadov s fixnými ako aj náhodnými vplyvmi. Pre prípad s fixnými vplyvmi navrhli nasledovný postup:

V prvom kroku buď odstránime u_{it} z rovnice (3.8.27), z reziduálov odhadneme parametre β_n , a vrátime reziduály do pôvodného stav na konštantné t a t^2 na získanie odhadov $\Omega_{i1}, \Omega_{i2}, \Omega_{i3}$ pre každého producenta. Ak I/T je pomerne malé, v rovnici (3.8.27) ponecháme u_{it} , a odhadneme Ω_{i1} ako koeficienty umelých premenných pre producentov a tiež odhadneme Ω_{i2} a Ω_{i3} ako umelé premenné ktoré ovplyvňujú t a t^2 . Následne

vytvoríme odhady β_{it} a definujeme $\widehat{\beta}_{it} = \max_i \{\widehat{\beta}_{it}\}$ ako odhadnutú lokujúcu konštantu produkčnej hranice v čase t . Potom odhad technickej efektívnosti pre každého producenta v čase t získame ako $TE_{it} = \exp\{-\hat{u}_{it}\}$, kde $\hat{u}_{it} = \widehat{\beta}_{0t} - \widehat{\beta}_{it}$. V každom sledovanom časovom okamihu teda bude aspoň jeden producent odhadnutý ako 100% technicky efektívny. Najviac technicky efektívny výrobcovia sa samozrejme môžu v jednotlivých časových obdobiach meniť.

Časovo nemenné regresory nemôžeme použiť v modeloch s fixnými vplyvmi s časovo nemennou technickou efektívnosťou. Z rovnakého dôvodu nemôžu byť použité ani v prípade Cornwellovho, Sicklesovho a Schmidtovho modelu časovo premenlivej technickej efektívnosti. Cornwell, Sickles a Schmidt preto vyvinuli estimátor náhodných vplyvov využitím zovšeobecnenej metódy najmenších štvorcov pre model časovo meniacej sa technickej efektívnosti, ktorý môže obsahovať časovo nemenné regresory. Pre nemeniace sa T , estimátor zovšeobecnenej metódy najmenších štvorcov je efektívnejší ako estimátor fixných vplyvov v prípade časovo meniacej sa efektívnosti. Ak technické efektívnosti sú korelované s regresormi, estimátor zovšeobecnenej metódy najmenších štvorcov ostáva nekonzistentný. Cornwell, Sickles a Schmidt preto vyvinuli estimátor efektívnych inštrumentálnych premenných, ktorý je konzistentný ak efektívnosti sú korelované s regresormi a to nám umožní zahrnúť aj časovo nemenné regresory.

Lee a Schmidt (1993) predstavili ďalšiu formuláciu, kde u_i v rovnici (3.8.27) špecifikujú takto:

$$u_{it} = \beta(t) \cdot u_i, \quad (3.8.29)$$

kde funkciu $\beta(t)$ definujeme ako množinu časovo umelých premenných β_t . Tento model je v určitom zmysle flexibilnejší ako Cornwellov, Sicklesov a Schmidtov model, keďže neobmedzuje časovú vzorku u_{it} na žiadny konkrétny parametrický tvar. V inom zmysle je naopak menej flexibilný ako Cornwellov, Sicklesov a Schmidtov model, keďže obmedzuje dočasnú zložku u_{it} byť rovnakou (β_t) pre všetkých producentov.

Lee a Schmidt uvažovali oba modely - s fixnými aj náhodnými vplyvmi, v ktorých môžeme odhadovať časovo meniacu sa technickú efektívnosť. V oboch prípadoch k β_t pristupujeme ako koeficientom fixných, alebo náhodných vplyvov u_i . Po odhade β_t a u_i dostaneme

$$u_{it} = \max_i \{\hat{\beta}_t \hat{u}_i\} - (\hat{\beta}_t \hat{u}_i), \quad (3.8.30)$$

vieme vyjadriť technickú efektívnosť $TE_{it} = \exp\{-\hat{u}_{it}\}$,

3.8.8 Metóda maximálnej vierohodnosti pre časovo premennú technickú efektívnosť

Aj v prípade časovo premenlivej technickej efektívnosti je možné použiť metódu maximálnej vierohodnosti. Vychádzame z rovnakých predpokladov, ktoré sme už špecifikovali v predošlej časti. Kumbhakar (1990) však špecifikoval takúto parametrickú funkciu času:

$$\beta(t) = [1 + \exp\{\gamma t + \delta t^2\}]^{-1}. \quad (3.8.31)$$

Tento model obsahuje navyše dva parametre, ktoré musíme odhadnúť a to γ a δ , zatiaľ čo Cornwellov, Sicklesov a Schmidtov model obsahuje $I \cdot 3$ doplnkových parametrov a Leeov a Schmidtov obsahuje $(T - I)$ doplnkových parametrov. Funkcia $\beta(t)$ spĺňa tieto podmienky: $0 \leq \beta(t) \leq 1$ a $\beta(t)$ môže byť rastúca, klesajúca, konkávna alebo konvexná. Jej charakter a tvar závisí od veľkosti parametrov γ a δ a tiež od toho či tieto parametre nadobúdajú kladnú alebo zápornú hodnotu.

Iný model časovo meniacej sa technickej efektívnosti špecifikovali Battese a Coelli (1992). Vychádzali z rovníc 3.8.27 a 3.3.29 s

$$\beta(t) = \exp\{-\gamma(t - T)\}, \quad (3.8.32)$$

Tento model obsahuje navyše len jeden parameter, ktorý treba odhadnúť a to γ . Funkcia $\beta(t)$ spĺňa tieto podmienky: $\beta(t) \geq 0$ a $\beta(t)$ je konštantné ak $\gamma = 0$, klesá rastúcim tempom ak $\gamma > 0$, rastie rastúcim tempom ak $\gamma < 0$. Ďalej pokračovali špecifikovaním predpokladov o rozdelení (formulovali normálne rozdelenie pre v_{it} a zrezané normálne pre u_i). Na odhad všetkých parametrov využili metódu maximálnej vierohodnosti

4. Praktická aplikácia vybraných modelov a výsledky práce

Cieľom tejto kapitoly je aplikácia teoretických východísk popísaných v predošlých kapitolách. Pokúsime sa odhadnúť technickú efektívnosť 27 krajín európskej únie, pričom sa zameriame najmä na 10 postkomunistických, v ktorých prebehol proces transformácie z centrálne plánovanej na trhovú ekonomiku.

Efektívnosť jednotlivých krajín porovnáme na základe analyzovania viacerých modelov so stochastickou nákladovou hranicou. Jednotlivé modely popíšeme, zhodnotíme a na záver sa pokúsime vybrať najvhodnejší model pre nami skúmanú problematiku.

4.1 Výber produkčných jednotiek, premenných a špecifikácia modelu

V našej práci sme analyzovali 10 krajín³, ktoré prešli procesom transformácie. Spolu s nimi sme analyzovali pôvodných 17 krajín⁴ Európskej únie. Cieľom bolo získať komplexný pohľad a porovnať transformujúce sa krajiny a pôvodné krajiny Európskej únie, ako aj transformujúce sa krajiny navzájom. Krajiny juhovýchodnej a východnej Európy, sme do našej analýzy nezahrnuli.

Analyzované krajiny sme skúmali na nevybilancovanom paneli dát pre spomínaných 27 krajín za obdobie rokov 1990-2011⁵. Všetky údaje sme čerpali z databázy World Development Indicators, ktoré sú publikované Svetovou bankou.

Na základe teoretických východísk a ekonomickej teórie, ako aj dostupnosti údajov a po otestovaní viacerých premenných sa nám ako najvhodnejšie zdali:

- výstup (Y) - HDP na obyvateľa (v USD),
- vstup (K) - tvorba hrubého kapitálu (% z HDP),
- vstup (L) - celková pracovná sila,
- vstup (Ex) - export tovarov a služieb (% z HDP),
- vstup (El) - spotreba elektrickej energie (v kWh na osobu),
- vstup (I) - inflácia (v % ročne),
- vstup (FDI) - priame zahraničné investície (% z HDP),
- vstup (U) - mestská populácia (% z celkovej populácie krajiny)

³ Bulharsko, Česká republika, Estónsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Malta, Poľsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko.

⁴ Belgicko, Cyprus, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Írsko, Luxembursko, Malta, Nemecko, Portugalsko, Rakúsko, Španielsko, Švédsko, Taliansko, Veľká Británia.

⁵ Novšie údaje pri viacerých premenných neboli k dispozícii, preto sme tieto premenné nemohli do modelu v rokoch 2012-2013 zaradiť.

Produkčnými jednotkami v našej analýze je spomínaných 27 krajín Európskej únie. Pracujeme s nevybilancovaným panelom údajov, k depoziácii bolo spolu 514 pozorovaní.

V ďalšom kroku navrhujeme funkčný tvar produkčnej funkcie. V predošlej kapitole sme popísali Cobb-Douglasovu produkčnú funkciu, preto ju teraz použijeme na odhad technickej efektívnosti. Výsledný tvar rovnice bude vyzeráť takto:

$$\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln Ex + \beta_4 \ln El + \beta_5 \ln I + \beta_6 \ln FDI + \beta_7 \ln U + v_{it} + u_t \quad (4.1)$$

Na odhad stochastickej produkčnej hranice použijeme program *Frontier 4.1*. Program *Frontier 4.1* využijeme na odhad parametrov využívajúc metódu maximálnej vierohodnosti. Umožní nám odhad parametrov modelu stochastickej nákladovej hranice pre časovo nemennú sa technickú efektívnosť ako aj odhad parametrov modelu, keď predpokladáme, že technická efektívnosť sa v čase mení. V oboch prípadoch tiež odhadneme parametre modelu pre polonormálne rozdelenie člena neefektívnosti, ako aj zrezané normálne rozdelenie. Vo všeobecnosti program *Frontier 4.1* akceptuje dáta v pôvodnom ako aj v zlogaritmovanom tvare, môžeme použiť panelové aj prierezové dáta. Vychádzajúc z rovnice (4.1) použijeme zlogaritmované panelové dáta⁶.

4.2 Časovo nemenná technická efektívnosť

V tomto prípade budeme vychádzať z nasledovného tvaru produkčnej hranice:

$$\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln Ex + \beta_4 \ln El + \beta_5 \ln I + \beta_6 \ln FDI + \beta_7 \ln U + v_{it} + u_t \quad (4.2)$$

kde

$$\beta_0^* = [\beta_0 + E(u_i)] \quad \text{a} \quad E(u_i^*) = E[u_i - E(u_i)] = 0$$

⁶ Dáta v pôvodnom tvare uvádzame v prílohe č.1

Model 1

Metódou maximálnej vierohodnosti získame pomocou programu *Frontier 4.1* Model 1 s polonormálnym rozdelením člena neefektívnosti, teda:

1. $v_{it} \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$
2. $u_i \sim \text{iid } N^+(0, \sigma_u^2)$

v_{it} predstavuje symetricky rozdelenú náhodnú štatistickú chybu

u_i predstavuje zložku technickej neefektívnosti

Model 2

Metódu maximálnej vierohodnosti na odhad rovnice (4.2) použijeme aj v prípade modelu 2. Na rozdiel od modelu 1, pre poruchový člen u_i tento krát predpokladáme zrezané normálne rozdelenie, teda:

1. $v_{it} \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$
2. $u_i \sim \text{iid } N^+(\mu, \sigma_u^2)$

Pri oboch modeloch tiež zisťujeme, či sú jednotlivé parametre štatisticky významné. Parameter modelu je štatisticky významný ak vypočítané hodnoty v absolútnej hodnote sú väčšie ako kritická hodnota. V našom prípade na 5% hladine významnosti je kritická hodnota 2,02. Test štatistickej významnosti parametrov modelu ilustruje tabuľka č. 1. Rovnako v tabuľke č. 1 sú uvedené vypočítané hodnoty parametrov, štandardných odchýlok a t-štatistík.. Kompletný výstup z programu *Frontier 4.1* uvádzame v prílohe č.3 pre model 1, resp. v prílohe č.4 pre model 2

Tabuľka č.1 - Odhad parametrov modelov a testovanie ich štat. významnosti

Premenná	Model1			Model 2		
	Koeficient	Štand. Odch.	t-štatistika	Koeficient	Štand. odch.	t-štatistika
Konštanta	-4,8454*	2,07275	-2,33769	-4,9276*	1,9423	-2,53698
ln K	0,181005*	0,06913	2,61802	0,182907*	0,06959	2,62818
ln L	0,194169*	0,03141	6,18049	0,85292*	0,04489	18,9969
ln Ex	0,349909*	0,07599	4,60455	0,35412*	0,0723	4,58522
ln EI	1,78125*	0,12444	14,3139	1,77023*	0,13129	13,4825
ln I	-0,33041*	0,02233	-14,793	-0,33046*	0,02264	-14,592
ln FDI	-0,12854*	0,055877	2,30056	-0,1259*	0,056823	-2,2157
ln U	-2,59064*	0,54169	-4,78248	-2,43104*	0,495153	-4,90966
sigma^2	1,11147*	0,31274	3,55539	0,84771**	0,571965	1,4821
gama	0,93861*	0,017944	52,306	0,919521*	0,05492	16,741
mi				0,33522	0,719655	0,4658
log likelihood	-98,2812			-98,214		

Zdroj : vlastné výpočty

*významné na hladine významnosti $\alpha = 5\%$

**významné na hladine významnosti $\alpha = 10\%$

Keďže sme v našom modeli použili zlogaritmované premenné, jednotlivé parametre interpretujeme ako elasticity. Na základe výsledkov môžeme napríklad povedať, že jedno percentné zvýšenie kapitálu spôsobí rast HDP na obyvateľa vo výške 0,18 percenta, alebo jedno percentné zníženie priamych zahraničných investícií bude viesť k poklesu HDP na obyvateľa o 0,12 percenta. Podobne by sme vedeli interpretovať aj zvyšné parametre.

Ako sme už uviedli, rozdiel medzi modelmi, je len v predpoklade o rozdelení člena neefektívnosti. V modeli 2 sa preto nachádza navyše odhad parametra μ . Vhodnosť použitia polonormálneho rozdelenia zistíme LR testom. LR test je založený na predpoklade, že hodnota logaritmu funkcie maximálnej vierohodnosti, ktorú dostaneme z odhadu funkcie bez reštrikcii by mala byť približne rovná hodnote funkcie s reštrikciami. LR štatistika je definovaná nasledovne:

$$LR = -2[\ln L_R - \ln L_U] \approx \chi^2(J) \quad (4.3)$$

kde $\ln L_R$ a $\ln L_U$ predstavujú maximálne hodnoty logaritmu funkcie maximálnej vierohodnosti bez reštrikcii a s reštrikciami, J predstavuje ich počet. Testujeme:

$$H_0 : \mu = 0$$

$$H_1 : \mu \neq 0$$

Dosadením nami vypočítaných hodnôt do vzťahu 4.3 dostaneme:

$$LR = -2[\ln L_R - \ln L_U] = -2[-98,2812 - (-98,214)] = 0.1344$$

Vypočítaná hodnota LR štatistiky je nižšia ako kritická hodnota na 5% -nej hladine významnosti, ktorá má v tomto prípade hodnotu $\chi^2_{1-\alpha}(J) = \chi^2_{0,95}(1) = 3,84$. Prijímam nulovú hypotézu, teda model 1 s polonormálnym rozdelením člena neefektívnosti považujem za adekvátny.

Ďalej porovnáme produkčné jednotky na základe dosiahnutej efektívnosti. Poradie jednotlivých krajín, ako aj dosiahnutú technickú efektívnosť znázorňuje tabuľka č.2.

Tabuľka č. 2 - Odhad technickej efektívnosti krajín a ich poradie

Model 1			Model2		
Krajina	Odhad tech.efektívnosti	Poradie	Krajina	Odhad tech.efektívnosti	Poradie
Belgicko	0,40884403	19	Belgicko	0,40122801	19
Bulharsko	0,15227542	26	Bulharsko	0,14984314	26
Cyprus	0,95862211	1	Cyprus	0,95661301	1
Česká republika	0,20079567	23	Česká republika	0,19742938	23
Dánsko	0,78974694	7	Dánsko	0,77871123	7
Estónsko	0,1805667	24	Estónsko	0,17970469	24
Fínsko	0,14293598	27	Fínsko	0,14278584	27
Francúzsko	0,58618259	12	Francúzsko	0,57239637	12
Grécko	0,8443971	3	Grécko	0,83347036	3
Holandsko	0,55362122	13	Holandsko	0,54235823	13
Írsko	0,6284714	8	Írsko	0,62254617	8
Litva	0,43219878	18	Litva	0,42540938	18
Lotyšsko	0,60745502	10	Lotyšsko	0,59782587	10
Luxembursko	0,22687929	21	Luxembursko	0,2289701	21
Maďarsko	0,44571971	16	Maďarsko	0,4368626	17
Malta	0,43993931	17	Malta	0,43862993	16
Nemecko	0,61523287	9	Nemecko	0,59867876	9
Poľsko	0,49104451	14	Poľsko	0,47850392	15
Portugalsko	0,8005934	6	Portugalsko	0,78850083	5
Rakúsko	0,48858847	15	Rakúsko	0,48330551	14
Rumunsko	0,5937478	11	Rumunsko	0,57905882	11
Slovensko	0,22502513	22	Slovensko	0,22265145	22
Slovinsko	0,28763749	20	Slovinsko	0,2876769	20
Španielsko	0,8009891	5	Španielsko	0,78073881	6
Švédsko	0,15475851	25	Švédsko	0,15392969	25
Taliano	0,9336872	2	Taliano	0,91874931	2
Veľká Brit.	0,81381012	4	Veľká Brit.	0,79221163	4

Zdroj: Vlastné výpočty

Ako vidíme z tabuľky č.2 odhady technickej efektívnosti krajín a teda ani ich poradie sa veľmi nelíšia. Na základe získaného poradia, však môžeme konštatovať, že takýto model

neodzrkadľuje realitu. Ako jedny z najefektívnejších nám v oboch modeloch vyšli krajiny PIIGS⁷ - Portugalsko - 6.najefektívnejšie, Taliansko - 2. najefektívnejšie, Írsko - 8. najefektívnejšie, Grécko - 3. najefektívnejšie a Španielsko ako 5. najefektívnejšie. Naopak ako najmenej efektívne skončilo Fínsko, veľmi malú efektívnosť dosahuje aj Švédsko, či Luxembursko. U týchto krajín sa predpokladala podstatne vyššia miera dosahovanej technickej efektívnosti.

Domnievame sa, že takéto skreslenie spôsobil samotný použitý typ modelu - teda model s časovo nemeniacou sa technickou efektívnosťou. Môžeme teda povedať, že ak máme k dispozícii údaje za viac časových jednotiek, takýto typ modelu nie je pre odhad technickej efektívnosti vhodný.

4.3 Časovo meniac sa technická efektívnosť

Vzhľadom na to, že máme k dispozícii údaje za roky 1990 až 2011, čo predstavuje dostatočne dlhý časový úsek, bude určite vhodnejšie použitie modelu s technickou efektívnosťou meniacou sa v čase. Model 4.2 resp. jeho zložku technickej neefektívnosti u_i jednoducho doplníme o časovú zložku. Model teda bude vyzerať nasledovne:

$$\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln Ex + \beta_4 \ln El + \beta_5 \ln I + \beta_6 \ln FDI + \beta_7 \ln U + v_{it} + u_{it} \quad (4.4)$$

kde

$$u_{it} = (\exp\{-\eta(t - T)\})u_i$$

V modeloch pracujeme opäť so zlogaritmovaným nevybilancovaným panelom pre 27 krajín.

Model 3

Metódou maximálnej vierohodnosti získame pomocou programu *Frontier 4.1* Model 3 s polonormálnym rozdelením člena neefektívnosti, teda:

3. $v_{it} \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$
4. $u_{it} \sim \text{iid } N^+(0, \sigma_u^2)$

v_{it} predstavuje symetricky rozdelenú náhodnú štatistickú chybu

u_i predstavuje zložku technickej neefektívnosti

⁷ Označenie pre nezodpovedne hospodáriace krajiny eurozóny s vysokým dlhom, vysokou nezamestnanosťou a ďalšími ekonomickými problémami.

Model 4

Metódu maximálnej virohodnosti na odhad rovnice (4.2) použijeme aj v prípade modelu 4. Na rozdiel od modelu 3, pre poruchový člen u_i tento krát predpokladáme zrezané normálne rozdelenie, teda:

3. $v_{it} \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$
4. $u_{it} \sim \text{iid } N^+(\mu, \sigma_u^2)$

Pri oboch modeloch opäť najprv zisťujeme, či sú jednotlivé parametre štatisticky významné.

Parameter modelu je štatisticky významný ak vypočítané hodnoty v absolútnej hodnote sú väčšie ako kritická hodnota. V našom prípade na 5% hladine významnosti je kritická hodnota 2,02. Test štatistickej významnosti parametrov modelu ilustruje tabuľka č. 3

Tabuľka č. 3 - Odhad parametrov modelov a testovanie štat. významnosti

Premenná	Model1			Model 2		
	Koeficient	Štd. Odch.	t-štatistika	Koeficient	Štd. Odch.	t-štatistika
Konštanta	3,0727*	0,99869	3,0767	3,072704*	0,99869	3,0767
ln K	-11,81311*	0,98627	-11,977489	-11,81323*	0,986275	-11,97776
ln L	-3,60485*	0,621776	-5,79766	-3,603615*	0,62179	-5,795524
ln Ex	4,28551*	0,9796689	4,37444	4,285422*	0,979669	4,37435
ln El	10,043*	0,89483	11,2234	10,04308*	0,89483	11,22339
ln I	-5,97818*	0,58702	-10,1838	-5,982627*	0,58691	-10,1933
ln FDI	-11,1497*	0,96483	-11,5562	-11,1496*	0,96483	-11,55602
ln U	3,42308*	0,975682	3,5083	3,423336*	0,975682	3,50865
sigma^2	4,93827*	0,98513	5,1027	4,938288*	0,98513	5,0128
gama	0,841809**	0,821307	1,0249	0,84180606**	0,821506	1,0247
mi				0,002852	0,9998	0,00285
eta	0,058089	0,10903	0,532761	0,05808	0,10904	0,5327
log likelihood	-48,925399			-48,94443		

Zdroj: vlastné výpočty

Ako môžeme vidieť v tabuľke č. 3, všetky parametre modelu sú štatisticky významné. Rovnako v tabuľke č.3 uvádzame odhady jednotlivých parametrov pre oba modely. Porovnaním oboch modelov vidíme, že hodnoty parametrov dosahujú veľmi podobné hodnoty. Kompletný výstup z programu Frontier 4.1 uvádzame v prílohe č.5 pre model 3, resp. v prílohe č.6 pre model 4.

Rozdiel medzi modelmi 3 a 4, je len v predpoklade o rozdelení člena neefektívnosti. V modeli 3 sa preto nachádza navyše odhad parametra μ . Vhodnosť použitia polonormálneho alebo zrezaného rozdelenia overíme LR testom. LR test je založený na predpoklade, že hodnota logaritmu funkcie maximálnej vierohodnosti, ktorú dostaneme z odhadu funkcie bez reštrikcii by mala byť približne rovná hodnote funkcie s reštrikciami. LR štatistika je definovaná nasledovne:

$$LR = -2[\ln L_R - \ln L_U] \approx \chi^2(J) \quad (4.5)$$

kde $\ln L_R$ a $\ln L_U$ predstavujú maximálne hodnoty logaritmu funkcie maximálnej vierohodnosti bez reštrikcii a s reštrikciami, J predstavuje ich počet. Testujeme:

$$H_0 : \eta = \mu = 0$$

$$H_1 : \eta \neq \mu \neq 0$$

Dosadením nami vypočítaných hodnôt do vzťahu 4.5 dostaneme:

$$LR = -2[\ln L_R - \ln L_U] = -2[-98,2182 - (-48,94443)] = 98,54754$$

Vypočítaná hodnota LR štatistiky je vyššia ako kritická hodnota na 5% -nej hladine významnosti, ktorá má v tomto prípade hodnotu $\chi^2_{1-\alpha}(J) = \chi^2_{0,95}(2) = 5,991$. Prijímam nulovú hypotézu, teda model s časovo meniacou sa efektívnosťou je vhodnejší.

Tak ako v prípade prvých dvoch modelov, aj teraz porovnáme produkčné jednotky na základe dosiahnutej efektívnosti. V tomto prípade sa však technická efektívnosť bude meniť v čase. Tabuľka č. 4 ilustruje odhad technickej efektívnosti krajín s polonormálnym rozdelením člena neefektívnosti. V poslednom stĺpci tabuľky je uvedené výsledné poradie krajín.

Tabuľka č.4 - Poradie a odhad technickej efektívnosti krajín za predpokladu polonorm. rozd.

Krajina/ro	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Poradie
Belgicko													0,6323	0,6486	0,6645	0,6798	0,6946	0,70887	0,7226	0,7359	0,7486	14
Bulharsko	0,0243	0,0299	0,0365	0,044	0,0524	0,0619	0,0724	0,084	0,0966	0,1102	0,1248	0,1403	0,1568	0,174	0,1921	0,2108	0,2301	0,25003	0,2704	0,2911	0,3121	27
Cyprus	0,5744	0,5925	0,6101	0,6273	0,6439	0,66	0,6755	0,6906	0,7051	0,719	0,7325	0,7454	0,7578	0,7697	0,7811	0,7921	0,8025	0,81251	0,8221	0,8312	0,8399	7
Česká rep.					0,1319	0,1478	0,1647	0,1823	0,2006	0,2196	0,2392	0,2593	0,2797	0,3006	0,3216	0,3429	0,3642	0,38553	0,4068	0,428	0,4489	24
Dánsko	0,7804	0,7912	0,8016	0,8115	0,821	0,83	0,8387	0,847	0,8548	0,8624	0,8695	0,8763	0,8828	0,889	0,8949	0,9005	0,9058	0,91082	0,9156	0,9201	0,9245	2
Estónsko					0,0977	0,1113	0,126	0,1416	0,1581	0,1754	0,1935	0,2122	0,2316	0,2515	0,2719	0,2926	0,31356	0,3347	0,3561	0,3774	26	
Fínsko	0,1656	0,1832	0,2016	0,2206	0,2402	0,2603	0,2808	0,3016	0,3227	0,3439	0,3652	0,3866	0,4078	0,429	0,4499	0,4707	0,4911	0,51117	0,5309		0,569	17
Francúzsko	0,5373	0,5563	0,5749	0,593	0,6106	0,6278	0,6444	0,6605	0,6761	0,6911	0,7056	0,7196	0,733	0,7459	0,7583	0,7702	0,7816	0,79253	0,803	0,813	0,8225	10
Grécko	0,448	0,4687	0,489	0,5091	0,5288	0,548	0,5669	0,5852		0,6205	0,6374	0,6538	0,6696	0,6849	0,6996	0,7138	0,7275	0,74065	0,7533	0,7654	0,777	12
Holandsko	0,6296	0,6461	0,662	0,6775	0,6924	0,7068	0,7207	0,7341	0,7469	0,7592	0,7711	0,7824	0,7932	0,8036	0,8136	0,8231	0,8321	0,84075	0,849	0,8568	0,8643	6
Írsko	0,6431	0,6591	0,6747	0,6897	0,7042	0,7181	0,7316	0,7445	0,7569	0,7688	0,7802	0,7912	0,8017	0,8117	0,8212	0,8304	0,8391	0,84741	0,8553	0,8629	0,8701	4
Litva				0,1207	0,136	0,1522	0,1692	0,187	0,2055	0,2247	0,2444	0,2646	0,2852	0,3061	0,3272	0,3485	0,3698	0,39117	0,4124	0,4336	0,4545	22
Lotyšsko			0,1377	0,154	0,1711	0,189	0,2076	0,2268	0,2466	0,2668	0,2874	0,3083	0,3295	0,3508	0,3721	0,3934	0,4147	0,43576	0,4567	0,4773	0,4976	21
Luxembur.													0,6337	0,65	0,6658	0,6811	0,6959	0,71009	0,7238	0,737	0,7497	13
Maďarsko	0,1479	0,1647	0,1823	0,2006	0,2196	0,2392	0,2593	0,2798	0,3006	0,3217	0,3429	0,3642	0,3856	0,4068	0,428	0,449	0,4697	0,49015	0,5103	0,53	0,5493	19
Malta	0,2205	0,2401	0,2601	0,2806	0,3014	0,3225	0,3437	0,365	0,3863	0,4076	0,4287	0,4497	0,4704	0,4908	0,5109	0,5306	0,5499	0,56877	0,5872	0,605	0,6224	15
Nemecko			0,6908	0,7052	0,7191	0,7324	0,7453	0,7576	0,7695	0,7809	0,7917	0,8022	0,8121	0,8217	0,8308	0,8394	0,8477	0,85563	0,8632	0,8703	0,8771	3
Poľsko	0,1183	0,1335	0,1495	0,1664	0,1841	0,2025	0,2215	0,2412	0,2613	0,2818	0,3027	0,3238	0,345	0,3664	0,3877	0,409	0,4301	0,45109	0,4718	0,4922	0,5123	20
Portugalsko	0,4892	0,5092	0,5288	0,5481	0,5669	0,5853	0,6032	0,6205	0,6374	0,6537	0,6696	0,6848	0,6996	0,7138	0,7274	0,7406	0,7532	0,76533	0,7769	0,7881	0,7987	11
Rakúsko	0,5644	0,5828	0,6007	0,6181	0,635	0,6514	0,6673	0,6826	0,6974	0,7116	0,7254	0,7386	0,7513	0,7634	0,7751	0,7863	0,797	0,80724	0,817	0,8264	0,8353	9
Rumunsko		0,0822	0,0947	0,1081	0,1225	0,1379	0,1542	0,1714	0,1893	0,2079	0,2271	0,2469	0,2672	0,2878	0,3088	0,3299	0,3512	0,37256	0,3939	0,4151	0,4362	25
Slovensko				0,1354	0,1516	0,1685	0,1863	0,2048	0,2239	0,2436		0,2844	0,3053	0,3264	0,3476	0,369	0,39029	0,4115	0,4327	0,4536	23	
Slovensko				0,2099	0,2292	0,249	0,2692	0,2899	0,3108	0,332	0,3532	0,3745	0,3958	0,4171	0,4381	0,459	0,4796	0,49985	0,5198	0,5393	0,5584	18
Španielsko	0,5724	0,5906	0,6083	0,6254	0,6421	0,6583	0,6739	0,689	0,7035	0,7176	0,7311	0,7441	0,7565	0,7685	0,7799	0,7909	0,8014	0,81147	0,8211	0,8302	0,839	8
Švédsko	0,1863	0,2048	0,2239	0,2436	0,2637	0,2843	0,3052	0,3263	0,3475	0,3688	0,3902	0,4114	0,4325	0,4534	0,4741	0,4945	0,5145	0,53415	0,5534	0,5721	0,5904	16
Taliansko	0,7814	0,7921	0,8024	0,8123	0,8218	0,8308	0,8394	0,8477	0,8555	0,863	0,8701	0,8769	0,8834	0,8895	0,8954	0,9009	0,9062	0,91124	0,916	0,9205	0,9248	1
Veľká Britá	0,6317	0,6481	0,664	0,6794	0,6942	0,7086	0,7224	0,7357	0,7485	0,7607	0,7725	0,7838	0,7946	0,8049	0,8148	0,8242	0,8332	0,84179	0,85	0,8578	0,8652	5

Zdroj: Vlastné vypracovanie

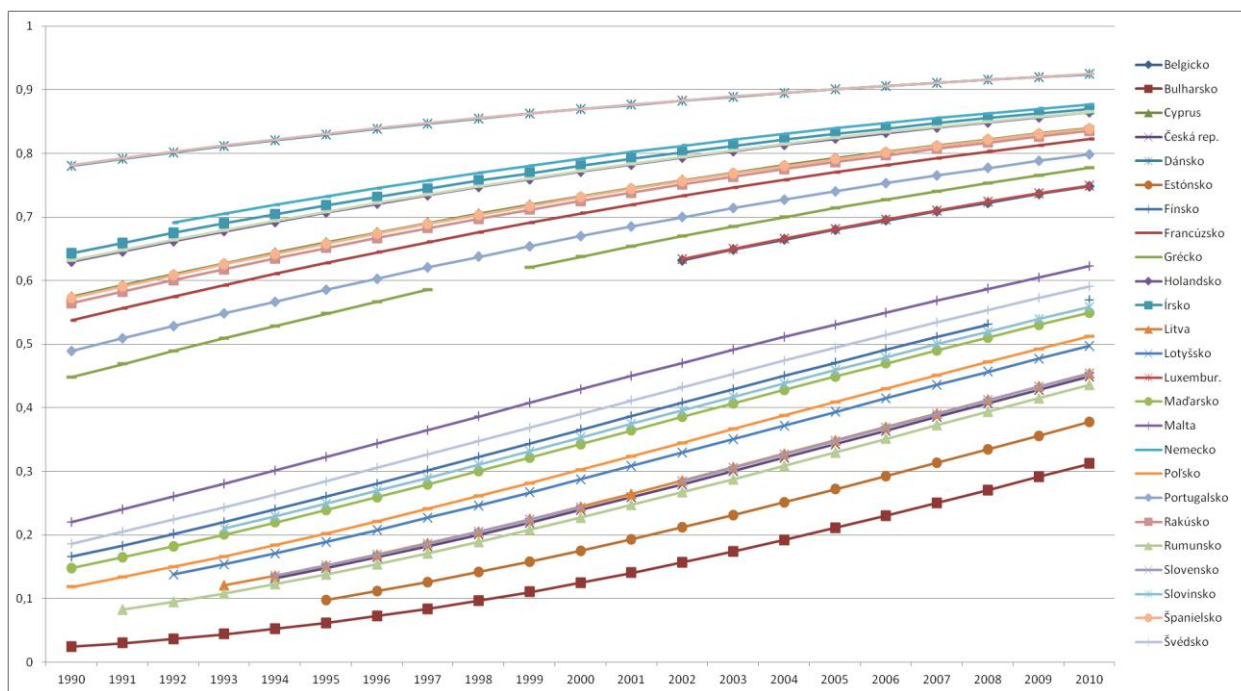
Tabuľka č. 5 porovnáva technickú efektívnosť krajín využitím zrezaného normálneho rozdelenia. V poslednom stĺpci tabuľky sme opäť uviedli výsledné poradie, ktoré jednotlivé krajiny dosiahli použitím tohto prístupu.

Tabuľka č.5 - Poradie a odhad technickej efektívnosti krajín za predpokladu zrezaného rozd.

Krajina/Ro	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Poradie
Belgicko													0,6322	0,6485	0,6643	0,6797	0,6945	0,7088	0,7225	0,7358	0,7485	14
Bulharsko	0,0243	0,02993	0,0365	0,044	0,05243	0,0619	0,0724	0,084	0,0966	0,1102	0,1248	0,1403	0,1567	0,174	0,1921	0,2108	0,2301	0,25	0,2704	0,2911	0,312	27
Cyprus	0,5743	0,59241	0,61	0,6272	0,64379	0,6599	0,6755	0,6905	0,705	0,719	0,7324	0,7453	0,7578	0,7697	0,7811	0,792	0,8025	0,8125	0,822	0,8311	0,8398	7
Česká rep.					0,13189	0,1478	0,1646	0,1822	0,2006	0,2196	0,2391	0,2592	0,2797	0,3005	0,3216	0,3428	0,3642	0,3855	0,4068	0,4279	0,4489	24
Dánsko	0,7803	0,79106	0,8014	0,8113	0,82084	0,8299	0,8386	0,8468	0,8547	0,8623	0,8694	0,8763	0,8828	0,8889	0,8948	0,9004	0,9057	0,9108	0,9155	0,9201	0,9244	2
Estónsko					0,0977	0,1113	0,126	0,1416	0,1581	0,1754	0,1934	0,2122	0,2316	0,2515	0,2718	0,2925	0,3135	0,3347	0,356	0,3774	26	
Fínsko	0,1655	0,18316	0,2015	0,2205	0,24014	0,2602	0,2807	0,3016	0,3226	0,3439	0,3652	0,3865	0,4078	0,4289	0,4499	0,4706	0,491	0,5115	0,5308		0,569	17
Francúzsko	0,5371	0,55616	0,5748	0,5929	0,61052	0,6277	0,6443	0,6604	0,676	0,691	0,7055	0,7195	0,7329	0,7458	0,7582	0,7701	0,7815	0,7925	0,8029	0,8129	0,8224	10
Grécko	0,448	0,4686	0,489	0,509	0,52868	0,5479	0,5668	0,5852		0,6205	0,6373	0,6537	0,6695	0,6848	0,6996	0,7138	0,7274	0,7406	0,7532	0,7653	0,777	12
Holandsko	0,6294	0,64593	0,6619	0,6774	0,69231	0,7067	0,7206	0,734	0,7468	0,7591	0,771	0,7823	0,7932	0,8035	0,8135	0,823	0,832	0,8407	0,8489	0,8568	0,8643	6
Írsko	0,6429	0,659	0,6745	0,6896	0,70405	0,718	0,7315	0,7444	0,7568	0,7687	0,7802	0,7911	0,8016	0,8116	0,8212	0,8303	0,839	0,8474	0,8553	0,8628	0,87	4
Litva				0,1207	0,136	0,1522	0,1692	0,187	0,2055	0,2247	0,2444	0,2646	0,2852	0,3061	0,3272	0,3485	0,3698	0,3911	0,4124	0,4335	0,4544	22
Lotyšsko			0,1377	0,154	0,17107	0,189	0,2075	0,2268	0,2465	0,2668	0,2874	0,3083	0,3295	0,3507	0,3721	0,3934	0,4146	0,4357	0,4566	0,4773	0,4976	21
Luxembur.													0,6336	0,6499	0,6657	0,681	0,6958	0,71	0,7237	0,7369	0,7496	13
Maďarsko	0,1479	0,16468	0,1823	0,2006	0,21962	0,2392	0,2593	0,2798	0,3006	0,3216	0,3429	0,3642	0,3855	0,4068	0,428	0,4489	0,4697	0,4901	0,5102	0,53	0,5493	19
Malta	0,2205	0,24004	0,2601	0,2806	0,3014	0,3225	0,3437	0,365	0,3863	0,4076	0,4287	0,4496	0,4704	0,4908	0,5109	0,5306	0,5499	0,5687	0,5871	0,605	0,6224	15
Nemecko			0,6907	0,705	0,71893	0,7323	0,7451	0,7575	0,7694	0,7807	0,7916	0,802	0,812	0,8216	0,8307	0,8393	0,8476	0,8555	0,8631	0,8702	0,8771	3
Poľsko	0,1183	0,13344	0,1495	0,1664	0,18404	0,2025	0,2215	0,2412	0,2613	0,2818	0,3027	0,3238	0,345	0,3663	0,3877	0,409	0,4301	0,4511	0,4718	0,4922	0,5123	20
Portugalsko	0,4891	0,5091	0,5288	0,548	0,56683	0,5852	0,6031	0,6205	0,6373	0,6537	0,6695	0,6848	0,6995	0,7137	0,7274	0,7405	0,7532	0,7653	0,7769	0,788	0,7987	11
Rakúsko	0,5643	0,5827	0,6006	0,618	0,63491	0,6513	0,6672	0,6825	0,6973	0,7115	0,7253	0,7385	0,7512	0,7634	0,775	0,7862	0,7969	0,8072	0,817	0,8263	0,8352	9
Rumunsko		0,08223	0,0947	0,1081	0,12254	0,1379	0,1542	0,1714	0,1893	0,2079	0,2271	0,2469	0,2672	0,2878	0,3088	0,3299	0,3512	0,3725	0,3939	0,4151	0,4362	25
Slovensko				0,13541	0,1515	0,1685	0,1863	0,2048	0,2239	0,2436		0,2844	0,3052	0,3263	0,3476	0,3689	0,3903	0,4115	0,4326	0,4536	23</	

Naopak najnižšiu efektívnosť dosiahlo Bulharsko, Estónsko a Rumunsko. Vzhľadom na veľké množstvo údajov v tabuľke uvádzame aj graf vývoja technickej efektívnosti pre sledované krajiny v čase od roku 1990 do roku 2010.

Graf č.1 - Vývoj technickej efektívnosti v čase pre jednotlivé krajiny



Zdroj: vlastné vypracovanie

Na grafe č. 1 si môžeme všimnúť časť krajín nachádzajúcich sa v hornej polovici grafu a teda dosahujúcich vyššiu efektívnosť a časť krajín v dolnej polovici grafu, dosahujúcich nižšiu efektívnosť. Môžeme povedať, že sa nám prakticky oddelili krajiny, ktoré prechádzali procesom transformácie od pôvodných členských krajín. Vidíme, že žiadna z transformujúcich sa krajín sa nenachádza v hornej polovici grafu. To zodpovedá všeobecným očakávaniam ako aj teoretickým východiskám uvádzanými na začiatku tejto práce. Môžeme teda povedať, že týmto modelom sa nám podarilo dokázať hypotézu o nižšej technickej efektívnosti postkomunistických krajín.

Z tabuliek aj grafu je jasne však jasne vidno aj čisto rastúci priebeh technickej efektívnosti pre všetky sledované jednotky. Je to dané špecifikáciou modelu. To znamená, že priebeh môže byť iba rýdzo rastúci, alebo rýdzo klesajúci. To môžeme považovať aj za najväčšiu slabinu tohto prístupu. V modeli teda nedochádza ku výkyvom, ktoré by sme pri takom veľkom počte krajín za tak dlhé časové obdobie určite mali očakávať.

Pokúsime sa teda odhadnúť ešte jeden model, ktorý by mal ešte hodnovernejšie reprezentovať skutočnosť.

4.4 Translogaritmickej produkčnej funkcia

Na odhad tohto modelu špecifikujeme translogaritmickej produkčnej funkciu. Opäť využijeme panel dát, používaný už pri predošlých modeloch. Ako vstup použijeme prácu (L) a kapitál (K) ako výstup HDP krajiny. Do modelu sme tiež zahrnuli premennú - kvadratický trend (t^2). Premenné priame zahraničné investície (FDI), spotreba elektrickej energie (E), inflácia (I), export tovarov a služieb (Ex) a mestská populácia (U) sme špecifikovali ako premenné, ktoré by mali vplývať na efektívnosť sledovaných krajín. Model bude mať tvar:

$$\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1(\ln K_{it}) + \beta_2 \ln(L_{it}) + (1/2)[\beta_{11}(\ln K_{it})^2 + \beta_{22} \ln(L_{it})^2] + \beta_{12}(\ln K_{it})\ln(L_{it}) + \beta_{13}(\ln K_{it})t + \beta_{23} \ln(L_{it})t + \beta_{33}t^2 + v_{it} - u_{it}$$

kde

$$u_{it} = \delta_1 \ln El_{it} + \delta_2 \ln FDI_{it} + \delta_3 \ln Ex_{it} + \delta_4 U + \delta_5 U + w_{it} \quad (4.6)$$

kde

w_{it} predstavuje náhodnú chybu.

Model odhadujeme za pomoci metódy maximálnej vierohodnosti. O rozdelení poruchových členov predpokladáme:

- $u_{it} \sim N^+(\mathbf{z}_{it}^T \delta, \sigma_u^2)$
- $v_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2)$
- $w_{it} \sim N(0, \sigma_w^2)$

Opäť najprv zistíme, či sú parametre modelu štatisticky významné.

Tabuľka č.6 - Odhad parametrov modelu

Parameter	Koeficient	t-štatistika
beta 0	15,5711	4,4469
beta 1	4,85522	3,2514
beta 2	-0,4628	-1,9125
beta 11	-1,65942	-4,1629
beta 22	0,088712	10,7763
beta 12	0,0082	0,13671
beta 13	0,00612	0,85445
beta 23	-0,00241	-1,75598
beta 33	0,00248	6,23553
Zložky neefektívnosti		
delta 1	-0,0144	-3,8805
delta 2	-2,4287	-19,4379
delta 3	0,00137	3,6838
delta 4	-2,3602	-3,263
delta 5	1,01099	-9,75388
sigma-sq	0,3702	12,104
gamma	0,9905	190,979
log likelihood	-262,15	

Zdroj: Vlastné výpočty

Napokon porovnáme produkčné jednotky modelu s translogaritmickou produkčnou funkciou. Výsledok je zapísaný v tabuľke č.7

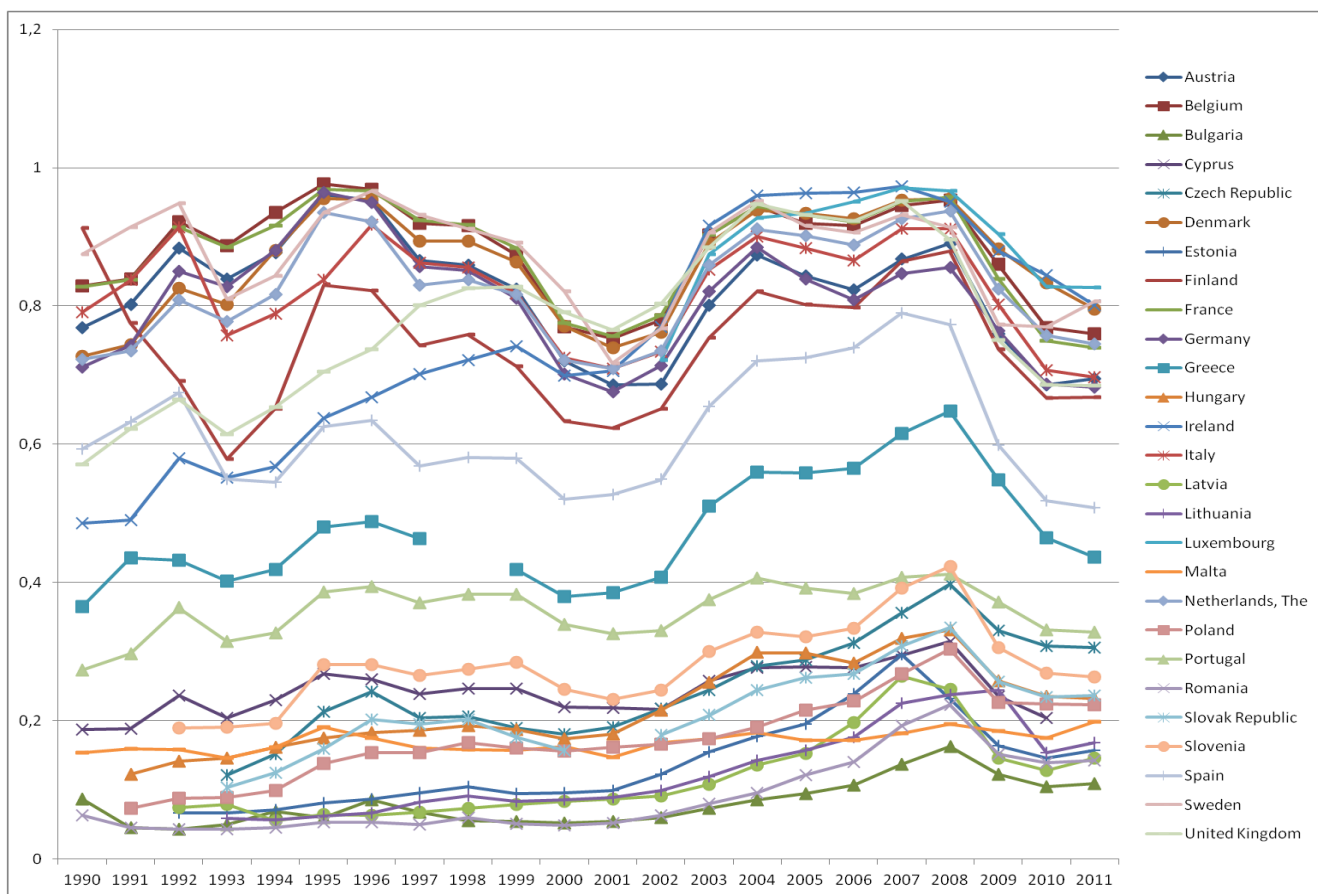
Tabuľka č. 7 - Poradie a odhad tech. efektívnosti pomocou translogaritmickéj produkčnej fcie

Krajina/rok	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	priemer	poradie	
Austria	0,76837	0,8018	0,8833	0,8386	0,87743	0,96116	0,9526	0,8664	0,8595	0,8244	0,7211	0,6858	0,6869	0,8015	0,8736	0,844	0,823	0,8676	0,89056	0,7599	0,686	0,6949	0,8167	8	
Belgium	0,82911	0,8388	0,9213	0,8875	0,93483	0,97608	0,9686	0,9197	0,9161	0,8741	0,7692	0,7531	0,7801	0,9024	0,9441	0,9192	0,9159	0,945	0,95281	0,8597	0,769	0,76	0,8789	2	
Bulgaria	0,08648	0,0453	0,0434	0,0493	0,06828	0,05944	0,0859	0,0676	0,0549	0,0538	0,0514	0,0539	0,0597	0,0737	0,0852	0,0949	0,1073	0,1368	0,16249	0,1222	0,1043	0,1088	0,0807	27	
Cyprus	0,18722	0,1885	0,2367	0,2042	0,22965	0,26773	0,2594	0,2382	0,2461	0,2464	0,2191	0,2187	0,2169	0,2579	0,2767	0,2774	0,2764	0,2944	0,315	0,2348	0,2039		0,2426	18	
Czech Rep.				0,1214	0,15095	0,21287	0,2417	0,2035	0,2057	0,1894	0,1803	0,1901	0,2171	0,2446	0,2788	0,2883	0,3122	0,3556	0,39769	0,33	0,308	0,306	0,306	0,2492	17
Denmark	0,7274	0,7435	0,8257	0,8024	0,88032	0,95566	0,9544	0,8933	0,8939	0,864	0,771	0,7397	0,7624	0,8905	0,9389	0,934	0,9267	0,9531	0,95575	0,883	0,8335	0,7949	0,8602	5	
Estonia			0,067	0,0664	0,07092	0,08057	0,0864	0,0956	0,1047	0,0944	0,0951	0,0992	0,1225	0,155	0,1772	0,1947	0,2384	0,296	0,23205	0,1633	0,1456	0,1566	0,1371	23	
Finland	0,91239	0,7752	0,692	0,5785	0,65086	0,83065	0,8226	0,7434	0,7587	0,7128	0,633	0,6231	0,6511	0,7535	0,8216	0,8022	0,7977	0,8647	0,87901	0,7368	0,6669	0,6676	0,7443	12	
France	0,82758	0,8376	0,9144	0,8852	0,91594	0,96818	0,9668	0,9244	0,9178	0,8832	0,775	0,7566	0,7866	0,903	0,9443	0,9315	0,9218	0,9508	0,95749	0,8386	0,7499	0,7397	0,8771	3	
Germany	0,71108	0,7424	0,8498	0,8283	0,88073	0,96428	0,9496	0,8574	0,8508	0,8111	0,7013	0,676	0,7143	0,821	0,8845	0,8389	0,8084	0,8472	0,85544	0,7643	0,6874	0,6823	0,8058	9	
Greece	0,36466	0,4353	0,4317	0,4024	0,41821	0,48038	0,4878	0,4634		0,4186	0,3798	0,3852	0,407	0,5105	0,5594	0,5584	0,5649	0,6155	0,64817	0,5486	0,465	0,4368	0,4753	14	
Hungary		0,1221	0,1415	0,1454	0,161	0,17462	0,1827	0,1865	0,1926	0,1871	0,1737	0,1801	0,2149	0,2554	0,2985	0,2985	0,2831	0,3188	0,33164	0,2579	0,2355	0,2315	0,2178	19	
Ireland	0,48587	0,4902	0,5796	0,5516	0,56746	0,63807	0,6685	0,702	0,7216	0,7422	0,6994	0,7055	0,7697	0,9167	0,9593	0,9633	0,9647	0,9736	0,95124	0,8788	0,8441	0,8009	0,7534	11	
Italy	0,79094	0,8374	0,9141	0,7578	0,78901	0,83847	0,9172	0,8628	0,8559	0,8181	0,7249	0,7097	0,7334	0,8524	0,9009	0,8836	0,8663	0,9118	0,91118	0,8018	0,7069	0,6975	0,8219	7	
Latvia			0,0744	0,0787	0,05482	0,06388	0,0629	0,0672	0,0733	0,0785	0,083	0,0866	0,0907	0,1078	0,1353	0,1523	0,1971	0,2643	0,24486	0,1455	0,1277	0,1463	0,1168	25	
Lithuania				0,059	0,05641	0,06183	0,0661	0,0817	0,0912	0,0836	0,0859	0,0888	0,0987	0,1192	0,142	0,1569	0,1759	0,2252	0,23789	0,244	0,1538	0,1687	0,1261	24	
Luxembourg													0,7212	0,8746	0,927	0,9338	0,951	0,9708	0,96696	0,9036	0,8277	0,8265	0,8903	1	
Malta	0,15383	0,1593	0,1586	0,1462	0,16189	0,19074	0,1748	0,1603	0,1586	0,1567	0,1622	0,1467	0,1678	0,1738	0,1827	0,172	0,1713	0,1818	0,19537	0,1845	0,1745	0,1983	0,1696	22	
Netherlands	0,7232	0,7354	0,8094	0,777	0,81685	0,93567	0,922	0,83	0,8375	0,8165	0,7212	0,7097	0,7351	0,8588	0,9111	0,9015	0,8887	0,9265	0,93784	0,8247	0,7571	0,7452	0,8237	6	
Poland		0,073	0,088	0,0892	0,09852	0,13837	0,1532	0,1542	0,1684	0,1607	0,1557	0,162	0,166	0,1737	0,1911	0,2149	0,228	0,2682	0,3038	0,2269	0,2244	0,2235	0,1744	21	
Portugal	0,27344	0,2968	0,3633	0,315	0,32729	0,38595	0,3941	0,3706	0,3827	0,383	0,3396	0,3264	0,33	0,3752	0,4061	0,3923	0,384	0,4075	0,412209	0,3717	0,3318	0,3284	0,359	15	
Romania	0,06291	0,0456	0,043	0,0427	0,04524	0,05259	0,0527	0,0493	0,0596	0,0506	0,0486	0,0522	0,0626	0,0795	0,096	0,1218	0,1403	0,1933	0,22257	0,151	0,1393	0,1429	0,0888	26	
Slovak Rep.				0,1031	0,12443	0,1595	0,2019	0,1956	0,2019	0,1761	0,1569		0,1798	0,2079	0,2447	0,262	0,2676	0,3075	0,33483	0,2568	0,2337	0,237	0,214	20	
Slovenia			0,1894	0,1909	0,19617	0,28133	0,2811	0,2657	0,2748	0,2847	0,245	0,2311	0,2445	0,3006	0,3276	0,3213	0,3339	0,3914	0,42306	0,3063	0,2694	0,2636	0,2811	16	
Spain	0,59272	0,6317	0,6751	0,5499	0,54488	0,62507	0,6349	0,568	0,5807	0,58	0,5199	0,5267	0,5489	0,6544	0,7203	0,7254	0,7393	0,7898	0,77338	0,5984	0,5182	0,5077	0,6184	13	
Sweden	0,87443	0,9143	0,9481	0,8103	0,84363	0,93472	0,9662	0,9319	0,9112	0,8913	0,8215	0,7166	0,7677	0,9062	0,9524	0,9167	0,9057	0,9321	0,91412	0,7732	0,7698	0,807	0,8731	4	
United Kingdom	0,57071	0,6224	0,6644	0,6139	0,65363	0,7048	0,7376	0,8014	0,8259	0,8274	0,7909	0,7649	0,8032	0,8844	0,9472	0,9321	0,9232	0,9519	0,89609	0,7503	0,6858	0,6848	0,7744	10	

Zdroj: Vlastné výpočty

Pre prehľadnosť opäť uvádzame aj graf.

Graf č.2 - Vývoj technickej efektívnosti vyjadrený pomocou translog. produkčnej funkcie



Zdroj: Vlastné vypracovanie

V prípade modelu špecifikovanom translogaritmickej produkčnou funkciou nám ako najefektívnejšia krajina vyšlo Luxembursko, ďalej Belgicko, Francúzsko a Švédsko. Naopak najmenej efektívnymi krajinami sú podľa tohto modelu Bulharsko, Rumunsko, Lotyšsko a Litva. Transformujúce sa krajiny sa opäť umiestnili v dolnej polovici grafu. Vývoj technickej efektívnosti jednotlivých krajín však už nie je čisto rastúci, naopak krivky sú podstatne rôznorodejšie. Aj preto si myslíme, že tento model najlepšie vystihuje ekonomickú realitu.

5. Záver

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce bolo zhodnotiť úspešnosť transformácie vybraných krajín východnej Európy na základe sledovania ich ekonomickej efektívnosti a porovnať ich efektívnosť s efektívnosťou krajín západnej Európy. Mali sme k dispozícii dostatočné množstvo údajov a analyzovali sme obdobie rokov 1990 až 2010. Do analýzy sme zahrnuli spolu 27 krajín európskej únie z ktorých 10 sme zadefinovali ako tie, ktoré prešli procesom transformácie z centrálne plánovanej ekonomiky na ekonomiku trhovú. Pri analýze sme využili parametrickú benchmarkingovú metodológiu SFA. Využili sme pri tom Cobb-Douglasovu produkčnú funkciu, kde sme ako výstup krajiny zvolili hrubý domáci produkt na obyvateľa a ako vstupy sme zvolili tvorbu hrubého kapitálu, celkovú pracovnú silu, export tovarov a služieb, spotrebu elektrickej energie, infláciu, priame zahraničné investície a mestskú populáciu.

Pri zostrojení prvých dvoch modelov sme predpokladali, že technická efektívnosť sa v čase nemení. Modely sa odlišovali len v rozdielnom člene neefektívnosti. Kým v prvom modeli sme použili polonormálne rozdelenie člena neefektívnosti, v druhom modeli sme uvažovali zrezané normálne rozdelenie. Použitím LR testu nám vyšiel ako vhodnejší model s polonormálnym rozdelením člena neefektívnosti. Modely sa však veľmi nelíšili a v oboch prípadoch dosiahli všetky sledované krajiny veľmi podobnú efektívnosť. Môžeme povedať, že transformujúce sa krajiny sa síce vo všeobecnosti ukázali menej efektívne, ako krajiny západnej Európy, no ako jedny z najmenej efektívnych sa umiestnili krajina ako Belgicko, Luxembursko, či Švédsko dokonca najmenej efektívne nám vyšlo Fínsko. Naopak Rumunsko, o ktorom všeobecne predpokladáme, že je málo efektívna krajina sa umiestnilo lepšie ako napríklad Rakúsko, Francúzsko či Holandsko. Takýto výsledok sme pripísali faktu, že spomínané dva modely predpokladajú, že technická efektívnosť sa v čase nemení. My sme však použili dlhý časový rad (obdobie rokov 1990 až 2010) a teda predpokladáme, že k zmene efektívnosti určite dochádza. Môžeme teda zhodnotiť, že vzhľadom na použitie dlhého časového radu tieto dva modely nie sú vhodné.

Druhé dva modely už predpokladajú zmeny technickej efektívnosti v čase. Modely sa opäť medzi sebou líšia v rozdielnom poruchovom člene. Opäť sme predpokladali polonormálne a zrezané normálne rozdelenie. Transformujúce sa krajiny dosahovali počas celého sledovaného obdobia výrazne nižšiu efektívnosť ako krajiny západnej Európy. U

transformujúcich sa krajín sme však zaznamenali väčšiu mieru rastu efektívnosti ako u vyspelých krajín západnej Európy. Viditeľné je to najmä v druhej polovici sledovaného obdobia. Ako najmenej efektívne skončilo v oboch modeloch Bulharsko, nasledovalo Estónsko a Rumunsko. Naopak najviac efektívne vyšlo Taliansko, Dánsko a Nemecko. Môžeme zhodnotiť, že modely s časovo meniacou sa technickou efektívnosťou vystihujú v našom prípade skutočnosť lepšie ako modely s efektívnosťou nemeniacou sa v čase. Nevýhoda týchto modelov však spočíva v tom, že celý priebeh je buď rýdzo rastúci, alebo rýdzo klesajúci (v našom prípade rýdzo rastúci) a teda tieto modely nezohľadňujú výkyvy, ktoré reálne ekonomiky dosahujú (vplyvom ekonomických cyklov, recesie a pod.)

Na základe toho, sme ako posledný zaradili do našej práce aj model, na odhad ktorého bola špecifikovaná translogaritmická produkčná funkcia. Ako vstup v tomto prípade použili celkovú pracovnú silu a tvorbu hrubého kapitálu ako výstup HDP krajiny na obyvateľa. Do modelu sme tiež zahrnuli premennú - kvadratický trend (t^2). Premenné priame zahraničné investície, spotrebu elektrickej energie, infláciu, export tovarov a služieb a mestskú populáciu sme špecifikovali ako premenné, ktoré by mali vplyvať na efektívnosť sledovaných krajín. Z výsledkov sme mohli vidieť, že najefektívnejšia krajina nám vyšlo Luxembursko, ďalej Belgicko, Francúzsko a Švédsko. Naopak ako najmenej efektívne sú podľa tohto modelu Bulharsko, Rumunsko, Lotyšsko a Litva. Transformujúce sa krajiny aj v tomto modeli dosahujú nižšiu efektívnosť. Efektívnosť však v prípade tohto modelu nie je čisto rastúca, ale môžeme vidieť nepravidelný priebeh u všetkých sledovaných jednotiek. Myslíme si, že tento model je z nami vybraných a testovaných modelov najvhodnejší, pretože najlepšie zodpovedá ekonomickej realite.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY:

- [1] COELLI, T. J., RAO PRASADA, D., BATTESE, G.: *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer, 2005, 349 s. ISBN 0387242661
- [2] COELLI, T.J.: *A guide to Frontier version 4.1*. University of New England, 1996, 33 s. ISBN 1863894950
- [3] FURKOVÁ, A.: *Analýza nákladovej efektívnosti slovenských a českých distribučných podnikov elektrickej energie*, dizertačná práca, 2007, 180 s. Bratislava
- [4] FURKOVÁ, Andrea. Komparatívna analýza ekonomického rastu transformujúcich sa krajín metodológiou SFA. In *Ekonomika a informatika : vedecký časopis FHI EU v Bratislave a SSHI*. - Bratislava : Fakulta hospodárskej informatiky : Slovenská spoločnosť pre hospodársku informatiku, 2010. ISSN 1336-3514, 2010, roč. 8, č. 2, s. 18-28.
- [5] KUMBHAKAR, S. C., LOVELL, C. A. K.: *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press, 2000, 333 s. ISBN 05216666635
- [6] LISÝ, J., a KOL.: *Ekonomía v novej ekonomike*. Iura Edition, 2007, 634 s. ISBN 9788080781644
- [7] LUKÁČIKOVÁ, A., LUKÁČIK, M.: *Ekonometrické modelovanie s aplikáciami*. Ekonóm, 2008, 344 s. ISBN 9788022526142
- [8] MAGULA, A., MARI, L., TOLMÁČI, L.: *Lexikón štátov a území sveta*. Mapa Slovakia Bratislava, 2002, 280 s. ISBN 8080670005
- [9] MICHNÍK, L., ŠÍBL, D., SMREKOVÁ, M.: *Ekonomická encyklopédia*. Sprint, 1995, 630s. ISBN 8096712225
- [10] PELLEŠOVÁ, P. Vývoj transformace v zemích střední a východní Evropy. In *Ekonomický časopis / Journal of Economics: vedecký časopis*. - Bratislava : Ústav Slovenskej a svetovej ekonomiky SAV, 2004. ISSN 0013-3035, 2004, roč. 52, č. 5, s.627
- [11] VINTROVÁ, R. Influence of Macroeconomic Policy on Structural Transformation in Central and Eastern European countries. In *Ekonomický časopis / Journal of Economics: vedecký časopis*. - Bratislava : Ekonomický ústav SAV, 1997. ISSN 0013-3035, 1997, roč. 45, č. 6-7, s.401.

[12] JABLONSKÝ, J.: *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*.
Professional Publishing, 2004, 183 s.

ELEKTRONICKÉ ZDROJE:

Databáza svetovej banky. Dostupné na internete:

<http://data.worldbank.org/indicator>

Panelové dáta v programe E-views. Dostupné na internete:

<http://www.fhi.sk/files/katedry/kove/veda-vyskum/prace/2010/Lukacik-Lukacikova-Szomolanyi2010b.pdf>

Európska únia a rozširovanie. Dostupné na internete:

<http://tinyurl.com/67ulywb>

Nezodpovedne hospodáriace krajiny Európskej únie. Dostupné na internete:

<http://piigs.net/>

Európska únia a rozširovanie. Dostupné na internete:

http://europa.eu/index_en.htm

PRÍLOHY

Príloha č.1 - vsupné dáta

Rok	Krajina	HDP na obyvateľa	Tvorba hrubého kapitálu	Export tovarov a služieb %of hdp	Spotreba elektriny	Inflacia- spotrebitelske ceny	Priame zahranične investície ako %hdp	Celkova pracovná sila	Mestka populácia - %z celkovej populácie krajiny
1990	Belgicko	20349,62	23,10893	66,98764	6380,313	3,452823		3937118	96,377
1991	Belgicko	20785,54	21,67938	65,48289	6655,414	3,208552		4018959	96,457
1992	Belgicko	23088,12	21,44422	63,93825	6850,664	2,429914		4060330	96,537
1993	Belgicko	22012,69	20,81717	61,00146	6881,072	2,753963		4084268	96,617
1994	Belgicko	23913,89	20,89393	63,52079	7176,241	2,377799		4146813	96,697
1995	Belgicko	28067,97	20,68322	65,35755	7379,737	1,466814		4181727	96,777
1996	Belgicko	27154,34	20,54338	65,62308	7527,689	2,058919		4184252	96,8452
1997	Belgicko	24532,03	20,98576	69,79047	7701,612	1,627459		4206669	96,9134
1998	Belgicko	25051,34	21,20632	69,70233	7913,059	0,954443		4245689	96,9816
1999	Belgicko	24886,87	21,41562	69,95776	7944,13	1,118421		4361766	97,0498
2000	Belgicko	22697,01	22,57596	78,14115	8247,677	2,54464		4411565	97,118
2001	Belgicko	22600,92	21,15334	77,84976	8267,187	2,474445		4313180	97,1528
2002	Belgicko	24465,33	19,15904	76,69384	8311,893	1,641901	7,152267	4405915	97,1876
2003	Belgicko	30039,09	19,35928	73,93367	8411,901	1,592817	11,0828	4438029	97,2224
2004	Belgicko	34706,69	20,89589	75,93679	8576,223	2,091939	12,28013	4531363	97,2572
2005	Belgicko	36011,47	21,93221	78,67814	8509,997	2,784303	8,926406	4639633	97,292
2006	Belgicko	37918,77	22,44997	80,76367	8683,671	1,790941	14,70819	4658050	97,3248
2007	Belgicko	43255,4	22,97753	82,54634	8614,491	1,823149	21,01479	4750408	97,3576
2008	Belgicko	47374,45	24,00375	84,9328	8521,497	4,48917	36,43075	4792365	97,3904
2009	Belgicko	43843,11	19,80108	72,79325	7903,029	-0,05315	13,90815	4806724	97,4232
2010	Belgicko	43000,15	20,58309	79,90951	8387,617	2,188616	18,55003	4896551	97,456
2011	Belgicko	46512,89	21,74598	84,31001		3,531455	19,84985	4962853	97,4854
2012	Belgicko								
1990	Bulharsko	2377,336	25,58878	33,11919	4758,732	23,8	0,019299	4084706	66,377
1991	Bulharsko	1267,734	22,59764	43,47826	4361,145	338,4491	0,510803	4017090	66,658
1992	Bulharsko	1214,485	19,88894	47,11155	3735,525	91,29793	0,40012	3956350	66,939
1993	Bulharsko	1278,517	15,28203	38,20676	3807,697	72,87879	0,369276	3901771	67,22
1994	Bulharsko	1149,378	9,391172	45,04756	3825,387	96,05734	1,086052	3865350	67,501
1995	Bulharsko	1554,722	15,69859	51,92103	4211,125	62,05483	0,691708	3823794	67,782
1996	Bulharsko	1063,076	9,042185	59,39022	4350,443	121,6075	1,226053	3784814	68,0054
1997	Bulharsko	1209,503	10,21567	58,6823	3970,131	1058,374	5,021152	3740843	68,2288
1998	Bulharsko	1581,825	16,8373	59,09442	3932,402	18,67226	4,113973	3693765	68,4522
1999	Bulharsko	1611,129	17,7547	55,98301	3613,367	2,573009	6,189635	3650553	68,6756

2000	Bulharsko	1579,348	17,97976	50,46241	3673,607	10,31626	7,761462	3610154	68,899
2001	Bulharsko	1729,191	20,23787	48,72181	3853,73	7,360951	5,861746	3508509	69,155
2002	Bulharsko	2030,789	19,68088	47,44516	3838,485	5,810131	5,661486	3433694	69,411
2003	Bulharsko	2641,788	21,15533	48,52707	3973,257	2,157107	10,14501	3371078	69,667
2004	Bulharsko	3249,287	22,74587	51,93084	3939,001	6,346133	10,52954	3427827	69,923
2005	Bulharsko	3733,263	27,55209	40,53696	4121,629	5,038844	14,18277	3374675	70,179
2006	Bulharsko	4313,431	32,14082	61,20932	4311,328	7,261613	23,71174	3498277	70,648
2007	Bulharsko	5498,036	34,09323	59,46657	4455,751	8,402487	32,9472	3591809	71,117
2008	Bulharsko	6798,138	37,54168	58,21737	4594,279	12,34877	19,86829	3669581	71,586
2009	Bulharsko	6403,148	29,36581	47,5076	4400,583	2,753187	8,022993	3605005	72,055
2010	Bulharsko	6334,678	22,88714	57,41045	4476,468	2,439009	3,91094	3526690	72,524
2011	Bulharsko	7286,642	21,92267	66,49701		4,21987	3,915919	3448917	73,0816
2012	Bulharsko								
1990	Cyprus	9641,575	27,04543	51,50056	2430,176	4,502055	2,264577	343861,8	66,776
1991	Cyprus	9696,1	25,84215	47,08565	2481,044	5,035274	1,417993	355181,4	67,0284
1992	Cyprus	11310,07	28,69896	49,45696	2837,659	6,51022	1,55438	359767,6	67,2808
1993	Cyprus	10526,14	24,0877	47,49137	3004,345	4,854167	1,265999	374018	67,5332
1994	Cyprus	11617,69	25,51565	47,68948	3057,936	4,698589	1,012349	381967,8	67,7856
1995	Cyprus	14212,05	21,91679	50,0129	2784,698	2,615818	2,628466	389982,4	68,038
1996	Cyprus	14133,33	21,60605	50,77009	2817,076	2,978925	2,500879	403907,7	68,16
1997	Cyprus	13276,73	19,363	51,83206	2868,424	3,605344	6,136836	413326,9	68,282
1998	Cyprus	14069,12	19,18953	49,78899	3100,084	2,227707	3,615418	421472	68,404
1999	Cyprus	14236,94	17,03029	51,75073	3179,934	1,63	8,31665	432677,9	68,526
2000	Cyprus	13421,66	18,32531	55,35765	3373,311	4,141658	9,177456	445050,5	68,648
2001	Cyprus	13797,15	16,43511	55,98532	3450,926	1,977056	9,760441	466162,3	68,8072
2002	Cyprus	14862,45	18,7594	50,75279	3692,3	2,801155	10,45194	478045,2	68,9664
2003	Cyprus	18428,93	17,39813	46,9668	3900,247	4,139065	6,818157	498696	69,1256
2004	Cyprus	21380,9	20,17335	47,78248	3925,892	2,286217	7,073679	514741,9	69,2848
2005	Cyprus	22430,61	19,92141	48,31942	4080,048	2,558452	6,836022	523972,5	69,444
2006	Cyprus	23863,56	20,75764	48,00492	4226,787	2,495875	10,15631	536846,3	69,6174
2007	Cyprus	27860,28	22,43214	47,94383	4379,665	2,372493	10,50945	551047,7	69,7908
2008	Cyprus	31928,4	24,22051	45,43877	4572,51	4,669171	4,009166	560532,7	69,9642
2009	Cyprus	29427,91	17,34333	40,26909	4608,671	0,37408	9,261573	571331,2	70,1376
2010	Cyprus	27889,04	18,4426	40,11451	4622,696	2,381258	0,305483	584477,7	70,311
2011	Cyprus	29372				3,289449	4,31966	594546,1	70,5086
2012	Cyprus								
1990	Česká republika	3786,861	23,09096	39,3672	5600,408			4923222	75,22
1991	Česká republika	2782,963	21,14013	45,94985	5256,302			5002841	75,1046
1992	Česká republika	3240,533	24,0983	47,66102	5077,66			5045288	74,9892
1993	Česká republika	3800,96	25,11932	47,75585	5032,404		1,666384	5097138	74,8738
1994	Česká republika	4448,875	28,26767	44,35937	5186,969	9,963986	1,910328	5144757	74,7584

1995	Česká republika	5595,616	32,13501	48,08193	5470,671	9,170306	4,443127	5159906	74,643
1996	Česká republika	6291,139	33,76791	46,50906	5729,386	8,8	2,211708	5160445	74,512
1997	Česká republika	5770,888	30,48033	49,76567	5660,06	8,547794	2,163483	5166690	74,381
1998	Česká republika	6203,713	28,55257	52,25043	5604,81	10,62659	5,793887	5188159	74,25
1999	Česká republika	6044,981	27,49831	53,33042	5493,852	2,143131	10,15446	5207970	74,119
2000	Česká republika	5724,825	29,92896	60,93396	5694,233	3,902835	8,480382	5183777	73,988
2001	Česká republika	6288,804	29,6709	62,61729	5880,726	4,705812	8,762224	5163581	73,93
2002	Česká republika	7685,089	28,17225	57,64178	5889,649	1,785099	10,83403	5152749	73,872
2003	Česká republika	9335,667	27,04982	59,08995	6066,896	0,107709	2,121127	5148930	73,814
2004	Česká republika	11156,67	27,10954	62,98029	6218,863	2,827271	4,367381	5146145	73,756
2005	Česká republika	12705,61	26,50325	64,43443	6342,135	1,846171	8,921001	5181349	73,698
2006	Česká republika	14445,73	27,69186	66,97473	6509,312	2,528105	3,722241	5203847	73,6512
2007	Česká republika	17467,43	29,8026	68,21581	6495,932	2,927443	5,875569	5213491	73,6044
2008	Česká republika	21627,16	28,94195	64,44779	6464,393	6,350986	2,915303	5240676	73,5576
2009	Česká republika	18805,65	23,84735	58,95252	6114,038	1,044812	1,454652	5284725	73,5108
2010	Česká republika	18866,86	24,78873	66,58478	6321,038	1,408718	3,083034	5280661	73,464
2011	Česká republika	20580,18	24,50944	72,89047		1,936389	1,041118	5269185	73,4424
2012	Česká republika								
1990	Dánsko	26422,83	19,93712	37,15372	5944,828	2,652716	0,833452	2913556	84,843
1991	Dánsko	26520,39	18,66776	38,54406	6217,336	2,36796	1,13576	2914683	84,8702
1992	Dánsko	29043,66	17,8727	37,85053	6236,258	2,101981	0,677374	2919549	84,8974
1993	Dánsko	27102,85	16,24309	37,36561	6306,87	1,250985	1,217953	2896373	84,9246
1994	Dánsko	29502,09	17,62586	37,69199	6539,536	1,994357	3,259375	2780833	84,9518
1995	Dánsko	34773,68	19,50694	37,52743	6424,537	2,098436	2,274613	2824150	84,979
1996	Dánsko	35043,36	19,03677	37,8296	6646,686	2,11136	0,419357	2837345	85,0032
1997	Dánsko	32248,96	20,81036	38,73446	6607,201	2,195791	1,637964	2858331	85,0274
1998	Dánsko	32738,68	21,53702	38,16976	6504,256	1,853178	3,843674	2847138	85,0516
1999	Dánsko	32685,32	19,83612	40,66048	6508,513	2,478685	9,685791	2879104	85,0758
2000	Dánsko	29980,16	21,18175	46,50759	6482,489	2,924779	22,49671	2864614	85,1

2001	Dánsko	29946,38	20,36379	47,19376	6490,093	2,35	5,786781	2878457	85,2512
2002	Dánsko	32344,32	20,40755	47,18726	6533,752	2,426315	2,548126	2879652	85,4024
2003	Dánsko	39443,27	19,6307	45,30299	6602,636	2,09062	0,557245	2872393	85,5536
2004	Dánsko	45282,07	20,35957	45,31804	6615,57	1,160165	-3,59753	2905971	85,7048
2005	Dánsko	47546,59	20,82547	48,989	6659	1,808805	4,980784	2902347	85,856
2006	Dánsko	50462,23	22,714	52,06983	6824,746	1,890073	0,881969	2933043	86,0438
2007	Dánsko	57021,17	23,36816	52,21847	6668,39	1,714031	3,792158	2937938	86,2316
2008	Dánsko	62596,49	22,366	54,73484	6534,124	3,399475	0,637199	2966072	86,4194
2009	Dánsko	56226,58	16,92952	47,64247	6219,701	1,326372	1,261722	2970572	86,6072
2010	Dánsko	56485,89	16,77567	50,36647	6327,326	2,29773	-3,75269	2940067	86,795
2011	Dánsko	59889,01	17,60033	53,4089		2,756602	3,928341	2948761	86,9308
2012	Dánsko								
1990	Estónsko				5890,36			843776,7	71,128
1991	Estónsko				5782,949			824277,1	70,8982
1992	Estónsko				4742,706			795151,2	70,6684
1993	Estónsko				3953,477	89,81195		759390,1	70,4386
1994	Estónsko				4316,54	47,65469		729698,1	70,2088
1995	Estónsko	2629,02	28,19601	68,07326	4310,771	28,77661	5,334727	701383,8	69,979
1996	Estónsko	3339,859	28,12235	61,87982	4648,932	23,05034	3,177371	694108,7	69,8634
1997	Estónsko	3609,826	30,89739	71,74322	4878,763	10,58188	5,269592	688310,4	69,7478
1998	Estónsko	4035,564	31,00934	74,55956	4786,619	8,208333	10,37777	678375,4	69,6322
1999	Estónsko	4150,034	25,30805	70,44445	4517,124	3,296111	5,345644	663308,6	69,5166
2000	Estónsko	4143,93	28,38857	84,59428	4628,646	4,025945	6,824641	657223,2	69,401
2001	Estónsko	4572,912	27,91136	79,82725	4770,175	5,739268	8,696728	659533,4	69,4058
2002	Estónsko	5386,39	32,2886	70,93084	4898,266	3,571283	3,887886	647177	69,4106
2003	Estónsko	7270,283	33,14753	69,19016	5269,08	1,338289	9,33863	667507,5	69,4154
2004	Estónsko	8912,794	33,06636	73,07458	5482,884	3,048072	8,031116	667056,3	69,4202
2005	Estónsko	10330,28	33,78492	77,71798	5567,207	4,08969	22,48955	670542,8	69,425
2006	Estónsko	12503,09	38,69689	72,70032	5883,68	4,429915	13,16892	691299,2	69,4322
2007	Estónsko	16392,72	38,63733	67,07203	6272,77	6,597639	15,59105	692936,1	69,4394
2008	Estónsko	17738,48	29,97042	71,04814	6347,549	10,3656	7,876909	702063,9	69,4466
2009	Estónsko	14263,99	18,45166	65,05439	5950,289	-0,08478	9,764408	699639,9	69,4538
2010	Estónsko	14062,23	20,25396	79,42897	6464,149	2,97558	10,88663	697270,5	69,461
2011	Estónsko	16534,22	24,75685	91,50919		4,977615	1,968373	700504,4	69,5178
2012	Estónsko								
1990	Fínsko	27852,29	28,4753	22,53012	12485,68	6,102895	0,584787	2615122	79,367
1991	Fínsko	24991,46	22,13643	21,6553	12470,73	4,115953	-0,18588	2573442	79,6862
1992	Fínsko	21850,73	18,77282	25,96894	12514,1	2,601973	0,359776	2532000	80,0054
1993	Fínsko	17240,23	16,31671	31,8171	13012,67	2,101072	0,988619	2509076	80,3246
1994	Fínsko	19776,74	17,5026	34,79594	13603,28	1,085913	1,486392	2489401	80,6438
1995	Fínsko	25609,14	18,18996	36,47256	13591,4	0,985222	0,798224	2514606	80,963
1996	Fínsko	25037,85	17,77749	37,2265	13721,92	0,616615	0,871528	2523058	81,207
1997	Fínsko	23928,21	19,17396	38,76048	14454,94	1,195031	1,73067	2510831	81,451
1998	Fínsko	25179,6	20,36594	38,57636	14846,42	1,399131	9,269683	2531790	81,695
1999	Fínsko	25229,6	19,55838	38,83144	15075,87	1,159265	3,567426	2581636	81,939
2000	Fínsko	23529,54	20,86463	43,57653	15303,86	3,367667	7,49254	2613986	82,183

2001	Fínsko	24025,12	20,47197	41,50752	15709,3	2,566239	3,000133	2629537	82,3274
2002	Fínsko	25993,84	19,14568	40,52741	16138,14	1,562145	6,122002	2636570	82,4718
2003	Fínsko	31508,88	19,41648	38,70035	16442,89	0,877439	2,113985	2626166	82,6162
2004	Fínsko	36162,66	19,99199	39,86182	16774,89	0,187123	1,51841	2621520	82,7606
2005	Fínsko	37318,8	21,84667	41,76105	16115,98	0,861059	5,555184	2640264	82,905
2006	Fínsko	39487,05	21,30365	45,49392	17212,95	1,566667	2,227279	2682611	83,0356
2007	Fínsko	46538,17	22,88828	45,8116	17161,24	2,510666	8,932383	2709259	83,1662
2008	Fínsko	51186,49	22,26046	46,83471	16349,8	4,065952	7,134224	2736987	83,2968
2009	Fínsko	44837,71	18,55639	37,34491	15241,61	0	-3,68722	2693104	83,4274
2010	Fínsko	43863,97	18,54348	40,27215	16482,79	1,215198	5,197041	2695785	83,558
2011	Fínsko	48842,96	20,93156	40,76807		3,416809	-2,18746	2696975	83,6878
2012	Fínsko								
1990	Francúzsko	21300,82	21,6832	21,48123	5950,98	3,380057	1,05961	25937299	74,056
1991	Francúzsko	21268,25	20,86747	21,81121	6359,659	3,216935	1,216691	25798209	74,2272
1992	Francúzsko	23330,27	19,24452	21,80807	6475,754	2,365765	1,590678	25981868	74,3984
1993	Francúzsko	21944,04	16,81629	21,19816	6453,084	2,10601	1,600153	26091146	74,5696
1994	Francúzsko	23059,25	17,65183	22,03316	6530,701	1,660873	1,154754	26141356	74,7408
1995	Francúzsko	26403,14	17,91463	22,9553	6618,564	1,778116	1,509883	26251454	74,912
1996	Francúzsko	26321,73	17,02931	23,38759	6905,29	2,004778	1,397013	26570860	75,3086
1997	Francúzsko	23705,84	16,83458	25,92566	6833,307	1,221996	1,62139	26569258	75,7052
1998	Francúzsko	24405,89	18,15769	26,4677	7015,681	0,595238	2,009597	26773709	76,1018
1999	Francúzsko	24075,04	18,80865	26,35442	7149,494	0,533378	3,157503	27067235	76,4984
2000	Francúzsko	21774,94	19,89173	28,81383	7237,504	1,699411	3,19523	27254471	76,895
2001	Francúzsko	21812,19	19,55559	28,36028	7347,448	1,630258	3,7617	27396002	77,827
2002	Francúzsko	23494,41	18,59133	27,50453	7301,593	1,916907	3,413751	27731919	78,759
2003	Francúzsko	28794,07	18,46038	25,91105	7531,481	2,109074	2,402723	28363663	79,691
2004	Francúzsko	32784,84	19,21668	26,1436	7665,259	2,134875	1,596987	28597567	80,623
2005	Francúzsko	33818,97	19,96995	26,35964	7655,488	1,735587	4,155494	28885283	81,555
2006	Francúzsko	35457,05	20,86287	27,02352	7536,376	1,683726	3,93019	29050405	82,2898
2007	Francúzsko	40341,91	21,96411	26,85638	7520,163	1,488074	3,604075	29292930	83,0246
2008	Francúzsko	43991,7	21,94817	26,94886	7649,815	2,813915	2,263787	29569719	83,7594
2009	Francúzsko	40487,89	18,94969	23,36896	7339,947	0,088084	1,025893	29836240	84,4942
2010	Francúzsko	39186,02	19,2921	25,53405	7735,191	1,529639	1,484329	29946130	85,229
2011	Francúzsko	42521,81	20,75909	26,8953		2,117487	1,626383	30065127	85,7434
2012	Francúzsko								
1990	Grécko	9190,344	24,51078	18,14468	3234,057	20,40457	1,076646	4182950	58,843
1991	Grécko	9775,541	25,26529	17,43386	3273,405	19,47285	1,132048	4133310	58,9318
1992	Grécko	10687,47	22,6011	18,26776	3407,951	15,8659	1,032233	4256627	59,0206
1993	Grécko	9914,111	21,50901	17,2474	3457,733	14,41449	0,941629	4323029	59,1094
1994	Grécko	10536,05	20,27015	17,73586	3584,845	10,92279	0,882295	4420034	59,1982
1995	Grécko	12273,61	19,98769	17,7109	3683,805	8,937057	0,806759	4513487	59,287
1996	Grécko	12888,82	20,9206	17,61504	3796,745	8,196219	0,766508	4629576	59,3768
1997	Grécko	12495,06	21,22559	19,79683	3946,456	5,538973	0,730767	4660152	59,4666
1998	Grécko	12485,06	22,58123	19,95615	4131,656	4,766226		4775784	59,5564
1999	Grécko	12238,59	23,82615	22,54364	4268,381	2,636783	0,425941	4840264	59,6462
2000	Grécko	11396,23	25,27512	25,72699	4539,417	3,166083	0,870773	4870258	59,736

2001	Grécko	11857,74	25,1533	24,86599	4681,297	3,373966	1,220717	4814089	59,852
2002	Grécko	13292,35	24,18043	21,80641	4871,426	3,629363	0,036331	4888911	59,968
2003	Grécko	17494,44	26,53103	20,70947	5047,211	3,530651	0,690532	4961733	60,084
2004	Grécko	20607,18	24,39612	23,13073	5149,931	2,898848	0,923442	5052590	60,2
2005	Grécko	21620,72	21,40472	23,20988	5241,551	3,545073	0,287393	5076664	60,316
2006	Grécko	23475,28	24,64697	23,15091	5372,132	3,195946	2,066858	5137047	60,4966
2007	Grécko	27288,33	26,72133	23,78905	5627,833	2,895001	0,640952	5156724	60,6772
2008	Grécko	30398,78	24,01243	24,13024	5722,921	4,152796	1,678428	5174590	60,8578
2009	Grécko	28451,92	18,57482	19,26339	5540,222	1,210074	0,860576	5240568	61,0384
2010	Grécko	25850,5	17,53537	22,24331	5245,633	4,712945	0,182525	5268148	61,219
2011	Grécko	25630,79	16,10853	25,05493		3,329906	0,37703	5290836	61,4628
2012	Grécko								
1990	Holandsko	19721,83	23,45517	56,45388	5218,135	2,454089	3,620446	6882887	68,684
1991	Holandsko	20130,67	22,57523	57,17416	5327,41	3,133333	1,853812	7004257	69,5094
1992	Holandsko	22142,43	22,56661	55,37628	5441,655	3,183581	1,840052	7093533	70,3348
1993	Holandsko	21418,4	20,57802	54,58366	5494,112	2,584182	1,948213	7175102	71,1602
1994	Holandsko	22830	20,81655	56,78681	5643,042	2,801527	2,029247	7299306	71,9856
1995	Holandsko	27101,95	21,02234	59,36526	5747,006	1,92322	2,913381	7379309	72,811
1996	Holandsko	26913,52	21,69849	59,63128	5943,724	2,016667	3,972524	7471698	73,6086
1997	Holandsko	24760,9	22,25914	63,31606	6124,024	2,176171	2,854437	7672013	74,4062
1998	Holandsko	25634,62	22,75288	62,56235	6306,595	1,985462	9,342868	7819362	75,2038
1999	Holandsko	26021,64	22,86189	63,04024	6400,23	2,193026	10,00537	7972655	76,0014
2000	Holandsko	24179,73	22,03129	70,0823	6559,538	2,316666	16,39132	8157730	76,799
2001	Holandsko	24968,82	21,48411	67,27611	6652,674	4,162337	12,97369	8309210	77,4736
2002	Holandsko	27110,61	19,68707	64,15327	6693,757	3,286686	5,814693	8440228	78,1482
2003	Holandsko	33177,36	19,3081	63,00475	6751,122	2,112539	3,79719	8481125	78,8228
2004	Holandsko	37458,43	18,98352	66,39284	7017,231	1,23835	0,717939	8541916	79,4974
2005	Holandsko	39122,29	19,01299	69,62371	6987,74	1,674081	6,948044	8584798	80,172
2006	Holandsko	41458,93	20,00922	72,83661	7054,832	1,167653	2,972628	8667085	80,687
2007	Holandsko	47770,8	20,42891	74,19535	7209,937	1,61418	16,24334	8813192	81,202
2008	Holandsko	52951,03	20,49788	76,27527	7226,07	2,48655	1,301168	8951521	81,717
2009	Holandsko	48173,91	18,40275	68,56699	6895,664	1,189905	4,30363	9047937	82,232
2010	Holandsko	46622,9	17,9806	78,2167	7009,524	1,275553	-0,9952	8882337	82,747
2011	Holandsko	50085,06	18,09234	82,99708		2,354218	2,096941	8927303	83,132
2012	Holandsko								
1990	Írsko	13782,27	20,5159	56,03931	3767,529	3,274112	1,295532	1354260	56,906
1991	Írsko	13837,18	18,74861	56,93626	3897,873	3,194888	2,77436	1382649	57,1088
1992	Írsko	15435,48	15,85542	59,82869	4104,9	3,11979	2,62481	1376422	57,3116
1993	Írsko	14396,92	14,74254	64,9111	4185,097	1,408776	2,177561	1410031	57,5144
1994	Írsko	15620,68	15,73825	69,61609	4351,064	2,345707	1,494764	1445351	57,7172
1995	Írsko	18818,43	17,98645	75,31152	4525,276	2,514464	2,129983	1466380	57,92
1996	Írsko	20401,53	19,65064	77,14875	4787,891	1,693076	3,52772	1516418	58,1652
1997	Írsko	22146,06	21,37558	79,28631	4976,633	1,437211	3,370922	1556239	58,4104
1998	Írsko	23767,47	23,30066	86,77993	5201,611	2,426878	12,5051	1628509	58,6556
1999	Írsko	25731,12	23,69593	89,05329	5433,865	1,640271	18,96476	1700458	58,9008
2000	Írsko	25610,44	23,89047	97,41852	5796,056	5,56483	26,16772	1756229	59,146

2001	Írsko	27228,81	22,7139	99,5489	5896,939	4,872355	9,093013	1799024	59,4122
2002	Írsko	31324,71	22,12089	93,69853	6035,687	4,651952	23,93288	1846560	59,6784
2003	Írsko	39771,45	23,2935	83,20235	6092,549	3,479883	14,09951	1892574	59,9446
2004	Írsko	45818,25	24,68294	83,35775	6168,399	2,194873	-5,89528	1947675	60,2108
2005	Írsko	48739,53	27,20969	81,28589	6241,716	2,431541	23,19504	2051501	60,477
2006	Írsko	52333,43	28,08381	79,16908	6370,852	3,938895	9,903618	2123298	60,7612
2007	Írsko	59286,56	26,17608	80,74477	6278,732	4,879925	23,20531	2184741	61,0454
2008	Írsko	59206,75	21,79867	83,95552	6432,228	4,053506	8,876287	2196204	61,3296
2009	Írsko	50245,55	14,9503	90,75736	6049,866	-4,47994	24,07373	2147374	61,6138
2010	Írsko	46018,58	11,6253	100,8457	6026,566	-0,94617	18,34045	2122113	61,898
2011	Írsko	48248,94	10,27614	104,9049		2,57887	5,210568	2174578	62,205
2012	Írsko								
1990	Litva	2841,308	32,61194	52,08955	4023,432			1901177	67,583
1991	Litva	2777,174	24,28916	29,63855	4022,533			1886641	67,5234
1992	Litva	2314,067	15,734	23,35291	3166,929			1870423	67,4638
1993	Litva	2016,122	19,16652	82,54444	2494,424	410,241	0,406422	1845367	67,4042
1994	Litva	1902,752	18,41813	55,37624	2498,945	72,15014	0,44987	1820110	67,3446
1995	Litva	2178,196	21,29258	47,41164	2538,645	39,6568	0,917881	1791672	67,285
1996	Litva	2339,674	19,85261	49,96826	2735,441	24,61813	1,808559	1761505	67,2252
1997	Litva	2833,094	23,87745	51,57868	2727,728	8,87789	3,49998	1729853	67,1654
1998	Litva	3170,752	25,19271	45,056	2825,885	5,074934	8,223928	1710881	67,1056
1999	Litva	3113,12	22,18409	38,62984	2702,428	0,753709	4,433879	1713310	67,0458
2000	Litva	3267,347	18,88938	44,74712	2516,905	1,006787	3,313524	1683892	66,986
2001	Litva	3492,733	19,28515	49,78483	2687,795	1,355135	3,666558	1650918	66,9158
2002	Litva	4082,924	20,69211	52,70587	2827,559	0,298343	5,030036	1644605	66,8456
2003	Litva	5387,263	21,87769	51,15468	3052,801	-1,14575	0,96288	1711129	66,7754
2004	Litva	6564,094	22,70271	52,05207	3142,4	1,181322	3,428386	1636220	66,7052
2005	Litva	7603,967	23,90814	57,53215	3101,364	2,643463	4,57982	1606306	66,635
2006	Litva	8864,992	26,33526	59,08376	3230,623	3,745037	6,820147	1588932	66,7082
2007	Litva	11584,24	30,87035	54,09171	3411,82	5,730244	5,946344	1598795	66,7814
2008	Litva	14071,27	26,70928	59,87739	3555,864	10,92741	4,038701	1607234	66,8546
2009	Litva	11033,59	10,60865	54,62958	3430,798	4,436017	0,051893	1633349	66,9278
2010	Litva	11148,94	17,55395	67,86663	3270,638	1,334234	2,354615	1621550	67,001
2011	Litva	14154,61	20,00336	77,99353		4,133333	3,36454	1506729	67,1152
2012	Litva								
1990	Lotyšsko	2796,313	40,08648	47,7098	3396,728			1443693	69,25
1991	Lotyšsko	2549,033	33,73452	35,24856	3285,317			1406337	69,15
1992	Lotyšsko	1854,411	41,2353	79,94409	2638,909	243,2668	0,606538	1357578	69,05
1993	Lotyšsko	1743,067	9,176551	73,2379	2048,149	108,7677	1,009918	1302999	68,95
1994	Lotyšsko	2007,685	19,12362	46,45777	1973,229	35,92509	4,237486	1251011	68,85
1995	Lotyšsko	2106,882	14,30565	42,67276	1997,138	24,97943	3,430627	1204727	68,75
1996	Lotyšsko	2273,011	17,35639	46,81577	1992,901	17,61128	6,833912	1160328	68,6134
1997	Lotyšsko	2521,007	19,53184	46,84667	2056,435	8,437832	8,495567	1152325	68,4768
1998	Lotyšsko	2745,604	24,07953	47,1803	2129,859	4,658304	5,393717	1145941	68,3402
1999	Lotyšsko	3048,977	23,43257	40,36807	2072,804	2,358843	4,769141	1116290	68,2036
2000	Lotyšsko	3300,935	23,70991	41,64179	2077,552	2,648592	5,266136	1087750	68,067

2001	Lotyšsko	3529,94	26,60777	41,57739	2196,593	2,478667	1,587865	1098098	68,0536
2002	Lotyšsko	3983,019	26,67442	40,87473	2279,118	1,923077	2,722554	1138513	68,0402
2003	Lotyšsko	4810,67	28,75276	42,07091	2453,833	2,956623	2,713103	1123368	68,0268
2004	Lotyšsko	5950,128	33,03403	43,96019	2551,432	6,187417	4,628106	1129041	68,0134
2005	Lotyšsko	6973,161	34,38973	47,84912	2702,877	6,743172	5,060517	1131354	68
2006	Lotyšsko	8713,068	39,68993	44,88435	2876,377	6,533878	8,539734	1161169	67,9432
2007	Lotyšsko	12638,15	40,392	42,346	3063,574	10,10717	9,433114	1187528	67,8864
2008	Lotyšsko	14857,89	31,17413	42,81595	3087,251	15,4032	4,261737	1214948	67,8296
2009	Lotyšsko	11475,69	20,27773	43,88746	2874,713	3,527673	-0,17004	1185740	67,7728
2010	Lotyšsko	10743,28	19,67381	53,47973	3025,894	-1,08825	1,800094	1151326	67,716
2011	Lotyšsko	13806,97	24,48749	58,84678		4,382853	5,28657	1068632	67,714
2012	Lotyšsko								
1990	Luxembursko	33177,05	23,65955	101,5482	13667,67	3,701983		160313,9	80,947
1991	Luxembursko	35439,25	25,28888	101,4389	14087,86	3,118359		165933,7	81,3362
1992	Luxembursko	39229,82	21,99686	100,4134	12927,9	3,154169		170275,7	81,7254
1993	Luxembursko	39721,41	22,16162	100,6845	12632,24	3,57792		170127,9	82,1146
1994	Luxembursko	43554,6	20,96425	104,0196	13665,07	2,204809		171984,2	82,5038
1995	Luxembursko	50592,53	19,57692	106,4019	14920,77	1,915249		167984,6	82,893
1996	Luxembursko	49681,1	20,16588	111,1457	14629,73	1,393468		171619,5	83,0648
1997	Luxembursko	44139,79	22,21505	120,9226	15134,1	1,367511		174176,5	83,2366
1998	Luxembursko	45565,16	23,31084	127,5245	15460,32	0,958566		176826,8	83,4084
1999	Luxembursko	49213,97	23,92102	134,2833	14990,42	1,004837		181872,7	83,5802
2000	Luxembursko	46453,25	23,1335	150,0145	15668,12	3,147372		188848,1	83,752
2001	Luxembursko	45743,43	24,40806	146,6371	15618,59	2,667458		189305,3	83,7872
2002	Luxembursko	50582,83	21,93473	140,71	15978,04	2,074076	4,322664	195335,4	83,8224
2003	Luxembursko	64531,99	22,06637	137,0334	16258,88	2,04984	24,68819	195302,2	83,8576
2004	Luxembursko	74388,71	21,67975	152,3912	16300,11	2,225681	33,59731	201695,2	83,8928
2005	Luxembursko	80925,22	22,44371	155,8371	15642	2,489582	172,7155	207814,9	83,928
2006	Luxembursko	90015,53	20,28743	169,8901	16454,49	2,675833	34,86542	213562,5	84,1796
2007	Luxembursko	106919,5	20,96259	175,8974	16350,24	2,303366	67,34178	215889,3	84,4312
2008	Luxembursko	112028,5	21,52121	181,7797	15935,74	3,400265	89,79689	220779,5	84,6828
2009	Luxembursko	100541,2	16,48009	163,5399	14423,96	0,369816	-63,4124	234862,6	84,9344
2010	Luxembursko	103574,2	19,40109	172,3667	16833,91	2,273405	-161,24	238395,6	85,186
2011	Luxembursko	114210,8	21,09697	176,4903		3,409796	31,02237	244090,3	85,4134
2012	Luxembursko								
1990	Maďarsko	3186,444	25,38791	31,1444	3426,551	28,97015	1,675359	4525874	65,838
1991	Maďarsko	3287,889	19,73071	33,19045	3223,919	34,23401	4,286976	4508572	65,7122
1992	Maďarsko	3665,57	15,50838	31,85982	3116,013	22,9498	3,891563	4550978	65,5864
1993	Maďarsko	3801,87	19,24961	26,75697	2995,987	22,45105	5,967083	4381387	65,4606
1994	Maďarsko	4095,681	21,40679	29,30552	3025,711	18,86639	2,700662	4249400	65,3348
1995	Maďarsko	4411,034	21,80161	45,21284	3066,522	28,30287	10,54434	4180351	65,209
1996	Maďarsko	4454,43	23,77367	48,96626	3162,375	23,42814	7,160651	4139229	65,0822
1997	Maďarsko	4521,964	25,03148	55,35554	3188,382	18,31413	8,92868	4076182	64,9554
1998	Maďarsko	4670,655	27,65016	61,74967	3215,68	14,17507	6,971614	4068965	64,8286
1999	Maďarsko	4713,54	26,09193	64,61696	3321,407	10,03093	6,854569	4152706	64,7018
2000	Maďarsko	4542,721	27,10021	74,60438	3309,284	9,780586	5,972715	4178897	64,575

2001	Maďarsko	5175,026	25,24386	71,98411	3426,723	9,156272	7,48069	4156582	64,933
2002	Maďarsko	6535,294	24,67004	63,25006	3545,171	5,261541	4,538146	4158101	65,291
2003	Maďarsko	8246,996	23,64923	61,40647	3637,278	4,648458	2,606284	4219345	65,649
2004	Maďarsko	10084,52	25,90483	63,3457	3680,168	6,77996	4,200895	4223385	66,007
2005	Maďarsko	10936,95	24,53596	65,94711	3771,365	3,550808	7,7096	4270023	66,365
2006	Maďarsko	11173,57	24,14015	77,74417	3882,491	3,878312	16,59842	4309122	66,885
2007	Maďarsko	13534,71	22,43102	81,30456	3976,519	7,935009	51,89585	4296178	67,405
2008	Maďarsko	15364,68	23,54211	81,65984	3988,768	6,066157	48,62239	4272341	67,925
2009	Maďarsko	12634,55	17,93262	77,59069	3773,154	4,20919	-2,34229	4272865	68,445
2010	Maďarsko	12795,65	18,68366	86,9405	3876,491	4,881345	-16,1454	4319017	68,965
2011	Maďarsko	13909,02	19,50631	91,33482		3,957267	8,155017	4317150	69,4358
2012	Maďarsko								
1990	Malta	7192,394	30,62668	75,83362	2823,503	2,983406	1,797741	136424,6	90,381
1991	Malta	7688,028	28,96002	77,37196	3659,215	2,542193	2,799143	138114,5	90,494
1992	Malta	8365,013	25,27804	81,75958	3792,283	1,633212	1,308509	139146,2	90,607
1993	Malta	7428,476	27,37688	84,81218	3783,89	4,14482	2,083333	140536,3	90,72
1994	Malta	8149,416	28,09763	85,96184	3804,958	4,129922	5,058957	141374,1	90,833
1995	Malta	9717,502	29,60411	83,08337	3995,324	4,426646	3,589019	143108	90,946
1996	Malta	9852,31	26,27311	77,42134	3863,832	2,054	7,984674	144807,4	91,2304
1997	Malta	9683,145	21,67019	76,27575	3904,21	3,112078	2,26417	146099,1	91,5148
1998	Malta	10091,28	19,17498	78,87561	4002,479	2,385251	7,433125	147942,9	91,7992
1999	Malta	10301,42	18,23364	82,88445	4288,802	2,134769	21,94008	149738,9	92,0836
2000	Malta	10377,04	25,27606	90,55707	4410,496	2,369593	15,18762	151726,3	92,368
2001	Malta	9967,79	17,23928	80,45484	4292,315	2,929492	6,129274	159942,3	92,6234
2002	Malta	10849,75	13,59865	83,12209	4500,352	2,18849	-10,0071	161053,7	92,8788
2003	Malta	12844,59	15,70009	78,83166	4872,272	1,303838	19,66914	162988,8	93,1342
2004	Malta	14064,23	14,96833	78,41268	4797,293	2,790828	7,002968	160546,3	93,3896
2005	Malta	14809,93	18,07897	76,81433	4912,873	3,007967	11,59042	164411,2	93,645
2006	Malta	15723,42	19,60506	86,48654	4884,254	2,773264	27,78497	166387,1	93,8502
2007	Malta	18368,99	21,23701	89,21926	4845,373	1,251349	11,16406	170911,1	94,0554
2008	Malta	20765,37	17,78828	87,77869	4806,409	4,256737	10,71917	173727,8	94,2606
2009	Malta	19564,2	14,75224	78,77639	4417,97	2,085357	10,86616	175472,3	94,4658
2010	Malta	19624,85	13,86829	88,18405	4156,3	1,516834	13,68296	179712,5	94,671
2011	Malta	21963,81	12,16775	95,14414		2,721905	5,065329	180321,2	94,8232
2012	Malta								
1990	Nemecko	21583,84	23,15892	24,80013	6639,732		0,17521	37265352	73,118
1991	Nemecko	22603,62	24,03949	25,70051	6564,797		0,262539	39908363	73,1516
1992	Nemecko	25604,73	23,48823	24,0148	6445,874	5,07733	-0,10256	39828888	73,1852
1993	Nemecko	24735,62	22,16277	21,99187	6288,416	4,434976	0,019993	39782719	73,2188
1994	Nemecko	26375,85	22,45876	22,8347	6244,957	2,744553	0,339403	39696976	73,2524
1995	Nemecko	30887,87	22,33757	23,74087	6327,71	1,723671	0,475075	39749048	73,286
1996	Nemecko	29749,97	21,27787	24,80373	6403,334	1,446061	0,26382	39963147	73,2422
1997	Nemecko	26296,53	21,33117	27,39831	6427,799	1,880192	0,593187	40147352	73,1984
1998	Nemecko	26547,78	21,84722	28,58295	6479,49	0,935622	1,085124	40508874	73,1546
1999	Nemecko	25956,64	21,79682	29,40356	6505,133	0,569776	2,623438	40424658	73,1108
2000	Nemecko	22945,71	22,29988	33,38462	6635,421	1,471334	11,13684	40378462	73,067

2001	Nemecko	22840,27	20,34588	34,789	6762,653	1,983857	1,391423	40562937	73,1246
2002	Nemecko	24325,67	18,07241	35,67067	6900,781	1,420807	2,671464	40546810	73,1822
2003	Nemecko	29367,41	17,85285	35,71967	6983,337	1,034223	1,276252	40276006	73,2398
2004	Nemecko	33040,05	17,63082	38,54989	7082,531	1,665736	-0,35956	40814174	73,2974
2005	Nemecko	33542,78	17,26893	41,31766	7113,412	1,546911	1,512923	41332158	73,355
2006	Nemecko	35237,6	18,13475	45,51363	7174,138	1,577429	1,913528	41676412	73,447
2007	Nemecko	40402,99	19,26086	47,16533	7184,309	2,298341	0,868273	42001765	73,539
2008	Nemecko	44132,04	19,25903	48,15224	7149,109	2,628383	0,456198	42080880	73,631
2009	Nemecko	40275,25	16,45483	42,38956	6753,058	0,312738	1,10353	42195432	73,723
2010	Nemecko	40163,82	17,48818	47,00505	7162,203	1,103809	0,852232	42202882	73,815
2011	Nemecko	44021,22	18,2639	50,17396		2,075173	1,188254	42277708	73,9444
2012	Nemecko								
1990	Poľsko	1693,736	24,33241	26,19559	3272,302	555,3812	0,137878	18078639	61,27
1991	Poľsko	2187,151	18,91185	21,50854	3088,229	76,70622	0,347877	17929741	61,3146
1992	Poľsko	2405,793	14,41042	21,67084	2961,396	45,3292	0,734601	17813037	61,3592
1993	Poľsko	2443,078	14,77418	20,97393	2977,712	36,86581	1,825163	17786776	61,4038
1994	Poľsko	2812,603	16,74115	21,61797	2993,178	33,25213	1,729622	17618732	61,4484
1995	Poľsko	3603,103	18,71616	23,19955	3060,889	28,0717	2,631205	17417692	61,493
1996	Poľsko	4056,612	20,87535	22,30847	3159,042	19,81722	2,870744	17365006	61,5376
1997	Poľsko	4066,112	23,42938	23,40803	3206,238	15,08162	3,123055	17349192	61,5822
1998	Poľsko	4471,96	25,06149	25,98127	3206,592	11,72515	3,681286	17393291	61,6268
1999	Poľsko	4340,418	25,25943	24,19151	3171,757	7,275	4,332494	17212025	61,6714
2000	Poľsko	4454,08	24,84974	27,12439	3239,657	10,05982	5,454934	17365041	61,716
2001	Poľsko	4978,574	20,77097	27,05602	3260,033	5,491248	3,000722	17355350	61,664
2002	Poľsko	5183,823	18,62381	28,63484	3208,392	1,900174	2,084475	17202621	61,612
2003	Poľsko	5674,737	18,74244	33,31388	3324,471	0,787919	2,116689	17221938	61,56
2004	Poľsko	6620,07	20,06862	37,49235	3416,119	3,576547	5,03068	17293719	61,508
2005	Poľsko	7963,021	19,26621	37,08505	3437,324	2,107051	3,636247	17450630	61,456
2006	Poľsko	8958,012	21,0524	40,35505	3584,962	1,114944	6,297891	17334574	61,3538
2007	Poľsko	11157,27	24,44531	40,75728	3661,646	2,38806	6,012628	17332848	61,2516
2008	Poľsko	13886,47	23,90012	39,8968	3725,749	4,349378	2,839079	17586185	61,1494
2009	Poľsko	11294,87	20,34712	39,44039	3590,832	3,825978	3,338924	17868450	61,0472
2010	Poľsko	12302,03	20,99763	42,24028	3783,082	2,707452	3,634801	18141020	60,945
2011	Poľsko	13382,07	22,05812	45,07073		4,224147	2,966256	18324701	60,8948
2012	Poľsko								
1990	Portugalsko	7779,436	27,49497	29,60362	2541,866	13,37246	3,360621	4813941	47,915
1991	Portugalsko	8832,693	25,52869	26,94296	2674,591	10,92623	2,780969	4915524	48,5538
1992	Portugalsko	10647,67	24,74248	24,82296	2810,946	8,941667	1,764775	4799847	49,1926
1993	Portugalsko	9390,579	21,96478	23,95165	2798,171	6,501951	1,636274	4806411	49,8314
1994	Portugalsko	9831,865	22,76353	25,5079	2867,23	5,214393	1,290902	4863499	50,4702
1995	Portugalsko	11619,33	23,996	27,16844	3075,558	4,123148	0,587383	4863108	51,109
1996	Portugalsko	12045,78	24,20795	27,20956	3197,797	3,120698	1,111746	4943254	51,767
1997	Portugalsko	11461,7	26,24466	27,75545	3358,398	2,161612	2,037507	5049427	52,425
1998	Portugalsko	12129,08	28,10734	27,92714	3555,827	2,71644	2,445334	5088813	53,083
1999	Portugalsko	12428,67	28,71372	27,08345	3812,347	2,303886	0,923535	5136011	53,741
2000	Portugalsko	11470,9	28,42961	28,93473	4013,951	2,846721	5,6962	5220309	54,399

2001	Portugalsko	11690,67	27,71629	28,07518	4147,576	4,394757	5,130638	5317678	55,0342
2002	Portugalsko	12758,54	25,74072	27,60076	4292,271	3,545052	1,326539	5399958	55,6694
2003	Portugalsko	15509,13	23,48916	27,6228	4383,169	3,283333	4,480196	5444175	56,3046
2004	Portugalsko	17653,57	23,98359	28,04501	4525,722	2,355979	0,895727	5463547	56,9398
2005	Portugalsko	18185,62	23,5469	27,65869	4662,529	2,293867	2,308035	5528964	57,575
2006	Portugalsko	19064,99	23,05058	30,90515	4799,164	2,743315	6,264989	5579415	58,1612
2007	Portugalsko	21845,24	22,82783	32,18654	4860,423	2,80507	2,582313	5615587	58,7474
2008	Portugalsko	23716,39	23,15181	32,44609	4821,503	2,590408	2,984607	5620029	59,3336
2009	Portugalsko	22019,26	20,20469	28,0282	4814,68	-0,83553	2,272004	5577679	59,9198
2010	Portugalsko	21381,9	20,17523	31,30253	4929,143	1,402573	2,720223	5596060	60,506
2011	Portugalsko	22503,91	17,80804	35,73516		3,653011	4,999878	5561073	61,0416
2012	Portugalsko								
1990	Rakúsko	21458,23	25,28826	37,08311	6111,477	3,262322	0,396484	3531046	65,765
1991	Rakúsko	22180,66	25,48556	35,93321	6347,22	3,334348	0,209334	3583094	65,772
1992	Rakúsko	24624,54	24,82723	34,44228	6227,498	4,029763	0,747091	3662458	65,779
1993	Rakúsko	23834,11	23,9209	32,68526	6137,269	3,625806	0,599222	3699265	65,786
1994	Rakúsko	25383,2	24,71294	33,40686	6205,805	2,959065	1,050704	3812947	65,793
1995	Rakúsko	30014,27	25,3583	34,83482	6344,393	2,2501	0,796648	3843452	65,8
1996	Rakúsko	29485,61	24,92498	35,48919	6607,223	1,843557	1,88117	3805784	65,8
1997	Rakúsko	26082,46	25,05006	39,24809	6620,448	1,308321	1,262488	3816786	65,8
1998	Rakúsko	26743,79	24,86791	40,89091	6706,709	0,921275	2,17657	3817245	65,8
1999	Rakúsko	26563,21	24,8761	42,05124	6972,19	0,562409	1,417002	3848325	65,8
2000	Rakúsko	23974,18	24,52928	46,20953	7076,269	2,395186	4,43868	3861098	65,8
2001	Rakúsko	23833,83	23,92786	48,07841	7333,232	2,663441	3,081136	3891958	65,9468
2002	Rakúsko	25679,09	22,14064	48,68463	7427,656	1,802102	0,153289	3960542	66,0936
2003	Rakúsko	31268,63	23,12204	48,24133	7695,08	1,355541	2,795184	4009337	66,2404
2004	Rakúsko	35662,21	22,76364	51,48408	7808,035	2,061228	1,335501	3989535	66,3872
2005	Rakúsko	37067,32	22,71069	53,83895	7978,046	2,304766	26,65321	4076359	66,534
2006	Rakúsko	39299,61	22,32568	56,36176	8223,842	1,449618	1,486579	4158157	66,718
2007	Rakúsko	45181,47	23,1324	58,89979	8180,308	2,168599	18,16082	4244400	66,902
2008	Rakúsko	49679,11	22,79715	59,26723	8191,508	3,215921	1,236643	4291137	67,086
2009	Rakúsko	45859,43	21,04971	50,06442	7955,028	0,506313	3,816984	4325557	67,27
2010	Rakúsko	44916,36	21,60151	54,10326	8321,085	1,813535	-6,71487	4334167	67,454
2011	Rakúsko	49581,46	23,20568	57,29172		3,266939	4,292186	4351856	67,6674
2012	Rakúsko								
1990	Rumunsko	1650,693	30,24828	16,72689	2924,596		2,61E-05	10526465	53,217
1991	Rumunsko	1254,148	28,04574	17,60062	2521,004	230,6225	0,138663	10589260	53,3274
1992	Rumunsko	1100,728	31,40549	27,79142	2319,573	211,2056	0,306891	10598981	53,4378
1993	Rumunsko	1158,056	28,92772	23,0163	2272,124	255,1669	0,356585	10808383	53,5482
1994	Rumunsko	1323,024	24,80914	24,90135	2234,735	136,7594	1,133922	11050708	53,6586
1995	Rumunsko	1563,95	24,27376	27,6165	2328,794	32,24248	1,181045	11327525	53,769
1996	Rumunsko	1562,124	25,85384	28,14103	2430,302	38,8293	0,744332	11629685	53,616
1997	Rumunsko	1564,508	20,62716	29,17683	2251	154,7635	3,443303	11988499	53,463
1998	Rumunsko	1871,189	17,74581	22,62165	2107,445	59,09658	4,822453	11842577	53,31
1999	Rumunsko	1583,85	16,07763	28,018	1935,561	45,80378	2,924787	11854446	53,157
2000	Rumunsko	1650,968	19,50424	32,69133	1987,66	45,66659	2,798721	11795066	53,004

2001	Rumunsko	1815,507	22,55225	33,3941	2066,784	34,46777	2,879489	11480290	52,9556
2002	Rumunsko	2101,741	21,67994	35,40244	2073,005	22,53721	2,49648	10396644	52,9072
2003	Rumunsko	2736,975	21,84946	34,69488	2220,678	15,27397	3,098777	10349650	52,8588
2004	Rumunsko	3481,2	22,32389	35,92703	2270,89	11,87687	8,534969	10311414	52,8104
2005	Rumunsko	4572,048	22,61652	32,92276	2331,013	8,989057	6,941841	10055130	52,762
2006	Rumunsko	5681,092	23,73025	29,55487	2401,649	6,584588	9,336831	10253562	52,768
2007	Rumunsko	7856,476	29,02189	30,72413	2451,957	4,835779	6,078597	10253235	52,774
2008	Rumunsko	9497,946	31,26033	30,43118	2487,633	7,848325	6,777588	10205932	52,78
2009	Rumunsko	7650,961	25,36967	30,60137	2266,717	5,587663	2,99734	10170507	52,786
2010	Rumunsko	7686,923	25,56813	35,4215	2409,133	6,094216	1,944266	10202814	52,792
2011	Rumunsko	8539,261	26,92781	40,03406		5,787777	1,400247	10248388	52,8208
2012	Rumunsko								
1990	Slovensko	2210,998	33,20144	26,54676	5542,171			2589998	56,491
1991	Slovensko	2473,778	31,21676	46,32468	5115,123			2638809	56,5002
1992	Slovensko	2690,165	28,07704	70,32802	4699,138			2584875	56,5094
1993	Slovensko	3031,877	24,1583	56,18419	4570,442		1,231502	2528269	56,5186
1994	Slovensko	3685,753	20,55073	59,25852	4582,582	13,41013	1,369573	2463062	56,5278
1995	Slovensko	4709,736	24,34071	57,76109	4925,961	9,887169	0,935047	2489218	56,537
1996	Slovensko	5077,721	34,06663	53,31679	5150,408	5,809255	1,285811	2526281	56,4762
1997	Slovensko	5022,77	34,28239	56,3323	5068,089	6,109533	0,642573	2525198	56,4154
1998	Slovensko	5431,443	33,55417	59,16482	4682,298	6,698272	1,919961	2543944	56,3546
1999	Slovensko	5550,004	27,7966	61,16325	5028,706	10,57045	1,183076	2575015	56,2938
2000	Slovensko	5330,402	25,98206	70,44851	4955,908	12,03578	7,145515	2604674	56,233
2001	Slovensko	5636,639	29,57183	72,71262	5027,453	7,329631		2642041	56,099
2002	Slovensko	6439,477	29,08289	71,11853	5049,585	3,323311	11,84873	2640578	55,965
2003	Slovensko	8520,588	24,60531	75,84524	5015,98	8,554143	1,220107	2673701	55,831
2004	Slovensko	10417,81	26,34279	74,54439	5088,215	7,548501	5,41688	2680252	55,697
2005	Slovensko	11384,53	28,87408	76,2519	4919,806	2,709085	4,888932	2672370	55,563
2006	Slovensko	12798,53	28,01589	84,48969	5135,578	4,483331	5,90082	2666791	55,4172
2007	Slovensko	15583,4	27,82014	86,85601	5250,2	2,756724	4,625472	2668927	55,2714
2008	Slovensko	18109,06	27,68825	83,47007	5267,611	4,59818	4,163064	2711581	55,1256
2009	Slovensko	16100,08	19,89367	70,87728	4924,713	1,615105	1,840012	2707590	54,9798
2010	Slovensko	16062,42	22,58521	80,29475	5164,363	0,957018	0,760924	2723733	54,834
2011	Slovensko	17789,56	23,85815	89,7886		3,919286	3,809345	2720163	54,7814
2012	Slovensko								
1990	Slovinsko	8698,9	17,17964	90,75939	5334,905			835139,4	50,38
1991	Slovinsko	6338,552	17,12955	83,53472	5087,452			842054,7	50,4272
1992	Slovinsko	6272,251	17,77718	63,14333	4943,155		0,886402	846211,5	50,4744
1993	Slovinsko	6362,779	19,3459	58,75207	4950,932	32,85833	0,8885	846754,3	50,5216
1994	Slovinsko	7230,921	20,57753	58,89373	5240,16	20,99354	0,812624	942100,7	50,5688
1995	Slovinsko	10523,72	23,67327	49,5929	5312,905	13,46293	0,718213	959980,3	50,616
1996	Slovinsko	10635,43	23,3243	49,90618	5365,508	9,792285	0,819389	944158,7	50,6432
1997	Slovinsko	10282,32	24,55643	51,29993	5434,662	8,36177	1,638081	960003,3	50,6704
1998	Slovinsko	10974,49	25,65261	51,0714	5574,706	7,913347	0,991844	979777,5	50,6976
1999	Slovinsko	11250,22	27,71749	47,22901	5675,615	6,149453	0,477819	965827,1	50,7248
2000	Slovinsko	10045,36	27,42461	53,69898	5777,996	8,878804	0,679698	961986,2	50,752

2001	Slovinsko	10290,32	25,04299	55,1821	6006,345	8,422485	2,455738	969986,8	50,6954
2002	Slovinsko	11599,9	23,96823	55,07805	6380,952	7,470088	7,172695	974054,6	50,6388
2003	Slovinsko	14607,2	25,38016	53,79743	6578,034	5,578802	1,034232	963442,3	50,5822
2004	Slovinsko	16944,19	27,48235	57,8089	6830,705	3,589027	2,457019	1010178	50,5256
2005	Slovinsko	17854,64	27,1588	62,17798	6917,86	2,477454	2,717978	1016321	50,469
2006	Slovinsko	19405,93	28,91695	66,54049	7123,538	2,462562	1,770677	1021316	50,367
2007	Slovinsko	23441	31,95502	69,55732	7137,824	3,611165	3,984486	1036620	50,265
2008	Slovinsko	27015,08	31,93502	67,1424	6920,244	5,651846	3,337674	1031499	50,163
2009	Slovinsko	24051,04	22,50535	58,38948	6103,441	0,85592	-0,71196	1038834	50,061
2010	Slovinsko	22942,36	20,64084	66,75675	6521,093	1,840965	1,34757	1039292	49,959
2011	Slovinsko	24478,28	20,1403	72,99882		1,81058	1,627838	1038926	49,9294
2012	Slovinsko								
1990	Španielsko	13409,58	26,09551	16,12627	3538,287	6,71794	2,684159	15813140	75,351
1991	Španielsko	14391,62	25,29895	16,16311	3610,232	5,935326	2,229278	15957571	75,452
1992	Španielsko	15680,04	23,40172	16,60083	3699,087	5,925724	2,167168	16052720	75,553
1993	Španielsko	13009,1	20,87112	18,16101	3654,483	4,568636	1,899004	16267143	75,654
1994	Španielsko	13109,73	21,05389	20,8297	3780,331	4,718468	1,788961	16467280	75,755
1995	Španielsko	15150,95	21,89734	22,38437	3950,845	4,674753	1,354927	16618369	75,856
1996	Španielsko	15766,4	21,70474	23,62432	4050,743	3,558507	1,546075	16855984	75,9372
1997	Španielsko	14466,97	22,06397	26,30492	4376,312	1,970708	1,560712	17121517	76,0184
1998	Španielsko	15126,43	23,45332	26,66578	4535,699	1,833537	2,377055	17357411	76,0996
1999	Španielsko	15475,52	25,12234	26,67112	4876,288	2,310672	2,997896	17678759	76,1808
2000	Španielsko	14413,79	26,29245	29,05064	5206,911	3,432614	6,691732	18185883	76,262
2001	Španielsko	14952,09	26,36402	28,53364	5439,817	3,591101	4,62566	18184670	76,3498
2002	Španielsko	16611,71	26,63529	27,32641	5592,418	3,066777	5,827402	18824238	76,4376
2003	Španielsko	21041,54	27,4076	26,31704	5700,886	3,039885	2,897232	19579674	76,5254
2004	Španielsko	24468,75	28,30247	25,93636	5924,08	3,037486	2,373279	20302070	76,6132
2005	Španielsko	26056,39	29,53652	25,66672	6147,129	3,369714	2,699955	21002320	76,701
2006	Španielsko	28024,75	30,9417	26,29301	6143,945	3,515805	3,350876	21676668	76,8176
2007	Španielsko	32118,1	30,97684	26,90291	6101,302	2,786704	5,785417	22263362	76,9342
2008	Španielsko	34977,39	29,11385	26,4957	6078,469	4,075722	4,88788	22887041	77,0508
2009	Španielsko	31714,24	24,00387	23,91724	5708,539	-0,28798	1,334331	23114437	77,1674
2010	Španielsko	29956,16	22,81151	27,18225	5769,229	1,79974	3,288296	23242018	77,284
2011	Španielsko	31984,73	21,54069	30,26449		3,196243	2,180678	23257658	77,4286
2012	Španielsko								
1990	Švédsko	28556,95	23,52259	30,46572	15836,03	10,46965	0,811092	4684907	83,1
1991	Švédsko	29912,23	20,04025	28,2426	15932,93	9,337023	2,463828	4679784	83,2448
1992	Švédsko	30806,19	18,37756	28,12955	15544,41	2,281648	-0,00203	4588779	83,3896
1993	Švédsko	23173,3	15,32838	32,74598	15506,8	4,647993	1,833776	4495898	83,5344
1994	Švédsko	24775,39	16,53366	36,07341	15290,62	2,200212	2,881583	4467169	83,6792
1995	Švédsko	28739,29	17,15917	39,70081	15475,01	2,52842	5,889065	4512602	83,824
1996	Švédsko	31269,79	16,56457	38,56083	15434,23	0,470973	1,98653	4525018	83,8644
1997	Švédsko	28620,41	16,26306	42,07062	15410,7	0,517595	4,056857	4465363	83,9048
1998	Švédsko	28779,12	17,39313	43,04956	15522,13	-0,13602	7,858435	4437685	83,9452
1999	Švédsko	29218,47	17,73075	43,09858	15470,87	0,454015	23,42486	4470664	83,9856
2000	Švédsko	27869,38	18,6421	46,52278	15681,62	1,037255	9,658416	4551999	84,026

2001	Švédsko	25557,61	18,21894	46,30328	16020,98	2,405958	4,945213	4588653	84,0846
2002	Švédsko	28118,98	17,42878	44,37124	15709,43	2,158482	4,936411	4614366	84,1432
2003	Švédsko	35131,21	17,14691	43,52208	15360,18	1,925655	1,591501	4635765	84,2018
2004	Švédsko	40261,12	16,98847	45,95734	15420,97	0,37366	3,346793	4644206	84,2604
2005	Švédsko	41040,67	17,744	48,43129	15430,96	0,453171	5,478607	4750423	84,319
2006	Švédsko	43948,62	18,73095	51,10702	15262,59	1,360215	5,692888	4806372	84,4664
2007	Švédsko	50558,4	20,32013	51,87021	15257,94	2,212169	9,590065	4879335	84,6138
2008	Švédsko	52730,78	20,22389	53,52886	14869,35	3,437049	8,527422	4930288	84,7612
2009	Švédsko	43639,55	16,49625	47,95704	14143,01	-0,49446	2,204716	4934635	84,9086
2010	Švédsko	49359,87	18,71123	49,48113	14934,33	1,157988	0,448885	4987747	85,056
2011	Švédsko	57071,2	19,60037	49,9676		2,961151	0,511686	5022257	85,2058
2012	Švédsko								
1990	Taliansko	20065,35	22,52789	19,03044	4144,907	6,496273	0,563284	23784644	66,726
1991	Taliansko	21154,8	22,1688	17,75535	4224,74	6,3	0,199938	23968246	66,7652
1992	Taliansko	22394,76	21,53839	18,21724	4310,538	5,079962	0,244074	23223267	66,8044
1993	Taliansko	18054,53	19,04649	21,26044	4303,645	4,476276	0,365352	23077766	66,8436
1994	Taliansko	18631,53	18,98174	22,79459	4439,319	4,027421	0,20765	22908677	66,8828
1995	Taliansko	19910	20,01503	25,71428	4597,893	5,244371	0,427806	22772910	66,922
1996	Taliansko	22271,33	19,3026	24,68114	4658,7	3,974524	0,280007	22875774	66,982
1997	Taliansko	21069,55	19,45603	25,20755	4791,285	2,043106	0,308668	22926979	67,042
1998	Taliansko	21519,06	19,69109	25,15431	4955,722	1,96294	0,215144	23111217	67,102
1999	Taliansko	21227,31	20,18153	24,27993	5079,492	1,655629	0,574654	23238683	67,162
2000	Taliansko	19388,28	20,82469	26,7688	5299,874	2,519318	1,193505	23271088	67,222
2001	Taliansko	19721,97	20,71803	26,85797	5406,196	2,787816	1,323652	23401521	67,2952
2002	Taliansko	21435,14	21,31806	25,48205	5530,184	2,461075	1,199758	23736125	67,3684
2003	Taliansko	26291,34	20,88195	24,41477	5623,92	2,676471	1,091961	24132443	67,4416
2004	Taliansko	29832,61	20,99516	25,18991	5640,09	2,21522	0,967498	24681448	67,5148
2005	Taliansko	30478,85	20,89294	25,87328	5668,738	1,999066	1,099317	24670885	67,588
2006	Taliansko	31776,98	21,80563	27,62008	5754,519	2,069787	2,082615	24817232	67,7144
2007	Taliansko	35826,02	22,11556	28,85141	5712,73	1,821445	1,88244	24901926	67,8408
2008	Taliansko	38563,05	21,63848	28,45625	5661,184	3,375044	-1,0796	25250657	67,9672
2009	Taliansko	35073,16	18,85141	23,74687	5270,54	0,750149	1,911517	25094034	68,0936
2010	Taliansko	33760,59	20,05063	26,58114	5384,189	1,539893	-0,25902	25111909	68,22
2011	Taliansko	36103,89	19,49436	28,81112		2,741438	1,277279	25263654	68,4
2012	Taliansko								
1990	Veľká Británia	17805,25	20,04985	24,21622	5356,575	6,972683	3,286905	29296903	78,14
1991	Veľká Británia	18532,05	17,03906	23,48468	5451,677	7,532649	1,545899	29171736	78,1826
1992	Veľká Británia	19133,77	16,24682	23,7563	5452,393	4,261548	1,502993	28885875	78,2252
1993	Veľká Británia	17170,32	15,78273	25,7399	5491,989	2,5065	1,666742	28682292	78,2678
1994	Veľká Británia	18528,93	16,47846	26,84775	5380,264	1,97849	1,000298	28677436	78,3104
1995	Veľká	20177,14	16,95163	28,66201	5575,808	2,656452	1,856346	28644257	78,353

1996	Británia Veľká	21144,85	16,73761	29,4437	5815,828	2,481101	2,22699	28766530	78,4126
1997	Británia Veľká	23459,72	17,16264	28,67233	5831,958	1,777946	2,741409	28907194	78,4722
1998	Británia Veľká	24995,88	18,32612	26,60804	5908,871	1,588924	5,106348	28932859	78,5318
1999	Británia Veľká	25625,23	18,09033	26,14105	6007,484	1,335407	5,940941	29268566	78,5914
2000	Británia Veľká	25057,61	17,68216	27,71308	6114,529	0,785269	8,277859	29529666	78,651
2001	Británia Veľká	24836,36	17,49582	27,2862	6143,2	1,235895	3,667655	29518761	78,7222
2002	Británia Veľká	26996,97	17,1971	26,26121	6147,392	1,256192	1,594126	29807242	78,7934
2003	Británia Veľká	31152,99	16,80254	25,84216	6182,98	1,362922	1,487993	30111969	78,8646
2004	Británia Veľká	36695,14	17,12628	25,5257	6151,063	1,344596	2,609803	30296271	78,9358
2005	Británia Veľká	38121,56	16,94277	26,95979	6289,404	2,049668	11,0484	30593891	79,007
2006	Británia Veľká	40480,96	17,45398	29,11938	6226,257	2,333528	8,767292	31033800	79,1072
2007	Británia Veľká	46330,25	18,30703	26,91813	6136,015	2,321036	8,513104	31171097	79,2074
2008	Británia Veľká	43146,83	17,11366	29,81198	6056,291	3,613499	9,87321	31504884	79,3076
2009	Británia Veľká	35331,28	14,1461	28,83028	5685,636	2,166231	0,185882	31633498	79,4078
2010	Británia Veľká	36232,81	15,1028	30,53965	5745,435	3,285714	2,718035	31777156	79,508
2011	Británia	38960,76	14,86389	32,48752		4,48424	1,482434	32029363	79,6356

Príloha č.3 - Odhad modelu 1

Output from the program FRONTIER (Version 4.1c)

instruction file = b7nn-ins.txt

data file = bum7-dta.txt

Error Components Frontier (see B&C 1992)

The model is a production function

The dependent variable is logged

the ols estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.25684544E+01	0.11486697E+01	0.22360252E+01
beta 1	-0.15159860E+00	0.11242425E+00	-0.13484511E+01
beta 2	0.60906304E-01	0.22698717E-01	0.26832488E+01
beta 3	0.85919388E-02	0.68120114E-01	0.12612925E+00
beta 4	0.99001791E+00	0.58982605E-01	0.16784913E+02
beta 5	-0.66913197E+00	0.36995754E-01	-0.18086723E+02
beta 6	-0.11128041E+00	0.10816534E+00	-0.10287991E+01
beta 7	0.47781542E-01	0.17225780E+00	0.27738391E+00
sigma-squared	0.26022297E+00		

log likelihood function = -0.38081710E+03

the estimates after the grid search were :

beta 0	0.30775795E+01
beta 1	-0.15159860E+00
beta 2	0.60906304E-01
beta 3	0.85919388E-02
beta 4	0.99001791E+00
beta 5	-0.66913197E+00
beta 6	-0.11128041E+00
beta 7	0.47781542E-01

sigma-squared 0.51539688E+00

gamma 0.79000000E+00

mu is restricted to be zero

eta is restricted to be zero

iteration = 0 func evals = 20 llf = -0.20937923E+03

0.30775795E+01 -0.15159860E+00 0.60906304E-01 0.85919388E-02 0.99001791E+00
-0.66913197E+00 -0.11128041E+00 0.47781542E-01 0.51539688E+00 0.79000000E+00

gradient step

iteration = 5 func evals = 50 llf = -0.14744369E+03

0.30227989E+01 0.11177659E-01 -0.10454698E-01 0.15180686E+00 0.10604566E+01
-0.37616729E+00 -0.20142141E+00 -0.11820525E+00 0.60623369E+00 0.87009791E+00

iteration = 10 func evals = 75 llf = -0.10668293E+03

-0.12213736E+01 0.13859484E+00 0.26107487E-02 0.29542822E+00 0.17417377E+01
-0.35080331E+00 -0.81563807E-02 -0.97112308E+00 0.60166421E+00 0.90106816E+00

iteration = 15 func evals = 179 llf = -0.98852749E+02

-0.53565952E+01 0.18041476E+00 0.79525857E-02 0.33287933E+00 0.17577617E+01
-0.33442866E+00 -0.73302348E-02 -0.10560838E+00 0.87071415E+00 0.92338978E+00

iteration = 20 func evals = 284 llf = -0.98282388E+02

-0.48123578E+01 0.17987468E+00 0.17366384E-02 0.34995971E+00 0.17826770E+01
-0.32999573E+00-0.12909153E-01-0.26810384E+00 0.11058250E+01 0.93832849E+00
iteration = 25 func evals = 372 llf = -0.98281298E+02
-0.48454611E+01 0.18100535E+00 0.19416973E-02 0.34990975E+00 0.17812501E+01
-0.33041709E+00-0.12854899E-01-0.25906453E+00 0.11114776E+01 0.93861399E+00
pt better than entering pt cannot be found
iteration = 26 func evals = 380 llf = -0.98281298E+02
-0.48454611E+01 0.18100535E+00 0.19416973E+00 0.34990975E+00 0.17812501E+01
-0.33041709E+00-0.12854899E+00-0.25906453E+01 0.11114776E+01 0.93861399E+00

the final mle estimates are :

coefficient standard-error t-ratio

beta 0 -0.48454611E+01 0.20727548E+01 -0.23376914E+01
beta 1 0.18100535E+00 0.69138214E-01 0.26180218E+01
beta 2 0.19416973E+00 0.31416552E-01 0.61804914E+01
beta 3 0.34990975E+00 0.75992840E-01 0.46045094E+01
beta 4 0.17812501E+01 0.12444124E+00 0.14313986E+02
beta 5 -0.33041709E+00 0.22335983E-01 -0.14793040E+02
beta 6 -0.12854899E+00 0.55877201E-01 -0.23005624E+01
beta 7 -0.25906453E+01 0.54169455E+00 -0.47824836E+01
sigma-squared 0.11114776E+01 0.31274782E+00 0.35539099E+01
gamma 0.93861399E+00 0.17944601E-01 0.52306207E+02

mu is restricted to be zero

eta is restricted to be zero

log likelihood function = -0.98281298E+02

LR test of the one-sided error = 0.56507161E+03

with number of restrictions = 1

[note that this statistic has a mixed chi-square distribution]

number of iterations = 26

(maximum number of iterations set at : 100)

number of cross-sections = 27

number of time periods = 21

total number of observations = 516

thus there are: 51 obsns not in the panel

covariance matrix :

0.42963125E+01 -0.30108707E-01 -0.17657446E-01 -0.61837526E-02 0.57090464E-01
-0.62025632E-02 -0.14899803E-01 -0.10204161E+01 -0.46421941E-01 -0.25616885E-02
-0.30108707E-01 0.47800926E-02 0.24432547E-03 0.37305885E-03 -0.13907924E-02
0.14999466E-03 -0.22627411E-03 0.54562934E-02 0.13329314E-03 0.44714936E-05
-0.17657446E-01 0.24432547E-03 0.98699973E-03 0.12487208E-02 -0.20153689E-02
-0.21188514E-05 -0.14496328E-03 0.36372107E-02 -0.18693874E-03 -0.20464958E-04
-0.61837526E-02 0.37305885E-03 0.12487208E-02 0.57749117E-02 -0.31278801E-02
0.16890996E-03 -0.83258828E-05 -0.19946081E-02 0.14212760E-02 0.80232303E-04
0.57090464E-01 -0.13907924E-02 -0.20153689E-02 -0.31278801E-02 0.15485622E-01
0.48512795E-03 0.25045878E-03 -0.33753522E-01 0.75032992E-02 0.45380278E-03
-0.62025632E-02 0.14999466E-03 -0.21188514E-05 0.16890996E-03 0.48512795E-03
0.49889616E-03 0.47239754E-04 -0.38187842E-04 0.72146148E-03 0.44032466E-04
-0.14899803E-01 -0.22627411E-03 -0.14496328E-03 -0.83258828E-05 0.25045878E-03
0.47239754E-04 0.31222616E-02 -0.11979785E-03 -0.79304994E-04 -0.13019688E-04
-0.10204161E+01 0.54562934E-02 0.36372107E-02 -0.19946081E-02 -0.33753522E-01

-0.38187842E-04 -0.11979785E-03 0.29343298E+00 -0.33983492E-02 -0.22052553E-03
 -0.46421941E-01 0.13329314E-03 -0.18693874E-03 0.14212760E-02 0.75032992E-02
 0.72146148E-03 -0.79304994E-04 -0.33983492E-02 0.97811201E-01 0.54682825E-02
 -0.25616885E-02 0.44714936E-05 -0.20464958E-04 0.80232303E-04 0.45380278E-03
 0.44032466E-04 -0.13019688E-04 -0.22052553E-03 0.54682825E-02 0.32200869E-03

technical efficiency estimates :

firm	eff.-est.
1	0.40884403E+00
2	0.15227542E+00
3	0.95862211E+00
4	0.20079567E+00
5	0.78974694E+00
6	0.18056670E+00
7	0.14293598E+00
8	0.58618259E+00
9	0.84439710E+00
10	0.55362122E+00
11	0.62847140E+00
12	0.43219878E+00
13	0.60745502E+00
14	0.22687929E+00
15	0.44571971E+00
16	0.43993931E+00
17	0.61523287E+00
18	0.49104451E+00
19	0.80059340E+00
20	0.48858847E+00
21	0.59374780E+00
22	0.22502513E+00
23	0.28763749E+00
24	0.80098910E+00
25	0.15475851E+00
26	0.93368720E+00
27	0.81381012E+00

mean efficiency = 0.51125059E+00

summary of panel of observations:

(1 = observed, 0 = not observed)

t:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
n																					
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	20
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20

Príloha č. 4 - Odhad modelu 2

Output from the program FRONTIER (Version 4.1c)

instruction file = b7yn-ins.txt

data file = bum7-dta.txt

Error Components Frontier (see B&C 1992)

The model is a production function

The dependent variable is logged

the ols estimates are :

coefficient standard-error t-ratio

beta 0	0.25684544E+01	0.11486697E+01	0.22360252E+01
beta 1	-0.15159860E+00	0.11242425E+00	-0.13484511E+01
beta 2	0.60906304E-01	0.22698717E-01	0.26832488E+01
beta 3	0.85919388E-02	0.68120114E-01	0.12612925E+00
beta 4	0.99001791E+00	0.58982605E-01	0.16784913E+02
beta 5	-0.66913197E+00	0.36995754E-01	-0.18086723E+02
beta 6	-0.11128041E+00	0.10816534E+00	-0.10287991E+01
beta 7	0.47781542E-01	0.17225780E+00	0.27738391E+00

sigma-squared 0.26022297E+00

log likelihood function = -0.38081710E+03

the estimates after the grid search were :

beta 0 0.30775795E+01

beta 1 -0.15159860E+00

beta 2 0.60906304E-01

beta 3 0.85919388E-02

beta 4 0.99001791E+00

beta 5 -0.66913197E+00

beta 6 -0.11128041E+00

beta 7 0.47781542E-01

sigma-squared 0.51539688E+00

gamma 0.79000000E+00

mu 0.00000000E+00

eta is restricted to be zero

iteration = 0 func evals = 20 llf = -0.20937923E+03

0.30775795E+01 -0.15159860E+00 0.60906304E-01 0.85919388E-02 0.99001791E+00
-0.66913197E+00 -0.11128041E+00 0.47781542E-01 0.51539688E+00 0.79000000E+00
0.00000000E+00

gradient step

iteration = 5 func evals = 52 llf = -0.14716009E+03

0.30222387E+01 0.13338833E-01 -0.11067238E-01 0.15376984E+00 0.10617946E+01
-0.37591564E+00 -0.20218586E+00 -0.11988474E+00 0.60627627E+00 0.87045656E+00
0.45570409E-01

iteration = 10 func evals = 74 llf = -0.11916411E+03

0.21361025E+01 0.11703827E+00 0.24836152E-01 0.28322165E+00 0.16061021E+01
-0.32894760E+00 -0.57397148E-01 -0.14947575E+01 0.42332273E+00 0.83241264E+00
0.92460310E+00

iteration = 15 func evals = 162 llf = -0.98410717E+02

-0.49756772E+01 0.18164011E+00 0.16574971E-01 0.35562513E+00 0.17384469E+01
-0.33375821E+00 -0.10907514E-01 -0.19673596E+00 0.59521977E+00 0.88492350E+00

0.57229818E+00
iteration = 20 func evals = 252 llf = -0.98286913E+02
-0.51287275E+01 0.18721468E+00 0.26019767E-01 0.35808463E+00 0.17533780E+01
-0.33108136E+00-0.13265270E-01-0.22157557E+00 0.67496037E+00 0.89926461E+00
0.55362664E+00
iteration = 25 func evals = 369 llf = -0.98225177E+02
-0.48760568E+01 0.18284874E+00 0.10744510E-01 0.35551492E+00 0.17672416E+01
-0.33096404E+00-0.13779087E-01-0.25512935E+00 0.77843809E+00 0.91270312E+00
0.41684626E+00
iteration = 30 func evals = 477 llf = -0.98214317E+02
-0.49288783E+01 0.18302116E+00 0.86187148E+00 0.35415334E+00 0.17702744E+01
-0.33044817E+00-0.12555778E+00-0.24333010E+01 0.84667478E+00 0.91943309E+00
0.33676430E+00
iteration = 33 func evals = 522 llf = -0.98214310E+02
-0.49276329E+01 0.18290742E+00 0.85292990E+00 0.35412137E+00 0.17702371E+01
-0.33046713E+00-0.12590533E+00-0.24310410E+01 0.84771133E+00 0.91952170E+00
0.33522254E+00

the final mle estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	-0.49276329E+01	0.19423205E+01	-0.25369824E+01
beta 1	0.18290742E+00	0.69594480E-01	0.26281886E+01
beta 2	0.85292990E+00	0.44898210E-01	0.18996969E+02
beta 3	0.35412137E+00	0.77230938E-01	0.45852269E+01
beta 4	0.17702371E+01	0.13129827E+00	0.13482562E+02
beta 5	-0.33046713E+00	0.22645672E-01	-0.14592949E+02
beta 6	-0.12590533E+00	0.56823454E-01	-0.22157283E+01
beta 7	-0.24310410E+01	0.49515394E+00	-0.49096671E+01
sigma-squared	0.84771133E+00	0.57196522E+00	0.14821029E+01
gamma	0.91952170E+00	0.54924332E-01	0.16741609E+02
mu	0.33522254E+00	0.71965598E+00	0.46580943E+00
eta	is restricted to be zero		

log likelihood function = -0.98214310E+02

LR test of the one-sided error = 0.56520558E+03

with number of restrictions = 2

[note that this statistic has a mixed chi-square distribution]

number of iterations = 33

(maximum number of iterations set at : 100)

number of cross-sections = 27

number of time periods = 21

total number of observations = 516

thus there are: 51 obsns not in the panel

covariance matrix :

0.37726090E+01	-0.31650482E-01	-0.27101625E-01	-0.12981864E-01	0.56395944E-01
-0.47864316E-02	-0.15670341E-01	-0.85777799E+00	0.93625917E-01	0.90007855E-02
-0.14795984E+00				
-0.31650482E-01	0.48433917E-02	0.48225689E-03	0.57236509E-03	-0.18107437E-02
0.15387110E-03	-0.23541430E-03	0.56967817E-02	-0.30123497E-02	-0.28754724E-03
0.45884038E-02				
-0.27101625E-01	0.48225689E-03	0.20158492E-02	0.16174126E-02	-0.33434537E-02

-0.62864100E-04 -0.20805911E-05 0.46740801E-02 -0.13975532E-01 -0.13421517E-02
 0.17573575E-01
 -0.12981864E-01 0.57236509E-03 0.16174126E-02 0.59646177E-02 -0.39829432E-02
 0.17652734E-03 -0.45075721E-04 -0.10938870E-03 -0.60075066E-02 -0.56892427E-03
 0.92006093E-02
 0.56395944E-01 -0.18107437E-02 -0.33434537E-02 -0.39829432E-02 0.17239236E-01
 0.53511257E-03 -0.52996177E-04 -0.31527225E-01 0.25112079E-01 0.24420217E-02
 -0.22582079E-01
 -0.47864316E-02 0.15387110E-03 -0.62864100E-04 0.17652734E-03 0.53511257E-03
 0.51282646E-03 0.12685588E-04 -0.25584479E-03 0.98133477E-03 0.98385480E-04
 -0.32580291E-03
 -0.15670341E-01 -0.23541430E-03 -0.20805911E-05 -0.45075721E-04 -0.52996177E-04
 0.12685588E-04 0.32289049E-02 0.97960374E-04 0.14626589E-03 0.22361915E-04
 0.23954470E-03
 -0.85777799E+00 0.56967817E-02 0.46740801E-02 -0.10938870E-03 -0.31527225E-01
 -0.25584479E-03 0.97960374E-04 0.24517742E+00 -0.20779423E-01 -0.20794212E-02
 0.14454729E-01
 0.93625917E-01 -0.30123497E-02 -0.13975532E-01 -0.60075066E-02 0.25112079E-01
 0.98133477E-03 0.14626589E-03 -0.20779423E-01 0.32714422E+00 0.31271341E-01
 -0.38594583E+00
 0.90007855E-02 -0.28754724E-03 -0.13421517E-02 -0.56892427E-03 0.24420217E-02
 0.98385480E-04 0.22361915E-04 -0.20794212E-02 0.31271341E-01 0.30166822E-02
 -0.36887943E-01
 -0.14795984E+00 0.45884038E-02 0.17573575E-01 0.92006093E-02 -0.22582079E-01
 -0.32580291E-03 0.23954470E-03 0.14454729E-01 -0.38594583E+00 -0.36887943E-01
 0.51790473E+00

technical efficiency estimates :

firm	eff.-est.
1	0.40122801E+00
2	0.14984314E+00
3	0.95661301E+00
4	0.19742938E+00
5	0.77871123E+00
6	0.17970469E+00
7	0.14278584E+00
8	0.57239637E+00
9	0.83347036E+00
10	0.54235823E+00
11	0.62254617E+00
12	0.42540938E+00
13	0.59782587E+00
14	0.22897010E+00
15	0.43686260E+00
16	0.43862993E+00
17	0.59867876E+00
18	0.47850392E+00
19	0.78850083E+00
20	0.48330551E+00
21	0.57905882E+00

22 0.22265145E+00
 23 0.28767690E+00
 24 0.78073881E+00
 25 0.15392969E+00
 26 0.91874931E+00
 27 0.79221163E+00

mean efficiency = 0.50328852E+00

summary of panel of observations:

(1 = observed, 0 = not observed)

t:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
n																						
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
12	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
13	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
17	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
21	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
22	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
23	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21

Príloha č.5 - Odhad modelu 3

Output from the program FRONTIER (Version 4.1c)

instruction file = b7ny-ins.txt

data file = bum7-dta.txt

Error Components Frontier (see B&C 1992)

The model is a production function

The dependent variable is logged

the ols estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.25684544E+01	0.11486697E+01	0.22360252E+01
beta 1	-0.15159860E+00	0.11242425E+00	-0.13484511E+01
beta 2	0.60906304E-01	0.22698717E-01	0.26832488E+01
beta 3	0.85919388E-02	0.68120114E-01	0.12612925E+00
beta 4	0.99001791E+00	0.58982605E-01	0.16784913E+02
beta 5	-0.66913197E+00	0.36995754E-01	-0.18086723E+02
beta 6	-0.11128041E+00	0.10816534E+00	-0.10287991E+01
beta 7	0.47781542E-01	0.17225780E+00	0.27738391E+00
sigma-squared	0.26022297E+00		

log likelihood function = -0.38081710E+03

the estimates after the grid search were :

beta 0	0.30775795E+01
beta 1	-0.15159860E+00
beta 2	0.60906304E-01
beta 3	0.85919388E-02
beta 4	0.99001791E+00
beta 5	-0.66913197E+00
beta 6	-0.11128041E+00
beta 7	0.47781542E-01
sigma-squared	0.51539688E+00
gamma	0.79000000E+00
mu is restricted to be zero	
eta	0.00000000E+00

iteration = 0 func evals = 20 llf = -0.20937923E+03

0.30775795E+01 -0.15159860E+00 0.60906304E-01 0.85919388E-02 0.99001791E+00
-0.66913197E+00 -0.11128041E+00 0.47781542E-01 0.51539688E+00 0.79000000E+00
0.00000000E+00

gradient step

iteration = 4 func evals = 66 llf = -0.48925398E+02

0.30727032E+01 -0.11813113E+00 -0.36048508E-01 0.42855113E-01 0.10043062E+01
-0.59781837E-01 -0.11149794E+00 0.34230806E-01 0.49382748E+00 0.84180983E+00
0.58089102E-01

the final mle estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.30727032E+01	0.99869019E+00	0.30767332E+01
beta 1	-0.11813113E+02	0.98627628E+00	-0.11977489E+02
beta 2	-0.36048508E+01	0.62177654E+00	-0.57976630E+01

beta 3 0.42855113E+01 0.97966895E+00 0.43744485E+01
 beta 4 0.10043062E+02 0.89483113E+00 0.11223416E+02
 beta 5 -0.59781837E+01 0.58702685E+00 -0.10183834E+02
 beta 6 -0.11149794E+02 0.96483081E+00 -0.11556217E+02
 beta 7 0.34230806E+01 0.97568201E+00 0.35083978E+01
 sigma-squared 0.49382748E+01 0.98513434E+00 0.50127933E+01
 gamma 0.84180983E+00 0.82130739E+00 0.10249632E+01
 mu is restricted to be zero
 eta 0.58089102E-01 0.10903389E+00 0.53276188E+00
 log likelihood function = -0.48925399E+02
 LR test of the one-sided error = 0.66378340E+03
 with number of restrictions = 2
 [note that this statistic has a mixed chi-square distribution]
 number of iterations = 4
 (maximum number of iterations set at : 100)
 number of cross-sections = 27
 number of time periods = 21
 total number of observations = 516
 thus there are: 51 obsns not in the panel
 covariance matrix :
 0.99738209E+00 -0.81088715E-02 -0.40025380E-01 -0.10145224E-01 -0.22705403E-01
 -0.25678941E-02 -0.13431339E-01 -0.11189406E-01 0.13272025E-02 -0.31175153E-02
 -0.10758379E-02
 -0.81088715E-02 0.97274091E+00 -0.12499087E+00 -0.30760287E-01 -0.68158473E-01
 0.29637038E-01 -0.42243599E-01 -0.33974310E-01 0.11785763E-01 -0.35598649E-01
 -0.47563129E-02
 -0.40025380E-01 -0.12499087E+00 0.38660606E+00 -0.15395853E+00 -0.34570280E+00
 -0.22846521E-01 -0.20565298E+00 -0.17070854E+00 0.25073918E-01 -0.62743218E-01
 0.13820822E-01
 -0.10145224E-01 -0.30760287E-01 -0.15395853E+00 0.95975125E+00 -0.89015680E-01
 -0.20246962E-01 -0.51853636E-01 -0.43610259E-01 0.17722752E-02 -0.16396262E-02
 -0.30820858E-01
 -0.22705403E-01 -0.68158473E-01 -0.34570280E+00 -0.89015680E-01 0.80072275E+00
 -0.59280094E-01 -0.11584054E+00 -0.97752622E-01 0.32689662E-02 0.32931481E-03
 -0.21677666E-01
 -0.25678941E-02 0.29637038E-01 -0.22846521E-01 -0.20246962E-01 -0.59280094E-01
 0.34460052E+00 -0.18730426E-02 -0.22806822E-01 -0.13119011E+00 0.44591126E+00
 0.59913650E-01
 -0.13431339E-01 -0.42243599E-01 -0.20565298E+00 -0.51853636E-01 -0.11584054E+00
 -0.18730426E-02 0.93089850E+00 -0.57202675E-01 0.91041420E-02 -0.23757766E-01
 -0.60943409E-02
 -0.11189406E-01 -0.33974310E-01 -0.17070854E+00 -0.43610259E-01 -0.97752622E-01
 -0.22806822E-01 -0.57202675E-01 0.95195539E+00 0.31760131E-02 -0.49401739E-02
 -0.56462793E-02
 0.13272025E-02 0.11785763E-01 0.25073918E-01 0.17722752E-02 0.32689662E-02
 -0.13119011E+00 0.91041420E-02 0.31760131E-02 0.97048966E+00 0.97732914E-01
 -0.31834875E-01
 -0.31175153E-02 -0.35598649E-01 -0.62743218E-01 -0.16396262E-02 0.32931481E-03
 0.44591126E+00 -0.23757766E-01 -0.49401739E-02 0.97732914E-01 0.67454583E+00
 0.73687183E-01

-0.10758379E-02 -0.47563129E-02 0.13820822E-01 -0.30820858E-01 -0.21677666E-01
 0.59913650E-01 -0.60943409E-02 -0.56462793E-02 -0.31834875E-01 0.73687183E-01
 0.11888390E-01

technical efficiency estimates :

efficiency estimates for year 1 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.24275126E-01
3	0.57439046E+00
4	no observation in this period
5	0.78040183E+00
6	no observation in this period
7	0.16555092E+00
8	0.53725357E+00
9	0.44802783E+00
10	0.62956973E+00
11	0.64305217E+00
12	no observation in this period
13	no observation in this period
14	no observation in this period
15	0.14789351E+00
16	0.22048718E+00
17	no observation in this period
18	0.11834174E+00
19	0.48917641E+00
20	0.56444071E+00
21	no observation in this period
22	no observation in this period
23	no observation in this period
24	0.57241219E+00
25	0.18628516E+00
26	0.78136334E+00
27	0.63165816E+00

mean eff. in year 1 = 0.44203412E+00

efficiency estimates for year 2 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.29935410E-01
3	0.59249931E+00
4	no observation in this period
5	0.79120933E+00
6	no observation in this period
7	0.18318958E+00
8	0.55628597E+00
9	0.46867265E+00

10	0.64606517E+00
11	0.65911224E+00
12	no observation in this period
13	no observation in this period
14	no observation in this period
15	0.16469637E+00
16	0.24006598E+00
17	no observation in this period
18	0.13345544E+00
19	0.50919245E+00
20	0.58281033E+00
21	0.82238563E-01
22	no observation in this period
23	no observation in this period
24	0.59057364E+00
25	0.20476551E+00
26	0.79212935E+00
27	0.64808719E+00

mean eff. in year 2 = 0.43749914E+00

efficiency estimates for year 3 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.36482446E-01
3	0.61012608E+00
4	no observation in this period
5	0.80156507E+00
6	no observation in this period
7	0.20155826E+00
8	0.57487784E+00
9	0.48903798E+00
10	0.66204392E+00
11	0.67465203E+00
12	no observation in this period
13	0.13771362E+00
14	no observation in this period
15	0.18230281E+00
16	0.26013855E+00
17	0.69082287E+00
18	0.14948608E+00
19	0.52884377E+00
20	0.60070754E+00
21	0.94665717E-01
22	no observation in this period
23	no observation in this period
24	0.60825487E+00
25	0.22388707E+00
26	0.80244472E+00
27	0.66399884E+00

mean eff. in year 3 = 0.44968050E+00

efficiency estimates for year 4 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.43968905E-01
3	0.62725395E+00
4	no observation in this period
5	0.81147955E+00
6	no observation in this period
7	0.22058154E+00
8	0.59300433E+00
9	0.50907780E+00
10	0.67749963E+00
11	0.68966744E+00
12	0.12074876E+00
13	0.15397740E+00
14	no observation in this period
15	0.20064300E+00
16	0.28062172E+00
17	0.70521420E+00
18	0.16637789E+00
19	0.54809435E+00
20	0.61811345E+00
21	0.10811174E+00
22	no observation in this period
23	0.20989139E+00
24	0.62543861E+00
25	0.24356995E+00
26	0.81231999E+00
27	0.67938712E+00

mean eff. in year 4 = 0.43841103E+00

efficiency estimates for year 5 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.52437516E-01
3	0.64386984E+00
4	0.13191253E+00
5	0.82096396E+00
6	no observation in this period
7	0.24017999E+00
8	0.61064488E+00
9	0.52875114E+00
10	0.69242882E+00
11	0.70415704E+00
12	0.13601386E+00
13	0.17108555E+00
14	no observation in this period
15	0.21964164E+00
16	0.30143220E+00

17	0.71908829E+00
18	0.18406702E+00
19	0.56691294E+00
20	0.63501305E+00
21	0.12254866E+00
22	0.13542680E+00
23	0.22916305E+00
24	0.64211143E+00
25	0.26373189E+00
26	0.82176639E+00
27	0.69424890E+00

mean eff. in year 5 = 0.42781656E+00

efficiency estimates for year 6 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.61919858E-01
3	0.65996416E+00
4	0.14784864E+00
5	0.83003009E+00
6	0.97674582E-01
7	0.26027157E+00
8	0.62778293E+00
9	0.54802196E+00
10	0.70683066E+00
11	0.71812182E+00
12	0.15218727E+00
13	0.18897236E+00
14	no observation in this period
15	0.23921939E+00
16	0.32248765E+00
17	0.73244785E+00
18	0.20248291E+00
19	0.58527290E+00
20	0.65139496E+00
21	0.13793731E+00
22	0.15156002E+00
23	0.24897398E+00
24	0.65826338E+00
25	0.28428947E+00
26	0.83079573E+00
27	0.70858362E+00

mean eff. in year 6 = 0.43013340E+00

efficiency estimates for year 7 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.72435489E-01
3	0.67553053E+00
4	0.16465160E+00

5	0.83869017E+00
6	0.11134622E+00
7	0.28077292E+00
8	0.64440569E+00
9	0.56685904E+00
10	0.72070669E+00
11	0.73156493E+00
12	0.16921185E+00
13	0.20756579E+00
14	no observation in this period
15	0.25929425E+00
16	0.34370760E+00
17	0.74529753E+00
18	0.22154969E+00
19	0.60315198E+00
20	0.66725117E+00
21	0.15422836E+00
22	0.16854642E+00
23	0.26924161E+00
24	0.67388776E+00
25	0.30515939E+00
26	0.83942025E+00
27	0.72239307E+00

mean eff. in year 7 = 0.44627480E+00

efficiency estimates for year 8 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.83991456E-01
3	0.69056551E+00
4	0.18225838E+00
5	0.84695677E+00
6	0.12600027E+00
7	0.30160057E+00
8	0.66050385E+00
9	0.58523579E+00
10	0.73406056E+00
11	0.74449145E+00
12	0.18702261E+00
13	0.22678888E+00
14	no observation in this period
15	0.27978282E+00
16	0.36501437E+00
17	0.75764365E+00
18	0.24118760E+00
19	0.62053209E+00
20	0.68257674E+00
21	0.17136345E+00
22	0.18632137E+00
23	0.28988256E+00
24	0.68898084E+00

25 0.32625944E+00
26 0.84765254E+00
27 0.73568115E+00
mean eff. in year 8 = 0.46249419E+00

efficiency estimates for year 9 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.96582167E-01
3	0.70506831E+00
4	0.20059915E+00
5	0.85484271E+00
6	0.14159522E+00
7	0.32267200E+00
8	0.67607131E+00
9	no observation in this period
10	0.74689779E+00
11	0.75690815E+00
12	0.20554804E+00
13	0.24656111E+00
14	no observation in this period
15	0.30060153E+00
16	0.38633370E+00
17	0.76949403E+00
18	0.26131433E+00
19	0.63739903E+00
20	0.69736955E+00
21	0.18927654E+00
22	0.20481373E+00
23	0.31081382E+00
24	0.70354156E+00
25	0.34750952E+00
26	0.85550543E+00
27	0.74845357E+00

mean eff. in year 9 = 0.47357385E+00

efficiency estimates for year 10 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.11018961E+00
3	0.71904054E+00
4	0.21959858E+00
5	0.86236095E+00
6	0.15807965E+00
7	0.34390666E+00
8	0.69110491E+00
9	0.62052373E+00
10	0.75922555E+00
11	0.76882327E+00
12	0.22471158E+00

13	0.26679980E+00
14	no observation in this period
15	0.32166777E+00
16	0.40759538E+00
17	0.78085779E+00
18	0.28184631E+00
19	0.65374219E+00
20	0.71163001E+00
21	0.20789528E+00
22	0.22394718E+00
23	0.33195377E+00
24	0.71757133E+00
25	0.36883243E+00
26	0.86299186E+00
27	0.76071767E+00

mean eff. in year 10 = 0.49502455E+00

efficiency estimates for year 11 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.12478390E+00
3	0.73248598E+00
4	0.23917731E+00
5	0.86952454E+00
6	0.17539341E+00
7	0.36522676E+00
8	0.70560413E+00
9	0.63740275E+00
10	0.77105245E+00
11	0.78024634E+00
12	0.24443297E+00
13	0.28742134E+00
14	no observation in this period
15	0.34290081E+00
16	0.42873364E+00
17	0.79174512E+00
18	0.30269996E+00
19	0.66955433E+00
20	0.72536082E+00
21	0.22714241E+00
22	0.24364171E+00
23	0.35322306E+00
24	0.73107367E+00
25	0.39015453E+00
26	0.87012486E+00
27	0.77248222E+00

mean eff. in year 11 = 0.51126356E+00

efficiency estimates for year 12 :

firm	eff.-est.
------	-----------

1	no observation in this period
2	0.14032407E+00
3	0.74541024E+00
4	0.25925330E+00
5	0.87634649E+00
6	0.19346898E+00
7	0.38655798E+00
8	0.71957082E+00
9	0.65375661E+00
10	0.78238831E+00
11	0.79118794E+00
12	0.26462965E+00
13	0.30834236E+00
14	no observation in this period
15	0.36422268E+00
16	0.44968753E+00
17	0.80216714E+00
18	0.32379273E+00
19	0.68483123E+00
20	0.73856668E+00
21	0.24693717E+00
22	no observation in this period
23	0.37454547E+00
24	0.74405405E+00
25	0.41140633E+00
26	0.87691745E+00
27	0.78375715E+00

mean eff. in year 12 = 0.53842177E+00

efficiency estimates for year 13 :

firm	eff.-est.
1	0.63229460E+00
2	0.15675913E+00
3	0.75782066E+00
4	0.27974313E+00
5	0.88283977E+00
6	0.21223285E+00
7	0.40783008E+00
8	0.73300899E+00
9	0.66957812E+00
10	0.79324400E+00
11	0.80165958E+00
12	0.28521799E+00
13	0.32948083E+00
14	0.63374261E+00
15	0.38555886E+00
16	0.47040112E+00
17	0.81213575E+00
18	0.34504407E+00
19	0.69957146E+00

20	0.75125410E+00
21	0.26719667E+00
22	0.28438319E+00
23	0.39584847E+00
24	0.75651963E+00
25	0.43252287E+00
26	0.88338256E+00
27	0.79455345E+00

mean eff. in year 13 = 0.55014165E+00

efficiency estimates for year 14 :

firm	eff.-est.
1	0.64863983E+00
2	0.17402928E+00
3	0.76972597E+00
4	0.30056322E+00
5	0.88901722E+00
6	0.23160692E+00
7	0.42897728E+00
8	0.74592451E+00
9	0.68486317E+00
10	0.80363127E+00
11	0.81167350E+00
12	0.30611452E+00
13	0.35075692E+00
14	0.65004136E+00
15	0.40683886E+00
16	0.49082361E+00
17	0.82166344E+00
18	0.36637628E+00
19	0.71377608E+00
20	0.76343111E+00
21	0.28783713E+00
22	0.30526318E+00
23	0.41706378E+00
24	0.76847902E+00
25	0.45344407E+00
26	0.88953302E+00
27	0.80488294E+00

mean eff. in year 14 = 0.56611028E+00

efficiency estimates for year 15 :

firm	eff.-est.
1	0.66447519E+00
2	0.19206720E+00
3	0.78113617E+00
4	0.32163092E+00
5	0.89489152E+00
6	0.25150990E+00

7	0.44993866E+00
8	0.75832490E+00
9	0.69961041E+00
10	0.81356254E+00
11	0.82124254E+00
12	0.32723697E+00
13	0.37209386E+00
14	0.66582984E+00
15	0.42799670E+00
16	0.51090939E+00
17	0.83076319E+00
18	0.38771519E+00
19	0.72744837E+00
20	0.77510710E+00
21	0.30877506E+00
22	0.32637260E+00
23	0.43812774E+00
24	0.77994209E+00
25	0.47411489E+00
26	0.89538146E+00
27	0.81475812E+00

mean eff. in year 15 = 0.58188750E+00

efficiency estimates for year 16 :

firm	eff.-est.
1	0.67979426E+00
2	0.21079952E+00
3	0.79206227E+00
4	0.34286548E+00
5	0.90047511E+00
6	0.27185866E+00
7	0.47065830E+00
8	0.77021910E+00
9	0.71382098E+00
10	0.82305084E+00
11	0.83037999E+00
12	0.34850522E+00
13	0.39341854E+00
14	0.68110186E+00
15	0.44897118E+00
16	0.53061796E+00
17	0.83944834E+00
18	0.40899071E+00
19	0.74059360E+00
20	0.78629262E+00
21	0.32992834E+00
22	0.34763127E+00
23	0.45898164E+00
24	0.79091977E+00
25	0.49448546E+00

26 0.90094033E+00
27 0.82419205E+00
mean eff. in year 16 = 0.59744457E+00

efficiency estimates for year 17 :

firm	eff.-est.
1	0.69459348E+00
2	0.23014815E+00
3	0.80251618E+00
4	0.36418891E+00
5	0.90578021E+00
6	0.29256943E+00
7	0.49108547E+00
8	0.78161727E+00
9	0.72749828E+00
10	0.83210959E+00
11	0.83909949E+00
12	0.36984211E+00
13	0.41466208E+00
14	0.69585409E+00
15	0.46970616E+00
16	0.54991388E+00
17	0.84773248E+00
18	0.43013729E+00
19	0.75321878E+00
20	0.79699914E+00
21	0.35121710E+00
22	0.36896193E+00
23	0.47957182E+00
24	0.80142388E+00
25	0.51451110E+00
26	0.90622181E+00
27	0.83319821E+00

mean eff. in year 17 = 0.61275475E+00

efficiency estimates for year 18 :

firm	eff.-est.
1	0.70887187E+00
2	0.25003175E+00
3	0.81251051E+00
4	0.38552668E+00
5	0.91081877E+00
6	0.31355901E+00
7	0.51117459E+00
8	0.79253062E+00
9	0.74064765E+00
10	0.84075254E+00
11	0.84741491E+00
12	0.39117411E+00
13	0.43576022E+00

14	0.71008573E+00
15	0.49015065E+00
16	0.56876655E+00
17	0.85562935E+00
18	0.45109424E+00
19	0.76533242E+00
20	0.80723896E+00
21	0.37256454E+00
22	0.39029093E+00
23	0.49984979E+00
24	0.81146698E+00
25	0.53415224E+00
26	0.91123780E+00
27	0.84179036E+00

mean eff. in year 18 = 0.62779347E+00

efficiency estimates for year 19 :

firm	eff.-est.
1	0.72263079E+00
2	0.27036705E+00
3	0.82205842E+00
4	0.40680828E+00
5	0.91560243E+00
6	0.33474576E+00
7	0.53088526E+00
8	0.80297120E+00
9	0.75327617E+00
10	0.84899366E+00
11	0.85534025E+00
12	0.41243184E+00
13	0.45665362E+00
14	0.72379833E+00
15	0.51025883E+00
16	0.58715005E+00
17	0.86315276E+00
18	0.47180592E+00
19	0.77694433E+00
20	0.81702500E+00
21	0.39389758E+00
22	0.41154874E+00
23	0.51977226E+00
24	0.82106217E+00
25	0.55337434E+00
26	0.91599992E+00
27	0.84998248E+00

mean eff. in year 19 = 0.64253842E+00

efficiency estimates for year 20 :

firm	eff.-est.
1	0.73587370E+00

2	0.29107008E+00
3	0.83117351E+00
4	0.42796770E+00
5	0.92014253E+00
6	0.35605047E+00
7	no observation in this period
8	0.81295173E+00
9	0.76539243E+00
10	0.85684701E+00
11	0.86288955E+00
12	0.43355054E+00
13	0.47728801E+00
14	0.73699549E+00
15	0.52999008E+00
16	0.60504290E+00
17	0.87031651E+00
18	0.49222185E+00
19	0.78806542E+00
20	0.82637066E+00
21	0.41514738E+00
22	0.43267041E+00
23	0.53930098E+00
24	0.83022303E+00
25	0.57214767E+00
26	0.92051947E+00
27	0.85778862E+00

mean eff. in year 20 = 0.66107684E+00

efficiency estimates for year 21 :

firm	eff.-est.
------	-----------

1	0.74860592E+00
2	0.31205740E+00
3	0.83986970E+00
4	0.44894375E+00
5	0.92445004E+00
6	0.37739717E+00
7	0.56903461E+00
8	0.82248553E+00
9	0.77700633E+00
10	0.86432668E+00
11	0.87007685E+00
12	0.45447031E+00
13	0.49761431E+00
14	0.74968267E+00
15	0.54930878E+00
16	0.62242778E+00
17	0.87713431E+00
18	0.51229676E+00
19	0.79870753E+00

20 0.83528972E+00
 21 0.43624975E+00
 22 0.45359587E+00
 23 0.55840272E+00
 24 0.83896345E+00
 25 0.59044716E+00
 26 0.92480740E+00
 27 0.86522288E+00

mean eff. in year 21 = 0.67106946E+00

summary of panel of observations:

(1 = observed, 0 = not observed)

t:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
n	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	20
	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	12	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
	13	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	17	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	21	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
	22	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
	23	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21

17 18 20 22 24 25 25 25 24 25 25 24 27 27 27 27 27 27 27 26 27 516

Príloha č.6 - Odhad modelu 4

Output from the program FRONTIER (Version 4.1c)

instruction file = bum7-ins.txt

data file = bum7-dta.txt

Error Components Frontier (see B&C 1992)

The model is a production function

The dependent variable is logged

the ols estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.25684544E+01	0.11486697E+01	0.22360252E+01
beta 1	-0.15159860E+00	0.11242425E+00	-0.13484511E+01
beta 2	0.60906304E-01	0.22698717E-01	0.26832488E+01
beta 3	0.85919388E-02	0.68120114E-01	0.12612925E+00
beta 4	0.99001791E+00	0.58982605E-01	0.16784913E+02
beta 5	-0.66913197E+00	0.36995754E-01	-0.18086723E+02
beta 6	-0.11128041E+00	0.10816534E+00	-0.10287991E+01
beta 7	0.47781542E-01	0.17225780E+00	0.27738391E+00
sigma-squared	0.26022297E+00		

log likelihood function = -0.38081710E+03

the estimates after the grid search were :

beta 0	0.30775795E+01
beta 1	-0.15159860E+00
beta 2	0.60906304E-01
beta 3	0.85919388E-02
beta 4	0.99001791E+00
beta 5	-0.66913197E+00
beta 6	-0.11128041E+00
beta 7	0.47781542E-01
sigma-squared	0.51539688E+00
gamma	0.79000000E+00
mu	0.00000000E+00
eta	0.00000000E+00

iteration = 0 func evals = 20 llf = -0.20937923E+03

0.30775795E+01 -0.15159860E+00 0.60906304E-01 0.85919388E-02 0.99001791E+00
-0.66913197E+00 -0.11128041E+00 0.47781542E-01 0.51539688E+00 0.79000000E+00
0.00000000E+00 0.00000000E+00

gradient step

iteration = 4 func evals = 66 llf = -0.48944438E+02

0.30727040E+01 -0.11813239E+00 -0.36036154E-01 0.42854222E-01 0.10043083E+01
-0.59826271E-01 -0.11149602E+00 0.34233369E-01 0.49382881E+00 0.84180606E+00
0.28527647E-02 0.58087511E-01

the final mle estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.30727040E+01	0.99869020E+00	0.30767339E+01
beta 1	-0.11813239E+00	0.98627510E+00	-0.11977631E+00
beta 2	-0.36036154E-01	0.62179276E+00	-0.57955249E-01
beta 3	0.42854222E-01	0.97966997E+00	0.43743529E-01
beta 4	0.10043083E+01	0.89483465E+00	0.11223396E+01
beta 5	-0.59826271E-01	0.58691679E+00	-0.10193314E+00

beta 6 -0.11149602E+00 0.96483062E+00 -0.11556020E+00
 beta 7 0.34233369E-01 0.97568253E+00 0.35086586E-01
 sigma-squared 0.49382881E+01 0.98513179E+00 0.50128198E+01
 gamma 0.84180606E+00 0.82150660E+00 0.10247100E+01
 mu 0.28527647E-02 0.99988924E+00 0.28530807E-02
 eta 0.58087511E-01 0.10904192E+00 0.53270805E+00
 log likelihood function = -0.48944439E+02
 LR test of the one-sided error = 0.66374532E+03
 with number of restrictions = 3
 [note that this statistic has a mixed chi-square distribution]
 number of iterations = 4
 (maximum number of iterations set at : 100)
 number of cross-sections = 27
 number of time periods = 21
 total number of observations = 516
 thus there are: 51 obsns not in the panel
 covariance matrix :
 0.99738211E+00 -0.81091073E-02 -0.40024913E-01 -0.10145229E-01 -0.22705052E-01
 -0.25638355E-02 -0.13431346E-01 -0.11189262E-01 0.13282282E-02 -0.31205801E-02
 0.19598665E-03 -0.10758877E-02
 -0.81091073E-02 0.97273858E+00 -0.12498463E+00 -0.30764755E-01 -0.68159978E-01
 0.29659755E-01 -0.42245065E-01 -0.33974955E-01 0.11790968E-01 -0.35599151E-01
 0.12745363E-02 -0.47548092E-02
 -0.40024913E-01 -0.12498463E+00 0.38662623E+00 -0.15396217E+00 -0.34570466E+00
 -0.22942391E-01 -0.20564891E+00 -0.17070811E+00 0.25056750E-01 -0.62671875E-01
 0.33164060E-02 0.13822047E-01
 -0.10145229E-01 -0.30764755E-01 -0.15396217E+00 0.95975324E+00 -0.89011065E-01
 -0.20171426E-01 -0.51855020E-01 -0.43608809E-01 0.17886611E-02 -0.16982828E-02
 0.54941049E-03 -0.30822141E-01
 -0.22705052E-01 -0.68159978E-01 -0.34570466E+00 -0.89011065E-01 0.80072905E+00
 -0.59238451E-01 -0.11583963E+00 -0.97750129E-01 0.32792648E-02 0.28203436E-03
 0.10262629E-02 -0.21679915E-01
 -0.25638355E-02 0.29659755E-01 -0.22942391E-01 -0.20171426E-01 -0.59238451E-01
 0.34447132E+00 -0.18525415E-02 -0.22790060E-01 -0.13121451E+00 0.44571897E+00
 -0.11411240E-01 0.59889741E-01
 -0.13431346E-01 -0.42245065E-01 -0.20564891E+00 -0.51855020E-01 -0.11583963E+00
 -0.18525415E-02 0.93089813E+00 -0.57202282E-01 0.91093110E-02 -0.23768436E-01
 0.12056670E-02 -0.60940861E-02
 -0.11189262E-01 -0.33974955E-01 -0.17070811E+00 -0.43608809E-01 -0.97750129E-01
 -0.22790060E-01 -0.57202282E-01 0.95195641E+00 0.31802913E-02 -0.49579568E-02
 0.62547202E-03 -0.56471074E-02
 0.13282282E-02 0.11790968E-01 0.25056750E-01 0.17886611E-02 0.32792648E-02
 -0.13121451E+00 0.91093110E-02 0.31802913E-02 0.97048464E+00 0.97692822E-01
 -0.24927618E-02 -0.31841502E-01
 -0.31205801E-02 -0.35599151E-01 -0.62671875E-01 -0.16982828E-02 0.28203436E-03
 0.44571897E+00 -0.23768436E-01 -0.49579568E-02 0.97692822E-01 0.67487309E+00
 0.83058849E-02 0.73713674E-01
 0.19598665E-03 0.12745363E-02 0.33164060E-02 0.54941049E-03 0.10262629E-02
 -0.11411240E-01 0.12056670E-02 0.62547202E-03 -0.24927618E-02 0.83058849E-02
 0.99977850E+00 0.20525541E-03

-0.10758877E-02 -0.47548092E-02 0.13822047E-01 -0.30822141E-01 -0.21679915E-01
0.59889741E-01 -0.60940861E-02 -0.56471074E-02 -0.31841502E-01 0.73713674E-01
0.20525541E-03 0.11890141E-01

technical efficiency estimates :

efficiency estimates for year 1 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.24273447E-01
3	0.57430318E+00
4	no observation in this period
5	0.78025028E+00
6	no observation in this period
7	0.16551911E+00
8	0.53712191E+00
9	0.44795083E+00
10	0.62943328E+00
11	0.64293380E+00
12	no observation in this period
13	no observation in this period
14	no observation in this period
15	0.14787419E+00
16	0.22045797E+00
17	no observation in this period
18	0.11832542E+00
19	0.48908320E+00
20	0.56432539E+00
21	no observation in this period
22	no observation in this period
23	no observation in this period
24	0.57228494E+00
25	0.18624756E+00
26	0.78118947E+00
27	0.63150745E+00

mean eff. in year 1 = 0.44194597E+00

efficiency estimates for year 2 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.29933288E-01
3	0.59241387E+00
4	no observation in this period
5	0.79106402E+00
6	no observation in this period
7	0.18315587E+00
8	0.55615682E+00
9	0.46859609E+00
10	0.64593261E+00
11	0.65899733E+00

12	no observation in this period
13	no observation in this period
14	no observation in this period
15	0.16467559E+00
16	0.24003543E+00
17	no observation in this period
18	0.13343765E+00
19	0.50910035E+00
20	0.58269747E+00
21	0.82232560E-01
22	no observation in this period
23	no observation in this period
24	0.59044927E+00
25	0.20472600E+00
26	0.79196269E+00
27	0.64794084E+00

mean eff. in year 2 = 0.43741710E+00

efficiency estimates for year 3 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.36479815E-01
3	0.61004259E+00
4	no observation in this period
5	0.80142586E+00
6	no observation in this period
7	0.20152276E+00
8	0.57475140E+00
9	0.48896204E+00
10	0.66191531E+00
11	0.67454063E+00
12	no observation in this period
13	0.13769948E+00
14	no observation in this period
15	0.18228061E+00
16	0.26010675E+00
17	0.69065067E+00
18	0.14946683E+00
19	0.52875299E+00
20	0.60059730E+00
21	0.94658842E-01
22	no observation in this period
23	no observation in this period
24	0.60813352E+00
25	0.22384577E+00
26	0.80228510E+00
27	0.66385693E+00

mean eff. in year 3 = 0.44959876E+00

efficiency estimates for year 4 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.43965694E-01
3	0.62717250E+00
4	no observation in this period
5	0.81134627E+00
6	no observation in this period
7	0.22054434E+00
8	0.59288077E+00
9	0.50900267E+00
10	0.67737502E+00
11	0.68955958E+00
12	0.12073437E+00
13	0.15396203E+00
14	no observation in this period
15	0.20061943E+00
16	0.28058879E+00
17	0.70504794E+00
18	0.16635719E+00
19	0.54800505E+00
20	0.61800595E+00
21	0.10810395E+00
22	no observation in this period
23	0.20986402E+00
24	0.62532041E+00
25	0.24352702E+00
26	0.81216722E+00
27	0.67924970E+00

mean eff. in year 4 = 0.43833636E+00

efficiency estimates for year 5 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.52433657E-01
3	0.64379049E+00
4	0.13188938E+00
5	0.82083645E+00
6	no observation in this period
7	0.24014123E+00
8	0.61052435E+00
9	0.52867697E+00
10	0.69230824E+00
11	0.70405273E+00
12	0.13599814E+00
13	0.17106895E+00
14	no observation in this period
15	0.21961677E+00
16	0.30139825E+00
17	0.71892795E+00
18	0.18404491E+00

19	0.56682527E+00
20	0.63490838E+00
21	0.12253992E+00
22	0.13540606E+00
23	0.22913432E+00
24	0.64199648E+00
25	0.26368746E+00
26	0.82162028E+00
27	0.69411599E+00

mean eff. in year 5 = 0.42774761E+00

efficiency estimates for year 6 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.61915284E-01
3	0.65988698E+00
4	0.14782370E+00
5	0.82990818E+00
6	0.97662361E-01
7	0.26023138E+00
8	0.62766554E+00
9	0.54794890E+00
10	0.70671414E+00
11	0.71802107E+00
12	0.15217022E+00
13	0.18895455E+00
14	no observation in this period
15	0.23919329E+00
16	0.32245279E+00
17	0.73229339E+00
18	0.20245945E+00
19	0.58518700E+00
20	0.65129321E+00
21	0.13792759E+00
22	0.15153767E+00
23	0.24894397E+00
24	0.65815175E+00
25	0.28424372E+00
26	0.83065607E+00
27	0.70845523E+00

mean eff. in year 6 = 0.43006790E+00

efficiency estimates for year 7 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.72430137E-01
3	0.67545557E+00
4	0.16462492E+00
5	0.83857368E+00
6	0.11133269E+00

7	0.28073145E+00
8	0.64429154E+00
9	0.56678722E+00
10	0.72059421E+00
11	0.73146772E+00
12	0.16919348E+00
13	0.20754682E+00
14	no observation in this period
15	0.25926700E+00
16	0.34367197E+00
17	0.74514887E+00
18	0.22152495E+00
19	0.60306797E+00
20	0.66715239E+00
21	0.15421765E+00
22	0.16852249E+00
23	0.26921043E+00
24	0.67377950E+00
25	0.30511247E+00
26	0.83928685E+00
27	0.72226920E+00

mean eff. in year 7 = 0.44621045E+00

efficiency estimates for year 8 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.83985270E-01
3	0.69049280E+00
4	0.18223003E+00
5	0.84684552E+00
6	0.12598541E+00
7	0.30155796E+00
8	0.66039302E+00
9	0.58516533E+00
10	0.73395210E+00
11	0.74439776E+00
12	0.18700295E+00
13	0.22676878E+00
14	no observation in this period
15	0.27975450E+00
16	0.36497808E+00
17	0.75750072E+00
18	0.24116164E+00
19	0.62045006E+00
20	0.68248098E+00
21	0.17135174E+00
22	0.18629592E+00
23	0.28985032E+00
24	0.68887599E+00
25	0.32621152E+00

26 0.84752519E+00
27 0.73556176E+00
mean eff. in year 8 = 0.46243101E+00

efficiency estimates for year 9 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.96575095E-01
3	0.70499786E+00
4	0.20056919E+00
5	0.85473653E+00
6	0.14157902E+00
7	0.32262841E+00
8	0.67596385E+00
9	no observation in this period
10	0.74679331E+00
11	0.75681793E+00
12	0.20552714E+00
13	0.24653995E+00
14	no observation in this period
15	0.30057225E+00
16	0.38629687E+00
17	0.76935674E+00
18	0.26128722E+00
19	0.63731907E+00
20	0.69727683E+00
21	0.18926384E+00
22	0.20478681E+00
23	0.31078062E+00
24	0.70344015E+00
25	0.34746078E+00
26	0.85538392E+00
27	0.74833861E+00

mean eff. in year 9 = 0.47351217E+00

efficiency estimates for year 10 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.11018161E+00
3	0.71897238E+00
4	0.21956710E+00
5	0.86225967E+00
6	0.15806211E+00
7	0.34386223E+00
8	0.69100085E+00
9	0.62045627E+00
10	0.75912501E+00
11	0.76873649E+00
12	0.22468948E+00
13	0.26677764E+00

14	no observation in this period
15	0.32163763E+00
16	0.40755813E+00
17	0.78072602E+00
18	0.28181816E+00
19	0.65366437E+00
20	0.71154035E+00
21	0.20788159E+00
22	0.22391888E+00
23	0.33191973E+00
24	0.71747335E+00
25	0.36878303E+00
26	0.86287598E+00
27	0.76060710E+00

mean eff. in year 10 = 0.49496381E+00

efficiency estimates for year 11 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period
2	0.12477494E+00
3	0.73242009E+00
4	0.23914442E+00
5	0.86942797E+00
6	0.17537457E+00
7	0.36518165E+00
8	0.70550348E+00
9	0.63733691E+00
10	0.77095578E+00
11	0.78016293E+00
12	0.24440974E+00
13	0.28739824E+00
14	no observation in this period
15	0.34286991E+00
16	0.42869609E+00
17	0.79161876E+00
18	0.30267085E+00
19	0.66947869E+00
20	0.72527422E+00
21	0.22712776E+00
22	0.24361211E+00
23	0.35318830E+00
24	0.73097911E+00
25	0.39010464E+00
26	0.87001441E+00
27	0.77237595E+00

mean eff. in year 11 = 0.51120406E+00

efficiency estimates for year 12 :

firm	eff.-est.
1	no observation in this period

2	0.14031412E+00
3	0.74534663E+00
4	0.25921910E+00
5	0.87625446E+00
6	0.19344887E+00
7	0.38651235E+00
8	0.71947360E+00
9	0.65369245E+00
10	0.78229545E+00
11	0.79110784E+00
12	0.26460536E+00
13	0.30831840E+00
14	no observation in this period
15	0.36419112E+00
16	0.44964980E+00
17	0.80204606E+00
18	0.32376277E+00
19	0.68475782E+00
20	0.73848312E+00
21	0.24692160E+00
22	no observation in this period
23	0.37451011E+00
24	0.74396290E+00
25	0.41135611E+00
26	0.87681221E+00
27	0.78365511E+00

mean eff. in year 12 = 0.53836239E+00

efficiency estimates for year 13 :

firm	eff.-est.
1	0.63216079E+00
2	0.15674818E+00
3	0.75775931E+00
4	0.27970774E+00
5	0.88275210E+00
6	0.21221151E+00
7	0.40778407E+00
8	0.73291518E+00
9	0.66951568E+00
10	0.79315487E+00
11	0.80158271E+00
12	0.28519272E+00
13	0.32945608E+00
14	0.63363853E+00
15	0.38552675E+00
16	0.47036331E+00
17	0.81201981E+00
18	0.34501336E+00
19	0.69950030E+00
20	0.75117355E+00

21	0.26718020E+00
22	0.28435128E+00
23	0.39581262E+00
24	0.75643185E+00
25	0.43247248E+00
26	0.88328234E+00
27	0.79445555E+00

mean eff. in year 13 = 0.55008011E+00

efficiency estimates for year 14 :

firm	eff.-est.
1	0.64850987E+00
2	0.17401732E+00
3	0.76966685E+00
4	0.30052677E+00
5	0.88893375E+00
6	0.23158440E+00
7	0.42893104E+00
8	0.74583409E+00
9	0.68480250E+00
10	0.80354578E+00
11	0.81159979E+00
12	0.30608835E+00
13	0.35073148E+00
14	0.64994019E+00
15	0.40680631E+00
16	0.49078583E+00
17	0.82155250E+00
18	0.36634493E+00
19	0.71370719E+00
20	0.76335355E+00
21	0.28781982E+00
22	0.30523029E+00
23	0.41702755E+00
24	0.76839456E+00
25	0.45339365E+00
26	0.88943762E+00
27	0.80478908E+00

mean eff. in year 14 = 0.56605019E+00

efficiency estimates for year 15 :

firm	eff.-est.
1	0.66434913E+00
2	0.19205425E+00
3	0.78107924E+00
4	0.32159353E+00
5	0.89481206E+00
6	0.25148628E+00

7	0.44989232E+00
8	0.75823782E+00
9	0.69955153E+00
10	0.81348062E+00
11	0.82117191E+00
12	0.32720999E+00
13	0.37206781E+00
14	0.66573162E+00
15	0.42796381E+00
16	0.51087174E+00
17	0.83065710E+00
18	0.38768330E+00
19	0.72738175E+00
20	0.77503248E+00
21	0.30875696E+00
22	0.32633884E+00
23	0.43809126E+00
24	0.77986089E+00
25	0.47406458E+00
26	0.89529069E+00
27	0.81466821E+00

mean eff. in year 15 = 0.58182888E+00

efficiency estimates for year 16 :

firm	eff.-est.
1	0.67967216E+00
2	0.21078558E+00
3	0.79200751E+00
4	0.34282729E+00
5	0.90039951E+00
6	0.27183400E+00
7	0.47061200E+00
8	0.77013533E+00
9	0.71376392E+00
10	0.82297238E+00
11	0.83031236E+00
12	0.34847753E+00
13	0.39339196E+00
14	0.68100665E+00
15	0.44893806E+00
16	0.53058053E+00
17	0.83934696E+00
18	0.40895838E+00
19	0.74052925E+00
20	0.78622089E+00
21	0.32990951E+00
22	0.34759675E+00
23	0.45894501E+00
24	0.79084178E+00
25	0.49443540E+00

26 0.90085399E+00
27 0.82410598E+00
mean eff. in year 16 = 0.59738743E+00

efficiency estimates for year 17 :

firm	eff.-est.
1	0.69447536E+00
2	0.23013326E+00
3	0.80246355E+00
4	0.36415005E+00
5	0.90570831E+00
6	0.29254382E+00
7	0.49103932E+00
8	0.78153675E+00
9	0.72744303E+00
10	0.83203450E+00
11	0.83903477E+00
12	0.36981380E+00
13	0.41463507E+00
14	0.69576190E+00
15	0.46967289E+00
16	0.54987675E+00
17	0.84763565E+00
18	0.43010464E+00
19	0.75315668E+00
20	0.79693026E+00
21	0.35119760E+00
22	0.36892678E+00
23	0.47953514E+00
24	0.80134903E+00
25	0.51446140E+00
26	0.90613971E+00
27	0.83311586E+00

mean eff. in year 17 = 0.61269911E+00

efficiency estimates for year 18 :

firm	eff.-est.
1	0.70875773E+00
2	0.25001593E+00
3	0.81245996E+00
4	0.38548727E+00
5	0.91075041E+00
6	0.31353253E+00
7	0.51112873E+00
8	0.79245329E+00
9	0.74059422E+00
10	0.84068072E+00
11	0.84735301E+00
12	0.39114526E+00

13	0.43573286E+00
14	0.70999658E+00
15	0.49011733E+00
16	0.56872980E+00
17	0.85553692E+00
18	0.45106136E+00
19	0.76527256E+00
20	0.80717285E+00
21	0.37254444E+00
22	0.39025526E+00
23	0.49981317E+00
24	0.81139520E+00
25	0.53410303E+00
26	0.91115976E+00
27	0.84171163E+00

mean eff. in year 18 = 0.62773933E+00

efficiency estimates for year 19 :

firm	eff.-est.
1	0.72252063E+00
2	0.27035034E+00
3	0.82200991E+00
4	0.40676846E+00
5	0.91553745E+00
6	0.33471850E+00
7	0.53083978E+00
8	0.80289698E+00
9	0.75322455E+00
10	0.84892501E+00
11	0.85528108E+00
12	0.41240256E+00
13	0.45662599E+00
14	0.72371221E+00
15	0.51022556E+00
16	0.58711376E+00
17	0.86306458E+00
18	0.47177290E+00
19	0.77688668E+00
20	0.81696160E+00
21	0.39387694E+00
22	0.41151266E+00
23	0.51973578E+00
24	0.82099338E+00
25	0.55332571E+00
26	0.91592577E+00
27	0.84990724E+00

mean eff. in year 19 = 0.64248578E+00

efficiency estimates for year 20 :

firm	eff.-est.
------	-----------

1	0.73576749E+00
2	0.29105254E+00
3	0.83112698E+00
4	0.42792760E+00
5	0.92008078E+00
6	0.35602253E+00
7	no observation in this period
8	0.81288057E+00
9	0.76534262E+00
10	0.85678142E+00
11	0.86283303E+00
12	0.43352092E+00
13	0.47726020E+00
14	0.73691239E+00
15	0.52995694E+00
16	0.60500713E+00
17	0.87023241E+00
18	0.49218878E+00
19	0.78800994E+00
20	0.82630990E+00
21	0.41512627E+00
22	0.43263405E+00
23	0.53926474E+00
24	0.83015715E+00
25	0.57209972E+00
26	0.92044902E+00
27	0.85771677E+00

mean eff. in year 20 = 0.66102546E+00

efficiency estimates for year 21 :

firm	eff.-est.
1	0.74850362E+00
2	0.31203908E+00
3	0.83982510E+00
4	0.44890349E+00
5	0.92439139E+00
6	0.37736864E+00
7	0.56899018E+00
8	0.82241734E+00
9	0.77695830E+00
10	0.86426405E+00
11	0.87002288E+00
12	0.45444044E+00
13	0.49758640E+00
14	0.74960257E+00
15	0.54927584E+00
16	0.62239258E+00
17	0.87705416E+00

18 0.51226374E+00
 19 0.79865419E+00
 20 0.83523154E+00
 21 0.43622824E+00
 22 0.45355933E+00
 23 0.55836679E+00
 24 0.83890040E+00
 25 0.59039997E+00
 26 0.92474050E+00
 27 0.86515429E+00
 mean eff. in year 21 = 0.67101982E+00

summary of panel of observations:
 (1 = observed, 0 = not observed)

t:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
n	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17		
	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16		
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20		
	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20		
	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	12	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18		
	13	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19		
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9		
	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	17	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19		
	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	21	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20		
	22	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	16		
	23	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18		
	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21		
	17	18	20	22	24	25	25	25	24	25	25	24	27	27	27	27	27	27	27	27	26	27	516